UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA DRUŽBENE VEDE

Toni Pustovrh

KONVERGENCA : ETIČNI, PRAVNI IN DRUŽBENOPOLITIČNI VIDIKI NAPREDNIH TEHNOLOGIJ

Diplomsko delo

Ljubljana 2008

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA DRUŽBENE VEDE

Toni Pustovrh

Mentor: izr. prof. dr. Franc Mali
Somentor: doc. dr. Andrej Kurnik

KONVERGENCA: ETIČNI, PRAVNI IN DRUŽBENOPOLITIČNI VIDIKI NAPREDNIH TEHNOLOGIJ

Diplomsko delo

Ljubljana 2008

Zahvaljujem se predvsem staršem za vso pomoč in podporo,
prav tako pa tudi mentorju dr. Francu Maliju
in somentorju dr. Andreju Kurniku
za številne zanimive razprave
ter usmerjanje in pomoč
pri študijskem in
raziskovalnem
delu.

Toni
Ljubljana, avgust 2008

Konvergenca: etični, pravni in družbenopolitični vidiki naprednih tehnologij
Diplomsko delo obravnava znanstveni in tehnološki razvoj ter njegove vplive na človeške družbe in posameznike. Pri tem se osredotoča na koncept konvergence v znanosti in tehnologiji, idejo o vedno tesnejšem prepletanju posameznih ved in raziskovalnih področij. Iz te interakcije izhajajo konvergentne tehnologije, ki obljubljajo radikalne možnosti za temeljne spremembe človeškega stanja. Vsebinsko je diplomsko delo sestavljeno iz štirih delov. Prvi del analizira koncepte in ideje konvergence v znanosti in tehnologiji, kot so bili prvotno opredeljeni v ZDA in nato v EU. Drugi del raziskuje predpostavko o pospešujočem tehnološkem razvoju in pospešujočih družbenih spremembah. Tretji del se posveča vprašanjem, ki jih odpira apliciranje konvergentnih tehnologij na biološke sisteme človeškega telesa, vključno s konceptom človeškega izboljševanja in terapije ter problemom modifikacij potomcev in evgenike. Ob tem obravnava posamezne potencialne koristi in tveganja, kakor tudi številna tehnična, pravna, etična, moralna, sociološka ter politološka vprašanja in probleme. Četrti del opredeljuje načela regulacije znanstvenega in tehnološkega razvoja, kamor spadajo previdnostno načelo, proakcijsko načelo in načelo reverzibilnosti. Nadalje izpostavlja prednosti in slabosti posameznih načel, proučuje različne vidike varnosti, tveganj in koristi, kakor tudi vprašanja ohranjanja okolja in trajnostnega razvoja ter širšo problematiko morebitnih bodočih regulativnih pristopov.

Ključne besede: konvergenca, človeško izboljševanje, genetski inženiring, previdnostno načelo, tehnologija

Convergence: Ethical, Legal and Sociopolitical Implications of Emerging Technologies
The diploma thesis discusses the development of science and technology, and its various influences on human societies and individuals. Thus it focuses on the concept of convergence in science and technology, the idea of an ever closer entwinement and interconnection of individual sciences and research fields. The converging technologies emerge from this interaction, promising radical possibilities of fundamental changes in the human condition. The diploma thesis consists of four parts. Part one analyzes the concepts and ideas of convergence in science and technology, as they were originally formulated in the USA and later in the EU. Part two researches the supposedly accelerating technological development and accelerating social changes. Part three deals with questions of applying converging technologies to the biological systems of the human body. This includes the concept of human enhancement and therapy, the problem of modifying human descendants and the issue of Eugenics. Part four defines the regulatory principles of technology, including the precautionary, proactionary and reversibility principle. Simultaneously, it highlights the advantages and disadvantages of individual principles, as well as aspects of environmental preservation and sustainable development, while also dealing with the wider problems of eventual future regulatory approaches.

Key words: convergence, human enhancement, genetic engineering, precautionary principle, technology

KAZALO

1. UVOD ... 8
1.1 Problemska izhodišča ... 10
1.2 Hipoteze ... 11
1.3 Metodologija ... 12
1.4 Struktura ... 12
2. Konvergenca in konvergentne tehnologije ... 14
2.1 Opredelitev konvergence in konvergentnih NBIC tehnologij v ZDA ... 14
2.2 Potencialne aplikacije konvergence in konvergentnih NBIC tehnologij ... 18
2.3 CTEKS v EU in uresničevanje napovedi ... 20
2.4 Ideologije, vrednote in cilji ... 25
3. POSPEŠUJOČI TEHNOLOŠKI IN DRUŽBENI TRENDI ... 29
3.1 Pospešujoči tehnološki in znanstveni razvoj ... 29
3.1.1 Teoriji intuitivnega linearnega in zgodovinskega eksponentnega razvoja ... 29
3.1.2 Teorija tehnološke evolucije ... 33
3.2 Pospešujoče družbene spremembe ... 37
3.3 Razkorak med razvojem tehnologije in človeških kognitivnih zmožnosti ... 37
4. MODIFIKACIJE ČLOVEŠKEGA STANJA IN ČLOVEŠKO IZBOLJŠEVANJE ... 39
4.1 Izboljševanje in/ali terapija ... 39
4.2 Tehnologije človeškega izboljševanja ... 44
4.2.1 Podaljševanje zdravega življenjskega razpona ... 44
4.2.1.1 Tehnična (ne)izvedljivost ... 48
4.2.1.2 Moralnost in naravno ... 54
4.2.1.3 Negativni družbeni in politični trendi ... 58
4.2.2 Kognitivno izboljševanje ... 64
4.2.3 Izboljševanje razpoloženja ali osebnosti ... 69
4.2.4 Izboljševanje fizičnih zmogljivosti ... 72
4.3. Modifikacije in/ali izboljševanje potomcev ter evgenika ... 74
5. NAČELA REGULACIJE TEHNOLOGIJ IN UPRAVLJANJA TVEGANJ ... 77
5.1 Previdnostno načelo ... 77
5.2 Proakcijsko načelo ... 94
5.3. Načelo reverzibilnosti ... 100
5.4 Vrednost načel ... 104

6. SKLEP 106
7. SEZNAM LITERATURE 111

SEZNAM SLIK

Slika 2.1: NBIC tetrahedron……..14
Slika 2.2: Nova razporeditev potencialnih aplikacij konvergentnih tehnologij v grozde…….22
Slika 3.1: Primerjava linearne in eksponentne rasti……..30
Slika 3.2: Petnajst seznamov ključnih dogodkov v človeški zgodovini……...32
Slika 3.3: Eksponentno zaporedje S-krivulj……..34
Slika 3.4: Pet paradigem eksponentne rasti komputinga……..36
Slika 4.1: Trendi uporabe nevroizboljševalcev med bralci revije Nature…….66

SEZNAM TABEL

Tabela 2.1: Primerjava struktur na nanoravni……...15
Tabela 2.2: Razkorak med vizijami in trenutnim stanjem raziskav……..23
Tabela 4.1.: SENS pristopi za odpravo staranja……53

SEZNAM UPORABLJENIH KRATIC

ADHD	Attention Deficiency Hyperactivity Disorder (Motnja hiperaktivnosti in pomanjkanja pozornosti)
AGE	Advanced Glycation End products (Končni proizvodi napredovane glikacije)
CAT	Computer Assisted Tomography (Računalniško podprta tomografija)
CD	Compact Disc (Zgoščenka)
CTEKS	Converging Technologies for the European Knowledge Society (Konvergentne tehnologije za Evropsko družbo znanja)
DDT	Dikloro-difenil-trikloretan
EK	Evropska komisija
EPA	Environmental Protection Agency (Agencija za zaščito okolja)
ES	Evropske skupnosti
EU	Evropska unija
FDA	Food and Drug Administration (Urad za živila in zdravila)
HLEG	High-Level Expert Group (Strokovna skupina na visokem nivoju)
IKT	Informacijsko-komunikacijska tehnologija
IQ	Intelligence Quotient (Inteligenčni kvocient)
NBIC	Nano-, Bio-, Information and Cognitive Technologies (Nano-, bio-, informacijske in kognitivne tehnologije)
PR	Public Relations (Odnosi z javnostmi)
SENS	Strategies for Engineered Negligible Senescence (Strategije za inženirano neznatno staranje)
ZDA	Združene države Amerike
ZN	Združeni narodi

1. UVOD

Znanost in tehnologija zasedata posebno mesto v sodobnih človeških družbah. Množica tehnoloških izdelkov namreč prepreda skoraj vse nivoje človeškega življenja v razvitih državah, od osnovne infrastrukture, preko gospodarskih, znanstvenih in izobraževalnih sistemov, pa vse do prostočasnih in družabnih dejavnosti. Večine teh tehnologij se sploh več ne zavedamo in jih sprejemamo kot nekaj samoumevnega, čeprav si jih pred nekaj leti morda sploh nismo bili sposobni zamisliti. Mnoga starodavna tveganja za človeka, izhajajoča iz živega in neživega sveta, ki so jih posamezne tehnološke aplikacije in znanstvena spoznanja odpravila ali pa jih vsaj dokaj uspešno obvladujejo, prav tako že dolgo niso več deležna zavestne pozornosti.

To seveda ne pomeni, da znanstveni in tehnološki razvoj s seboj ne prinaša novih tveganj in nevarnosti. Stvaritev prvega jedrskega orožja, cepljivih bomb, je omogočila kasnejši razvoj takrat novega, alternativnega vira energije ter spodbudila nadaljnje raziskave v jedrski fiziki in fiziki delcev. Iz tega je izšlo jedrsko oboroževanje, ki je predstavljalo prvo človeško povzročeno eksistenčno tveganje, torej grožnjo s potencialom za uničenje vsega človeškega in morda tudi vsega drugega življenja na Zemlji. Izkazalo se je tudi, da jedrska energija s seboj prinaša lastna tveganja, v obliki radioaktivnih odpadnih snovi z zelo dolgo življenjsko dobo ter grožnjo nesreč, zaradi katerih bi bili lahko obsežni predeli in številni ljudje izpostavljeni radioaktivnemu onesnaženju. Kljub temu znaten del svetovne oskrbe z energijo, v Franciji celo največji del, izvira iz jedrskih elektrarn. Nova odkritja v fiziki delcev so povzročila razvoj številnih novih znanstvenih področij ter tehnoloških izdelkov, obenem pa so omogočila globlji vpogled v naravo vesolja in njegovih mehanizmov delovanja. Prav ta odkritja pa so obenem služila razvoju še močnejših jedrskih orožij, termonuklearnih oziroma vodikovih bomb. Iz nastanka slednjih pa so ponovno izšla nova spoznanja, ki dandanes omogočajo raziskovanje novega, domnevno čistejšega in zmogljivejšega alternativnega vira energije, fuzijskih reaktorjev, ki predstavljajo velike razvojne projekte sodobnega časa, tako v EU, kakor tudi v drugih razvitih državah sveta.

Glede na tveganja in nevarnosti novih tehnologij je razumljivo, da se pogosto pojavljajo zahteve po tem, da bi morali z njihovem razvojem počakati, dokler se ne izkaže, da ne obstajajo varnejše alternative. Pri tem pa se mnogokrat ne upošteva, da te tehnologije

predstavljajo mostove do varnejših in učinkovitejših tehnologij, katere brez spoznanj in izdelkov, ki so izšla iz razvoja njihovih predhodnic, sploh ne bi bile mogoče. Prav tako pa se pozablja, da so te tehnologije kljub lastnim tveganjem in grožnjam, v svojem času rešile mnoge pereče probleme in do tedaj neizogibna tveganja, ter, da odsotnost znanosti in tehnologije ne pomeni tudi odsotnosti tveganj, saj mnoga izmed njih že inherentno izvirajo iz kompleksne narave živega in neživega sveta, ki nas obdaja.

Že od njunih najzgodnejših zametkov, se znanost in tehnologijo pogosto obravnava kot nekaj nenaravnega in umetnega, zgrešeno stvaritev, ki človeka v negativnem smislu ločuje od preostalih živih bitij ter povzroča njegovo odtujitev od samega sebe in narave. Vendar pa primeri iz živalskega sveta kažejo, da takšno razmišljanje temelji na zmotnih predpostavkah. Številni primati pri zbiranju hrane uporabljajo enostavna orodja, narejena iz lesenih palic, kakor tudi liste za zbiranje vode ter brisanje blata, krvi in ostankov hrane s telesa. Določena vrsta delfinov pred iskanjem hrane na morskem dnu natrga kose spužev in si jih ovije okoli občutljivega nosu, da bi se izognila odrgninam in učinkovitejše pregnala majhne ribe iz njihovih skrivališč. Sloni, ki izkopljejo luknjo s pitno vodo, z rilci natrgajo skorjo z dreves, jo prežvečijo in oblikujejo v kroglo, ter z njo zaprejo luknjo, da bi preprečili izparevanje vode in ohranili zalogo za kasneje. Pri teh primerih gre seveda za uporabo zelo preprostih orodij, vendar pa kažejo, da potenciali za razvoj tehnologije niso omejeni zgolj na človeka.

V določenem smislu lahko na znanost in tehnologijo gledamo kot na funkcionalen družbeni podsistem, ki je neločljivo povezan z ostalimi družbenimi podsistemi ter jih s svojo dejavnostjo preoblikuje, medtem ko drugi podsistemi zopet povratno vplivajo nanj. V zadnjih desetletjih lahko opazujemo vedno hitrejšo rast količine ter kakovosti znanja, orodij in izdelkov v domeni znanosti in tehnologije, zato se postavlja tudi vprašanje, kako hitro in kako uspešno se lahko ostali družbeni podsistemi, obenem pa tudi posameznik, prilagajajo temu razvoju ter brez prehudih motenj integrirajo nove izdelke in spoznanja. Če obstaja prevelik razkorak v hitrosti razvoja znanosti in tehnologije ter zmožnosti prilagajanja in integracije s strani družbe in posameznika, potem so v prihodnosti mogoči vedno večji pretresi, na individualni, družbeni in tudi globalni ravni.

Pospešujoč napredek na številnih raziskovalnih in razvojnih področjih kaže, da bodo človeške družbe in posamezniki v prihodnosti soočeni z vedno večjim številom potencialnih koristi in potencialnih tveganj novih tehnologij, v vedno krajših časovnih obdobjih. Pri tem se seveda

zastavlja vprašanje, kako oceniti, če koristi razvoja in uvajanja posamezne tehnologije ali izdelka odtehtajo tveganja, ki jih s seboj prinaša. Vsak človek (kakor tudi vsako drugo živo bitje) je prisiljen delovati in se odločati na podlagi nepopolnih informacij. Napredek v tem smislu gotovo predstavlja javni dialog o razvoju in uvajanju novih znanstvenih spoznanj in tehnoloških izdelkov, ki poskuša zaobjeti čim večje število akterjev z različnim znanjem, stališči in interesi. Ravno razširjen javni dialog pa je ključnega pomena pri oblikovanju javnih politik in pristopov, ki lahko ublažijo tveganja in povečajo individualne in splošne družbene koristi razvoja in uporabe naprednih tehnologij.

1.1 Problemska izhodišča

Predhodni, nekoliko splošnejši uvod v nekatera vprašanja znanstvenega in tehnološkega razvoja, nam morda lahko pomaga bolje razumeti globino in pomen vprašanj in problemov, s katerimi se soočajo sodobne človeške družbe in posamezniki. Napredne tehnologije, kot so nanotehnologija, biotehnologija, informacijska tehnologija in tehnologije kognitivnih znanosti, so bile v zadnjih dveh desetletjih deležne izredno hitrega razvoja, tako v smislu bazičnih, teoretskih raziskav, kot v smislu praktičnih, uporabnih tehnoloških odkritij in inovacij.

Možnost medsebojnega prepletanja in povezovanja spoznanj, orodij in metodologij na posameznih področjih omenjenih tehnologij ter z njimi povezanih znanosti, pa s seboj prinaša temeljno novost. Zmožnosti preteklega znanstvenega in tehnološkega razvoja so bile usmerjene predvsem v manipulacijo in nadzor zunanjega sveta, zdaj pa se zmožnost razumevanja in manipulacije prenaša neposredno na človeško telo in razum ter napoveduje dramatične spremembe temeljnih vidikov človeka, kot so njegov življenjski razpon, fizične in kognitivne zmožnosti ter razpoloženje in osebnost.

Seveda je mogoče trditi tudi, da takšen proces ne predstavlja nič temeljno novega, saj je zgodovina človeških manipulacij živega sveta, ki zajema predvsem rastline in živali, vendar pa do neke mere tudi človeka, stara vsaj toliko kot zgodovina živinoreje in poljedelstva, torej več kot deset tisočletij, nova pa je intenzivnost, hitrost in natančnost tega razumevanja in manipuliranja.

Ocena relevantnosti pričakovanih koristi in tveganj je pri velikem številu znanstvenikov, strokovnjakov in političnih odločevalcev visoka, iz tega pa izhaja, da so etične, pravne in družbenopolitične posledice konvergetnih tehnologij lahko potencialno globoko transformativne na vseh nivojih človeške družbe, celo v primeru, če bo realiziran le manjši del teh obetov oziroma bodo spremembe gnala zgolj pričakovanja. Aktualnost problematike se kaže tudi v poročilih o potencialnih koristih in tveganjih naprednih, konvergentnih tehnologij ter v razpravah o njihovih morebitnih etičnih, moralnih, družbenih, političnih in pravnih posledicah, ki se odvijajo na visokih znanstvenih, akademskih in političnih nivojih, v ZDA, EU, na Japonskem ter v številnih drugih državah.

Proučevanje konvergence v znanosti in tehnologiji tako predstavlja večplasten problem, saj gre pri tem za prepletanje številnih različnih trendov in področij, obenem pa so izrednega pomena tudi možnosti, ki iz tega prepletanja izhajajo. V tem smislu bodo postavljene tri hipoteze, ki se nanašajo na sam koncept konvergence in konvergentnih tehnologij, na njihove možnosti uporabe za spreminjanje človeškega telesa in razuma ter na regulativne oziroma javnopolitične pristope, ki poskušajo uresničiti njihove pozitivne vidike, obenem pa ublažiti njihova tveganja in grožnje.

1.2 Hipoteze

(H1): Konvergenca v znanosti in tehnologiji in iz nje izhajajoče konvergentne tehnologije, so tesno povezane s pospešujočim tehnološkim razvojem, ter predstavljajo globoko transformativno silo, ki nosi potencial za temeljite spremembe posameznika in družbe.

(H2): Človeško izboljševanje odraslih oseb je nenaravno in etično sporno, poskusi izboljševanja oziroma modifikacij potomcev pa so primerljivi z evgeničnimi programi z začetka 20. stoletja.

(H3): Previdnostno načelo predstavlja najustreznejši pristop za regulacijo tehnologije in omogoča najuspešnejše upravljanje tveganj.

1.3 Metodologija

Kompleksnost in prepletenost obravnavanih tematik z vrsto različnih ved in področij, sta zahtevali sistemski, multidisciplinarni pristop. Za obdelavo literature, ki je izvirala s področij naravoslovja, družboslovja, humanistike in medicine, je bil primarno uporabljen kritično-analitični pristop, podprt s komparativno analizo teoretičnih in praktičnih primerov. Teoretsko-kvalitativna analiza je služila ocenjevanju različnih tehničnih, etičnih, pravnih in družbenopolitičnih pristopov k obravnavi posameznih problemov. Podana so bila tudi lastna stališča avtorja diplomskega dela, posamezna moralna, etična in druga vprašanja, pa so bila najpogosteje obravnava z racionalno-utilitarističnega izhodišča, z opiranjem na pravilnost temeljnih predpostavk evolucijske teorije človeškega razvoja ter z uporabo konsekvencialistične etike.

1.4 Struktura

Diplomsko delo je vsebinsko razdeljeno na štiri dele, ki deloma predstavljajo dokaj zaključene, samostojne enote, obenem pa se skupaj povezujejo v večjo celoto, ki nudi širši vpogled v posamezna problemska področja, prepletena s številnimi vedami in mnogimi vidiki sodobne tehnološke družbe.

Prvi del analizira in definira koncepte in ideje konvergence v znanosti in tehnologiji ter konvergentnih tehnologij, kot so bili prvotno opredeljeni v ZDA in nato v EU, ter pri tem obravnava tako tehnične vidike kot tudi posamezne cilje, vrednote in ideološke elemente. Obenem obravnava tudi vprašanje, če je konvergenca že obstoječ ali šele prihajajoč trend.

Drugi del raziskuje predpostavko o pospešujočem tehnološkem razvoju in pospešujočih družbenih spremembah, pri tem pa obravnava teorijo eksponentnega tehnološkega razvoja, različne inovacijske trende ter teorije o razvojnih fazah tehnologije in menjavah tehnoloških paradigem.

Tretji del se posveča vprašanjem, ki jih odpira apliciranje konvergentnih tehnologij na biološke sisteme človeškega telesa, vključno s konceptom človeškega izboljševanja ter problemom modifikacij potomcev in evgenike. V okviru človeškega izboljševanja proučuje kategorije podaljševanja zdravega življenjskega razpona, kognitivnega izboljševanja,

izboljševanja razpoloženja ter izboljševanja fizičnih zmogljivosti. Ob tem obravnava posamezne potencialne koristi in tveganja, kakor tudi številna tehnična, pravna, etična, moralna, sociološka ter politološka vprašanja in probleme, ki se ob tem zastavljajo.

Četrti del opredeljuje načela regulacije znanstvenega in tehnološkega razvoja ter uvajanja, kamor spadajo previdnostno načelo, proakcijsko načelo in načelo reverzibilnosti. Obenem tudi izpostavlja prednosti in slabosti posameznih načel, proučuje različne vidike varnosti, tveganj in koristi, kakor tudi vidike ohranjanja okolja in trajnostnega razvoja ter obravnava širšo problematiko morebitnih bodočih regulativnih pristopov.

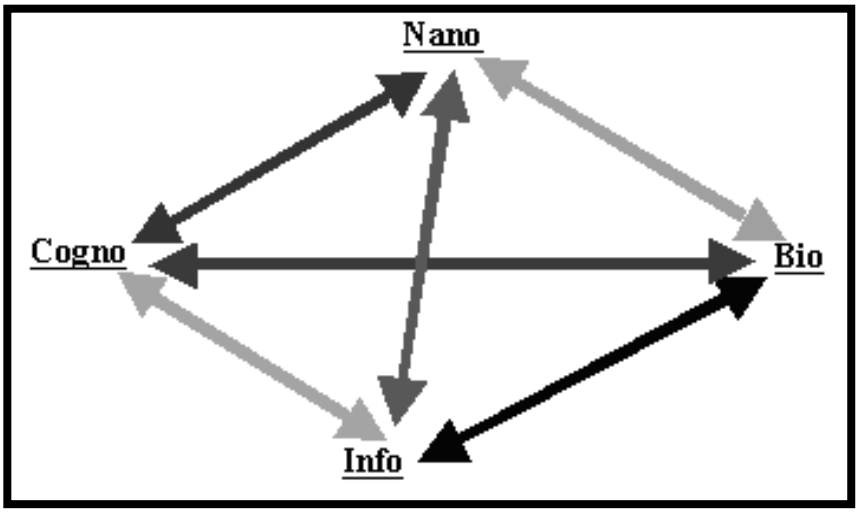
2. Konvergenca in konvergentne tehnologije

2.1 Opredelitev konvergence in konvergentnih NBIC tehnologij v ZDA

Na potencialni pomen sodobne konvergence je bilo prvotno opozorjeno na prvi konferenci Nacionalne fundacije za znanost iz ZDA, ki je potekala na temo družbenih vidikov nanotehnologije, leta 2000. Na novo razvite zmožnosti merjenja, manipuliranja in organiziranja snovi na nanoravni naj bi namreč povzročale revolucijo v znanosti in tehnologiji. Iz te ugotovitve je izšel koncept konvergentnih NBIC tehnologij, kot sta ga opredelila William Sims Bainbridge in Mihail C. Roco.

Konvergentne tehnologije opredeljujeta kot sinergistično kombinacijo štirih glavnih NBIC (nano-bio-info-kogno) provinc znanosti in tehnologije, ki trenutno napredujejo z veliko hitrostjo: nanotehnologije in nanoznanosti, biotehnologije in biomedicine, informacijske tehnologije, vključno z naprednim komputingom in komunikacijami ter kognitivne znanosti, vključno s kognitivno nevroznanostjo (Roco in Bainbridge 2003: ix). To medsebojno prepletanje in integracijo ponazarja slika 2.1, na kateri je prikazan NBIC tetrahedron.

Slika 2.1: NBIC tetrahedron



Vir: Roco in Bainbridge (2003): 2.

Sodobna konvergenca v znanosti in tehnologiji tako temelji na materialni enotnosti narave na nanoravni, integraciji tehnologije z nanoravni navzgor, razvoju ključnih transformativnih NBIC orodij, konceptu realnosti kot tesno spojenih kompleksnih, hierarhičnih sistemov ter cilju izboljšanja človeške zmogljivosti (Bainbridge 2001).

Enotnost narave na nanoravni, običajno definirani kot velikostni razpon od 1 do 100 nanometrov[1], se utemeljuje z ugotovitvijo, da se na tej ravni tvorijo osnovni gradbeni deli materije. Tu nastajajo kompleksne molekule, tu se strukturirajo posamezni mehanizmi živih celic in tu delujejo najmanjši deli računalniških procesorjev in pomnilnikov. Vrsta inovacij in dosežkov, ki izhajajo iz biotehnologije in biomedicine, se nahaja na nanoravni. Sem spadajo tako genetski inženiring (manipulacija DNK molekul širine 3 nanometrov), slikanje (uporaba kvantnih pik širine nekaj nanometrov), usmerjena zdravila (z nanodelci kot nosilci) in biozdružljive proteze (z inženiranimi molekulami). Sodobna informacijska tehnologija temelji na mikroelektroniki, ki zelo hitro prehaja v nanoelektroniko in obsega tako zamenjavo elektronov kot nosilcev informacij z elektronskim spinom, fotoni ali kvantnim stanjem, kot prehod na molekularni komputing z uporabo ogljikovih nanocevk (Bainbridge in Roco 2005b: 2-3).

Transformativna orodja pa naj bi spodbujala priložnosti za znanstveno in tehnološko poenotenje na osnovi skupnih metodologij (matematika, komputacija, opazovanje in eksperimentiranje na nanoravni) in teorij (hierarhične strukture, kompleksni sistemi, evolucija) (Bainbridge 2001). James Canton pri tem navaja analogne strukture na različnih področjih, na primer atome, gene, bite in nevrone kot osnovne enote proučevanja na nanoravni, na ravni orodij pa nanotehnologijo, biotehnologijo, omrežja in računalnike (Canton v Bainbridge 2001).

[1] Človeški razum si težko ustrezno predstavlja strukture na ravneh, ki njegovim čutom niso dostopne brez uporabe orodij, kakršna sta mikroskop ali teleskop. Vsaj osnovna predstava o strukturah na nanoravni pa je pri nadaljnji obravnavi konvergentnih tehnologij pomembna. En nanometer na primer znaša eno milijardinko metra. Za primerjavo znaša širina človeškega lasu približno 80.000 nanometrov. Delec, ki je velik en nanometer, je mnogo manjši od živih celic. Morda je lahko nekoliko v pomoč primerjalna tabela 2.1, posamezne nanotehnološke strukture pa bodo nekoliko podrobneje obravnavane v četrtem poglavju.

Tabela 2.1: Primerjava struktur na nanoravni

Nanotehnološke strukture	**Velikost**	**Strukture in snovi v naravi**	**Velikost**
Nanodelec	1-100 nm	Atom	0,1 nm
Fuleren	1 nm	DNK (širina)	2 nm
Kvantna pika	8 nm	Beljakovina	5-50 nm
Dendrimer	10 nm	Virus	75-100 nm
		Snovi, ki jih vpija celica	<100 nm
		Bakterija	1.000-10.000 nm
		Bela krvna celica	10.000 nm

Vir: Windham (2007): 69.

Napredek nanotehnologije in biotehnologije je še posebej odvisen od stalnega izboljševanja merilnih inštrumentov in zmožnosti za obdelavo informacij. Konceptualni pristop hierarhičnih sistemov z emergentnim vedenjem, ki izvira iz interakcije elementov na nanoravni zahteva nove zmožnosti za simulacije, obsežne podatkovne baze in hitrejši računalniki pa bi lahko omogočili natančnejšo kvantitativno evalvacijo medsebojno odvisnih tehnoloških, gospodarskih in družbenih pojavov. Kognitivna znanost je trenutno najmanj razvita, vendar nosi velik potencial. Nevroznanost in umetna inteligenca jo povezujeta z biologijo in informacijsko znanostjo, obenem pa razumevanje funkcij nevronov na nanoravni in novih raziskovalnih metodologij za proučevanje možganov ter vmesnike med možgani in računalniki, predstavlja vez z nanoznanostjo. Dozorevanje kognitivne znanosti potencialno lahko povzroči še večjo konvergenco ter nudi podlago za vrsto novih inovativnih tehnologij, ki bi povečale intelektualne in družbene zmožnosti posameznika in skupin. Sem spadajo na primer prenosni informacijski sistemi in komunikacijske naprave, biotehnološka zdravila za okvare razuma ali spomina ter razumevanje delovanja človeškega razuma in čutov (Bainbridge in Roco 2005b: 3-4)

Konvergenco v splošnem pomenu lahko opredelimo kot pojav vedno večjega prepletanja in povezovanja med posameznimi naprednimi tehnologijami in področji znanosti, ki so rezultat sodelovanja in združevanja različnih znanstvenih in tehnoloških orodij ter metodologij. Orodja in metodologije z različnih področij se tako medsebojno spodbujajo in dopolnjujejo, ter omogočajo širši in obsežnejši vpogled v posamezne raziskovalne probleme. V tem primeru ne gre zgolj za interdisciplinarno sodelovanje med posameznimi znanostmi, temveč za postopno združevanje raziskovalnih pristopov in orodij, ki so poprej ločeno obravnavala posamezne probleme, skupaj pa lahko omogočijo razumevanje funkcionalnega delovanja ter manipulacijo sistemov od nanoravni pa do makrostruktur na človeškem nivoju.

Kot poudarja tudi Ray Kurzweil, prihajajoča doba GNR (genetike, nanotehnologije in robotike) ne izhaja samo iz eksponentne rasti komputacije, temveč tudi iz vzajemnih vplivov in neštetih sinergij, ki se oblikujejo skozi množico prepletenih tehnoloških inovacij (Kurzweil, 2005: 73).

Kljub temu, da se zgornja splošna opredelitev konvergence morda na prvi pogled zdi dokaj preprosta, pa predstavlja kompleksen koncept in pojav, ki deluje na mnogih nivojih in na več

različnih načinov. Bainbridge (2001) tako navaja tudi trend enosmerne in trend vzajemne konvergence med različnimi področji.

Enosmerna konvergenca predstavlja dogodek, ko se napredek na enem raziskovalnem področju aplicira na drugo področje ter tudi tam spodbuja razvoj. Nanotehnologija na primer omogoči izdelavo še manjših in hitrejših mikroelektronskih sestavnih delov za računalniške čipe, kar omogoči nadaljnji napredek zmogljivosti informacijske tehnologije. Vzajemna konvergenca pa predstavlja dogodek, ko se znanstvene teorije in modeli aplicirajo preko množice različnih področij, ter pospešujejo vzajemno izmenjavo spoznanj. Kot primer lahko služi meduniverzitetni projekt Komputacijskega učenja in odkrivanja pri kartiranju bioloških sekvenc, struktur in funkcij, pri katerem so računalniški znanstveniki sodelovali z biološkimi kemiki, za boljše razumevanje funkcij beljakovin pa so uporabljali statistična in komputacijska orodja ter metode, ki so bile prvotno razvite za proučevanje človeškega jezika.

Pojav konvergence lahko zasledimo tudi na nivoju posameznih tehnologij, ki sestavljajo konvergentne NBIC tehnologije. Tako na primer k razvoju in napredku nanotehnologije prispevajo, ter ga obenem tudi omogočajo, molekularna fizika, vede o materialih, kemija, biologija, računalniška znanost, elektroinženiring in strojništvo (Foresight 1986). Kognitivna znanost pa predstavlja združevanje spoznanj in metod iz kognitivne in evolucijske psihologije, lingvistike, kulturne antropologije, nevroznanosti ter določenih vidikov umetne inteligence v okviru računalniške znanosti.

V smislu konvergence na višjem nivoju pa Bainbridge navaja dva predhodna trenda, in sicer trend enotenja v domeni tehnologije ter trend enotenja v domeni znanosti[2], pri tem pa se sklicuje na Manuela Castellsa in Edwarda O. Wilsona. Castells (2000: 72) o prvem trendu piše: "Tehnološka konvergenca se vedno bolj razširja v rastočo medsebojno odvisnost med revolucijama v biologiji in mikro-elektroniki, tako materialno, kot metodološko. ... Nanotehnologija lahko omogoči pošiljanje drobnih mikroprocesorjev v sisteme živih organizmov, vključno s človekom". O naglem enotenju in združevanju znanstvenega vedenja pa je pisal Edward O. Wilson v svoji knjigi *Consilience*, kjer je omenil pojav vedno večje

[2] Steven L. Goldman (2007) znanost opredeljuje kot človeško dejavnost, ki poskuša razumeti naravne procese, tehnologijo pa kot dejavnost za manipuliranje teh procesov z uporabo prej omenjenega razumevanja.

harmonije med znanostmi, ter se obenem spraševal tudi o morebitni združitvi naravoslovnih znanosti s humanističnimi znanostmi in družboslovjem (glej Wilson 1998).

Sicer ne neposredno povezano s konvergentnimi tehnologijami, a vseeno zanimivo je, da tudi na ravni posameznega tehnološkega izdelka prihaja do konvergence, v smislu trenda, kjer se ločene naprave s specializiranimi funkcijami stapljajo v izdelke, ki združujejo prednostmi in funkcije svojih predhodnikov v eni sami napravi. Primer tega so novejši mobilni telefoni, ki združujejo funkcije telefona, diktafona, glasbenega predvajalnika, fotoaparata, kamere, odjemalca elektronske pošte, spletnega brskalnika, pisarniških programov in iger. Še novejše naprave, kot sta na primer Blackberry in iPhone pa kažejo k spajanju večnamenske funkcionalnosti osebnih računalnikov s specifičnimi funkcijami mobilnih telefonov in avdio predvajalnikov v majhni, prenosni napravi.

2.2 Potencialne aplikacije konvergence in konvergentnih NBIC tehnologij

Kot najširša področja potencialnih aplikacij konvergentnih tehnologij Roco in Bainbridge (2003: xi) navajata razširitev človeške kognicije in komunikacije, izboljšavo človeškega zdravja in fizičnih zmožnosti, izboljšanje skupinskih in družbenih izidov, okrepitev nacionalne varnosti in tekmovalnosti ter poenotenje znanosti in izobraževanja.

Razširitev človeške kognicije in komunikacije tako zajema predvsem multidisciplinarna prizadevanja za razumevanje strukture in funkcije, ter potencialnega izboljšanja človeškega razuma. Sem spadajo tudi vmesniki za osebne senzorične naprave, obogatitev človeških skupnosti z uporabo humanizirane tehnologije, razumevanje procesov, na katerih temelji učenje ter izboljšana orodja za spodbujanje ustvarjalnosti (glej Roco in Bainbridge 2003: 97-178).

Aplikacije za izboljšavo človeškega zdravja in fizičnih zmožnosti obsegajo nano-bio procesorje za proučevanje in razvoj zdravljenj, vključno s tistimi, ki izhajajo iz bioinformatike, genomike in proteomike, razvoj na nanotehnologiji temelječih vsadkov in regenerativnih biosistemov kot nadomestkov za človeške organe ali za opazovanje fiziološkega dobrega zdravja in počutja posameznika ter razvoj strojev nanovelikosti ter primerljiva nevsiljiva orodja za medicinske intervencije. Zajemajo tudi oblikovanje multi-

modalnih platform za povečanje senzoričnih sposobnosti, še posebej za ljudi z okvarami vida in sluha, vmesnikov za povezave med možgani različnih ljudi ter med možgani in stroji ter virtualna okolja za urjenje, oblikovanje in oblike dela, ki niso omejene z razdaljo ali s fizično ravnijo na kateri se delo izvaja (glej Roco in Bainbridge 2003: 179-274).

Prizadevanja za izboljšanje skupinskih in družbenih izidov predvidevajo razvoj naprav za odstranitev komunikacijskih ovir, ki jih povzročajo fizične nezmožnosti, jezikovne razlike, geografska razdalja ter variacijami v znanju, s čimer bi izboljšali učinkovitost sodelovanja v šolah, korporacijah, vladnih agencijah ter po vsem svetu. Nadaljnja področja obsegajo izboljševanje skupinske ustvarjalnosti in produktivnosti, kognitivni inženiring ter razvoj, povezan z omreženo družbo (glej Roco in Bainbridge 2003: 275-326).

Zaradi pojava asimetričnega vojskovanja in radikalno spremenjene narave konfliktov v novem stoletju, pa bi bilo konvergentne tehnologije mogoče uporabiti tudi za razvoj novih aplikacij, ki bi okrepile nacionalno varnost in obrambo. Sem spadajo robustna podatkovna omrežja, sistemi za obveščanje in predvidevanje groženj, lahki informacijsko-bogati bojni sistemi, brezpilotna bojna vozila, prilagodljivi pametni materiali, novi sistemi in metode za izobraževanje in urjenje vojaškega osebja, učinkoviti ukrepi in zaščita proti biološkim, kemičnim, radiološkim in jedrskim napadom, postopki za izboljševanje človeške zmogljivosti, ki ne temeljijo na učinkovinah ter uporaba vmesnikov za povezavo ljudi in strojev (glej Roco in Bainbridge 2003: 327-362).

Za intenzivnejše poenotenje znanosti in izobraževanja ter za soočanje z raziskovalnimi in razvojnimi izzivi konvergentnih tehnologij pa Bainbridge in Roco predvidevata potrebo po radikalnem preoblikovanju znanstvenega izobraževanja, vse od osnovne šole pa do podiplomskega urjenja, na osnovi obsežne, hierarhične intelektualne paradigme za razumevanje arhitekture fizičnega sveta na različnih ravneh. Konvergenca predhodno ločenih znanstvenih disciplin naj tako ne bi bila mogoča brez pojava novih vrst ljudi, ki podrobno razumejo raznolika področja ter so ta področja zmožni inteligentno integrirati. To pa bi zahtevalo tudi nove predmetnike, nove koncepte, ki bodo nudili intelektualno skladnost, ter nove oblike izobraževalnih institucij (glej Roco in Bainbridge 2003: 363-438).

Med druge potencialne dosežke v prihajajočih dekadah Bainbridge (2001) predvideva komercialno dostopnost udobnih, nosljivih senzorjev in računalnikov, ki bodo izboljšali

zavedanje posamezne osebe o njenem zdravstvenem stanju, okolju, potencialnih nevarnostih, lokalnih trgovinah in storitvah, naravnih virih ter kemičnih onesnaževalih, povečanje donosov in zmanjšanje izgube zaradi kvarjenja v kmetijstvu in prehrambeni industriji z uporabi omrežij pametnih senzorjev, ki neprestano nadzorujejo stanje in potrebe rastlin, živali in kmetijskih izdelkov. Nadalje navaja tudi odkrivanje novih kategorij materialov, naprav in sistemov za uporabo v izdelavi, konstrukciji, transportu, medicini, naprednih tehnologijah ter znanstvenem raziskovanju, razkrivanje procesov žive celice, kot najkompleksnejše znane oblike materije s sestavnimi deli na nanoravni, razvoj načel naprednih senzoričnih, komputacijskih in komunikacijskih sistemov, z integriranjem raznolikih sestavnih delov v vseprisotno, globalno omrežje, ter razvozlavanje strukture, funkcije ter občasne disfunkcije inteligentnih sistemov, najpomembneje človeškega razuma.

Predhodno navedeni primeri sicer še zdaleč ne obsegajo vseh že razvitih in še potencialnih aplikacij ter spoznanj, ki jih je mogoče uvrstiti v konceptualni okvir konvergentnih tehnologij. Poleg tega je potrebno upoštevati, da je prvotno poročilo o konvergentnih tehnologijah staro približno osem let, medtem pa je prišlo do razvoja vrste novih aplikacij in pristopov na področju NBIC tehnologij, kakor tudi na drugih področjih znanosti in tehnologije. V vmesnem času so bila v ZDA izdana tudi tri nova poročila o razvoju na področju konvergentnih NBIC tehnologij (glej Roco in Montemagno 2004; Bainbridge in Roco 2005a; Bainbridge in Roco 2006).

2.3 CTEKS v EU in uresničevanje napovedi

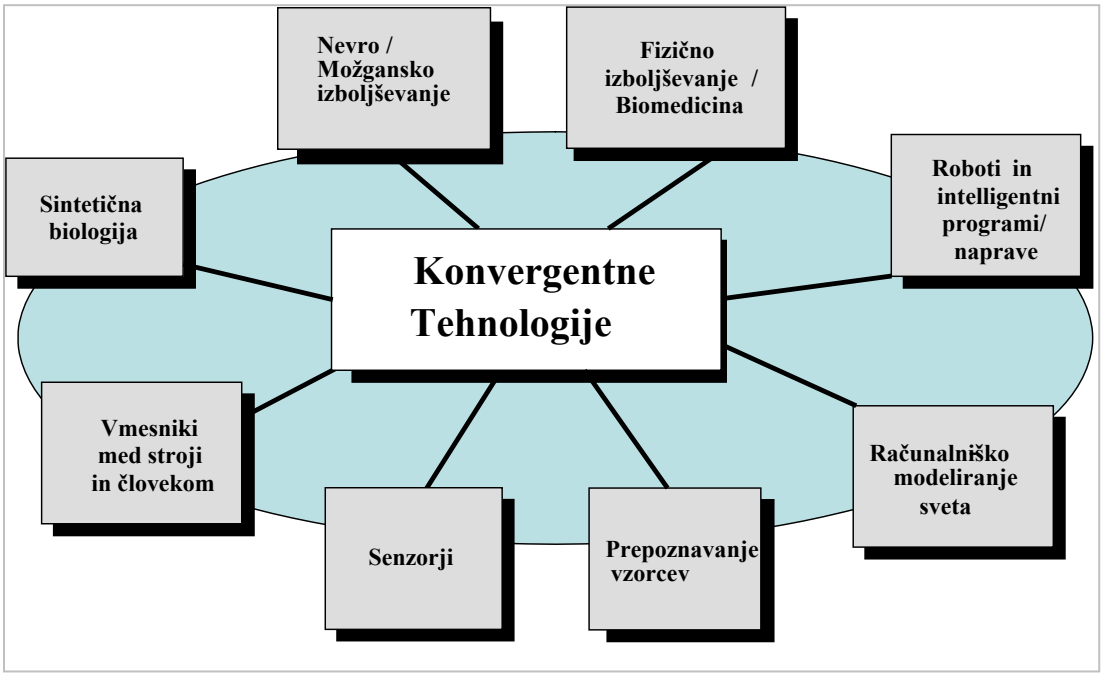
Poročila o konvergentnih tehnologijah in konvergenci iz ZDA so zaradi potencialnih koristi in možnosti spodbudila primerljive analitične projekte tudi v drugih državah, predvsem v Evropi, na Japonskem in v Južni Koreji.

Ena izmed strokovnih skupin na visokem nivoju znotraj Evropske unije pa je poskušala oblikovati drugačen pristop, temelječ na kulturnih, ideoloških in političnih načelih, ki se razlikujejo od načel v poročilih iz ZDA. Evropski pristop k potencialom konvergentnih NBIC tehnologij naj bi tako upošteval specifičen Evropski kontekst, pri čemer žarišča zanimanja niso področja aplikacij, kjer bi se konvergenca lahko zgodila, temveč doseganje specifičnih javnopolitičnih ciljev, z usmerjanjem konvergentnih tehnologij na področja, kjer bi lahko delovale kot spodbujevalec znanstvenih prebojev in inovacij. Evropska verzija, imenovana

Konvergentne tehnologije za Evropsko družbo znanja (Converging Technologies for the European Knowledge Society - CTEKS), naj bi bila tako usmerjena v pet področij in sicer v zdravje, izobraževanje, informacijsko-komunikacijsko infrastrukturo in energijo. Evropska unija naj bi se osredotočila na naloge, ki so osrednjega pomena za varnost in dobrobit njenih državljanov, CTEKS pa naj bi tako neposredno pomagale pri uresničevanju teh nalog, opredeljenih v Milenijski deklaraciji. Deklaracija v zvezi s tem navaja skrb za starajoče prebivalstvo, razvoj človeških virov s pomočjo vseživljenjskega učenja in inoviranja, promocijo dinamičnega in odprtega Evropskega gospodarstva, ki temelji na znanju, boj z lokalnim in svetovnim propadanjem okolja, dosego trajnostnega razvoja in zagotovitev boljše kakovosti življenja za prihodnje generacije, zaščito pred kriminalom, delo za bolj odprto in stabilno mednarodno gospodarstvo, ki koristi tudi ljudem v zapostavljenih delih sveta ter oblikovanje zmožnosti za upravljanje mednarodnih kriz ter zagotavljanje humanitarne pomoči (HLEG 2004: 22-23).

V okviru CTEKS je potekal tudi projekt CONTECS - konvergentne tehnologije ter njihov vpliv na družboslovne in humanistične znanosti. Berndt Beckert in njegovi sodelavci so pri specifičnem projektu znotraj CONTECS uporabili lastno metodologijo z novim grupiranjem kategorij, kot so prikazane na sliki 2.2, izhajajoč iz predpostavke, da ni jasno, če je konvergenca nekaj, kar se že vrši in združuje pod novo oznako konvergence, ali pa nekaj, kar je potrebno za omogočanje znanstvenih prebojev v prihodnosti. Kot so zapisali, njihov pristop odraža dejstvo, da je na konvergenco na splošno mogoče gledati z dveh zornih kotov: kot na abstrakten koncept, ki nudi vodilna načela za splošni znanstveni razvoj (od zgoraj navzdol) v smislu vodilnih vizij, ali pa kot nekaj, kar se že dogaja na konkretnih področjih aplikacij brez obsežnega načrtovanja in načeloma celo brez seznanjenosti s konceptom (od spodaj navzgor). Osrednji cilj projekta je bil tako analizirati razkorak med vizijami in pričakovanimi znanstvenimi odkritji na področju konvergentnih NBIC tehnologij ter trenutnim stanjem sodobnih raziskav in razvitih tehnoloških aplikacij.

Slika 2.2: Nova razporeditev potencialnih aplikacij konvergentnih tehnologij v grozde



Vir: Beckert in drugi (2008).

Beckert in sodelavci ugotavljajo, da dejansko prihaja do konvergence na različnih področjih. Osrednje spodbude tako prihajajo predvsem s področja nevroznanosti, multi- in interdisciplinarno raziskovanje in razvoj pa predstavljajo jedro konvergence. Proučevanje področij NBIC aplikacij je pokazalo, da so osrednja področja konvergetnih tehnologij, torej nevro in možgansko izboljševanje, fizično izboljševanje in biomedicina ter sintetična biologija, inkorporirala in združila obstoječa raziskovalna področja. Na analiziranih področjih se dejansko začenja vršiti konvergenca, indikatorji pa so nove potencialne aplikacije, interdisciplinarno sodelovanje in raziskovalni projekti.

Njihova analiza pa kaže tudi, da so vizije in trenutno stanje raziskav med seboj dokaj oddaljeni na vseh osmih področjih. Vrzel je še posebej velika na dveh področjih človeškega izboljševanja (možgansko/nevro in fizično izboljševanje) ter v sintetični biologiji, v nevroznanosti in biomedicini pa je močan poudarek na medicinskih aplikacijah in izboljševanju zdravljenj ter terapij. Poleg tega poudarjajo, da je konvergenco potrebo razumeti kot dinamičen in trajen proces, ki ga spremlja neprekinjena reorganizacija disciplinarnih pod-področij. Tabela 2.2. povzema predhodno omenjene ugotovitve ter navaja področja in discipline, ki naj bi skupno delovale na osmih področjih grozdov konvergentnih tehnologij. Razdalja med vizijami in trenutnim stanjem pa nakazuje verjetnost, da bo posamezno

področje ostalo v stanju temeljnega raziskovanja, namesto, da bi v bližnji prihodnosti postalo pomembno področje aplikacij.

Tabela 2.2: Razkorak med vizijami in trenutnim stanjem raziskav

Področje tehnološke konvergence	*Vrzel med vizijami in trenutnim stanjem*	*Pričakovane koristi interdisciplinarnega sodelovanja*	*Glavne nove kombinacije*
1Nevro/ možgansko izboljševanje	visoka	zelo visoke	Nevroznanost, računalniška znanost in matematični modeli, nano- in biotehnologija, medicinske raziskave, genetski inženiring, razvoj programske opreme, kognitivna znanost, nevroznanost in psihologija, biomehanika, vede o materialih.
2 Fizično izboljševanje in biomedicina	na splošno visoka, vendar srednja na nekaterih konkretnih področjih	zelo visoke	Medicinske raziskave, bioinženiring, nanotehnologija, vede o materialih, inženiring človeških okončin, metode za dostavo učinkovin, fizika, farmakologija, nanobiotehnologija.
3 Sintetična biologija	visoka	zelo visoke	Nano-, bio- in informacijska tehnologija, kemični, elektrotehnični in biokemični inženiring, fizika, farmakološki inženiring in proizvodnja, molekularna biologija, sistemska biologija, organska kemija, informatika, nanobiotehnologija.
4 Vmesniki med človekom in stroji	srednja z nekaterimi izjemami	zelo visoke	Računalniška znanost, informacijska tehnologija, kognitivna znanost, psihologija, vede o materialih, biomehanika, inženiring.
5 Senzorji	srednja	zelo visoke	Medicina, vede o materialih, elektronski inženiring, računalniška znanost, inženiring.
6 Računalniško modeliranje sveta	srednja	zelo visoke	Vse naravoslovne znanosti, ki uporabljajo računalnike za izdelavo modelov iz podatkovnih baz, še posebej medicina, farmacevtske raziskave, bioinformatika, komputacijska biologija.
7 Prepoznavanje vzorcev	nizka	zelo visoke	Računalniška znanost, lingvistika, razvoj/ programiranje programske opreme in razvoj strojne opreme.
8 Roboti in inteligentna programska oprema	srednja	zelo visoke	Računalniška znanost, kognitivna znanost, matematika, psihologija, razvoj strojne opreme.

Vir: Beckert in drugi (2008).

V zvezi s seznanjenostjo znanstvenikov in raziskovalcev s konceptom konvergence, Beckert in sodelavci zaključujejo, da, glede na neenakomerno sliko dejanske znanosti in tehnološkega razvoja, koncept konvergence prvenstveno deluje kot politični koncept ali kot koncept za

vodje raziskav. Iz intervjujev, ki so jih opravili, sledi, da je pojem tako nov, da se raziskovalci večinoma sploh ne zavedajo konvergence, tudi če delajo znotraj konvergentne discipline, dejavne s tehnološkim razvojem v konceptualnem prekrivanju nano, bio, info in kognitivne znanosti. Tako zaključujejo, da ima koncept konvergence še dokaj dolgo pot od vizij do vodenja dejanj znanstvenikov ter končno do konkretnega tehnološkega razvoja (Beckert in drugi 2008).

Za natančnejšo oceno ugotovitev, ki jih podajajo Beckert in sodelavci, bi bila potrebna podrobnejša analiza omenjenega CONTECS projekta, tako v tehničnem, kot tudi v metodološkem smislu, vseeno pa se zdi, da kljub obsežno zastavljenemu zbiranju informacij vseeno še vedno predstavlja omejen pregled aplikacij, ki so trenutno v fazi raziskovanja in razvoja. Med drugim pišejo, da je vrzel še posebej velika na dveh področjih človeškega izboljševanja ter v sintetični biologiji. V četrtem poglavju, ki obravnava človeško izboljševanje, je navedena vrsta raziskovalnih projektov, spoznanj in aplikacij, ki bi v tem smislu lahko zmanjšale vrzel predvsem v prvih treh kategorijah predhodno omenjenih grozdov, obstajajo pa tudi drugi bogati viri (glej Kurzweil 2005; Bostrom in Sandberg 2008). Medtem ko drži, da je večina tehnološkega in znanstvenega razvoja še daleč od vizij, opredeljenih v NBIC poročilih, pa je ocena o oddaljenosti posameznega odkritja ali aplikacije pogosto odvisna tudi od avtorjevih pogledov in prepričanj glede specifičnih aplikacij. Beckert in sodelavci na primer navajajo, da je predvsem na področju nevroznanosti in biomedicine močan poudarek na medicinskih aplikacijah ter izboljšanju zdravljenj in terapij, medtem ko ni izboljševanje skoraj nikjer navedeno kot eksplicitni cilj. Slednje sicer drži in je delno povezano z etičnimi, moralnimi in konceptualnimi razpravami o človeškem izboljševanju, smiselno pa je morda poudariti, da lahko mnoga zdravila in postopki, ki so namenjeni zdravljenju, pri "zdravih" ljudeh brez posebnih prilagoditev služijo kot sredstva za izboljševanje. Pogosto pa lahko opazimo tudi, da mnogi raziskovalci, ki so sicer eminentni strokovnjaki na svojem področju, mnogokrat niso seznanjeni niti z vsem razvojem na lastnem, kaj šele na tujih področjih, poleg tega pa tudi ne vidijo širših, sistemskih razsežnosti znanstvenega in tehnološkega razvoja ter potencialnih možnosti za širše povezovanje razpršenih aplikacij ali spoznanj.

2.4 Ideologije, vrednote in cilji

Že prvo poročilo o konvergentnih NBIC tehnologijah je navedlo specifične cilje konvergence znanosti in razvoja naprednih tehnologij. V smislu izboljševanja človeške zmogljivosti, koncept konvergence iz ZDA navaja cilj nuditi posameznikom in skupinam povečan razpon privlačnih izbir, skupaj z ohranjanjem temeljnih vrednot, kot so zasebnost, varnost in moralna odgovornost, pri tem pa omogočiti znatno izboljšanje človeških umskih, fizičnih in družbenih zmožnosti. Poenotenje znanstvenih in tehnoloških področij naj bi tako z izboljševanjem človeške zmogljivosti služilo legitimnim upom človeških bitij, ki bi, povratno, podpirala znanstveno in inženirsko delo, potrebno za dosego tehnološke konvergence in poenotenja znanosti. Družbena in etična načela naj bi naslovila specifična vprašanja, in sicer kako razviti družbeno-kulturni kontekst, v katerem je konvergentno raziskovanje deležno financiranja, kako ustrezno identificirati družbene potrebe, ki jih tehnologija lahko zadovolji, kako z znanstvenim izobraževanjem preseči napačne popularne predstave ter kako se spopasti s prenosom spornih vprašanj z enega področja konvergentnih tehnologij na drugega, npr. v nano iz bio. Bainbridge je med drugim izrazil tudi skrb, da se tehnološka civilizacija sooča z realno nevarnostjo statičnosti ali zatona, če se ne bo pojavilo nekaj, kar bi spodbudilo napredek (Bainbridge 2001). Tveganje statičnosti ali zatona bo nadalje obravnavano v petem poglavju.

HLEG (2004) poročilo je analiziralo in kritično obravnavalo predvsem specifične cilje, vrednote ter ideologije v poročilih o konvergentnih tehnologijah iz ZDA. Daniel Andler (2007) na primer izpostavlja izboljševanje človeške zmogljivosti in posameznika, povečano kognicijo za spopadanje s svetovnimi problemi, osredotočanje na individualno osebo, nacionalno gospodarstvo in vojaško silo ter globalno delovanje ZDA. Predvsem poudarjanje pomena konvergentnih tehnologij in aplikacij za namene nacionalne varnosti ZDA, je pri strokovnjakih v EU naletelo na veliko neodobravanje. Vendar pa je problematika tehnologije kot orodja ali orožja mnogo kompleksnejša od preproste odločitve za ali proti razvoju vojaških aplikacij. Skoraj vsa znanstvena spoznanja in tehnologije je mogoče uporabiti v destruktivne namene, ko pa so specifični mehanizmi in postopki enkrat znani, pa preoblikovanje v vojaške namene ne predstavlja posebej velike težave. Že dokaj preprosta tehnika oblikovanja kamnov, omogoča uporabo podobnega postopka, ali za izdelavo tlakovcev, ki služijo za gradnjo boljših cest in dvorišč, ali pa za izdelavo streliva za oblegovalne stroje. Tudi napredne sodobne tehnologije v tem smislu niso izjema. Poleg tega

je razumevanje specifičnih mehanizmov in procesov delovanja neizogibno za uspešno obrambo pred ofenzivnimi aplikacijami, prav tako pa še vedno ostaja aktualno realnopolitično vprašanje varnosti in razorožitve, torej kako razumna je opustitev raziskovanja potencialnih ofenzivnih aplikacij konvergentnih NBIC tehnologij, če obstaja možnost, da se bo takšen razvoj vseeno vršil v državah z bolj avtoritarnimi režimi, kjer ni nobenega demokratičnega nadzora nad vladno-vojaškim kompleksom.

Bernadette Bensaude-Vincent nadalje piše, da NBIC agenda ni nevtralna, pri tem pa kot specifični cilj navaja izboljšanje človeške zmogljivosti, kot skupek vrednot zmogljivost, konkurenčnost in individualne dosežke, kot specifični kontekst pa globalno tržno gospodarstvo, brutalno konkurenčnost ter okoliščine po 11. septembru. Pri tem kritizira tudi vrednote v NBIC poročilih iz ZDA in sicer specifično domnevni poudarek na individualizmu ter tehnološkem determinizmu (Bensaude-Vincent 2008). Dandanes je seveda nekoliko naivno trditi, da bo razvoj znanosti in tehnologije že sam po sebi povzročil izboljšanje življenja ljudi. Vrednost posameznih aplikacij znanstvenih spoznanj in tehnoloških izdelkov je močno odvisna od družbenih in političnih ukrepov, ki specifične izsledke in izdelke uvedejo v družbeno strukturo, čeprav ni nikoli mogoče vnaprej poznati vseh družbenih posledic privzema novih tehnologij. Tehnološki in znanstveni izdelki inherentno vsebujejo dvojno naravo, lahko se jih uporablja kot orodja ali kot orožja, za večji nadzor in zatiranje ali za večjo osvoboditev in samostojnost. Kot piše Goldman (2007), vsako izboljšanje sicer predstavlja spremembo, a vsaka sprememba nujno še ne predstavlja izboljšanja. Vseeno pa se zdi, da je kritika NBIC poročil v smislu tehnološkega determinizma pogojena s prav tako ozkogledim prepričanjem, da razvoj znanosti in tehnologije na splošno predstavlja večje tveganje od ohranjanja trenutnega stanja, da ustvarja več tveganj in težav, kot pa jih odpravlja, ter da ne predstavlja ključnega elementa pri dosedanjem izboljšanju človeškega stanja skozi zgodovino. Peto poglavje o načelih regulacije tehnologij in upravljanja tveganj kritično obravnava ta prepričanja, vključno z idejo, da znanstveni in tehnološki razvoj predstavlja največji vir tveganj za človeštvo in življenje na Zemlji.

Zanimivo pa je morda tudi, da avtorji HLEG poročila hkrati s kritiko ideologije NBIC poročil trdijo, da je bila ideološka vsebina kot takšna v Evropskem poročilu odstranjena (Andler 2007). Takšna trditev je sicer resda odvisna od posameznikove opredelitve pojma ideologija, ki se včasih uporablja zgolj kot oznaka za prepričanja in vrednote, ki so nosilcu tuje ali pa zmotne, vendar je že na prvi pogled jasno, da HLEG poročilo vsebuje lastno ideologijo, sicer

nekoliko drugačno od tiste iz ZDA. Že sama vpeljava in poudarjanje vloge družboslovnih in humanističnih znanosti (ki je sicer prisotna tudi v NBIC poročilih) v CTEKS pristopu kaže močno ideološko orientacijo, ki je prav tako inherentna že v sami zasnovi Evropskih nadnacionalnih institucij. Andler (2007) kot cilje navaja boljše življenje za posameznika, inkrementalni doprinos k izboljšanju problemov, vključevanje vseh državljanov ter integracijo raznolikega prebivalstva, s poudarkom na družbeno integrirani industriji, izboljšanju družbenih (bivalnih) razmer, pluralnih družbah ter krepitvi Evrope kot enotne entitete. Bensaude-Vincent (2008) pa navaja, da je Evropa izbrala pozitivni privzem potencialov konvergetnih NBIC tehnologij, istočasno pa naj bi CTEKS pristop predstavljal pro-aktivni odnos EU v smislu vključevanja okoljskih, zdravstvenih in varnostnih vidikov, kakor tudi etičnih, pravnih in družbenih vidikov. Evropski kredo v smislu konvergence naj bi tako predstavljal konvergentne tehnologije, ki jih oblikuje družbena "vlečna sila" ("pull"), torej človeške potrebe v povezavi z regulacijami, in ne tehnološki "pritisk" ("push"). Bensaude-Vincent je poleg tega mnenja, da bi moral javni dialog imeti prednost pred tajnostjo in intelektualno lastnino, ter, da bi si morali prizadevati za izboljšanje človeške solidarnosti ter spodbujanje alternativnih načinov življenja[3].

V smislu javnega dialoga in tajnost je David Brin zapisal, da se večina razvitih držav sveta dandanes nahaja v različnih stadijih modela odprte družbe, edinstvenega poskusa, ki se je začel z razsvetljenstvom. Kakor pravi, vse velike arene razsvetljenstva, kot so trgi, znanost in demokracija, uspevajo v neposrednem sorazmerju s tem, koliko njihovi akterji (potrošniki, znanstveniki in volivci) vedo, da bi lahko sprejemali dobre odločitve. V kolikor se te arene zasičijjo s tajnostjo, prenehajo ustrezno delovati (Brin 2008). Brin je že leta 1996 opozarjal na pospešeno erozijo zasebnosti, ki jo omogoča nagel razvoj vedno zmogljivejših tehnologij nadzorovanja, komunikacije in podatkovnih baz. Sodobne demokratične družbe naj bi tako imele na voljo izbiro med družbo, ki nudi iluzijo zasebnosti s tem, da pridržuje moč nadzorovanja za organe oblasti, ter transparentno družbo, ki uničuje to iluzijo s tem, da nudi dostop vsem (vključno s sposobnostjo opazovati opazovalce). Enak dostop do sredstev nadzorovanja, tako vladajočim kot vladanim, naj bi družbi na splošno koristil, saj so

[3] Spodbujanje alternativnih načinov življenja se pogosto uporablja kot argument proti človeškemu izboljševanju, v smislu, da bi morali sprejemati in se sprijazniti z vsemi fizičnimi in umskimi omejitvami, kakor so podeljene v "genetski loteriji", tudi v primerih, ko gre za znatno okrnjene zmožnosti v primerjavi s populacijskim povprečjem. Vendar pa ta argument prav tako lahko uporabimo za zagovarjanje sprememb človeškega telesa in razuma, saj bi spremembe telesnih in umskih zmožnosti prav gotovo predstavljale še večje možnosti za vodenje "alternativnih" načinov življenja.

najnevarnejše in koruptne zlorabe moči najpogosteje povezane s pomanjkanjem odgovornosti in transparentnosti (glej Brin 1999).

Mihail C. Roco pa med drugim piše, da kulturni, ideološki in politični vplivi pogosto obarvajo znanstvena, nevladna ter vladna poročila, ter da je takšne vplive mogoče opaziti vsepovsod, v razpravah o raziskavah izvornih celic, daljšanju življenjskega razpona, raziskavah podnebnih sprememb ter tudi v prvotnem poročilu o konvergetnih NBIC tehnologijah. Poudaril je, da je prvotno NBIC poročilo iz ZDA temeljilo na znanstvenih dokazih in poudarjalo potrebo po spoštovanju človeškega stanja, demokracije ter služenja človeškim potrebam. Kot pravi, so nekatera poznejša poročila poudarila to usmeritev ter upoštevala transformativno moč NBIC (več Evropskih držav, Japonska, Koreja, direktorati ES), druga pa so poudarjala povezave s političnimi stališči v posameznih državah in omalovaževala znanstveno vsebino NBIC poročila (HLEG). V tem smislu nadaljuje, da se raziskovanje etičnih, pravnih in družbenih vidikov ne bi smelo uporabljati primarno kot obrambni pristop proti potencialnim tveganjem naprednih tehnologij, temveč kot pristop, ki pomaga pri inoviranju in pozitivnih izidih, z odgovorno uporabo konvergentnih tehnologij (Roco 2006: 14).

3. POSPEŠUJOČI TEHNOLOŠKI IN DRUŽBENI TRENDI

Mnogi ljudje se ne zavedajo večine znanstvenih in tehnoloških inovacij, ki vsak dan vstopajo v družbeno strukturo ter jo s svojo prisotnostjo in delovanjem preoblikujejo. Človeški razum je skozi evolucijo razvil mehanizme, ki večji del njegove pozornosti osredotočajo na trenutno, osebno stanje in težave, na neposredno okolje v katerem se nahaja, ter na zadeve, ki jih posameznik zavedno ali nezavedno smatra za pomembne. V sodobnih tehnoloških družbah, kjer mnoge funkcije načrtovanja in raziskovanja opravljajo avtomatizirani sistemi, proučevanje in kartiranje razvojnih trendov in inovacij postaja vedno težje, ter pogosto zahteva poglobljen, multidisciplinarni sistemski pristop.

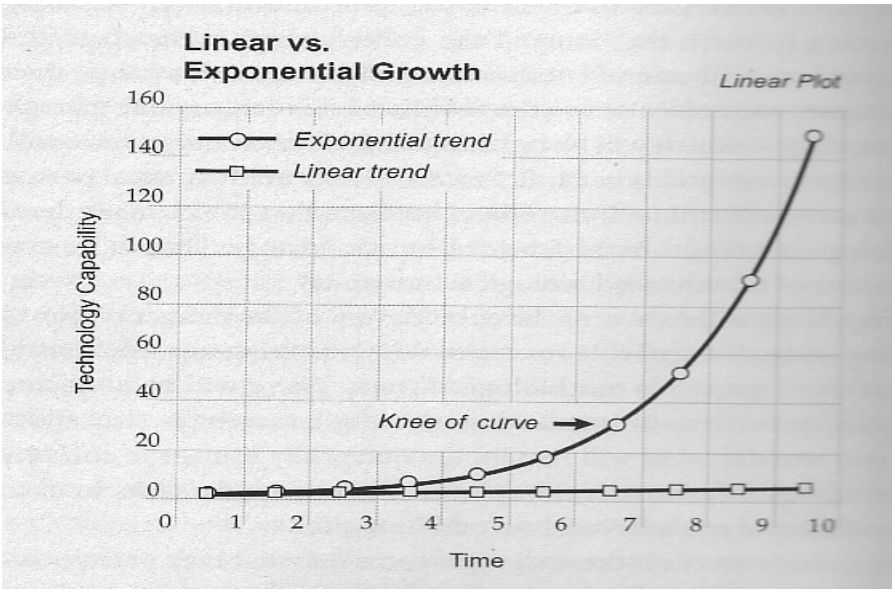
3.1 Pospešujoči tehnološki in znanstveni razvoj

Na različnih področjih znanstvenega in tehnološkega razvoja je mogoče zaslediti trende, ki kažejo na pospešujoč napredek razvoja orodij in metodologij, vključenih v konvergentne tehnologije. V nadaljevanju je opisana teorija eksponentnega razvoja, kot ga je opredelil Ray Kurzweil.

3.1.1 Teoriji intuitivnega linearnega in zgodovinskega eksponentnega razvoja

Prva ideja teorije zgodovinskega eksponentnega razvoja je, da je človeška znanstvena in tehnološka rast eksponentna (večanje s ponavljajočim množenjem s konstanto) in ne linearna (večanje s ponavljajočim prištevanjem konstante). Druga ideja pa je, da se eksponentna rast začne zelo počasi, skoraj neopazno, dokler ne doseže kolena krivulje ter postane strmo rastoča in globoko transformativna. Slika 3.1 grafično primerja linerano in eksponentno rast.

Slika 3.1: Primerjava linearne in eksponentne rasti



Vir: Kurzweil (2005): 10.

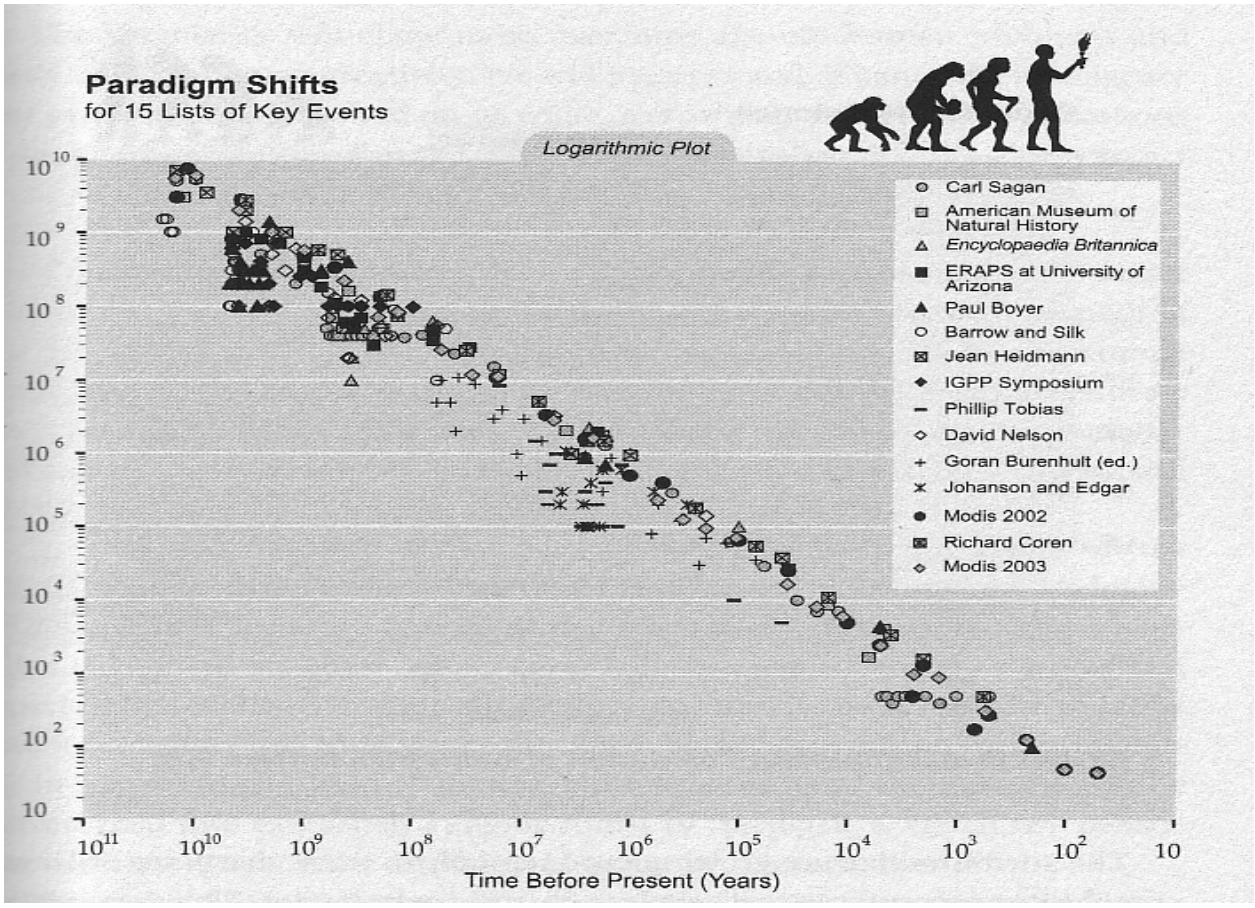
Dolgoročne napovedi o tehnološkem in znanstvenem napredku v prihodnosti pogosto močno podcenjujejo bodoči razvoj, čeprav modeli zgodovinskega eksponentnega razvoja kažejo, da se menjava paradigem podvoji vsako desetletje. Dosežki celotnega dvajsetega stoletja so tako enaki razponu približno dvajsetih let napredka, glede na hitrost razvoja v letu 2000. V štirinajstih letih, do leta 2014, bi tako prišlo do nadaljnjih dvajsetih let napredka in nato enako znova v samo sedmih letih. V 21. stoletju tako ne bi prišlo do stotih let tehnološkega napredka, temveč približno dvajset tisoč let napredka, merjenega s hitrostjo napredovanja v letu 2000, torej tisočkrat več, kot je bilo doseženo v 20. stoletju. Kurzweil tako navaja trditev Johna Smalleya, da samo-replicirajoče nanoinženirane naprave ne bodo razvite še vsaj sto let, kar sicer predstavlja razumno oceno količine tehnološkega napredka, potrebnega za razvoj takšne tehnologije, vendar merjeno s hitrostjo napredka v letu 2000, torej s petkratno hitrostjo sprememb, kot so se vršile v 20. stoletju. Zaradi hitrosti napredka, ki se podvoji vsako desetletje, bi tako doživeli stoletje napredka, pri hitrosti leta 2000, v samo petindvajsetih koledarskih letih.

Ljudje pa na splošno intuitivno domnevajo, da se bo današnja hitrost napredka nadaljevala v prihodnosti in tudi tistim, ki so že živeli dovolj dolgo, da so izkusili rastočo hitrost sprememb glede na potek časa, intuicija daje vtis, da se spremembe dogajajo z enako hitrostjo, kot so jo doživljali nedavno. Razlog za to je, da je eksponentna krivulja videti kot ravna črta, kadar se opazuje le prek kratkega časovnega razpona (Kurzweil 2005: 10-12).

Poleg tega so mnogi znanstveniki in raziskovalci pogosto tako zatopljeni v težavnost in zapletene podrobnosti specifičnih sodobnih izzivov, da ne vidijo končnih dolgoročnih implikacij lastnega dela in širšega področja raziskovanja, v katerem delujejo. Prav tako ne upoštevajo vedno močnejših orodij, ki postajajo razpoložljiva z vsako novo generacijo tehnologije. Prav tako pa so naučeni, da bi bili skeptični in previdni pri razmišljanju o bodočih generacijah znanstvenih prizadevanj. Takšen pristop je bil ustrezen, ko je generacija posamezne znanosti in tehnologije obstala dlje kot posamezna človeška generacija, vendar pa več ne služi interesom družbe v času, ko trajanje ene generacije znanstvenega in tehnološkega napredka obsega le nekaj let. Razumljivo je, da so biokemiki, ki so za transkripcijo ene tisočine genoma potrebovali eno leto, domnevali, da bo za sekvenciranje celotnega genoma potrebno več kot sto let, namesto končnih petnajstih. Podobne težave se pojavljajo v primerih napovedovanja prihodnjega razvoja na podlagi zgolj enega trenda, kot da se pri tem ne bo spremenilo nič drugega (Kurzweil 2005: 12-13).

Večina ljudi uporablja intuitivni linearni pogled, kar ima za posledico precenjevanje tega, kaj lahko dosežemo kratkoročno in podcenjevanje tega, kaj lahko dosežemo dolgoročno. Slika 3.2 prikazuje pomembne menjave paradigem v zgodovini sveta, kot jih predstavlja petnajst različnih seznamov ključnih dogodkov oz. odkritij. Skozi biološko in tehnološko evolucijo je mogoče opaziti trend pospeševanja. V tehnologiji pred petdeset tisoč leti ni prihajalo do pomembnih menjav paradigem v časovnih razponih po tisoč let; v nedavni preteklosti pa nove paradigme napredujejo od zametka do masovnega privzema v enem desetletju (Kurzweil 2005: 20).

Slika 3.2: Petnajst seznamov ključnih dogodkov v človeški zgodovini



Vir: Kurzweil (2005): 20.

Seveda obstajajo tudi nasprotni pogledi. Johnathan Huebner na primer trdi, da hitrost človeškega inoviranja vztrajno upada vse od industrijske revolucije, ter da se približuje "gospodarski meji" zelo nizkega opaznega inoviranja, ki naj bi bila dosežena okrog leta 2038. Pri tem v metodološkem smislu uporablja patentne podatke iz ZDA in seznam subjektivno izbranih pomembnih inovacij (Huebner v Smart 2005). John Smart sicer pod vprašaj postavlja že samo Huebnerjevo metodologijo, ker po njegovem patenti ne predstavljajo osnovne enote tehnologije, kakor trdi Huebner, temveč merilo tega, kakšne tehnološke inovacije ljudje smatrajo lastninsko obranljive v določenih družbenogospodarskih in pravnih kontekstih. Drugo težavo pa predstavlja odsotnost naglega naraščanja inovacij med letoma 1940 in 1945, ko je prišlo do velikanskega napredka na področju komputacije, aviacije, vojskovanja, organizacijskih metod ter inženiringa in izdelovanja na veliki ravni. Smart nadaljuje, da se mnoge moderne inovacije vršijo pod nivojem, kjer bi jih ljudje lahko brez večjih težav opazili, ravno zato, ker inovacije v vedno večji meri opravljajo stroji in ne človeški možgani, ljudje pa s tem postajajo katalizatorji, ne nadzorniki, vedno bolj avtonomnega tehnološkega

svetovnega sistema. Tudi Huebner ugotavlja, da trend upadanja inovacij, ki ga opaža, morda izvira iz "meja človeškega razuma", Smart pa gre pri tem še dlje in trdi, da človeški možgani niso le vedno bolj nezmožni generirati radikalno drugačne vrste inovacij, temveč tudi vedno bolj nezmožni *opažati* tehnološko gnane inovacije, ki se sicer pojavljajo povsod okrog nas (Smart 2005).

3.1.2 Teorija tehnološke evolucije

Trajno pospeševanje tehnologije je glede na Kurzweilovo teorijo posledica t. i. "zakona pospešujočih donosov" (v originalu Law of Accelerating Returns), ki opisuje pospeševanje hitrosti in eksponentne rasti izdelkov evolucijskega procesa. Med te izdelke spadajo predvsem tehnologije, ki prenašajo informacije (Kurzweil 2005: 35).

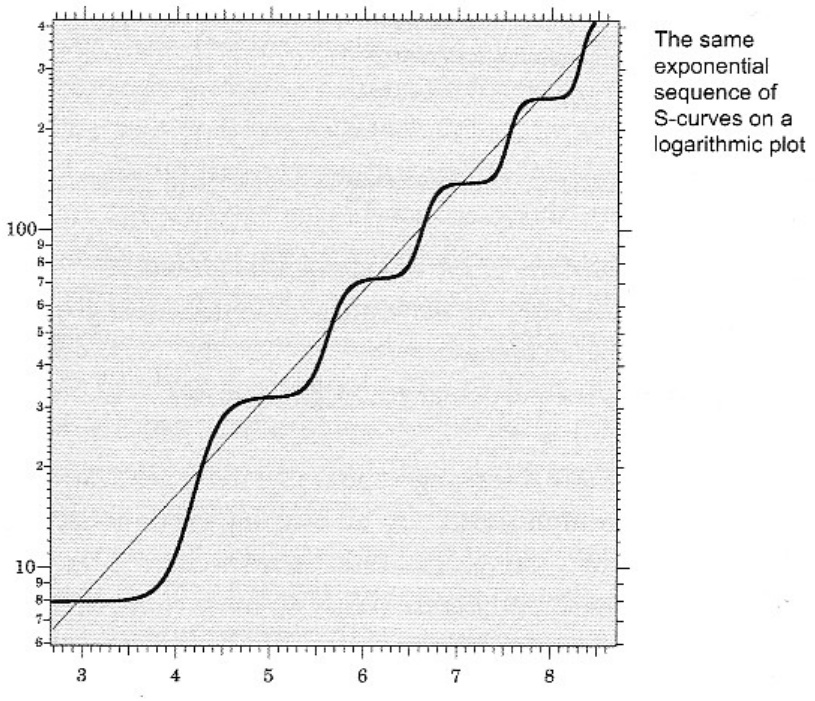
Specifična paradigma (metoda ali pristop k reševanju določenega problema) generira eksponentno rast dokler njen potencial ni izčrpan. Ko se to zgodi, pride do zamenjave paradigme, kar omogoči nadaljevanje eksponentne rasti.

Življenjski cikel posamezne paradigme v tem smislu poteka v treh fazah:

1. počasna rast (zgodnja faza eksponentne rasti)
2. hitra rast (pozna, strma faza eksponentne rasti)
3. izravnanje, ko posamezna paradigma dozoreva.

Napredek teh treh faz je videti kot črka S. Slika 3.3. prikazuje, kako je trajni eksponentni trend lahko sestavljen iz zaporedja S-krivulj, izmed katerih je vsaka naslednja hitrejša in višje ležeča (Kurzweil 2005: 42-43).

Slika 3.3: Eksponentno zaporedje S-krivulj



Vir: Kurzweil (2005): 44.

Življenjski cikel posamezne tehnologije pa naj bi sestavljajo sedem faz:

1. Predhodniška faza. V tej fazi že obstajajo posamezni predpogoji za določeno tehnologijo in posamezniki lahko razmišljajo o tem, kako bi se ti elementi lahko združili (predhodnik gramofona, Martinvillov fonavtograf, naprava, ki je snemala vibracije zvoka kot natisnjene vzorce).
2. Naslednja faza je izum, ko izumitelj združi radovednost, znanstvene veščine in odločenost, da bi metode združil na nov način in ustvaril novo tehnologijo (Edison izumi prvo napravo, ki lahko tako snema kot predvaja zvok).
3. Sledi razvoj, ko je izum deležen zaščite in podpore določenih posameznikov. Ta faza je ključnega pomena in lahko vsebuje dodatne stvaritve, ki so lahko pomembnejše od samega izuma (nadaljnje izboljšave omogočijo komercializacijo gramofona).
4. Zrelost. Čeprav se še vedno razvija, je tehnologija postala samostojna in predstavlja uveljavljen del družbe. Lahko postane tako prepletena z vsakdanjim življenjem, da se zdi, kot da bo trajala večno (uvedba zapisa na plošči).
5. Faza lažnih pretendentov. Novinec grozi, da bo zasenčil starejšo tehnologijo in njegovi podporniki prezgodaj napovedujejo zmago. Čeprav nudi določene koristi,

novi tehnologiji ob podrobnejšem pregledu manjka ključen element funkcionalnosti ali kakovosti (kaseta - pomanjkanje naključnega dostopa in kakovosti).

6. To je le kratka zmaga za starajočo se tehnologijo. Kmalu zatem drugi novi tehnologiji uspe izriniti prvotno tehnologijo. Tehnologija svoja pozna leta preživi v postopnem upadanju, njen prvotni namen in funkcionalnost pa prevzame novejši tekmec (CDji)[4].
7. V tej fazi, ki predstavlja 5 do 10 odstotkov življenjskega cikla tehnologije, slednja končno odidejo med starine (čeprav se še proizvajajo za zbiratelje, so gramofoni postali starine) (Kurzweil 2005: 51-53).

Prej opisani cikel sicer predstavlja nekoliko idealiziran primer, ki ne velja nujno za vsako novo vrsto tehnologije, a vseeno vsebuje določene vzorce, ki se s precejšnjo pravilnostjo pojavljajo pri razvoju in uvajanju različnih tehnoloških inovacijah.

Zakon pospešujočih donosov naj bi tako usmerjal razvoj širokega razpona tehnologij, eksponentni trend, ki uživa največjo pozornost v javnosti, pa je postal znan kot Moorov zakon[5]. Moorov zakon povzema trend, po katerem se število tranzistorjev, ki jih je mogoče spraviti na integrirano vezje, podvoji približno vsakih dvanajst mesecev in tako predstavlja eksponentno rast v smislu padanja cene in višanja zmogljivosti računalnikov, ter s tem hitrejšo menjavo paradigem, kot pa se vrši na ostalih področjih. Običajno se lastnosti zmogljivosti informacijske tehnologije - cena in zmogljivost, pasovna širina, kapaciteta - podvojijo enkrat letno (Kurzweil 2005: 56).

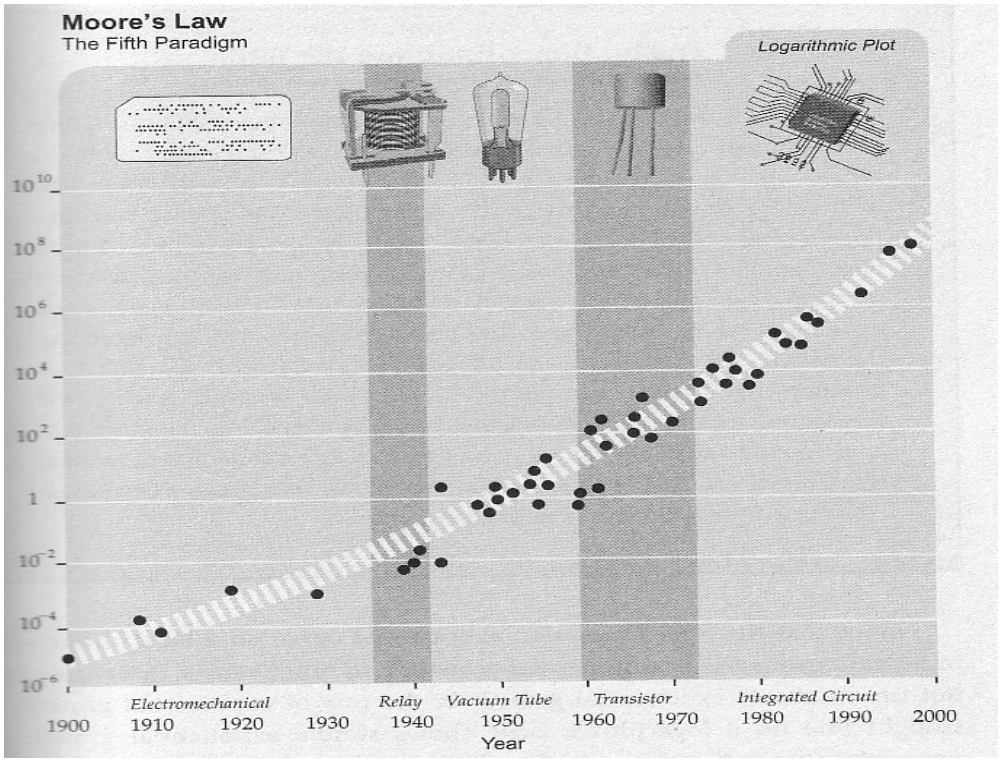
Kot prikazuje slika 3.4, Moorov zakon ni prva paradigma računalniških sistemov, pred integriranimi vezji so obstajale že štiri različne paradigme in sicer elektromehanična, releji, vakuumske cevke ter posamezni tranzistorji, in vsakič, ko je predhodni paradigmi pričelo zmanjkovati zagona, ga je nadaljevala nova. Na začetku 20. stoletja so bila za podvojitev razmerja cene in zmogljivosti potrebna tri leta, sredi stoletja dve in v letu 2000 približno eno

[4] Uporabljeni specifični primer nove tehnologije, ki nadomesti staro, v tem primeru CDjev kot nosilcev avdio zapisa, velja za stanje v letu 2000. Medtem je razvoj in hitro širjenje MP3 podatkovnega zapisa, kot prevladujočega nosilca avdio vsebine, v večji meri nadomestilo "trdo kodirane" avdio CDje, Seveda pa je zelo verjetno, da tudi MP3ji ne predstavljajo dokončnega nosilca avdio vsebine.

[5] Kot je zapisal Nick Bostrom, Moorov zakon dejansko ni zakon, temveč zgolj opazovana pravilnost. Načeloma bi lahko prenehal veljati kadarkoli, čeprav močan dosedanji trend kaže, da se bo najverjetneje nadaljeval še kar nekaj časa (Bostrom 2006: 42).

leto. Ko bo Moorov zakon dosegel konec svoje S-krivulje, predvideno pred letom 2020, se bo eksponentni trend najverjetneje nadaljeval s 3D molekularnimi sistemi, ki bodo predstavljali šesto paradigmo (Kurzweil 2005: 68), čeprav je v fazi razvoja in raziskav še vrsta drugačnih sistemov, ki lahko potencialno nadomestijo 3D sisteme.

Slika 3.4: Pet paradigem eksponentne rasti komputinga



Vir: Kurzweil (2005): 67.

Kurzweilova teorija eksponentnega napredka je bila že zaradi velike medijske in javne izpostavljenosti deležna številnih kritik, med drugim tudi te, da neskončen eksponentni napredek ni mogoč zaradi končne količine energije in materije v vesolju (kar je sicer ravno tako zgolj hipoteza). Vendar pa Ray Kurzweil nikjer ne trdi, da se bo eksponentni znanstveni in tehnološki napredek nadaljeval brez meja, temveč zgolj, da so meje, ki jih postavljajo fizikalni zakoni našega vesolja, še zelo daleč od nivojev, na katerih se trenutno nahajamo. Kot je že bilo rečeno, mnoga področja kažejo eksponentni trend razvoja, vendar pa vseeno ni nujno, da se bodo vsi ti trendi tudi nadaljevali z eksponentnim napredkom. Kljub temu, da so na voljo orodja in znanje, lahko zaradi etičnih, pravnih ali družbenopolitičnih težav pride do prenehanja financiranja, do restriktivnih regulativnih politik, lahko pa pride tudi do zastoja zaradi pomanjkanja interdisciplinarnega in sistemskega povezovanja.

3.2 Pospešujoče družbene spremembe

Pospeševanje spreminjanja družbenih razmer in mehanizmov ter nenehno povečevanje zahtev do posameznega člana družbe, je tesno prepleteno z znanstvenim in tehnološkim napredkom. Včasih je posameznikova začetna izobrazba praviloma določala njegovo poklicno pot za celotno življenje, danes pa se zdi, da tudi komaj uvedeni mehanizmi vseživljenjskega učenja več ne zadostujejo za sledenje spremenjenim zahtevam. Tudi v smislu osebnih in poslovnih razmerij se pojavlja vedno več novih oblik, ki bi se včasih zdele nemogoče. Vse te spremembe so se sicer dogajale že prej, vendar pa v mnogo daljših časovnih razponih, včasih tudi na več generacij. Smart (2005) na primer piše, da je pri sledenju inovacijam smiselno upoštevati tudi to, da z doseganjem relativno nespremenljivih potreb, kot so bivališče, transport in varnost, inovacije prehajajo tudi na vedno bolj abstraktne, virtualne in težko ocenljive nivoje, na primer na področja družbene interakcije, družbenega položaja, zabave in samo-spoštovanja. Tako se zastavlja tudi zanimivo raziskovalno vprašanje, namreč če lahko pospešene družbene spremembe kartiramo po enakem vzorcu, kot ga predlaga teorija tehnološke evolucije.

3.3 Razkorak med razvojem tehnologije in človeških kognitivnih zmožnosti

Razširjanje in večanje človeških kognitivnih zmožnosti je tesno povezano s potencialnimi mejami rasti in napredka človeškega znanja ter integracijo novih tehnologij in odkritij v človeško družbo. Že danes je napredek tehnologije najverjetneje prehitel sposobnost človeškega razuma za ugotavljanje vseh mogočih novih načinov uporabe tehnologije, obenem pa tudi človeški možgani in telo predstavljajo omejitve glede tega, kako temeljito lahko izrabimo potenciale določene tehnologije. Tako je mogoče, da visoka hitrost tehnološkega napredka ne vodi nujno tudi do primerljive hitrosti integracije potencialov posamezne tehnologije v človeško družbo.

Takšen primer je viden na primer na področju bioinformatike. Tehnologija za preučevanje bioloških sistemov kaže jasen trend eksponentnega razvoja, prav tako kot tehnologija analize bioloških podatkov z uporabo umetne inteligence, kljub temu pa takšne napredne metode le počasi prodirajo v biološko skupnost, predvsem zaradi kulturnih in izobraževalnih težav. Poleg tega se mikromrežne naprave, čeprav omogočajo uporabo celotnega genoma pri proučevanju bioloških sistemov, uporabljajo le z osredotočenjem na posamezen gen, kar

pomeni, da večina moči takšne tehnologije ostane neizkoriščene. Položaj se sicer izboljšuje, vendar počasneje kot sama tehnologija. Tako glavno ozko grlo postane človeško privzemanje potencialov tehnologije, ne tehnologija sama (Goertzel 2007).

4. MODIFIKACIJE ČLOVEŠKEGA STANJA IN ČLOVEŠKO IZBOLJŠEVANJE

Vsak agent, ki deluje v realnem svetu, da bi dosegel določene cilje, se mora soočiti z dvema temeljnima dejstvoma o naravi interakcij agenta z realnim svetom. Prvo dejstvo je, da njegova želja po dosegi nekega cilja še ne povzroči, da bi prišlo do želenega stanja. Da bi svetu naložil svoje cilje, mora agent manipulirati svet, te manipulacije pa sledijo skupku pravil, imenovanih zakoni fizike (Mijic 2008). Znanost in tehnologija pa predstavljata tako podaljšek kot nadaljevanje tega prizadevanja.

4.1 Izboljševanje in/ali terapija

"Etika se spreminja s tehnologijo."
- Larry Niven

Vsako človeško bitje poskuša vplivati na lastno stanje in na svet v skladu s subjektivnim dojemanjem, ki se opira na notranje sisteme prepričanj o sebi in svetu, pa naj bodo le-ti zavedni ali nezavedni. Dokaj razširjeno je prepričanje, da je človeštvo za izboljševanje lastnega stanja do nedavnega manipuliralo zgolj svoje zunanje okolje, ne pa tudi notranjih bioloških sistemov človeškega telesa. Že kratek pogled v zgodovino pa pokaže, da so bili telesni sistemi tarča izboljševalnih posegov že v antiki, verjetno pa še mnogo prej. Strokovnjak za učinkovine, ki izboljšujejo zmogljivost, Charles Yesalis, navaja, da so starodavni Maji na primer žvečili liste koke (za katere je dokazano, da zadržujejo utrujenost in povečujejo moč), da bi uspešneje prestali nasilno in včasih smrtonosno igro z žogo, imenovano "Pok-a-tok". Že pred skoraj 3.000 leti so antični grški olimpijci za doseganje boljših rezultatov pili mešanice gob in zelišč, nekateri pa so svojo zmogljivost izboljševali tudi z uživanjem mod živali ali celo ljudi (povišana raven testosterona namreč poveča nivo telesnih zmogljivosti) (Ravilious 2007).

Sodobni koncept človeškega izboljševanja, ki je tesno povezan z razvojem naprednih tehnologij in znanosti, pa je formuliral Nick Bostrom. Človeško izboljševanje je opredelil kot intervencijo, ki izboljša funkcionalno delovanje določenega podsistema organizma preko

njegovega referenčnega stanja; ali kot intervencijo, ki ustvari popolnoma novo funkcionalno delovanje ali podsistem, kakršnega organizem predhodno ni imel (Bostrom 2008: 7)[6].

Zmožnosti, ki obljubljajo takšne posege za radikalno spremembo človeškega stanja, s potencialnimi koristmi in grožnjami, katere prinašajo s seboj, pa so razumljivo deležne tudi močnega nasprotovanja ter bolj ali manj upravičenih kritik ter ugovorov. Mednarodno morda najbolj prepoznavna nasprotnika sodobnega človeškega izboljševanja sta bioetik in nekdanji predstojnik Predsednikovega sveta za bioetiko iz ZDA Leon Kass ter politični mislec Francis Fukuyama.

Leon Kass na primer označuje uporabo biomedicinske znanosti, ki služi ne-terapevtskim namenom, med katere uvršča tudi izboljšanje ali izpopolnjevanje teles in razumov nas in naših otrok, kot prizadevanja, ki segajo od lahkomiselnih in zaskrbljujočih, do žaljivih in pogubnih (Kass 2003 : 9). Kljub temu pa terminološko kategorizacijo na terapijo ali izboljševanje, ki jo mnogi uporabljajo kot konceptualno orodje za zavračanje specifičnih intervencij, označuje kot neustrezno in namesto tega uporablja moralno vrednotenje v smislu "dobrih ali sprejemljivih" in "slabih ali nesprejemljivih" oblik uporabe biomedicine. Kot primere vprašljive uporabe navaja poskuse povrnitve mladostne vitalnosti pri starejših, obnovitev plodnosti žensk po menopavzi, učinkovine, ki spreminjajo osebnost in razum ter kibernetične vsadke v možganih in drugih delih teles. Vse te oblike tehnologije naj bi pri posamezniku vzbujale občutek odvratnosti oziroma gnusa, kar naj bi bil pokazatelj tega, da so slabe ali nesprejemljive. Kass odvratnost opredeljuje kot čustveni odraz globoke modrosti, ki sega preko artikulacijske moči razuma in je povezan z ustrezno spoštljivim odnosom do tega, kar je naravno in dostojanstveno človeško, ter na takšni osnovi zavrača tehnologiji kot sta kloniranje in genetski inženiring, brez potrebe po logični preiskavi vprašanja ali razpravljanja o nasprotnih argumentih.

---

[6] Funkcijo podsistema je mogoče tolmačiti ali kot naravno (in jo identificirati z evolucijsko vlogo, ki jo je igral ta podsistem, če predstavlja adaptacijo) ali kot namerno (v tem primeru funkcijo določa prispevek podsistema k doseganju relevantnih ciljev in namenov organizma). Funkcionalno delovanje podsistema je "izboljšano," ko podsistem postane učinkovitejši pri opravljanju svoje funkcije. "Referenčno stanje" lahko običajno obravnavamo kot normalno, zdravo stanje podsistema, torej funkcionalno delovanje podsistema, kadar ni "obolel" ali "pokvarjen" na nek določen način. V tej definiciji referenčnega stanja sicer ostaja mera nedoločenosti. Lahko se namreč nanaša na stanje, ki je normalno za določenega posameznika, kadar ni podvržen neki določeni bolezni ali poškodbi. To bi bilo lahko ali odvisno od starosti ali pa vezano na "najboljša leta življenja". Alternativno bi bilo referenčno stanje mogoče definirati kot "za vrsto tipičen" nivo funkcionalnega delovanja. Pri tem Bostrom opozarja, da z navedbo "izboljševanja", razen če še podrobneje določimo te in druge nedoločenosti, ne izražamo nobene zelo natančne misli (Bostrom 2008: 7-8).

Modrost odvratnosti je bila deležna kritike predvsem na podlagi njenega nagovarjanja čustvenih odzivov in zavračanja racionalnosti. John Harris trdi, da ni nujne povezave med pojavi, odnosi in dejanji, zaradi katerih se počutimo neprijetno ter pojavi, odnosi in dejanji, ki jih dejansko lahko opredelimo kot neetične, prav tako pa ni nujno, da bi morala zakonodaja slednje prepovedati (Harris 1998: 37). James J. Hughes pa opozarja na to, da modrost odvratnosti temelji na specifičnih kulturnih tabujih in čustvenih odzivih, ki v sodobni družbi, izven zgodovinskega konteksta, v katerem so se razvili, nimajo splošne veljave in ne morejo služiti kot vodilo pri sprejemanju ali zavračanju določenih tehnologij ali kulturnih praks (Hughes 2003).

Francis Fukuyama pa nasprotno od Kassa zagovarja predvsem praktično razločevanje med terapijo in izboljševanjem, ki naj bi ga izvajala pooblaščena regulativna agencija, obenem pa priznava, da je takšno razlikovanje teoretično težko utemeljiti (Fukuyama 2002). Regulativne agencije morajo potemtakem potegniti mejo na določenih točkah, kar teoretično sicer ni opravičljivo, vendar deluje v praksi. Kot primer navaja politike do učinkovin kakršni sta Ritalin in Prozac, kjer se dovoljuje uporaba za terapevtske namene, prepoveduje pa uporaba istih učinkovin za izboljševanje. Hipotetično administrativno telo bi tako lahko uporabljalo takšen koncept za dovoljevanje genetskega inženiringa, ki popravlja genetske okvare, medtem ko prepoveduje uporabo iste tehnologije za, na primer, izboljševanje inteligence ali izbiranje barve oči. Kljub temu, da je mogoče tudi presaditev srca 65 let staremu pacientu obravnavati kot izboljševanje in ne terapijo, ker predstavlja "nenaravno" podaljševanje življenja, pa vztraja, da so določene stvari nedvomno terapevtske, druge pa nedvomno izboljševanje, sivo območje med njima pa naj ne bi bilo preveč obsežno.

Nasprotno Nick Bostrom in Rebecca R. Roache pri analizi ustreznosti razločevanja med terapijo in izboljševanjem izpostavljata vrsto težav (Bostrom in Roache 2008: 1-3). Kot navajata, se izboljševanje običajno postavlja v kontrast s terapijo, kjer je terapija definirana kot popravljanje nečesa, kar je šlo narobe, z zdravljenjem specifičnih bolezni ali poškodb, medtem ko posegi izboljševanja poskušajo izboljšati stanje organizma preko njegovega normalnega zdravega stanja. Takšno razločevanje pa je problematično iz več razlogov. Sodobna medicina namreč vključuje vrsto praks, ki niso namenjene zdravljenju bolezni ali poškodb, kamor spadajo športna medicina, plastična in kozmetična kirurgija, kontracepcijska sredstva, itd. Tudi izven medicinskega okvira je mogoče najti izboljševanje, na primer

uporabo kave in nikotina za izboljševanje kognitivnega delovanja, ličil za izboljševanje videza in prehranskih dodatkov za izboljševanje telesnih zmogljivosti in razpoloženja.
Intervencije, ki zmanjšujejo verjetnost smrti in bolezni, kot so cepljenja, ali pa posegi za upočasnitev ali odpravo procesa staranja, lahko klasificiramo ali kot izboljševanje zdravega življenjskega razpona ali pa kot terapijo za zmanjšanje tveganja za bolezni in nezmožnosti. Definicija normalnega zdravega stanja je prav tako problematična, ker imajo mnoge človeške zmožnosti normalno distribucijo. V primeru kognitivne zmožnosti je zato izbira določene točke, ki predstavlja populacijsko povprečje, dokaj arbitrarna, kar lahko ponazorimo s sledečim primerom. Kognitivna zmogljivost določene osebe je zaradi nevrološke bolezni upadla za eno enoto, vendar se še vedno nahaja nad povprečjem, če je bilo njeno začetno stanje dve enoti nad povprečjem. Terapija, ki bi povrnila njene normalne kognitivne zmogljivosti, bi jih tako znova dvignila še dlje nad povprečje. Nasprotno bi intervencija, ki bi pri nekom, katerega kognitivne zmogljivosti se nahajajo dve enoti pod povprečjem, njegove zmožnosti zvišala za eno enoto, predstavljala izboljševanje, čeprav bi ta oseba po posegu še vedno imela nižje zmožnosti od povprečnega posameznika. Tu se odpira tudi vprašanje izvora nivoja kognitivne zmogljivosti posameznika. Veliko število genov, ki imajo negativno korelacijo z inteligenco, lahko povzroči motnje kognitivnega delovanja ali celo zaostalost, a po terapevtski definiciji kljub temu ne predstavlja patološkega procesa, ki bi ga bilo potrebno zdraviti. Človeške zmožnosti nenehno nihajo tudi s potekom časa v življenjski dobi posameznika, saj se z odraščanjem povečujejo, s starostjo pa upadajo, zato intervencijo, ki bi starostniku povrnila zmožnosti, kakršne je imel v mladih letih, ni mogoče jasno uvrstiti med izboljšanje ali terapijo.

Karakteristika, ki morda omogoča, da določene vrste tehnoloških sredstev uvrstimo v kategorijo izboljševanja in jih ločimo od tehnologije na splošno, je kategorija "notranjosti" tehnologije, torej pogoj, da je tehnologija vsajena v človeško telo, čeprav ni popolnoma jasno, kako "notranja" bi posamezna tehnologija za takšno kategorizacijo morala biti. Zagovorniki človeškega izboljševanja tako zastopajo pozicijo, da bi morali razviti in omogočiti opcije za razširitev človeškega delovanja, iz enakih razlogov kot terapevtska medicinska zdravljenja, namreč zato, da bi zaščitili in razširili življenje, zdravje, kognicijo, čustveno dobrobit in druga stanja ali atribute, ki bi jih posamezniki lahko želeli za izboljšanje svojih življenj.

Gregory Fowler, Eric T. Juengst in Burke K. Zimmerman na primer izpostavljajo, da se meja med terapijo in izboljševanjem zaradi napredka medicinske znanosti in tehnologije nenehno

spreminja (Fowler in drugi 1989: 161). Mogoče je, da bodo bodoči starši od zdravnikov zahtevali, da jim dovolijo imeti otroke, ki niso dovzetni za resne avtoimunske bolezni ali degenerativne bolezni srca in ožilja. Z zmožnostjo odprave teh bolezni se bo medicinska genetika verjetno usmerila k manj resnim okvaram ali k boleznim, ki se klinično pojavijo šele pozno v življenju. Ker ne obstaja nobeno posamezno "normalno" stanje, ki bi predstavljalo ideal popolnega zdravja, se bo meja med tem, kar se smatra za popravljivo patologijo in "normalnim" delovanjem, še naprej spreminjala. Tako bodo intervencije, ki se danes zdijo morda radikalne ali nepotrebne, v prihodnosti stopile v ospredje.

Daniel Callahan pa predvideva, da bo večji del razvoja, ki ga povezuje z izboljševanjem, nastal nenamerno, kot stranski proizvod razvoja zdravstvenih posegov (Callahan 2002). Kot pravi, je biomedicina polna spolzkih strmin, kar pomeni, da razvoj ene tehnološke intervencije hitro vodi tudi v razvoj naslednje. Sredstva za izboljšanje spomina bodo tako najverjetneje izšla iz prizadevanj za zdravljenje izgube spomina pri alzheimerjevi bolezni in drugih demencah. Prizadevanja za izboljšanje kakovosti življenja ostarelih bodo najverjetneje še naprej podaljševala življenje kot nenameren stranski učinek višjega družbeno-ekonomskega standarda in tehnologij, osredotočenih na telesne nezmožnosti. Takšen razvoj znova kaže na prepletenost terapije in izboljševanja, ter na stalno spreminjane meje med njima.

Težavnost jasnega razlikovanja med terapijo in izboljševanjem je vidna tudi na primeru medicinskih posegov, kot je na primer kozmetična kirurgija. Nekomu, ki ne potrebuje kozmetične kirurgije, se ta morda zdi kot izboljševanje, kot nepotrebna kirurgija. Nasprotno pa nekomu, ki jo želi in potrebuje, ker sta njegova samo-podoba ali kariera odvisni od nje, deluje kot terapija. Izboljševanje bo najverjetneje imelo podobno privlačnost za določene ljudi. Nekateri ga bodo videli kot potrebno terapijo, čeprav ga bodo drugi imeli za nepotrebno izboljševanje (Heller 1999).

James Watson pa je težavnost delitve na terapijo in izboljševanje ponazarjal s splavom. Naj bi možnost splava prav tako omejili samo na resne genetske bolezni? Kar ena družina smatra za resno, morda ni resno za drugo družino in tudi znotraj različnih kultur obstaja množica različnih pogledov in vrednot, z različnimi odnosi do izboljševanja (Watson 1999).

4.2 Tehnologije človeškega izboljševanja

Obstaja sicer množica različnih potencialnih aplikacij naprednih tehnologij, ki jih lahko razporedimo v različne kategorije, na primer glede na tehnološko ali znanstveno področje, iz katerega so izšle, glede na vrsto intervencije, glede na funkcionalnost, in tako dalje. Sodobne posege, ki omogočajo modifikacije človeškega telesa in potencialno tudi spremembe vseh vidikov človeškega stanja, tako lahko, na primer, kadar sredstvo intervencije predstavlja genetski inženiring, razdelimo na spremembe somatskih, torej telesnih ter reproduktivnih, torej spolnih, celic. V prvem, primeru spremembe ostanejo omejene na posameznika, ki je bil deležen posega, v drugem primeru pa postanejo dedne njegovim potomcem. James J. Hughes funkcionalno deli potenciale naprednih tehnologij na tehnologije in orodja, ki omogočajo nadzor nad telesom, daljše življenje, večjo inteligenco ter večje občutenje sreče (glej Hughes 2004). ENHANCE, specifični usmerjeni raziskovalni projekt v sklopu 6. Okvirnega programa EU, je obravnavane modifikacije razdelil v štiri kategorije, in sicer na kognitivno izboljševanje, podaljševanje življenja, izboljševanje razpoloženja in izboljševanje fizičnih zmogljivosti (ENHANCE Project 2005). V nadaljevanju bo pri analizi uporabljena slednja kategorizacija, torej delitev v štiri osnovne kategorije, na tehnologije, ki potencialno omogočajo podaljševanje zdravega življenjskega razpona, kognitivno izboljševanje, izboljševanje razpoloženja ali osebnosti ter izboljševanje fizičnih zmogljivosti, saj se zdi, da takšna klasifikacija močno olajšuje obravnavo specifičnih tehničnih, etičnih, pravnih in družbenih vidikov.

4.2.1 Podaljševanje zdravega življenjskega razpona

Po štiridesetem letu, včasih pa zaradi življenjskega načina, okolja, okužb ali prirojenih okvar že mnogo prej, se začnejo pojavljati prvi opaznejši znaki vseživljenjske akumulacije celičnih poškodb ter napredujoče degradacije posameznih bioloških sistemov človeškega telesa. Prične se rušiti hormonsko ravnovesje, kar vpliva na spolno zmogljivost, razpoloženje, koncentracijo in spomin. Koža izgublja svojo nekdanjo prožnost, pojavljati se začnejo gube in starostne pege, ki so delno tudi posledica glikacije, spajanja sladkorjev in beljakovin v nefunkcionalne strukture. Kopičenje slednjih vpliva na upadanje funkcionalnosti vrste različnih organov ter povzroča nevrološke, vaskularne in očesne okvare. Škoda, ki jo možganskim celicam povzročijo prosti radikali in kopičenje amiloidnega plaka, doprinaša k razvoju blage kognitivne oslabitve in lahko napreduje v uničujočo alzheimerjevo bolezen. Izguba

elastičnosti očesnih leč povzroči kratkovidnost in potencialno različne očesne bolezni, kakovost solz, ki varujejo in hranijo oko, pa pričenja upadati. Zaradi sistemskih sprememb prihaja do upada mišične mase ter do povečanja količine maščobnega tkiva, obenem pa se pospeši izločanje kalcija iz kosti, kar povzroča večjo krhkosti in deformacije.

Z znanstvenimi odkritji ter razvojem in uporabo različnih tehnologij, ki segajo od medicinskih spoznanj in zdravil, preko prehranskih dodatkov, do lepotne kirurgije, smo vsaj v razvitih državah sposobni mnoge izmed teh sprememb in procesov omiliti ter jih odriniti v poznejša leta. Hormonsko neravnovesje je mogoče ublažiti z uporabo bio-identičnih hormonov ali specifičnih aminokislin. Elastičnost kože je mogoče ohranjati z uporabo negovalnih krem ter z redno zaščito pred močnim soncem. Glikacijo je mogoče upočasniti z zmanjšanjem vnosa enostavnih sladkorjev ter z uživanjem karnozina. Uživanje antioksidantov lahko prepreči napredovanje blagih kognitivnih oslabitev. Očala ali popravek vida z laserjem še naprej omogočajo dober vid. Umetne solze v obliki kapljic lahko vsaj delno nadomestijo naravne. Prehranski dodatki, kot so kreatin in prečiščene beljakovine, preprečujejo izgubo mišic. Aminokislina triptofan pomaga pri regulaciji količine shranjenega maščobnega tkiva. Zdravila proti osteoporozi in prehranski dodatki s kalcijem in vitaminom D preprečujejo krhkost kosti.

Medtem ko zgoraj navedene spremembe zadevajo le nekatere izmed mehanizmov staranja, pa je gotovo, da se je povprečna dolžina človeškega življenja skozi zgodovino znatno podaljšala. Ocenjuje se, da je v kameni dobi v povprečju znašala 20 do 34 let, kar velja tudi za večino ljudi, ki dandanes bivajo v enostavnih plemenskih skupnostih. Zaradi odsotnosti civilizacijskih dosežkov in tehnologije, z izjemo preprostih orodij, bivališč in tehnik poljedelstva ter živinoreje, lahko ta časovni razpon obravnavamo kot naravno življenjsko dobo človeka. Tisti, ki preživijo do 15. leta, lahko pričakujejo življenjski razpon do 54 let (Kaplan v Bostrom in Roache 2008: 3).

Z družbenim in tehnološkim napredkom, torej z izboljšanjem prehrane in higienskih razmer ter s splošnim izobraževanjem, v zadnjem stoletju in pol pa predvsem z razvojem novih medicinskih terapij in izdelkov, je življenjska doba v razvitih državah dosegla 76 do 83 let, medtem ko je v državah v razvoju znatno nižja in se glede na razmere v specifični državi razteza od 32 do 60 let (CIA Factbook 2007).

To povečanje življenjskega razpona ni posledica evolucijskih sprememb v človeški biologiji in Robert Fogel je v tem smislu predlagal teorijo tehnofizio evolucije, s katero je opisal prepletenost med tehnološkim razvojem in fiziološkimi izboljšavami, ki so človeškim bitjem omogočila neprimerljivo mero nadzora nad njihovim okoljem in faktorji, ki vplivajo na smrtnost. Sodobni ljudje so tako izredno robustni v primerjavi z ljudmi v preteklosti, kar gre v veliki meri pripisati izboljšani prehrani in medicinskemu napredku (Fogel in Costa v Sonnega 2006: 2), torej predvsem tehnološkim izdelkom in postopkom.

Človeška življenjska doba se je tako zadnjih 150 let vztrajno povečevala za 2,5 let na desetletje v državi z najdaljšo pričakovano življenjsko dobo. Ženske na Japonskem, ki dosežejo najvišjo povprečno življenjsko dobo na svetu, 86 let, bi v primeru nadaljevanja tega trenda v šestih desetletjih dosegle rekordno povprečno življenjsko dobo 100 let (Bostrom in Roache 2008: 3). Posamezniki, ki so doživeli starost 100 let so bili v preteklosti dokaj redek pojav, danes pa stoletniki na primer v ZDA predstavljajo enega izmed najhitreje rastočih segmentov populacije. Po nekaterih ocenah je njihovo število že doseglo 84.000 in se še vedno povečuje (Gavrilova in Gavrilov 2008: 86). Podobni trendi se pojavljajo tudi v drugih najrazvitejših državah.

Kljub vedno daljšemu življenjskemu razponu pa se skupaj z njim ne podaljšuje nujno tudi zdrava življenjska doba. Medicinska tehnologija sicer omogoča nadaljevanje življenja, njegova kakovost pa se marsikdaj znižuje sorazmerno z dolžino. Funkcionalnost in zmogljivost posameznika vedno bolj upada, človek postaja krhek in nebogljen, pogosto odvisen od fizične pomoči skrbnikov, družine ali negovalnega osebja, ter, nezmožen nadaljnjega dela, od pokojninskega varčevanja ali socialne podpore. V telesu se lahko pojavijo tudi različna žarišča kronične bolečine. Odvisnost in negotovost zaradi lastnega družbenega položaja ter fizičnega stanja pri mnogih vodita v vedno večji strah pred popolno izgubo nadzora nad lastnim življenjem in telesom.

Čeprav gre pri tem tudi za nedodelanost medicinskih posegov in terapij[7], ki se sicer vztrajno razvijajo naprej, ni mogoče pričakovati, da bi življenjsko dobo lahko radikalno podaljšali

[7] Problem predstavlja tudi institucionalna inercija in odpor uveljavljenega modela zdravljenja ter obravnave pacientov. Izraža se predvsem v konservativnosti in počasnosti sprejemanja novih izsledkov in postopkov v medicinsko prakso, kar gre le delno pripisati zadržkom zaradi potencialnih tveganj v smislu stranskih učinkov novih zdravil in postopkov. Druge faktorje predstavlja sama mentaliteta ter pomanjkanja časa in sredstev, v veliki meri pa tudi izredno velika in nenehno rastoča količina informacij, ki bi jih moral posameznik obdelati, da

preko razpona 100 do 120 let, brez posegov, ki zadevajo sam postopek staranja. Poškodbe in odpadne snovi v celicah se pri posamezniku kmalu nakopičijo do takšne mere, da patologija in smrt postaneta neizogibni. Tudi če bi ozdravili vse bolezni srca in vse oblike raka, bi se življenjska doba povečala zgolj za devet let, saj sam proces staranja povzroča, da so ljudje vedno bolj ranljivi. V potencialnem primeru odprave staranja pa bi bilo povprečno tveganje smrti v katerem koli starostnem obdobju enako kot pri posamezniku v njegovih dvajsetih ali tridesetih letih življenja, s hipotetično izpeljano pričakovano življenjsko dobo tisoč let (Bostrom in Roache 2008: 3-4).

Obe dilemi, tako zdravje oziroma vitalnost, kot tudi sama dolžina podaljšane življenjske dobe, sta neposredno povezani s procesom staranja. Če naj bo staranje legitimna tarča medicinskih posegov in raziskav, je odvisno tudi od tega, če ga obravnavamo kot nekaj "naravnega" ali kot skupek napredujočih degenerativnih bolezenskih stanj, ki nastopijo zaradi akumulacije škode iz vplivov okolja in procesov presnove v človeškem telesu. Navsezadnje lahko vsako bolezensko stanje obravnavamo kot naraven proces[8]. Procese in stanja, ki jih pomanjkljivo razumemo, pa pogosto sprejemamo kot nekaj samoumevnega, še posebej, če tvorijo del človeške zgodbe že skozi vso človeško zgodovino in če ni na voljo sredstev, s katerimi bi nanje lahko učinkovito vplivali[9].

---

bi ostajal na tekočem z aktualnim razvojem v medicini in zdravstvu. V tem smislu se pojavlja vedno bolj nujna potreba po spremembi zdravstvene paradigme, kakor tudi odnosa med pacientom in zdravnikom. Vedno pomembnejši postaja pomen demokratičnosti v omenjenem odnosu ter vključevanje pacienta v samo odločanje, saj so mnogokrat pacienti bolje informirani o lastni bolezni in najnovejših pristopih za njeno zdravljenje, kot pa sam zdravnik. Tu se odpira tudi problematika pokroviteljskega, paternalističnega odnosa, ki bo v nadaljevanju še omenjen. Predvsem splošni zdravniki pogosto tudi niso strokovnjaki za več različnih področij, uspešno zdravljenje vzrokov, ne zgolj simptomov posameznih bolezni, pa dandanes zahteva multidisciplinarno znanje ter enotno obravnavo nepravilnosti v delovanju vseh sistemov posameznikovega telesa.

[8] Ekstremno pozicijo, ki (vsaj uradno) ne dela kompromisov, v tem primeru zaseda "Cerkev Kristusa, znanstvenika", katera zavrača vsakršno uporabo "materialnih" zdravil ali terapij, delujočih s "fizično manipulacijo", saj naj bi bilo vsako fizično ali čustveno bolezen mogoče odpraviti z "duhovnim prebujanjem", preko poglobljene molitve, ki naj bi povzročila tudi "telesno" ozdravitev (Wikipedia 2008a).

[9] Kot nasprotno pozicijo lahko pri tem omenimo enako legitimen pristop, da je staranje nekaj, kar moramo sprejeti, ter s to pomiritvijo z neizogibnim doseči tudi srečo in mir. Nekateri zagovorniki meditacije in "naravnega" izboljševanja kakovosti posameznikovega življenja in zdravja, kot je na primer Andrew Weil, trdijo, da je pomembna kakovost življenja (ter procesa staranja) in doživetij v njem, ter ne njegova dolžina, zato v tem smislu ne podpirajo prizadevanj za radikalno podaljševanje življenja (glej Weil 2007). Vendar pa lahko meditacijske tehnike sprejemanja obstoječega stanja oziroma človeškega stanja ravno tako legitimno apliciramo na primere vseh ostalih bolezni, okužb ali drugih oblik trpljenja in bolečine, ki nas lahko doletijo. Smiselno je upoštevati tudi, da bi brez razvoja znanosti in tehnologije, ter posledično medicine, večina bolezni predstavljala nekaj "neizogibnega", s čimer se je potrebno sprijazniti. Pri tem gre torej za dva različna pristopa k reševanju protislovij človeškega stanja, za pristop s sprejemanjem in nedejavnostjo ter pristop z upiranjem in dejavnostjo.

Prioritete, ki so jih evolucija in "sebični geni" postavili skoraj vsem živim organizmom, preprečujejo, da bi posamezni organizmi živeli neomejeno dolgo brez staranja. Naravna selekcija ni odstranila mutacij v genih, povezanih s staranjem, ker bi organizme, ki se niso starali, sčasoma tako ali tako pojedli plenilci oziroma bi drugače podlegli smrti v le kratkem časovnem razponu. Naša telesa so torej razvita tako, da preživijo določeno biološko "garancijsko obdobje". Imajo dovolj robustnosti in zmožnosti za samo-popravila, da delujejo z visoko zmogljivostjo tako dolgo, kot je razumno pričakovati, da bodo ostala živa v divjini, vendar nič dlje (de Grey in Rae 2007: 44).

4.2.1.1 Tehnična (ne)izvedljivost

Prva kategorija ugovorov proti radikalnemu podaljševanju življenja, obsega argumente, ki izražajo dvom o izvedljivosti oziroma možnosti dosege zastavljenega cilja. Medtem, ko so bili takšni argumenti v preteklosti zelo pogosti, število njihovih zagovornikov z napredovanjem razvoja naprednih tehnologij vedno bolj upada (dokler govorimo o podaljševaje življenja, v primeru odprave staranja je skepticizem še vedno bolj pravilo kot izjema). K temu je do zdaj nedvomno največ doprinesel razvoj in napredek na področju biomedicine ter še novejše nanomedicine. Prizadevanje na omenjenih področjih je sicer usmerjeno v odpravo posameznih bolezni, ki izhajajo iz okužb, degeneracije fizioloških sistemov ali genetskih okvar, vendar pa so izdelki in terapije, ki iz njih izhajajo, neposredno povezani tudi z radikalnim podaljševanjem življenja oziroma odprave staranja, ravno zato, ker so omenjeni procesi tesno povezani in prepleteni.

Med primere znanstvenih in medicinskih odkritij zadnjih desetletij, ki kažejo na zelo verjetno nadaljevanje trenda podaljševanja življenjskega razpona ter potencialno tudi na radikalno podaljšanje zdravega življenjskega razpona, spadajo med drugimi tudi sledeči dosežki (Faloon 2007: 9):

- zmožnost uspešne presaditve ledvic, src, jeter, ter drugih organov in tkiv, iz enega človeka v drugega;
- razvoj mikromrež (genskih čipov) za merjenje genske ekspresije pri glodalcih in ljudeh;

- podaljšanje maksimalnega življenjskega razpona do 50% pri podganah, miši in psih s kalorično restrikcijo, ter začetni poskusi, ki kažejo, da bi ta pristop lahko deloval tudi pri opicah in ljudeh[10];
- podaljšanje maksimalnega življenjskega razpon do 50% s sprožitvijo mutacije enega samega gena v Ames in Snell pritlikavih miših;
- dokazi, da spremembe peščice specifičnih genov lahko podaljšajo življenjski razpon pri kvasovkah, mušicah in verjetno miših, ter da imajo ti geni ustreznike pri človeku;
- dokazi, da izvleček grozdnih semen z resveratrolom lahko vpliva na zgoraj omenjene gene na način, ki povzroča profil genske ekspresije, podoben modelom miši s podaljšanim življenjem pri kalorični restrikciji;
- kloniranje mnogih vrst, vključno z mišmi, ovcami in mačkami, ter obsežnimi dokazi, da je kloniranje mogoče tudi pri ljudeh;
- odkritje totipotentnih embrioničnih izvornih celic, ki jih je potencialno mogoče preoblikovati v vse možne vrste odraslih celic, kakor tudi v kompleksna tkiva in organe za zdravljenje bolezni in pomlajevanje ostarelih ljudi;
- napredovanja pri uporabi odraslih izvornih celic za pomoč pri zdravljenju bolezni in popravilu poškodb;
- razvoj nadzorovanih sistemov za dostavo zdravil, ki nudijo večjo učinkovitost z manj stranskih učinkov, kot pri tradicionalnih sistemih za dostavo zdravil, kamor spadajo tablete, kapsule in injekcije, nadaljnji razvoj na tem področju pa bi lahko vodil do vsadljivih nadzorovanih sistemov za dostavo učinkovin, ki bi omogočali optimalno delovanje temeljnih bioloških sistemov, kot sta nevroendokrinski in imunski sistem.

Nekatera izmed teh odkritij so seveda še vedno v fazi razvoja, nimajo ustreznika pri človeku, ali pa imajo znatne negativne stranske učinke. Vendar pa moramo upoštevati, da večina novih izdelkov in tehnologij napreduje skozi v tretjem poglavju predstavljene faze življenjskega cikla posamezne tehnologije, preden dosežejo večjo dodelanost, učinkovitost in varnost.

Razvoj personalizirane medicine, ki bo verjetno predstavljal enega izmed večjih premikov na področju zdravstva v prihodnjih letih, bo omogočal prikrojitev postopkov zdravljenja in zdravil glede na analizo posameznikovih genetskih posebnosti.

[10] Kalorična restrikcija predstavlja zmanjšanje bazične dnevne količine kalorij do 33%, medtem, ko mora biti preostala zaužita prehrana izredno bogata z mikrohranili (glej CRS 2008).

Genetika posameznikov se namreč razlikuje in tveganje za močne negativne reakcije na zdravila, ki so varna za večino, so pri nekaterih odstopajočih posameznikih velika. Poleg tega bi prikrojitev odmerkov posameznih učinkovin glede na specifiko posameznikovega zdravstvenega stanja povečala učinkovitost zdravil ter zmanjšala stranske učinke, kar bi posledično vodilo tudi v večjo varnost zdravil za vse paciente oziroma uporabnike[11].

S tem je povezana tudi zmožnost dekodiranja in analize posameznikovega genoma, ter vzpostavitev korelacij z genetskimi variacijami, ki povečujejo ranljivost posameznika za razvoj določene bolezni ali degenerativnega stanja. Nov projekt, v katerem med drugimi sodeluje tudi National Human Genome Research Institute iz ZDA, je usmerjen v proučevanje interakcij med geni in okoljem, s ciljem povezati genetske variacije več deset tisoč posameznikov z dejanskimi tveganji za zdravje v povezavi s faktorji, kot so krvni tlak, zdravila, življenjski način in prehrana (Singer 2008).

Projekt osebnega genoma, ki ga vodi George Church, ima za cilj vzpostavitev korelacij med posameznimi genetskimi sekvencami in posameznimi fizičnimi značilnostmi, vključno z bolezenskimi tveganji in osebnostjo, z namenom vzpostaviti podatkovno bazo genomov in fenomov 100.000 udeležencev (Goetz 2008). Revija Wired je pred kratkim objavila nasvete o tem, kako lahko posameznik preveri, če njegov genom vsebuje genetske anomalije, povezane z dovzetnostjo za specifične bolezni. Tako so na voljo obisk pri genetskem svetovalcu, skeniranje genoma pri spletnih podjetjih za genetsko testiranje ali pa nakup opreme in analiza genoma v lastnem domu (Wired 2008). Kljub temu, da so stroški pri vseh treh opcijah še vedno visoki, se obseg in natančnost analize povečuje sorazmerno z upadanjem cene, zanimivo pa je tudi, da je večino potrebne opreme za omenjeno analizo dejansko mogoče kupiti. V Kaliforniji se trenutno nahaja največ novo nastalih podjetij, ki ponujajo analizo za najpogostejšimi genetskimi mutacijami. Kar nekaj vznemirjenja je dvignil nedavni regulativni poseg zvezne države, ki je omenjenim podjetjem prepovedal opravljanje analiz in dostavo rezultatov, če je naročilo oddal posameznik in ne njegov zdravnik (Pollack 2008; Bailey 2008). S tem so se znova odprla vprašanja o pravici posameznika za dostop do lastnih

[11] S tem je povezan že prej omenjeni trend zahtev, ki opozarjajo na nujnost spremembe prevladujočega odnosa med pacientom in zdravnikom. To razmerje naj bi se pomikalo proč od paternalizma, v odnos, ki ga označuje timsko delo in osredotočenost na specifično stanje pacienta oziroma stranke. Vedno bolj aktivni in informirani potrošniki zdravstvenih storitev, ki vztrajajo pri pravici do izbire v medicinskem kontekstu, bodo ta trend najverjetneje še naprej spodbujali (Bostrom in Sandberg 2006).

zdravstvenih informacij, pokroviteljskem odnosu zdravstvenih institucij, ter zagotavljanju varnosti neinformiranih uporabnikom[12].

Področje nanomedicine, ki je šele v začetni fazi razvoja, pa predstavlja aplikacijo nanotehnoloških odkritij in izdelkov v medicinske namene. Proizvedene nanonaprave in strukture bi bilo mogoče uporabiti v človeških bioloških sistemih na molekularnem nivoju, za opazovanje in popravila, na primer poškodovanih tkiv, kot so kosti, mišice, ali živci. Večina sodobnih medicinskih orodij je prevelikih in zato pri njihovi uporabi pogosto prihaja do postranske škode, na celičnem nivoju pa niso dovolj majhna, da bi z njimi lahko manipulirali drobne sestavne dele celic. Z bolj specifičnimi in natančnimi orodji, bi bilo mogoče lažje zdraviti in diagnosticirati bolezni, ki se pogosto povezujejo s staranjem, ko so na primer bolezni srca in različne oblike raka. Naprave nanometrskih velikosti pa bi bile približno enakih velikosti kot biološke molekule in strukture znotraj živih celic (Windham 2007: 66).

V kratkoročnem obdobju je na področju nanomedicine že prišlo do razvoja prvih aplikacij, kot so kemikalije, metode dostave, zdravila in diagnostična orodja. V komercialni prodaji se že nahaja nov dostavni mehanizem, ki uporablja lipidne sfere, velike 100 nm, v katere je mogoče oviti specifično zdravilo proti raku, s tem pa je močno olajšana njegova dostava v celico. Dendrimeri, umetne molekule, velikosti beljakovin, ki bi lahko dostavljale zdravila na precizno določena mesta, so že povečale učinkovitost in varnost izvajanja genske terapije v raziskovalnih laboratorijih. Nanolupine, z zlatom obložene steklene kroglice, se lahko, povezane s protitelesi, kopičijo na tumorjih, z obsevanjem telesnega predela z infrardečo svetlobo pa se ti nanodelci segrevajo, kar omogoča uničenje tumorjev brez škode zdravemu tkivu. Kvantne pike, majhne polprevodne naprave, ki oddajajo določeno valovno dolžino svetlobe, je mogoče uporabiti kot sledilne in diagnostične naprave, saj lahko prodrejo skozi kožo in tkivo ter začnejo oddajati signale, če naletijo na rakave celice. Za razliko je danes pri diagnosticiranju raka limfnih žlez potrebno izrezati in secirati več limfnih žlez, da bi odkrili

[12] Biolog Lee Silver s Princetona, je zapisal: "Kalifornijsko ministrstvo za zdravje meni, da je nevarno, če vidim te informacije o sebi brez dovoljenja zdravnika. /…/ Lahko vam povem, da nekdo, ki je pripravljen plačati 1.000 dolarjev za datoteko, ki vsebuje 500.000 vrstic s kopico črk in številk, ve več o genetskem pomenu teh znakov kot 99,9% zdravnikov v tej državi...". Silver nadaljuje, da je natančnost testov, ki jo navajajo regulativne institucije kot razlog za regulacijo omenjenih podjetij, skoraj 100%, v vsakem primeru mnogo višja kot zdravstveni nasveti in informacije, ki se vsak dan prosto pojavljajo v medijih. Meni tudi, da nasprotovanje izvira predvsem iz strahu zaradi zatona svetovnega nazora, da geni niso pomembni, kar bo razvoj zasebnih genetskih testov prav gotovo povzročil (Silver v Bailey 2008).

maligni tumor. Kvantne pike pa bi bile lahko uporabne tudi kot strukturne konstrukcije pri inženiranju tkiv (Windham 2007: 67).

V dolgoročnem obdobju pa je potencialno mogoč razvoj programabilnih medicinskih nanonaprav in nanorobotov za zdravstvene posege na celičnem in molekularnem nivoju, kjer bi lahko odstranjevali prepreke kroženju krvi v krvnem obtoku, uničevali rakave celice ali nadzorovali organele v celicah (Windham 2007: 68). Robert A. Freitas Jr. je na primer oblikoval teoretične zasnove za respirocite, umetne mehanične rdeče krvničke, ki bi lahko dostavile 236-krat več kisika v tkivo kot naravne rdeče krvničke, ter brez dihanja vzdrževale oskrbo telesa s kisikom več kot eno uro. Zasnoval je tudi teoretične mikrobivorje, umetne bele krvničke, ki bi potovale po žilah in iskale patogene, pri tem pa bi bile mnogo odpornejše in učinkovitejše pri spopadanju z virusi, bakterijami ali drugimi škodljivimi snovmi. Na voljo je kar nekaj virov, ki tehnično obravnavajo različne vidike delovanja potencialnih nanomedicinskih naprav v človeškem telesu (glej Freitas 1999).

V preteklih letih pa se je pričela večati tudi razpoznavnost in legitimnost raziskovalnih programov ter ustanov, ki imajo odpravo staranja za eksplicitni cilj. Najbolj radikalen in kontroverzen pristop predstavlja raziskovalni program strategij za inženirano neznatno staranje (Strategies for Engineered Negligible Senescence), ki ga je oblikoval biolog Aubrey de Grey s Cambridgea. Njegov program obsega sedem različnih pristopov, ki naj bi združeno omogočili pomlajevanje posameznikov, tudi ljudi, ki bi ob času, ko bi terapije postale razpoložljive, že dosegli visoko starostno dobo. Opredeljen kot inženirski pristop, naj bi SENS predstavljal vmesno alternativo gerontologiji in geriatriki, kot strategija, ki združuje orodja in pristope obeh omenjenih znanosti. Sestavni deli programa so navedenih v tabeli 4.1[13], skupaj s potencialnimi rešitvami omenjenih poškodb, ki so povezane s staranjem.

Tabela 4.1: SENS pristopi za odpravo staranja

Poškodba	**Mogoče popraviti ali narediti neškodljivo**

[13] SENS pristop ni tako preprost, kot je morda videti v tabeli 4.1. Vsak del programa je zelo podrobno razdelan in sestavljen iz množice različnih raziskovalnih pristopov. Za podrobnosti glej (de Grey 2007; de Grey in Rae 2007). SENS raziskave in program se financirajo preko neprofitne ustanove Methuselah Foundation (Methuselah Foundation 2008), ki se vzdržuje iz prostovoljnih prispevkov. Del sredstev, ki trenutno znašajo okrog enajst milijonov dolarjev, se namenja neposredno SENS raziskavam, del pa razvoju terapij, ki s katerimi bi izvedli pomlajevanje ostarelih miši s SENS terapijami. De Grey predvideva, da bi bilo mogoče terapije, ki bi delovale na miših, v desetletju ali dveh uspešno prenesti tudi na ljudi.

Izguba celic, celična atrofija	Celična terapija, večinoma
Navlaka zunaj celic	Fagocitoza preko imunske stimulacije
Navzkrižne povezave zunaj celic	Encimi/molekule, ki razbijajo AGE (končne proizvode napredovane glikacije)
Na smrt odporne celice	Samomorilski geni, imunska stimulacija
Mitohondrijske mutacije	Alotopična ekspresija 13 beljakovin
Navlaka znotraj celic	Transgenski mikrobni encimi
Jedrne mutacije (samo rakave so pomembne)	Odstranitev gena telomeraze/ALT, povezana s periodičnim presajanjem izvornih celic

Vir: de Grey in Rae (2007): 43.

Leta 2005 je revija Technology Review z Massachussets Institute of Technology de Greyev pristop označila kot psevdoznanost in razpisala 10.000 ameriških dolarjev nagrade za prispevek molekularnega biologa z objavami na področju biogerontologije, ki bi dokazal, da je SENS tako napačen, da si ne zasluži učene obravnave. Methuselah Foundation, neprofitna organizacija, povezana s SENS ter financiranjem drugih raziskav za radikalno podaljševanje življenja, je nagradi dodala enako vsoto. Za ocenjevanje prispevkov so zbrali komisijo strokovnjakov, med katerimi je bil tudi J. Craig Venter, ki je razvil novo obliko sekvenciranja, katera je močno pospešila dokončanje Projekta človeški genom. Komisija je vse tri prejete prispevke zavrnila kot neuspešne pri poskusu, da bi ovrgli SENS na podlagi neznanstvenosti[14]. Uredništvo Technology Review je kljub temu podelilo svoj del nagrade prispevku Estepa in drugih "za skrbno akademsko delo" (Perrott 2006). Če so SENS pristopi in teorije napačni, bosta pokazala čas in napredovanje raziskav na področju biogerontologije, vendar pa je napačno zavreči nove hipoteze že *a priori*, brez ustrezne znanstvene obravnave, samo zato, ker postavljajo pod vprašaj probleme ali kategorije, ki so do tedaj veljale za "nespremenljive". Mnoge znanstvene teorije in področja, ki se danes sprejemajo kot uveljavljena, so namreč ob svojem nastanku veljala za mejno znanost.

Seveda pa SENS ni edini pristop, ki je usmerjen v proučevanje in manipuliranje procesov staranja. Kot sta zapisala Leonard Guarente in Cynthia Kenyon, se je področje proučevanja staranja v zadnjem desetletju popolnoma preoblikovalo. S spremembo posameznih genov, živali, ki bi se morale postarati, ostanejo mlade. Pri ljudeh bi bili takšni mutanti ustrezni devetdesetletniku, ki se počuti in je videti kot petinštiridesetletnik. Na tej osnovi se pričenja

[14] Članki in uredniško pismo, ki jih je odgovorni urednik Technology Review, Jason Pontin, prvotno objavil v aprilski izdaji revije leta 2005 v zvezi s SENS pristopom, niso vsebovali znanstvenih ugovorov, niti niso bili usmerjeni neposredno v SENS, temveč so v večji meri predstavljali oseben napad na de Greya, z vrsto žaljivk na njegov precej nekonformističen zunanji izgled.

staranje obravnavati kot bolezen, ki jo je mogoče ozdraviti, oziroma vsaj zadržati. Področje staranja se bliskovito širi, ker so mnogi navdušeni nad obeti iskanja in odkrivanja vzrokov staranja ter morda celo samega izvira mladosti (Guarente in Kenyon 2000: 255-262).

4.2.1.2 Moralnost in naravno

Druga kategorija ugovorov obsega argumente, ki temeljijo na specifičnih moralnih ali filozofskih sistemih prepričanj oziroma predpostavk in se pogosto opirajo na koncept "naravnega".

Argumenti proti spreminjanja nečesa, kar naj bi bilo naravno, v tem primeru človeškega življenjskega razpona, se uporabljajo tudi proti radikalnemu podaljševanju življenja. Kot trdi Leon Kass, bi človeško življenje, podaljšano daleč preko svojega naravnega razpona, ostalo brez smisla, ker bi med drugim izgubilo tudi čut za lepoto. Izvor lepote naj bi tako izhajal iz netrajnosti objekta in tudi subjekta; tako naj bi bila roža lepa, ker opazovalec ve, da bo sčasoma ovenela, enako kot sončni zahod, ki vsakič traja le kratek čas (Anissimov 2003). Kot odgovor na to se lahko vprašamo, če objekti, ki so dokaj trajni preko dolgih geoloških razponov, kamor spadajo na primer gore, niso lepi. V tem smislu so brez lepote tudi kozmični objekti, na primer Luna, zvezde, ali galaksije, katerih trajnost bi v primerjavi s sedanjim človeškim življenjskim razponom nekoliko poetično lahko označili za "večno". Kass poleg tega dodaja, da bi nas prizadevanje za popolnimi telesi in nadaljnjim podaljševanjem življenja odvrnilo od polnejšega uresničevanja teženj h katerim naša življenja naravno kažejo: živeti dobro, namesto, da bi zgolj ostali živi. Kadar se govori o podaljševanju življenja, se včasih domneva, da gre pri tem zgolj za ohranjanje življenjskih funkcij za vsako ceno, ne pa tudi za podaljševanje zdravega življenjskega razpona. Kot je bilo predhodno omenjeno, pa je to faktor, ki zaseda osrednje mesto pri prej obravnavanih prizadevanjih.

Bill McKibben se pri svojem nasprotovanju podaljševanju življenja prav tako opira na koncept naravnega. Kot pravi, je zadovoljen s telesom, ki ga ima, ter z vsemi omejitvami tega telesa, vključno z dejstvom, da bo umrlo. Življenje, ki ne bi bilo inherentno omejeno s smrtjo zaradi starosti, bi bilo po njegovem oropano smisla. Ljudje ne bi več imeli priložnosti, da se žrtvujejo za svoje otroke, prav tako pa ne bi bilo razloga za dokončanje velikih življenjskih del ali dosežkov, če nad posameznikom ne bi nenehno visel dobesedni končni rok smrtnosti. Tako naj bi bil smisel življenja nekaj, kar neposredno izhaja iz smrtnosti; omejen življenjski

razpon motivira ljudi, da modro porabijo svoj čas, skozi ta občutek nujnosti pa naj bi bili sposobni razviti svoje najboljše lastnosti. Celo "vrline", kot so pogum, junaštvo, žrtvovanje in ustvarjalnost, naj bi izhajale iz zavesti, da je naš čas omejen. Podaljševanje življenja bi tako ustvarilo prebivalstvo, ki bi bilo leno, razvajeno, ravnodušno in sebično. Omejen življenjski razpon naj bi nam tudi zagotavljal moralnost ter celo samo potrebo po moralnosti. V tem smislu so lastnosti, kot so vrline in moralnost, neposredno povezane z našim stanjem ranljivih, prehodnih entitet ter z načinom, kako trpimo in se žrtvujemo. V tem oziru imata omejen življenjski razpon in smrt družbeno funkcijo. Samo-žrtvovanje, smrt v boju ali vzdrževanju reda, tako imenovane častne smrti, so del prevladujočega družbenega delovanja (Dworsky 2008).

V primeru radikalno podaljšanega življenja, naj bi ljudje postali močno konservativni in nenaklonjeni tveganjem. Tok sklepanja v tem primeru trdi, da so ljudje, katerih pričakovani življenjski razpon je na primer 80 let, mnogo bolj naklonjeni tveganjem, kot pa ljudje, katerih hipotetični življenjski razpon bi bil na primer 200 let. V tem primeru se predpostavlja tudi, da prizadevanja za podaljševanje življenja delujejo proti naravnim ciklom rojstva in smrti in da bi z odpravo staranja stopili tako daleč izven "naravnega reda", da se ne bi več mogli smatrati za ljudi. Tehnološke intervencije, ki bi močno podaljševale življenje, bi nas na nek način dehumanizirale, oziroma povzročile, da bi "bili manj, kot smo sedaj".

Kot je bilo že predhodno prikazano, je koncept "naravnega človeškega življenjskega razpona" zelo težko opredeliti. Kar se najbolj približa temu konceptu je že prej omenjena povprečna življenjska doba 20 do 34 let, vendar pa je verjetno dokaj malo ljudi, ki so se, soočeni z degenerativnimi boleznimi in staranjem, pripravljeni odpovedati terapijam za "nenaravno" podaljševanje življenja, katere bi lahko izboljšale njihovo stanje, če so jim omenjena sredstva seveda na razpolago.

Razmišljanju o skrajno konservativni družbi, ki je nenaklonjena vsakršnim tveganjem lahko oporekamo argumentom, da se je človeška življenjska doba skozi zgodovino že radikalno podaljšala, pri tem pa se je naklonjenost do tveganih dejavnosti, še posebej prostovoljnih in prostočasnih, prej povečala kot pa zmanjšala. Odpor ali naklonjenost tveganjem sta tako v večji meri odvisna od družbenega stanja, vrednot in preferenc posameznika, kot pa od njegove pričakovane življenjske dobe. Če pa sprejmemo trditev, da so posamezniki z daljšim pričakovanim življenjskim razponom manj naklonjeni tveganjem, pa bi lahko trdili, da bi se v

tem primeru zmanjšalo tudi število destruktivnih dejanj posameznikov ter, da bi dolgoživi posamezniki ravnali in razmišljali bolj odgovorno in dolgoročno, če lahko pričakujejo, da bodo v svetu, v katerem delujejo, še dolgo prisotni.

Z idejo, da z napredkom sodobne znanosti in tehnologije človeške družbe in posamezniki postajajo vedno manj moralni in v mnogih pogledih slabši od preteklih obdobij, bi se mnogi morda hitro strinjali, vendar pa že bežno poznavanje zgodovine različnih človeških kultur in družb pokaže, da takšno razmišljanje ni nič novega. V ortodoksni judovski tradiciji že več tisoč let obstaja prepričanje, da se stanje poslabšuje z vsako sledečo generacijo. Popolnost judovske postave je bila dosežena v trenutku, ko naj bi Bog Mojzesu neposredno podelil zakone in pravila za delovanje posameznika in družbe, z vsako naslednjo generacijo pa je del te popolne modrosti izgubljen, ker se družba s časom odmika od tega trenutka popolnosti in od tod torej tudi domnevna regresija s potekom časa. Podobno razmišljanje je bilo prisotno v mnogih kulturah in družbah. Že v času cesarske Kitajske, antične Grčije in kasneje v obdobju Rimskega cesarstva, so mnoge javne osebnosti ter takšni ali drugačni misleci v različnih časovnih obdobjih objokovali moralno degradacijo mlajših generacij ter propadanje družbe v primerjavi z nekdanjo "zlato dobo"[15]. Podobni pogledi so se pojavljali vse do danes, pogosto pa se še vedno ohranjajo kot "intuitivno" prepričanje tudi pri državljanih sodobnih sekularnih demokracij, v ideji, da je bila preteklost na nek način mnogo boljša od sedanjosti.

Občasno se trdi tudi, da bi bilo radikalno podaljšano življenje, brez smrti zaradi staranja, nesmiselno, ker bi bili vsi življenjski projekti sčasoma dokončani ali pa opuščeni[16]. Tu bi znova lahko trdili, da bi moral biti že "naravni" povprečni človeški življenjski razpon 20 do 34 let dovolj za dokončanje vsega, kar bi želeli doseči v življenju. Bostrom in Roache temu argumentu na primer ugovarjata s trditvijo, da tudi danes obstaja množica življenjskih načinov, posvečenih igranju računalniških iger ali gledanju televizije, ki jih nekateri smatrajo

[15] Vendar pa imamo ohranjene zapise tudi o nasprotnih pogledih. Zgolj kot primer, je rimski cesar Klavdij v 50. letih našega štetja v svojem nagovoru rimskih vojakov pred bitko poudarjal, naj se ne imajo za slabše od legendarnih bojevnikov pred Trojo, da njihove veščine in oprema niso nazadovali, temveč, da presegajo preteklost (glej Graves 1989).

[16] Takšno argumentiranje za nasprotovanje podaljševanju življenja uporablja tudi bioetik Daniel Callahan. Sklicuje se na besede rimskega stoika Seneke, ki je trdil, da težava ni v prekratkem življenju, temveč v tem, da ga večino porabimo za nepomembne stvari. Življenje naj bi bilo samo po sebi dovolj dolgo za dokončanje vseh pomembnejših projektov, ki si jih človek lahko zastavi. Callahan tako nadaljuje, da je to veljalo, ko je bila povprečna življenjska doba 30 let in da velja še danes. Kljub temu pa Callahan ne vztraja, da bi se morali zaradi tega odpovedati že uveljavljenim medicinskim posegom, ki "nenaravno" podaljšujejo življenje preko teh 30 do 40 let (Brayton 2008).

za nesmiselne, vendar jih družba kljub temu dopušča, dokler ne škodujejo drugim. Obenem je večina življenjskih projektov zastavljena z upoštevanjem trenutne pričakovane življenjske dobe. V primeru radikalno podaljšane življenjske dobe bi bilo mogoče začeti projekte, ki so s trenutnim pričakovanim življenjskim razponom le težko ali pa v celoti neizvedljivi (Bostrom in Roache 2008: 5).

Prizadevanjem za radikalno podaljševanje življenja in opravo staranja se včasih ugovarja tudi z argumentom, da gre pri tem za naiven poskus doseganja (ne)mogoče fizične nesmrtnosti. Kot pri mnogih stvareh je tudi v tem primeru ključno, kako definiramo posamezne izraze in kakšno vsebino posamezni pojmi zajemajo. Hipotetična odprava procesov staranja in iz njih sledeče smrti, bi v določenem smislu sicer pomenila dosego ne-smrtnosti, torej odpravo *smrti, ki jo povzroči staranje.* Vendar pa bi bilo v primeru SENS in še nekaterih sorodnih pristopov posameznika za to potrebno v rednih intervalih podvreči terapijam pomlajevanja, ki bi vsakič znova odpravile akumulirano škodo, katera bi sicer z napredovanjem časa vseeno povzročila smrt zaradi staranja. Podobno lahko na primer z antibiotiki ozdravimo posamezno bakterijsko okužbo, ki bi v nasprotnem primeru morda lahko bila smrtonosna, vendar pa se moramo s potekom časa vsakič znova spopadati z novimi okužbami, ki so morda trdovratnejše in terjajo drugačne, zahtevnejše terapije kot predhodne.Vprašljivo je, če bi bile enake terapije enako uspešne pri odpravi škode v vsakem sledečem obdobju življenja posameznika, vendar pa bi bilo v vmesnem obdobju potencialno mogoče razviti še bolj dodelane terapije, ki bi nato znova omogočile podaljšanje življenja za še eno obdobje, in tako naprej. Kako dolgo bi bilo posamezno življenje na takšen način mogoče podaljševati in kakšne nepredvidene težave bi se pri tem pojavile, seveda ni mogoče vedeti vnaprej. Obstajajo sicer tudi teoretična razmišljanja o tem, kako inženirati človeške biološke sisteme na način, da bi avtomatično odpravljali in popravljali škodo, na primer z uporabo naprednih nanomedicinskih robotov, vendar tudi to ne bi pomenilo, da bi lahko dosegli fizično neuničljivost ne glede na morebitne nesreče, namerne poskuse uboja ali pa prostovoljno odločitev posameznika za prenehanje življenja.

Pogosto se morda zdi, da ti argumenti proti podaljševanju življenja izhajajo iz sekularnih ali na naravi temelječih osnov, vendar pa je pri skoraj vseh mogoče zaslediti namigovanja na neko metafizično realnost, ki obstaja ločeno od tega "materialnega" sveta. Kass v svojih delih na primer konsistentno omenja človeško dušo, katere nezadovoljstva ni nikoli mogoče potešiti s prizadevanjem za materialnimi rešitvami (Kass 2003). Medtem, ko Kass svoje izhodišče sicer označuje kot sekularno filozofijo, je takšne trditve zelo lahko interpretirati v smislu

izpolnitve hrepenenj po smrti, v primeru takšnega prepričanja pa seveda ni nobene potrebe po prizadevanjih za radikalno izboljšanje "tuzemskega" stanja, če nas materialno nedosegljiva popolnost že pričakuje na "drugi strani solzne doline"[17]. Kjer Kass vidi edino obrambo pred propadom družbe in posameznika zaradi znanstvenega in tehnološkega napredka v tradicionalni, avtoritarni moralnosti, ki se napaja iz judovsko-krščanskih religioznih tradicij, pa Steven Pinker piše, da moralnost korenini v izmenljivosti pogledov, v dejstvu, da inteligentni družbeni agent, ko se sooča z drugimi takšnimi agenti, nima osnov, na podlagi katerih bi lahko privilegiral svoje interese pred interesi drugih. Rastoč iz prirojenega jedra empatije, se je moralnost razširila s kozmopolitsko zavestjo, ki posameznike spodbuja, da se poskušajo postaviti v čevlje ljudi, ki so drugačni od njih (Pinker 2007).

Pri McKibbenu se sicer zdi, da izhaja iz "materialne" interpretacije naravnega sveta, brez potrebe po metafizičnem "onostranstvu". Človek je po njegovi interpretaciji del narave in z njo tudi neločljivo povezan (čeprav je očitno na nek drug način vseeno ločen od narave, domnevno ravno z razvijanjem znanosti in tehnologije, kar mu jemlje njegovo "človečnost"). Kljub vsemu pa se tudi tu pojavljajo implicitna namigovanja na neko "posmrtno" nadaljevanje obstoja. Sestavni deli, ki tvorijo človeške biološke sisteme, se tako po smrti vrnejo v naravo in "znova zaživijo" kot del novih živih bitij ali naravnih objektov. Takšna romantična predstava se pogosto interpretira v smislu, da del naše osebnosti, razuma ali morda duše, na ta način živi naprej, ne upošteva pa se, da je s tem razpadom telesnih sistemov in njihovo vključitvijo v nove strukture, izgubljeno ravno tisto, kar je najpomembnejše, namreč vzorec, v katerega so bili ti sestavni deli prej povezani in da je ta vzorec tisto, kar povzroča emergenco specifičnega človeškega razuma v kompleksnem dinamičnem sistemu, ki ga tvori človeško telo.

4.2.1.3 Negativni družbeni in politični trendi

[17] Kass je med drugim pozival tudi k ponovnemu sprejetju nekaterih "formalnih" oblik vedenja v javnosti, ki verjetno uživajo mnogo manjšo podporo kakor njegovi argumenti proti človeškemu izboljševanju. Tako je na primer lizanje sladoleda v javnosti označil za skrajno žaljivo obliko vedenja, "mačkam-podobno dejavnost", prav tako je obsodil uživanje hrane brez jedilnega pribora, "psom-podobno hranjenje", ter na splošno tudi žaljivost uživanja hrane v javnosti. Vse te oblike vedenja naj bi bile znak pomanjkanja samo-nadzora ter prepuščanja nagonom, pri posamezniku pa naj bi vzbujale inherentni gnus in odpor, enako kot tehnologije izboljševanja (Kass 1999: 148-149).

Tretja kategorija ugovorov zajema argumente, ki opozarjajo na potencialne negativne družbene in politične trende, ki bi jih lahko sprožile nove tehnologije in izdelki ter ki, gledano z racionalno-humanističnega zornega kota, morda odpirajo najtehtnejše dileme.

Najpogostejši argument v tej kategoriji je gotovo strah pred naglim večanjem števila starejšega prebivalstva in iz tega sledečimi negativnimi vplivi na družbo. Slednja bi med drugim lahko povzročila tudi povečano obremenitev zdravstvenega in socialnega sistema ter potencialni zlom pokojninskih skladov. Francis Fukuyama je pri tem na primer opozoril, da tvegamo stvaritev "svetovnega doma za ostarele", naseljenega s starajočimi se, nesrečnimi in onemoglimi ljudmi, ki mladim odžirajo vire, da bi se sami ohranili pri življenju (Dworsky 2008).

Morda je smiselno znova ponoviti, da gre pri konceptu podaljševanja življenja za daljšanje zdravega življenjskega razpona[18], saj radikalno povečanje življenjske dobe brez odprave staranja najverjetneje ni mogoče, medtem ko so dandanes starejši v dodatnih letih, ki jih trenutno omogoča sodobna medicina, pogosto nezmožni dela in odvisni od državne ter zdravstvene podpore. Aubrey de Grey navaja, da povprečna oseba v razvitem svetu porabi več zdravstvenih virov v svojem zadnjem letu, kot v celotnem dotedanjem življenju, ne glede na starost ob smrti. Če bi bilo mogoče odpraviti to obdobje slabljenja in starosti, bi bili družbeni prihranki lahko zelo visoki (de Grey in Rae 2007: 8), le-te pa bi bilo mogoče preusmeriti v druga področja.

S podaljšanim zdravim življenjskim razponom pa bi ti posamezniki lahko dodatno finančno, intelektualno in kulturno prispevali k družbenemu napredku. Poleg tega William Nordhaus ocenjuje, da je bilo izboljšanje zdravstvenega stanja, še posebej dolgoživosti, eden izmed največjih prispevkov k povprečnemu življenjskemu standardu v ZDA v 20. stoletju (Nordhaus v Bostrom in Roache 2008: 7). Utemeljitev, da je starejši populaciji legitimno odrekati sredstva, je torej povezana z domnevo, da večina tega segmenta potem, ko preseže določeno starost, ni več sposobna aktivnega dela, ter je tako odvisna ali od pokojnin ali pa od državne

[18] Dick Pelletier (2008) na primer radikalno podaljševanje življenja opredeljuje kot: "Neprekinjeno živeti v zdravem telesu, dokler ne izberem smrti; ne umreti zaradi bolezni ali staranja." V primeru razvoja postopkov za radikalno podaljšanje življenja ali celo odpravo staranja, pa se odpira vprašanje pravice zdravega posameznika, da se odloči za končanje lastnega življenja. To vprašanje je že danes močno polemizirano v razpravi o evtanaziji, sklepi teh razprav pa bodo predstavljali temelje za nadaljnje razmišljanje o pravici posameznika do razpolaganja z lastnim življenjem.

podpore. V primeru, da bi napredne terapije ostarelim povrnile nekdanjo mladostno vitalnost, pa bi se bila ta populacija znova sposobna samostojno vzdrževati.

Zaskrbljenost, da bi radikalno podaljševanje življenja vodilo v prenaseljenost ter v povečano tekmovalnost za omejene vire, izhaja iz maltuzijanskih teorij o rasti prebivalstva, opira pa se na dve temeljni predpostavki. Prva je skrb, da bi obstoječi ljudje živeli dalj časa, druga pa, da bi dalj časa živeči ljudje imeli večje število otrok.

Bostrom in Roache navajata podatke o upadanju rasti prebivalstva v razvitih državah, ki je povezano s povečevanjem življenjskega standarda in boljšim izobraževanjem. Izboljševanje življenj ljudi v državah v razvoju tako predstavlja boljše sredstvo za spopadanje s prenaseljenostjo, kot zadrževanje prizadevanj za podaljševanje življenja, še posebej glede na to, da bodo metode za podaljševanje življenja najprej na voljo v razvitih državah, kjer število prebivalstva že upada. Do povečanega števila otrok pa najverjetneje ne bi prišlo, razen če bi se podaljšala plodna doba moških in predvsem žensk. Vendar je tudi v tem primeru, na primer v ZDA, že opazen trend vedno višje starosti žensk z višjo izobrazbo ob rojstvu prvega otroka, ki je sicer omejena z upadanjem plodnosti. Če bi se razpon plodne dobe povečal, je mogoče pričakovati podaljšanje tega trenda, kar bi povzročilo manjše število rojstev na leto, daljše življenje ljudi zaradi radikalnega podaljšanja življenjskega razpona pa bi povzročilo manjše število smrti na leto. Kljub takšnemu sklepanju je dejanske populacijske vplive težko predvideti, vendar pa so namesto prepovedi podaljševanja življenja mogoče tudi drugačne politike, kot na primer javne politike, po katerih bi se prejemniki radikalnega podaljševanja življenja strinjali, da omejijo število svojih otrok (Bostrom in Roache 2008: 6-7).

Morda najmočnejši argument nasploh predstavlja potencialno povečanje že obstoječih ter nastanek novih družbenih neenakosti. Kot piše George Dworsky (2008), se domneva, da bodo intervencije za podaljševanje življenja drage, ter tako dosegljive samo bogatim. V tem primeru bi lahko prišlo do ponovne spremembe tako rasnih kot razrednih postavitev, ter do nastanka še bolj razdeljenega sveta s paralelnimi populacijami in popolnoma novimi razredi. V svetu starejših ljudi, ki bi trajno ostajali fizično in psihološko vitalni, bi postali demografija delovnega mesta in vprašanje upokojitve še pomembnejši. Kako bi mlajše generacije prišle do položajev večje avtoritete, če starejšim generacijam ne bi bilo potrebno predati svojih vlog? V svetu radikalno podaljšanega zdravega življenjskega razpona, bi ljudje, ki si lastijo avtoriteto, bogastvo in moč, le-te lahko ohranjali za nedoločen čas. Lahko bi se pojavile težave

generacijske nadvlade. Tirani sčasoma ne bi umrli. Elite ne bi odstopile svojih položajev v gospodarstvu ali politiki. Lahko bi prišlo do nezlomljivih monopolov in koncentracije virov v rokah peščice ljudi.

Obstaja pa tudi grožnja znanstvene in kulturne stagnacije. Odprava smrti bi tako lahko odpravila tudi družbeno koristne mehanizme. Število novih idej in pristopov bi se lahko zmanjšalo, hitrost uvajanja novih paradigem in spoznanj bi se lahko upočasnila. Dworsky na primer navaja Maxa Plancka, ki je dejal, da se nova znanstvena resnica ne uveljavi, ker bi prepričala nasprotnike, temveč ker njeni nasprotniki sčasoma umrejo, odraste pa nova generacija, ki ji je nova resnica domača. Podobno je v kontekstu družbenih sprememb vprašanje istospolnih porok kulturno razdeljeno skoraj izključno vzdolž demografskih linij, kjer se starejša generacija glede tega počuti zelo neprijetno, mlajši generaciji pa je to nekaj "normalnega". Potencialno bi zaradi takšnih težav torej lahko prišlo do kulturne in družbene stagnacije.

Vprašanja prenaseljenosti in okoljske nevzdržnosti so prav tako pogosta. Edward O. Wilson, je izračunal, da bi bile za to, da bi vsi danes na svetu živeči ljudje dosegli trenutne povprečne nivoje potrošnje v ZDA z obstoječo tehnologijo, potrebni vsaj štirje planeti, enaki Zemlji, to število pa bi radikalno podaljševanje življenja seveda še povečalo (Dworsky 2008).

Argumenti, obravnavani v zadnjih treh odstavkih, so seveda pomembni in bodo v primeru uspešnosti prizadevanj za podaljševanje življenja zahtevali ustvarjalne rešitve. Jasno je, da človeške družbe, kakršne obstajajo danes, celo tiste v najrazvitejših državah, najverjetneje ne morejo prenesti negativnih družbenih vplivov podaljševanja življenja. Vendar pa moramo upoštevati, da tu teoretiziramo o posledicah uvedbe nove tehnologije s predpostavko o nespremenjenih ostalih pogojih, tako tehnoloških, kot družbenih. Človeška družba ni statičen sistem, temveč se sproti prilagaja novim izzivom, tudi novim tehnologijam. Že v preteklih obdobjih, ko so nove tehnologije in znanstvena spoznanja spremenila obstoječe stanje, so bile takratne družbe prisiljene razviti nove družbene mehanizme, institucije in politike. Nove težave in izzivi, ki jih inovacije prinašajo, so sicer včasih reševale tudi s splošnimi prepovedmi celotnih področjih raziskav ali tehnologij, vendar pa so bile v primerih, ko je do tega prišlo, posledice takšne regulacije pogosto hujše od trendov, ki naj bi jih preprečile in so se hitro razširile v splošno družbeno represijo. Ustrezne javne politike ter morda subvencije,

ki bi odrinjenim skupinam olajšale dostop do omenjenih intervencij, bi lahko rešile mnoge izmed teh dilem.

Strah, da bo zaradi povečevanja prebivalstva prišlo do izčrpanja virov, pogosto zanemarja tudi dejstvo, da razvoj znanosti in tehnologije omogoča večji izkoristek z manjšo porabo. Prav tako zanemarja velikanske količine potencialnih virov, ki se nahajajo v asteroidih, planetih in drugih objektih Sončevega sistema.

Še eden izmed argumentov, ki vsaj delno spada v to kategorijo, se sicer z nivoja družbe spušča na nivo posameznika. Predpostavka je dvom o tem, če je človeški razum psihološko sploh zmožen prenesti radikalno dolgoživost. Potencialno bi lahko prišlo do naveličanosti, apatije, ponavljajočega dolgočasja in rutine ali pa celo do zloma psihološke stabilnosti. Ob tem se sklicuje tudi na sedanje domnevno upadanje mladostnega zagona in navdušenosti s potekom časa.

Vendar pa ti hipotetični strahovi ne predstavljajo dovolj trdnega argumenta proti podaljševanju življenja. Če se človeški razum res ne more sam od sebe prilagoditi tako spremenjenim okoliščinam, ne more biti jasno vnaprej. Poleg tega moramo znova upoštevati, da tudi v tem primeru ne bo šlo za razvoj zgolj ene aplikacije naprednih tehnologij, temveč tudi mnogih drugih. Predvsem razvoj nevroznanosti in različnih tehnologij kognitivnih znanosti, bi sčasoma lahko omogočil razvoj izdelkov ali tehnik za premagovanje psihološko-kognitivnih ovir. Že zdaj obstajajo prve poskusne učinkovine, ki omogočajo vsaj delno selektivno brisanje neželenih ali travmatičnih spominov. Že več tisočletij so na voljo meditacijske tehnike, ki, sicer z veliko vloženega napora, omogočajo precejšnje modifikacije miselnih procesov. Kot vedno, nove zmogljivosti s seboj prinašajo nove izzive in nove težave, ki se morda na prvi pogled zdijo nepremostljivi, sčasoma pa se pojavijo načini za njihovo obvladovanje. Poleg tega bi lahko še poudarili, da lahko dandanes, kot verjetno tudi v vsej zgodovini, apatične mladostnike ter navdušene in zagnane starostnike. Obstajajo sicer tudi študije, ki kažejo, da sta dobro razpoloženje in optimalno delovanje kognitivnih procesov tesno povezana z optimalnim zdravjem posameznika, zdravje pa je, kot že omenjeno, bistven element prizadevanj za radikalno podaljševanje življenja. V smislu psiholoških bremen lahko omenimo tudi, da izguba ljudi, na katere smo močno navezani, preživelim pogosto pusti vseživljenjske posledice in travme. Znova sicer lahko trdimo nasprotno, da nas ta žalost zaradi izgube lahko žene v velike dosežke ali stvaritve, da nam pomaga odrasti ali se še bolj razviti

kot osebnost, vendar pa lahko zasledimo prav toliko, če ne še več, primerov, kjer ljudje zaradi izgube postanejo zagrenjeni, apatični ali destruktivni do sebe in do drugih.

Končno se lahko spustimo tudi v kratek miselni poskus. Lahko se vprašamo, kaj bi se zgodilo, če bi močna regulativna agencija na neki točki v dvajsetem stoletju preteklega tisočletja postavila dobo 55 let kot mejo, ki velja za naravno življenjsko dobo človeka in onkraj katere posamezniki ne bi več smeli biti deležni medicinskih posegov za podaljševanje življenja. Pred to mejo bi bili medicinski posegi legitimni, saj naj bi si vsak posameznik zaslužil, da doživi svoj "naravni" razpon. Nekateri posamezniki bi tako zaradi boljše zasnove telesnih sistemov, odsotnosti bolezni ali poškodb, optimalne prehrane in/ali telesne vadbe, živeli dlje in imeli manj težav z degenerativnimi boleznimi, drugi pa bi hitreje podlegli starostnim oslabitvam in smrti. Pri tem se sicer postavlja tudi vprašanje, če gre tudi pri optimalni prehrani in telesni vadbi za "umetno" podaljševanje življenja, saj omenjeni nedvomno predstavljata "umetni" tehniki, ki izvirata iz dognanj na podlagi poskusov in napak ter kopičenja znanja o tem, kaj je učinkovito, vendar pa se bomo v tem primeru omejili zgolj na "napredno" tehnologijo, torej novejše medicinske postopke in izdelke. Ko bi torej presegli to mejno starost, bi bila dobrobit posameznikov torej v veliki meri prepuščena naključju, saj so koristne genetske mutacije dokaj odvisni od naključnih kombinacij ob spojitvi jajčeca in spermija, prav tako kot so mnoge bakterijske ali virusne okužbe odvisne od specifičnih okoliščin in izpostavljenosti. Bi bila svet in posamezna človeška družba torej boljša, če ne bi bilo ljudi, ki bi jim medicinski posegi omogočili nadaljevanje življenja preko tega obdobja? Gotovo ne bi bilo mnogih posameznikov, ki so v svojih poznejših letih delovali destruktivno in kruto, prav tako pa ne bi bilo posameznikov, ki so šele v tem obdobju razvili svojo polno ustvarjalnost ali uresničili velike dosežke. V tem primeru bi šlo za "sežiganje žita skupaj s plevelom".

Takšna arbitrarna postavitev meje maksimalne starosti se večini ljudi gotovo zdi nesmiselna in celo nedopustna, še najbolj pa verjetno posameznikom, ki so danes še vedno živi po 55. letu ravno zaradi medicinskih posegov in izdelkov. Kljub temu pa bi se morda mnogim zdela arbitrarna postavitev takšne meje pri 95. letu smiselna. Z mislijo na predhodni primer lahko znova razmislimo o stroških izgubljenih priložnosti, torej o izgubi potencialnega doprinosa ljudi, ki bi dosegli radikalno podaljšano življenjsko dobo. Lahko se vprašamo tudi, če bi si bili ljudje, ki so živeli v času, ko je naravni življenjski razpon znašal od 25 do 34 let, sposobni

zamisliti dosežke ljudi, ki bi v povprečju živeli do 83 let? Smo si mi sposobni predstavljati, česa bi bili zmožni ljudje, ki bi živeli 200 let? Ali 600 let? Ali morda 1000 let?[19]

4.2.2 Kognitivno izboljševanje

Kognicijo je mogoče definirati kot proces, ki ga nek organizem uporablja za organiziranje informacij. To vključuje pridobivanje (zaznavanje), izbiranje (pozornost), reprezentcijo (razumevanje) in ohranjanje (spomin) informacij, ter njihovo uporabo pri vodenju obnašanja (sklepanje ter koordinacija motoričnih izhodnih signalov). Posege za izboljšanje kognitivnega delovanja je mogoče usmeriti na katero koli izmed teh osrednjih zmožnosti (Bostrom in Sandberg 2008).

Medtem, ko mnogi, kadar slišijo o sredstvih in posegih za izboljšanje posameznih vidikov delovanja človeškega razuma, pomislijo na znanstvene in tehnološke inovacije nekje v daljni prihodnosti, pa so številna sredstva za izboljševanje kognicije dostopna že danes. Pravzaprav so nekatera v uporabi že več sto, druga pa celo več tisoč let. Sem spada tako izobraževanje in urjenje, kjer cilj pogosto ni samo podajanje specifičnih veščin ali informacij, temveč tudi izboljšanje splošnih mentalnih zmožnosti, kakršne so koncentracija, spomin in kritično razmišljanje, kot tudi druge oblike mentalnega urjenja, kakršne so joga, borilne veščine in meditacija (Bostrom in Sandberg 2008). Blagi kognitivni izboljševalci rastlinskega izvora, kot sta kofein v kavovcu in nikotin v tobaku, spodbujajo pomnjenje, budnost in pozornost, v uporabi pa so že dolgo in dandanes splošno razširjeni po skoraj vsem svetu. Vsa ta sredstva (z izjemo nikotina, ki je deležen kritične obravnave zaradi drugih razlogov), vključno z zunanjimi pripomočki za obdelovanje in shranjevanje informacij, kamor spadajo tako računalniki kot knjige in pripomočki za pisanje, so del sodobnih človeških družb že zelo dolgo. Tako dolgo, da se jih večinoma sprejema kot samoumevna in konvencionalna orodja in večina ljudi njihovi uporabi ne ugovarja, čeprav se moramo zavedati, da so na zgodnejših točkah v svojem razvoju predstavljala radikalne inovacije, ki kulturno še zdaleč niso bile sprejete nekaj normalnega ali običajnega.

Kot je zapisal Hughes, se povprečna inteligenca prebivalstva v razvitem svetu v zadnjih desetletjih vztrajno zvišuje. Flynnov učinek, ki kaže, da se inteligenca, merjena z

[19] Immanuel Kant je na primer zapisal: "Prav takrat, ko smo toliko zreli, da bi lahko začeli na pravi način, se moramo umakniti in stvar znova prepustiti začetnikom" (Kant 1937).

inteligenčnim kvocientom, vsako desetletje zviša za tri točke, je najverjetneje posledica boljše prehrane, dobre izobrazbe ter intelektualno stimulativnega okolja. Prav tako obstaja povezava med revščino, slabo prehrano, odsotnostjo izobrazbe, slabim zdravjem in nižjim IQjem. Nedavne raziskave kažejo tudi, da je pri večini ljudi, ki imajo zagotovljene vse zgoraj naštete pogoje, verjetno dosežena meja inteligence, ki ni povezana s temeljitejšimi posegi kognitivnega izboljševanja (Hughes 2004: 34-35).

Tudi Bostrom in Sandberg (2008) navajata, da izboljšanje splošnega zdravja posameznika povzroči tudi izboljševanje njegove kognicije. Mnoge zdravstvene težave namreč delujejo kot odvračalci pozornosti ali pa neposredno slabšajo kognicijo. Izboljšanje kakovosti spanja, delovanja imunskega sistema in splošne fizične pripravljenosti prav tako podpira kognitivno delovanje. Intervali fizične vadbe so pokazali začasno izboljšanje različnih kognitivnih zmogljivosti, obseg učinka pa je bil odvisen od vrste in intenzivnosti vadbe. Pomembno vlogo pa igra tudi optimalna prehrana, tako noseče matere, kot otroka v zgodnjih letih, kar vpliva na ustrezen razvoj možganskih struktur, pri odraslih osebah pa za vzdrževanje boljšega kognitivnega delovanja.

Novejši val potencialnih sredstev za kognitivno izboljševanje pa predstavljajo različna zdravila, ki se v smislu sprejemljivosti nahajajo v sivem območju. Kadar se predpisujejo v zdravstvene namene[20], večina odobrava njihovo uporabo, medtem, ko je njihova uporaba za namene kognitivnega izboljševanja pogosto obravnavana kot nekaj nesprejemljivega in v najboljšem primeru etično spornega. Kljub vsemu pa to ne pomeni, da do takšne uporabe ne prihaja.

Tako se na primer vojaške institucije, še posebej Letalske sile ZDA, že več kot petdeset let zavedajo pomena optimalnega delovanja specifičnih kognitivnih mehanizmov, zato svoje pilote redno oskrbujejo s tako imenovanimi "go pills", različico amfetaminskih tablet, ki obnavljajo izgubo pozornosti in osredotočenosti, povzročene zaradi utrujenosti (Linden 2006).

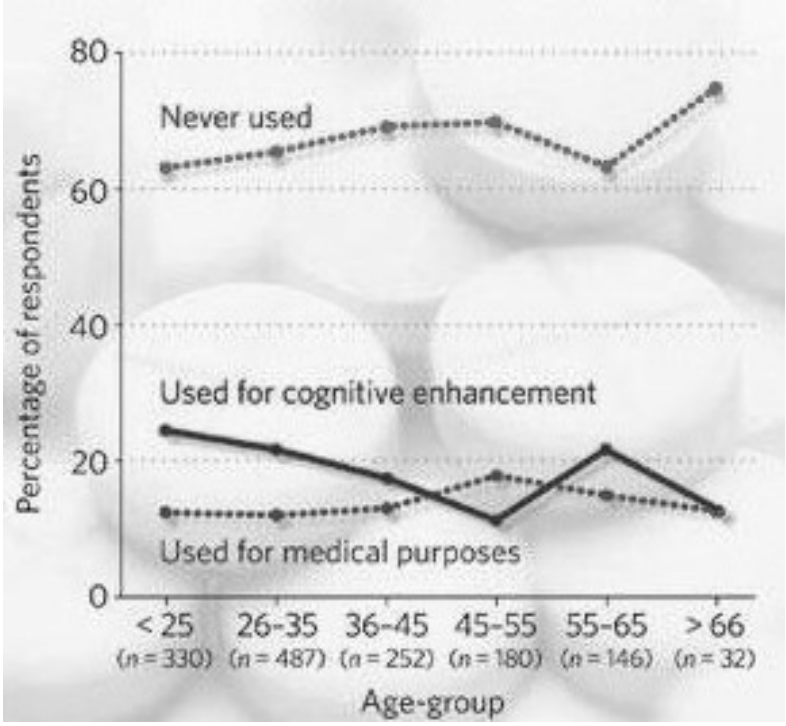
Sem pa spadajo tudi zdravila, kot je na primer Ritalin, amfetaminu-podobna učinkovina, metilfenidat, prvotno razvita za blaženje motnje hiperaktivnosti in pomanjkanja pozornosti

[20] Kar je sicer znova povezano z že prej obravnavanim brezpogojnim sprejemanjem avtoritete in kompetentnosti zdravnika s strani večine pacientov in znatnega dela javnosti.

(ADHD) pri otrocih in odraslih. Ker pa mnoga zdravila pogosto delujejo tako, da lahko poleg zdravljenja določenih motenj, pri zdravih osebah še nadalje izboljšajo delovanje posameznih telesnih mehanizmov ali zmožnosti (takšno učinkovanje je sicer povezano z morebitnimi stranskimi učinki dolgoročne in kratkoročne uporabe), obenem predstavljajo tudi sredstva za izboljševanje kognitivne zmogljivosti. Tako lahko dejansko vsak otrok dosega boljši uspeh v šoli, oziroma vsaka odrasla oseba učinkoviteje opravlja svoje delo, ne glede na to, če jim je bila postavljena diagnoza ADHD ali ne.

Nedavna neformalna raziskava, ki jo je med svojimi bralci, pretežno znanstveniki in akademiki, izvedla prestižna revija Nature, je zaobjela vzorec 1.400 bralcev ter spraševala, če so že kdaj uporabili zdravila za izboljševanje kognicije. Izkazalo se je, da jih je 20% že uporabljajo omenjena zdravila iz nemedicinskih razlogov, torej za stimulacijo pozornosti, koncentracije in spomina. Poleg tega pa jih je bilo 80% mnenja, da bi morale imeti zdrave odrasle osebe pravico jemati ta zdravila, če se za to odločijo (Samuel 2008). Slika 4.1 prikazuje razporeditev vprašanih glede na starost, najvišja krivulja predstavlja skupino, ki ni nikoli uporabljala nevroizboljševalcev, srednja predstavlja skupino, ki jih je uporabljala za kognitivno izboljševanje, najnižja pa skupino, ki jih je uporabljala za zdravstvene namene.

Slika 4.1: Trendi uporabe nevroizboljševalcev med bralci revije Nature



Vir: Maher (2008).

V svoji analizi metod kognitivnega izboljševanja, sta Bostrom in Sandberg (2008) ob času pisanja večji del nekonvencionalnih sredstev označila za eksperimentalen, saj se večinoma nahajajo v fazi raziskovanja in razvoja. Seznam potencialnih nekonvencionalnih metod tako obsega farmakološka sredstva, ki na različne načine vplivajo na spomin, pozornost in budnost, translobanjsko magnetno stimulacijo, ki neinvazivno stimulira možganske predele, številne modifikacije genov in genetskih kompleksov, ki bi se izvajale pred rojstvom ali pri odraslih osebah ter vmesnike za povezovanje možganov s stroji oziroma vsadke, ki bi se namestili neposredno v možgane. Pri tem poudarjata, da se bodo mnoge eksperimentalne tehnike izboljševanja kognicije v dolgem roku izkazale za manj učinkovite kot se trenutno domneva, kljub temu pa sam obseg različnih metod napeljuje na zelo majhno verjetnost tega, da so vse trenutne metode neučinkovite ali da bodoči razvoj ne bodo uspel proizvesti vedno zmogljivejših sredstev.

Kot v primeru podaljševanja zdravega življenjskega razpona in odprave staranja, ter dveh kategorij človeškega izboljševanja, ki sledita, se tudi za nasprotovanje kognitivnemu izboljševanju uporabljajo podobni argumenti.

Eden izmed "tehničnih" ugovorov je, da bi kognitivno izboljševanje predstavljalo temeljne in trajne spremembe možganskih struktur in mehanizmov ter posledično človeškega razuma. Vendar pa je dejstvo, da imajo konvencionalne metode, kot so izobraževanje ter zgodnja in poznejša socializacija, za posledico prav tako trajne in temeljite spremembe človeških možganov. Učenje branja na primer spremeni način obdelave jezika v možganih, s tem pa tudi načine sklepanja in razmišljanja. Izobraževanje lahko izboljša kognitivne veščine in zmogljivosti, lahko pa tudi ustvari fanatike, dogmatike, sofistične argumentatorje, vešče racionalizatorje, cinične manipulatorje ter indoktrinirane, predsodkov polne, zmedene ali sebično preračunljive razume. Tudi psihološke tehnike in urjenja, ki se na splošno smatrajo za varna, lahko, glede na to, da ima njihova dolgoročna uporaba znatne učinke na nevralno organizacijo, predstavljajo precejšnja tveganja za uporabnika (Bostrom in Sandberg 2008). Kljub temu, da sta socializacija in izobraževanje tvegana, saj imata lahko ravno nasprotne učinke od želenih, pa država prisilno posega v primerih, kadar se ne izvajata, saj se smatra, da je njuno zagotavljanje v interesu otroka oziroma mladostnika. Popolna odsotnost vsaj osnovne socializacije in izobrazbe v najzgodnejšem obdobju bi imela za posledico posameznika, ki ne

bi imel, vsaj glede na mnenje večine ljudi, niti potencialov za življenje polnega človeškega življenja.

Soroden argument trdi, da se negativno inkorporiranje izobraževalnih vsebin vrši z lastno izbiro in premišljenim sprejetjem oziroma odzivom na snov, ki se poučuje, delovanje nekonvencionalnih kognitivnih izboljševalcev pa je v nasprotju s tem bolj neposredno, ter ni posredovano s prepričanji ali zavestnim premislekom. Bostrom in Sandberg (2008) temu ugovarjata s trditvijo, da se izobraževalno izboljševanje v prevladujočem obsegu izvaja na subjektih, ki so premladi, da bi lahko dali svoje prostovoljno soglasje k postopku in ki niso sposobni kritično ovrednotiti tega, kar jih učijo. Celo med študenti na višji stopnji ni verjetno, da so vsi učinki izobraževanja posredovani z racionalnim premislekom. Večina se preprosto "absorbira" skozi podzavestno posnemanje in kot stranski učinek tega, kako so informacije predstavljene. Kognitivne navade in nagnjenja, pridobljena v izobraževanju, pa imajo pogosto doživljenjske posledice.

Ohranjanje "človeške narave", na katero se pri nasprotovanju kognitivnemu izboljševanju opira Fukuyama (2002), je koncept, ki je prav tako močno problematičen. Medtem, ko raziskave v različnih kognitivnih znanostih kažejo, da sicer obstajajo določeni odzivni mehanizmi oziroma moduli, ki so skupni skoraj vsem ljudem, pa ne moremo trditi, da obstaja univerzalna človeška narava, ki bi bila povezana z višjimi procesi človeškega mišljenja in ravnanja. Kar se najbolj približa temu konceptu je morda skupek osnovnih, v večji meri nezavednih nagonov, ki si jih delimo z večino vretenčarskih živalskih vrst. Če natančneje razmislimo o mehanizmih, kot sta nagon po razmnoževanju in nagon po preživetju, je težko vztrajati, da je ravno to tisto, kar nas resnično dela človeške, ljudi.

Eno izmed največjih tveganj, ki ga predstavlja poseganje v kognitivne mehanizme, je povezano predvsem s prisilnimi posegi, ki ne odražajo svobodne odločitve posameznika za modifikacijo lastnega razuma, temveč vsiljen poseg s strani države ali drugih posameznikov. V Krasnem novem svetu je Aldous Huxley zasnoval distopijo, kjer genetski in kognitivni inženiring omogoča oblikovanje kastnega sistema, v katerem je vsak posameznik zasnovan za svoje specializirano delo in položaj v družbi, ter ne more ne fizično in ne umsko preseči lastnih omejitev. Vsakdo je le element v sistemu in ima jasno začrtan razpon in meje svojega fizičnega in kognitivnega delovanja (glej Huxley 1964). Res je, da napredne tehnologije potencialno nudijo orodja za oblikovanje takšnega totalitarnega sistema, vendar to predstavlja

projekt, ki je vsiljen od zgoraj, in ne posledico razpršenih, močno razlikujočih se izbir atomiziranih posameznikov. Zato je ključnega pomena, da vsaka izbira modifikacij predstavlja svobodno izbiro čim bolj informiranega, avtonomnega posameznika.

Kot piše Juliet Samuel (2008), je uporaba zdravil za kognitivno stimuliranje, kot sta Ritalina in modafinila, dokaj razširjena med univerzitetnimi študenti. Od 5 do 15 odstotkov dodiplomskih študentov naj bi že uporabljalo omenjena zdravila za izboljšanje svoje akademske storilnosti. Pri tem nekateri zdravniki opozarjajo na morebitne stranske učinke zdravniško nenadzorovane uporabe, mnogi akademiki pa trdijo, da gre pri tem za goljufanje. Vendar pa so anonimni intervjuji med uporabniki pokazali, da jih večina ta zdravila uporablja le občasno, v izpitnih obdobjih ter pri pisanju večjih raziskovalnih projektov, obenem pa so zaradi dostopnosti medicinskih in raziskovalnih poročil na internetu temeljito seznanjeni z ustreznimi odmerki in morebitnimi tveganji omenjenih zdravil. Obtožba o goljufanju pa, kot pravi Juliet, popolnoma zanemarja, da je večina zmožnosti, ki jih posamezniki s temi zdravili izboljšujejo, že zdaj neenako porazdeljena, zaradi kombinacije bioloških in družbenoekonomskih faktorjev. Sprašuje se tudi, zakaj je uporaba učinkovin za doseganje "normalne" funkcionalnosti pri ljudeh z diagnozo ADHD dovoljena, pri ljudeh, ki si prizadevajo za boljše ocene in večje znanje pa napačna. Kakor kaže tudi slika 4.1, ni videti, da bi bil "kognitivni doping" med študenti bolj razširjen kot med njihovimi profesorji in akademiki. Kot zaskrbljujoče pa Samuel navaja dejstvo, da je v ZDA med leti 1993 in 2003 število obiskov pri otroškem zdravniku, ki so imeli za posledico predpis nevrostimulativnega zdravila, naraslo z 2,7 milijona na 6,6 milijona, medtem ko 10% desetletnih dečkov v ZDA redno prejema zdravila za povečevanje pozornosti in osredotočenosti, starostna meja pa se vztrajno niža, kljub že prej omenjenim neznanim stranskim učinkom dolgoročne redne uporabe. Samuel zaključuje, da gre za enostransko in ozkogledo izvajanje prisile. Organi oblasti smatrajo redno doziranje nevrostimulantov otrokom za popolnoma legalno, v določenih primerih celo obvezno, medtem ko strateško, zdravniško nenadzorovano uporabo enakih snovi s strani informiranih, odraslih oseb, obravnavajo kot zločin.

4.2.3 Izboljševanje razpoloženja ali osebnosti

Izboljševanje razpoloženja oziroma osebnosti je tesno povezano s kognitivnim izboljševanjem. Boljše subjektivno razpoloženje je povezano z boljšim kognitivnim delovanjem, nekatere kognitivne modifikacije pa potencialno omogočajo tudi možnost

povečevanja občutenja sreče oziroma zadovoljstva. Raziskave sicer kažejo, da ne obstaja neposredna povezava med občutkom sreče ter inteligenco posameznika, obstaja pa povezava med občutenjem sreče in odsotnostjo fizičnega in duševnega trpljenja. Tako poznamo fizično bolečino, ki delno predstavlja živčni impulz, delno pa psihološko trpljenje, povzročeno zaradi občutka nemoči in že danes obstaja vrsta sodobnih blažilcev bolečine, od farmacevtskih sredstev, do možganskih vsadkov in molekularnih sprememb, ki so namenjeni predvsem blaženju kronične bolečine. Poznamo pa tudi duševno trpljenje, ki ga povzročajo predvsem nenormalna možganska kemija, psihoze ter depresije. Znova obstaja vrsta farmacevtskih sredstev, ki bolj ali manj uspešno blažijo depresijo, prekomeren strah ter odpravljajo čustvene posledice travmatičnih spominov. Obstajajo pa tudi prve eksperimentalne genske terapije, ki blokirajo gene, povezane s prirojenimi možganskimi mehanizmi, kateri povzročajo različne oblike duševnega trpljenja. Tudi običajni nivo vsakdanjega občutenja sreče je pri posamezniku delno genetsko pogojen. Raziskave kažejo, da je občutenje sreče, torej subjektivnega blagostanja, dokaj stabilno skozi življenje posameznika, da je v skoraj 50% dedno in da obstajajo tudi mutacije, ki imajo za posledico neobičajno pozitivno, optimistično počutje posameznika, pogosto povezano z bogatejšimi življenjskimi izkušnjami (Hughes 2004: 47-48).

Bostrom in Roache (2008: 11-12) navajata, da se morda zdi smiselno ponuditi sredstva za izboljšanje osebnosti ljudem, ki so tako plahi, da jim preproste družbene interakcije povzročajo hudo stisko, ter s tem močno omejujejo njihova življenja, ali pa ljudem, ki so tako agresivni, da redno vstopajo v nasilne konflikte z drugimi, če bi ta sredstva na splošno izboljšala njihovo življenje. Vendar pa je pri tem potrebno upoštevati, da sta osebnostni značilnosti, kot sta plahost in agresija, prisotni v vseh ljudeh, vendar v različnih merah, ter temu ustrezno vplivajo na življenjske načine omenjenih oseb. Vrednost zmanjšanja plahosti in povečanja samozavesti je težko oceniti, saj ne obstajajo jasna merila, po katerih bi bila samozavestna oseba "boljša" od plahe, ali obratno. Dodatno težavo predstavlja tudi to, kako bi ljudje, s katerimi je zadevna oseba v specifičnih razmerjih, vrednotili spremembe njenega razpoloženja oziroma osebnosti. In medtem, ko je bolj zaželeno doživljati stanja, kakršna so sreča, zadovoljstvo in ljubezen, kakor stanja, kakršna so žalost, frustriranost in potrtost, lahko doživljanje manj želenih stanj poveča naše razumevanje sebe in drugih ter podeli naši osebnosti globino in raznolikost, ki je drugače morda ne bi imeli.

Če bi bilo mogoče določena stanja, ki jih posameznik smatra za pozitivna, doseči z uporabo tehnoloških intervencij, bi bila ta končna stanja torej vredna manj, kakor enaka stanja, ki jih dosežemo preko vloženega truda? Kass zavzema takšno stališče, ko trdi, da je z uporabo neposrednih intervencij, ki povzročijo končno stanje, posameznik prikrajšan za dragocen proces izboljševanja z bolj konvencionalnimi sredstvi (Kass v Bostrom in Roache 2008: 13), vendar pa se najpogosteje ne čutimo obvezane, da bi morali vedno pridobiti čim več vrednosti iz samega postopka za dosego želenega končnega stanja; pogosto namreč uporabimo prevozna sredstva, čeprav bi bilo v smislu zdravja koristneje, da bi se odpravili peš, prav tako pa se ne trudimo sami vzgojiti in obdelati vseh sestavin za obrok hrane ali kos obleke, čeprav bi imeli zaradi tega koristi v smislu dodatnih izkušenj, znanja in občutenja dosežka pri končnem izdelku.

V primeru povečevanja občutenja sreče se zastavlja tudi vprašanje, če bi takšna sredstva za dosego sreče posameznika naredila neumnega, omrtvičenega in apatičnega, brez sposobnosti ugovarjanja oblastem. Kot piše Hughes, trenutno ni dokazov, da bi uporaba takšnih sredstev dušila motivacijo. Obenem je mnenja, da bi medicinsko sredstvo ali poseg, ki bi ljudi naredilo bolj vesele in optimistične, omogočalo tudi potrebno upanje in energijo za izboljševanje lastnih življenj in delovanje v svetu. Kot pravi, ni videti neposrednega nasprotja med optimističnim pogledom na svet in pozitivno samopodobo, ter predanostjo javnemu delovanju in socialni pravičnosti (Hughes 2004: 49).

Eno izmed največjih tveganj in obenem tudi najbolj težavnih vprašanj predstavlja pravica posameznika do spremembe ali pa ohranitve lastnega mentalnega stanja, vprašanje, s katerim se spopada tudi novejša disciplina nevroetike. Anne Corwin, aktivistka na področju pravic avtističnih oseb, se tudi sama nahaja znotraj medicinsko opredeljenega spektra avtizma, ki se v zadnjih letih vedno bolj razširja. V tem smislu zagovarja nevroraznolikost, kot pravico posameznika, da ima v lasti svojo lastno nevrologijo in lastne možgane, povezano z zmožnostjo določanja, kaj se z njimi sme ali ne sme storiti. Tako naj bi imel posameznik pravico spremeniti svoj razum, tudi z nekonvencionalnimi sredstvi, če z njim ni zadovoljen, prav tako pa naj bi imel pravico ohraniti svoj razum kakršen je, če je z njim zadovoljen, tudi če se takšen razum nahaja izven "normalnega" razpona (Corwin 2008).

Bostrom in Roache (2008: 13) pa zaključujeta, da ima izboljševanje razpoloženja in osebnosti sicer potencial za znatne pozitivne vplive na življenje posameznika, vendar pa obenem zahteva podrobno obravnavo težkih filozofskih vprašanj.

4.2.4 Izboljševanje fizičnih zmogljivosti

Izboljševanje fizičnih zmogljivosti, ki med drugim obsegajo moč, vzdržljivost, spretnost, gibčnost in koordinacijo, je mogoče doseči preko konvencionalnih sredstev, z vadbo, zdravo prehrano, prehranskimi dodatki, fizioterapijo, masažami, osebnimi trenerji, meditacijo in drugimi na splošno sprejetimi strategijami.

Glede na odnos do dejavnosti, ki izboljšujejo fizične zmogljivosti, lahko ljudi razdelimo v tri skupine (Bostrom in Roache 2008: 7-8). Za prvo skupino takšne dejavnosti predstavljajo športne aktivnosti, ki jih opravljajo z užitkom in so zato vredne truda same po sebi. Za drugo skupino predstavljajo breme, nujno zlo, ki ga opravljajo zaradi učinkov, končnih stanj, ki jih te dejavnosti nudijo, kot je na primer vzdrževanje vsaj minimalnega nivoja zdravja in fizične pripravljenosti. Tretjo skupino sestavljajo ljudje, ki so preživeli dolgotrajno in težko bolezen ali poškodbo in jim takšne dejavnosti predstavljajo bolečo in naporno izkušnjo na poti k vsaj delni povrnitvi fizičnih zmogljivosti, kakršne so prvotno imeli. Medicinske intervencije, ki bi omogočile varno povečanje fizičnih zmogljivosti, brez potrebe po vlaganju velikih fizičnih naporov, bi bile tako najbolj dobrodošle za drugo in tretjo skupino, verjetno pa bi bile zaželene tudi vsaj pri nekaterih iz prve skupine, saj izboljšanje lastnih telesnih zmogljivosti lahko poveča užitek pri športni dejavnosti in obenem omogoči preseganje dotedanjih meja.

V sodobnem času je največje javne pozornosti deležno izboljševanje fizičnih zmogljivosti v poklicnem športu, predvsem v povezavi s snovmi, ki jih Svetovna protidopinška agencija uvršča med prepovedane. Nadzor dopinga je bil na Olimpijskih igrah uveden leta 1968 in do danes se je pojavilo veliko število atletov, ki so osvojili srebrne ali zlate medalje, nato pa bili diskvalificirani zaradi pozitivnih rezultatov na protidopinških testiranjih (Wikipedia 2008b).

Svetovna protidopinška agencija prepoved uporabe sredstev za izboljševanje fizičnih zmogljivost utemeljuje s prizadevanjem za zaščito športnega duha, pri čemer slednjega opredeljuje kot proslavljanje človeškega duha, telesa in razuma. Julian Savulescu, Bennett Foddy in Megan Clayton trdijo, da biološka manipulacija ne deluje proti človeškemu duhu,

temveč ga pooseblja, kot zmogljivost izboljšati samega sebe na podlagi razuma in presoje, torej lastnosti, ki človeka ločujejo od živali. V tem smislu naj poudarek ne bi bil na splošni prepovedi snovi za izboljševanje fizičnih zmogljivosti, temveč na prepovedi snovi, ki so neposredno škodljive zdravju (Savulescu in drugi 2004: 666-667).

V posameznih vrstah športa se običajno uporabljajo enake biološke kategorije, odrasle ženske tekmujejo z drugimi odraslimi ženskami in ne z moškimi, ekipe so sestavljene iz odraslih istega spola in tekmujejo s podobnimi ekipami, posamezniki v borilnih športih so prav tako istega spola in spadajo v isto kategorijo. Dopustitev uporabe varnih snovi za izboljševanje fizičnih zmogljivosti ne bi nujno porušila takšne ustaljene kategorizacije, saj bi vsem tekmovalcem omogočila izboljšanje njihovih fizičnih zmogljivosti za določen odstotek, kljub temu pa ne bi povzročila, da bi izboljšane ženske v povprečju lahko dvignile večjo težo kot izboljšani moški. Odnos do izboljševanja v športu pa je odvisen predvsem od tega, kako pomembno konceptualno vlogo pri ocenjevanju športnih dosežkov igra biološki potencial tekmovalcev. Želja po preizkušanju neizboljšanega biološkega potenciala tekmovalcev bi tako izključevala možnost izboljševanja, vendar pa se v tem primeru odpira zapleteno vprašanje, ki sprašuje, na kakšen način so sredstva za izboljševanje fizičnih zmogljivosti drugačna od drugih, dandanes že uveljavljenih sredstev v športu, npr. posebne prehrane, treninga, itd. Kot je že bilo omenjeno, takšna sredstva niso vedno predstavljala nekaj samoumevnega in splošno sprejetega. V primeru želje po iskanju razlik pri doseganju rezultatov posameznih tekmovalcev, bi razlike ostale enake, če bi bili vsi tekmovalci deležni enakih izboljšav. Zaradi vedno težjega zaznavanja uporabe prepovedanih učinkovin, bi takšna dopustitev lahko celo omogočila večjo enakost med tekmovalci, če bi bila njihova uporaba dovoljena vsem. Želja po tem, da bi videli, kako hitri, močni ali spretni ljudje lahko postanejo, brez omejevanja uporabe sredstev, pa predpostavlja aktivno uporabo sredstev za izboljševanje fizičnih zmogljivosti (Bostrom in Roache 2008: 10).

Michael J. Sandel je izrazil skrb, da bi dopustitev učinkovin za izboljševanje fizičnih zmogljivosti vodila v oborožitveno tekmo, kjer bi tekmovalci, ki nočejo, ali si ne morejo privoščiti izboljšav, izpadli, uspevali pa bi tisti, ki bi imeli pripravljenost in denar za izboljševanje (Sandel 2004: 10). Ena izmed alternativ še nadaljnjemu vztrajanju pri prepovedi izboljševanja v športu, bi bila oblikovanje vzporednih tekmovanj oziroma iger, kjer bi ločeno tekmovali "izboljšani" in "neizboljšani" atleti. V nasprotnem primeru lahko pričakujemo nadaljevanje in najverjetneje tudi porast "dopinških škandalov", saj razvoj sredstev, ki

omogočajo izboljševanje fizičnih lastnosti vztrajno napreduje, tehnike odkrivanja pa že zdaj zaostajajo za najnovejšimi oblikami "dopinga". S še večjo dodelanostjo teh sredstev, pa bo njihovo "umetno" prisotnost v telesu sčasoma tudi vedno težje razločiti od posameznikov, pri katerih je delovanje različnih fizičnih sistemov telesa že "po naravi", torej prirojeno, mnogo učinkovitejše kot pri populacijskem povprečju in jim s tem omogoča določene prednosti v primerjavi z "običajnimi" ljudmi.

Sredstva za izboljševanje fizičnih zmogljivosti v obravnavanem smislu predstavljajo pozicijske dobrine, dobrine katerih vrednost je odvisna od tega, da jih drugi nimajo, ter s tem omogočajo posameznikom prednost pred sotekmovalci. Ne glede na njihovo vrednost v športu, pa bi bila sredstva za izboljševanje fizičnih zmogljivosti lahko družbeno koristna v drugačnih kontekstih. V primeru izboljševanja posameznikove višine ali kozmetičnega izboljševanja, gre večinoma prav tako za pozicijske dobrine, ki posamezniku nudijo določene družbene prednosti, če pa so jih deležni vsi, se prednosti izničijo. V primeru takšnega izboljševanja ni kolektivnih družbenih koristi. Nasprotno pa ima izboljševanje zdravja, dolgoživosti in kognitivnih zmožnosti tako tekmovalne prednosti za posameznika kot splošne, kumulativne koristi za družbo. Družba kot celota je sposobna delovati uspešneje, če so njeni posamezniki pametnejši in bolj zdravi. Izven športnih in kozmetičnih področij pa je vrednost ne-pozicijskih koristi fizičnih izboljševanj vprašljiva, saj ljudje izboljševanje fizičnih zmogljivosti običajno uporabljajo dosegajo z različnimi zunanjimi orodji in delovnimi stroji in ne z uporabo steroidov (Bostrom in Roache 2008: 11).

4.3. Modifikacije in/ali izboljševanje potomcev ter evgenika

Pri tem se odpira tudi vprašanje, če svoboda uporabe genetskega inženiringa ter drugih tehnologij in orodij za modificiranje posameznikove zarodne linije in zarodkov, v predhodno opisanem smislu, predstavlja evgeniko, primerljivo z vladnimi programi različnih totalitarnih in liberalnih držav z začetka 20. stoletja.

V okviru teh programov je evgenika predstavljala opravičilo za prisilno diskriminacijo in kršenje človekovih pravic, ki ju je podpirala država, obsegali pa so prisilno sterilizacijo oseb, ki so, oziroma naj bi imele, določene nezaželene fizične ali umske značilnosti, ubijanje institucionaliziranih oseb ter v določenih primerih genocid nad rasami, ki naj bi bile manjvredne ali nezaželene. Sodobna genetika je v znanstvenem smislu izničila veljavnost

predpostavk teh programov, saj je dokazala, da je med posameznimi pripadniki iste rase mogoče zaslediti celoten razpon fizičnih in kognitivnih zmožnosti, da obstajajo večje genetske razlike med posamezniki znotraj ene rase kot med posameznimi rasami, ter da ni mogoče potegniti vzporednic med rasnimi karakteristikami ter fizičnimi in kognitivnimi zmožnostmi.

Kot pravi Nick Bostrom, je najboljši način, da se izognemo Krasnemu novemu svetu energična obramba svobode za reprodukcijo in spreminjanje lastnega telesa pred vsemi morebitnimi nadzorniki. Zgodovina je namreč pokazala nevarnosti, ki nastopijo, če se vladam dopusti krčenje teh svoboščin. Prisilni evgenični programi preteklega stoletja, ki sta jim bili nekoč naklonjeni tako levica kot desnica, so bili v celoti diskreditirani. Ker je verjetno, da bodo imeli ljudje popolnoma različne drže do tehnologij za človeško izboljševanje, je bistvenega pomena, da ni vsem od zgoraj vsiljena ena sama rešitev, temveč, da se posamezniki posvetujejo z lastno vestjo glede tega, kaj je primerno za njih in za njihove družine. Informacije, javna razprava in izobraževanje predstavljajo primerna sredstva s katerimi je potrebno spodbujati posameznike, da sprejmejo modre odločitve, rešitev pa nikakor ni globalna prepoved širokega razpona, ki bi zatrla tudi številne koristne medicinske aplikacije in druge možnosti za izboljševanje (Bostrom 2005).

Vsiljevanje prepovedi in omejitev individualne uporabe tehnologij izboljševanja z vrha torej predstavlja evgeniko v negativnem pomenu besede in v smislu, kot so jo izvajale različne države v začetku 20. stoletja. Takšni evgenični in sterilizacijski zakoni se morda zdijo stvar preteklosti, vendar jih je še vedno mogoče najti v javnih politikah nekaterih držav. Sodobna Kitajska je primer države, ki odkrito upravlja reprodukcijo svojega prebivalstva na državni ravni. S politikami, ki uveljavljajo načelo en otrok na družino, je zmanjšala rast prebivalstva z 2,9 odstotka v letu 1970 na 1,4 odstotka v letu 1990. Zakon o zdravstvenem varstvu matere in dojenčka se trenutno sicer ne uveljavlja, vendar pa je bil kljub mednarodnemu ogorčenju leta 1995 sprejet, zahteva pa obvezno predporočno kontrolo, kakor tudi sterilizacijo v primeru "genetskih bolezni resne narave" in "duševnih bolezni" (Stock 2002: 159-160).

Evgenika torej predstavlja posege in zakonske določbe, ki jih izvaja država nad prebivalstvom, ne posameznik z izbiro genetskih posegov, ki bi lahko izboljšali zmožnosti njegovih potomcev. Potrebno se je torej vprašati, če ima država pravico omejiti posameznika, ki želi svojim potomcem zagotoviti lažje in uspešnejše delovanje v svetu in človeški družbi.

Ker vsaj v večini primerov starši želijo svojim otrokom zagotoviti najboljše dosegljive izhodiščne možnosti, v smislu večjih fizičnih ali kognitivnih zmogljivosti ter razširjenih zmožnosti dojemanja in čutenja, se v takšnih primerih uporablja izraz pozitivne modifikacije.

Še bolj polemično in nejasno področje pa predstavljajo tako imenovane negativne modifikacije, kjer bi šlo za skrčenje oziroma odstranitev sicer pri ljudeh običajno prisotnih zmogljivosti in čutov. Precejšnjo kontroverznost so tako sprožile zahteve gluhih staršev, ki imajo gluhe otroke, da imajo pravico do zavrnitve vsaditve polžkovih vsadkov, kibernetskih naprav, ki bi njihovim otrokom omogočile vsaj delno zmožnost sluha. Njihov argument se opira na pravico do izbire jezika, oziroma pravico staršev, da izberejo jezik otroka, ter na ohranjanje kulture gluhih, ki naj bila enakovredna drugim kulturam, kljub odsotnosti čuta sluha (CBS News 1998). Pojavila so se tudi vprašanja, če imajo gluhi starši pravico izbrati oz. genetsko inženirati zarodek, ki bi bil prav tako gluh, da bi ohranjali svojo kulturo, torej kulturo gluhih. Odzivi strokovnjakov s področja bioetike so bili različni, od popolnega zavračanja pravice staršev do izbire modifikacij, do mnenj, da je takšne izbire potrebno spoštovati, saj gre v nasprotnem primeru za evgenične posege države (glej Stock 2002) ter predlogov, da bi morali staršem sicer dopustiti takšno izbiro, vendar, da bi morala pri tem država s subvencioniranjem in drugimi ugodnosti spodbujati predvsem pozitivne modifikacije (glej Hughes 2004).

5. NAČELA REGULACIJE TEHNOLOGIJ IN UPRAVLJANJA TVEGANJ

Realni svet vsebuje množico kompleksnih, dinamičnih sistemov, v katerih se porajajo emergentni pojavi, pa naj gre pri teh sistemih za človeško telo ali za določen ekosistem. Vsak poseg v takšen sistem vpliva na množico sestavnih elementov in procesov, pri čemer lahko pride do interakcij, ki niso bile predvidene, še manj pa zaželene. Tveganja in negativni učinki, ki pri tem nastanejo, lahko segajo od skoraj neznatnih pa vse do katastrofalnih. Generacija tveganj in sprememb pa ni omejena zgolj na človeško poseganje, temveč izvira tudi iz samega delovanja in interakcije naravnih sistemov. Zgodovina človeškega razvoja vključuje obsežen splet poskusov kako zmanjšati ali odpraviti raznovrstna tveganja in grožnje človeku z uporabo različnih pristopov. Morda lahko celo trdimo, da znaten del človeške ustvarjalnosti ter tehnološkega in družbenega razvoja, izvira ravno iz prizadevanj po obvladovanju tveganj.

V nadaljevanju sta predstavljeni in obravnavani dve diametralno nasprotni načeli, ki se pogosto uporabljata kot implicitni ali eksplicitni vodili pri odločanju o novih družbenih politikah in regulacijah. Prvo načelo, ki se večinoma uporablja eksplicitno, je znano in priznano institucionalno ter mednarodno razširjeno previdnostno načelo. Drugo, proakcijsko načelo, je manj znano v svoji eksplicitni formulaciji, vendar pa je v svojem bistvu implicitno pogosto uporabljeno pri odločanju, predvsem na področju inovacijskih in tehnoloških politik.
Na koncu je na kratko predstavljeno še dokaj neznano načelo reverzibilnosti, ki pa kljub pomanjkanju publicitete, v svoji formulaciji zajema kar nekaj tehtnih elementov.

5.1 Previdnostno načelo

"Poglej preden skočiš."
- ljudski pregovor

Previdnostno načelo predstavlja najbolj znano izmed treh načel in ima obenem tudi najdaljšo zgodovino. Izvira iz nemške družbeno-pravne tradicije, kjer je preko partnerstva posameznika, gospodarstva in države z obvladovanjem sprememb predstavljalo orodje za izboljševanje družbe in naravnega okolja. Z razvojem prizadevanj za varstvo okolja in krepitvijo okoljevarstvene zavesti, se je *Vorsorgeprinzip* v 70. in 80. letih dvajsetega stoletja uveljavil kot vodilo bodočih političnih in regulativnih ukrepov, kot institucionalno poseganje

v imenu dobrega vladanja. V preteklih desetletjih so bile različne, dokaj odprte formulacije previdnostnega načela, uporabljene v vrsti trdih in mehkih zakonov ter sodnih odločitev[21], predvsem v regulativnih politikah večinoma evropskih državah in EU, medtem ko je načelo v ZDA večinoma naletelo na odklonilen odziv[22]. Z aplikacijo ohlapnih in odprtih interpretacij previdnostnega načela je tako mogoče upravičiti družbeno načrtovanje v gospodarstvu, v tehnologiji, v morali in v družbenih pobudah[23] (O'Riordan in Cameron 1995: 16).

Kot pravi Cass R. Sunstein, načelo predstavlja preprosto idejo za upravljanje tveganj, s tem, ko svetuje, da bi se morali izogibati dejanjem, ki vodijo k tveganju škodljivih posledic, dokler varnost ni potrjena z jasnimi znanstvenimi dokazi (Sunstein 2002: 32).

Čeprav se je previdnostno načelo prvenstveno uporabljalo za regulacijo kemikalij, ki imajo potencialno toksične, trajne ali bioakumulativne učinke, ali v primerih, ko bi določene kombinacije ali koncentracije kemikalij lahko spremenile fizično in kemično stanje prsti ali vode (O'Riordan in Cameron 1995: 18), se njegova aplikacija razširja tudi na odločanje o regulaciji posameznih vidikov in področij konvergentnih tehnologij.

Povečano uveljavljanje previdnostnega načela pri odločanju o tehnoloških politikah na različnih ravneh, je povezano tudi s prepričanjem, da znanstveni in tehnološki razvoj

---

[21] Trdi zakoni, torej pogodbe, predstavljajo obvezujoč vir mednarodnega prava za države, ki so vanje privolile. Sem spadajo med drugimi tudi Maastrichtska pogodba, 5.7. člen Sporazuma o uporabi sanitarnih in fitosanitarnih ukrepov ter Konvencija o biološki raznolikosti. Mehki zakoni, torej deklaracije, niso obvezujoč vir, temveč samo predlagajo ravnanje. Mednje spadata na primer Montrealski protokol iz leta 1987 ter Deklaracija o okolju in razvoju iz Ria iz leta 1992. Sodne odločitve predstavljajo aplikacije načela v realnem življenju. Sem spadajo primeri, kot so Projekt Gabčikovo-Nagymaros (Madžarska proti Slovaški; zajezitev vodotoka), Primer južnega navadnega tuna (Avstralija in Nova Zelandija proti Japonski) ter Ukrepi EK v zvezi z mesom in mesnimi izdelki (hormoni) (Al'Afgani 2006).

[22] ZDA so med drugim odklonile podpis Deklaracije iz Ria. Medtem ko zvezni regulativni agenciji, kot sta Urad za živila in zdravila (FDA) ter Agencija za zaščito okolja (EPA), sicer uporabljata previdnostni pristop in sta zakonsko pooblaščeni za regulacijo dejavnosti, ki naj bi preprečila škodo še pred kakršno koli dejansko dejavnostjo, so sodišča interpretirala njuno svobodo omejevanja dejavnosti ali izdelkov, ki so teoretično nevarni, kot omejeno z zahtevo, da agencija najprej proizvede izsledke tako o znatni grožnji domnevne škode, kot tudi o racionalni učinkovitosti predlagane regulacije, ki naj bi naslovila problem. Oba izsledka morata temeljiti na znanstvenem ocenjevanju varnosti (Ziegler 2006: 345).

[23] Previdnostno načelo je bilo z analogijo uporabljeno tudi v primeru spremembe zakonov, ki nadzorujejo družbene norme. V sodnem primeru Goodridge proti Oddelku za javno zdravje (SJC 2003), je pridružena sodnica Martha Sosman nasprotovala odločitvi Vrhovnega sodišča v Massachusettsu o legalizaciji porok istospolnih parov, s sklicevanjem na negotovost o učinkih takšne redefinicije na številne družbene strukture, ki temeljijo na instituciji poroke.

omogoča vedno večjo in temeljitejšo zmožnost poseganja v človeka in okolje, to pa zaradi nepopolne gotovosti o učinkih poseganja v kompleksne sisteme, poleg koristi, prinaša tudi potencialna tveganja.

Glede na Hansa Jonasa naj bi se človeštvo znašlo v položaju, ki je zgodovinsko brez primere, saj naj bi človeška tehnološka zmogljivost in potencialni obseg delovanja daleč presegala človeško napovedno znanje. Ta razkorak med zmožnostjo predvidevanja in močjo delovanja, ima etičen pomen in od človeštva zahteva ponižnost ter odgovorno zadrževanje, iz tega pa Jonas izvaja načelo odločanja v situacijah globoke znanstvene negotovosti, ki v zadevah s potencialnim apokaliptičnim izidom daje večjo veljavo negativnim kot pozitivnim napovedim. Najvišji moralni imperativ po Jonasu se tako glasi, da človeštvo v stavi za tehnološki napredek ne sme zastaviti lastnega obstoja in preživetja (glej Jonas 1984).

Konvergentne tehnologije tako z domnevno nizko, a potencialno vseeno mogočo grožnjo na primer nenadzorovane samoreplikacije ali prenosa negativnih genetskih sprememb na prihodnje generacije, torej z minimalno verjetnost maksimalnega tveganja, ustrezajo Jonasovim kriterijem za pristranost pri podeljevanju večje teže negativnim izidom.

Najvplivnejše formulacije previdnostnega načela je mogoče najti v treh mednarodnih dokumentih, kljub opaznim vsebinskim razlikam pa naj bi bile po trditvah njihovih zagovornikov vsaj v osnovi sorodne. Deklaracija iz Ria iz leta 1992 (United Nations 1992) opredeljuje previdnostno načelo v 15. načelu besedila: "Kjer obstajajo grožnje resne ali nepopravljive škode, pomanjkanje popolne znanstvene gotovosti ne bo uporabljeno kot razlog za odlaganje stroškovno učinkovitih ukrepov za preprečevanje degradacije okolja".

Izjava Wingspread konference iz leta 1998 povzema previdnostno načelo na sledeči način (SEHN 1998): "Kadar določena dejavnost odpira grožnje škodovanja človeškemu zdravju ali okolju, bi bilo potrebno izvesti previdnostne ukrepe, tudi če nekatera razmerja vzrokov in posledic niso v celoti znanstveno določena. V tem kontekstu naj bi predlagatelj dejavnosti, ne pa javnost, nosil breme dokazovanja".

Komunikacija Evropske komisije iz leta 2000 pa omenja predvideno uporabo previdnostnega načela (CEC 2000: 9-10) v okviru analize in obvladovanja tveganj:

Čeprav previdnostno načelo ni izrecno omenjeno v Pogodbi, razen na okoljskem področju, je njegov obseg mnogo širši in pokriva tiste specifične okoliščine, kjer so znanstveni dokazi nezadostni, nedoločeni ali negotovi in obstajajo indikacije iz predhodnega objektivnega znanstvenega vrednotenja, da obstaja razumna podlaga za zaskrbljenost o neskladju potencialno nevarnih učinkov na okolje, zdravje ljudi, živali ali rastlin z izbranim nivojem zaščite.

Glede na strokovno literaturo, ki podpira previdnostno načelo, le-to vključuje šest osnovnih konceptov (O'Riordan in Cameron 1995: 17-18), ki pa kljub temu niso zajeti v vseh formulacijah:

1. **Preventivno pričakovanje:** Pripravljenost ukrepati še pred znanstvenimi dokazi o potrebi predlaganega ukrepa na podlagi tega, da se bo nadaljnje odlašanje končno izkazalo kot zelo drago za družbo in naravo, ter, v dolgem roku, sebično in nepošteno do bodočih generacij.
2. **Varovanje ekološkega ali okoljskega prostora za manevriranje**, kot priznanje, da se mejam dopustnosti ne bi smeli niti približati, kaj šele, da bi jih presegli. To je včasih znano kot širjenje zmogljivosti prilagoditve naravnih sistemov z namernim zadrževanjem mogoče, a nezaželene, uporabe virov.
3. **Sorazmernost odziva ali stroškovna učinkovitost dovoljenega odstopanja**, za prikaz, da izbrana stopnja zadrževanja ni nepotrebno draga. To uvaja pristranost v konvencionalno analizo stroškov in koristi, da bi vključilo obremenilno funkcijo nevednosti, ter morebitne večje nevarnosti za bodoče generacije, če se spodkopavajo zmogljivosti za vzdrževanje življenja, ko bi se bilo takšnim tveganjem zavestno mogoče izogniti.
4. **Dolžnost ali breme dokaza naj bo na tistih, ki predlagajo spremembe:** to odpira globoka vprašanja o stopnji svobode za sprejemanje preračunanih tveganj, ter tako o inoviranju in kompenziranju za bodoče izgube z vgraditvijo ukrepov za izboljševanje. Formalne dolžnosti skrbi za okolje, združene z razširitvijo striktne odgovornosti za kakršno koli škodo, ne glede na to, kako nepredvideno, bi lahko zadušile izumljanje, domišljijo in rast. Alternativno bi takšne omejitve, ustvarjalno uvedene, lahko spodbujale domišljijo in ustvarjalnost v tehnologiji, gospodarskem vrednotenju, tehnološkem napredovanju in nenavadnih oblikah izboljševalne kompenzacije.

5. **Podpiranje načela intrinzičnih naravnih pravic:** pravni pojem ekološkega škodovanja se širi, da bi vključil potrebo dovoliti delovanje naravnih procesov na način, ki bi zagotavljal vzdrževanje vsega življenja na Zemlji. Uporaba ekoloških blažilcev v upravljanju prihodnosti daje praktični poudarek kočljivemu etičnemu konceptu intrinzičnih naravnih pravic.
6. **Plačilo preteklega ekološkega dolga:** previdnost je v svojem bistvu usmerjena v prihodnost, obstajajo pa tudi tisti, ki priznavajo, da bi morala v uporabi skrbi, porazdeljevanju bremena, ekološko blaženi stroškovni učinkovitosti in prenosu bremena dokazovanja, obstajati kazen za neprevidnost ali neskrbnost v preteklosti. V nekem smislu je to vzvratna previdnost: kompenziranje za pretekle napake v presojanju, ki so temeljile na nevednosti ali nepripravljenosti prevzeti nejasno izražen občutek odgovornosti za prihodnost. Ta element načela je še vedno nedozorel v pravu in praksi, vendar pa pojem "skupne, a diferencirane odgovornosti", ki ga vsebuje Okvirna konvencija o podnebnih spremembah ZN, ter koncept izvajanja previdnosti "v skladu z zmožnostmi" kot je predpisan v 15. načelu Deklaracije iz Ria, do neke mere odražajo te ideje.

Chris Phoenix in Mike Treder pri analizi previdnostnega načela kot vodila za oblikovanje nanotehnoloških razvojnih politik, razločujeta striktno in aktivno obliko načela. Po tej interpretaciji striktna oblika zahteva nedejavnost, kadar dejavnost lahko predstavlja tveganje, aktivna oblika pa spodbuja izbiranje manj tveganih alternativ, kadar so na voljo, ter prevzemanje odgovornosti za potencialna tveganja. V tem smislu označujeta striktno obliko kot neustrezno, ker ne upošteva tveganj nedejavnosti[24], podpirata pa aktivno obliko, saj naj bi bilo zaradi ekstremnih potencialnih tveganj napredne nanotehnologije nujno poiskati in implementirati najmanj tvegan načrt, ki je tudi realno izvedljiv (Phoenix in Treder 2003).

Cass R. Sunstein pa trdi, da se različne formulacije dejansko nahajajo na kontinuumu, ki sega od šibkih verzij, kakršna je deklaracija iz Ria, do močnih verzij, kakršna je izjava Wingspread. Šibke verzije tako predlagajo, da pomanjkanje neizpodbitnih znanstvenih dokazov ne bi smelo predstavljati razloga za odsotnost regulacij, kot na primer v primeru izpostavljenosti nizkim nivojem določenih karcinogenov, ki imajo močne škodljive vplive na

[24] Nedejavnost v primeru razvoja napredne nanotehnologije predstavlja vsaj tri tveganja:
1. Za določene nujne probleme morda ne bo mogoče najti nobene druge rešitve.
2. Nedejavnost odgovornih akterjev lahko vodi zgolj k razvoju tehnologij v rokah manj odgovornih akterjev.
3. Pomanjkanje razumevanja tehnologije samo po sebi predstavlja znatno tveganje.

človeško zdravje. Močne verzije pa zahtevajo reguliranje vedno, kadar obstaja možnost tveganja za zdravje, varnost ali okolje, tudi kadar so dokazi za to nezanesljivi in tudi če so gospodarski stroški regulacije visoki. Pri tem je minimalni nivo znanstvene verodostojnosti morebitnih tveganj zelo nizek in ko je enkrat dosežen, obstaja izrecna naklonjenost močnemu regulativnemu nadzoru (Sunstein 2002: 33).

Max More izpostavlja tri načine (More 2005a), kako se formulacije previdnostnega načela razlikujejo, kar kaže, da dejansko lahko govorimo o previdnostnih načelih, ne zgolj o enem samem enotnem načelu. Prvo razlikovanje je med šibko in močno formulacijo, kjer se prva nanaša na grožnje resne ali nepopravljive škode, druga pa zahteva previdnostne ukrepe tudi kadar morebitna škoda ni resna ali ireverzibilna. Drugo razlikovanje je glede na vključitev klavzule o stroškovni učinkovitosti, ki jo na primer vsebuje formulacija iz Ria. Tretje razlikovanje pa se nanaša na stopnjo prelaganja bremena dokazovanja, ki je odvisna od nivoja vedenja o vzročnem razmerju med morebitno grožnjo in zdravjem človeka ali okolja. S predpostavko, da so restriktivni previdnostni ukrepi upravičeni in potrebni, če obstaja kakršna koli možnost škode, je kakršne koli regulativne ukrepe zelo lahko upravičiti.

V povezavi z razvojem konvergetnih tehnologij bi močna verzija v situacijah negotovosti namesto dopustitve nadaljevanja razvoja, povezanega z ocenjevanjem, temelječim na tekočih znanstvenih študijah in testih, prepovedala razvoj, dokler dejavnost ali izdelek ne bi bila dokazano varna, brez ozira na dolžino časa ali finančno izvedljivost, potrebno za dosego takšnih dokazov. Tako previdnostno načelo, soočeno z morebitnim tveganjem, zahteva proaktivno intervencijo z zaščitnimi ukrepi in v svoji robustni obliki nalaga moratorij tehnološkemu razvoju, dokler vse znanstvene negotovosti niso razjasnjene (Ziegler 2006: 345).

Intuitivni občutek, da je previdnostno načelo v močni obliki ustrezno za usmerjanje odločanja, saj naj bi spodbujalo in tudi zagotavljalo večjo varnost, je do neke mere povezan tudi z določenimi mehanizmi človeškega razuma, s tako imenovanimi kognitivnimi pristranostmi. Literatura o študiji hevristik in pristranosti (glej Kahneman in drugi 1999) navaja tendenco človeškega razuma za podeljevanje imunosti sistemskim napakam v razmišljanju, ki se ne sklicujejo na argumente. Poskusi (Kahneman in drugi 1991: 193-206) med drugim kažejo, da človeški razum podeljuje neargumentirano prednost trenutnemu stanju, pripisovanje pozitivne ali nevtralne vrednosti ohranjanju statusa quo pa je vključeno v previdnostno načelo.

Sunstein nadalje navaja odpor do izgub, mit o dobrohotni naravi, hevristiko razpoložljivosti, zanemarjanje verjetnosti in sistemsko zanemarjanje, kot dodatne razloge za pristrano favoriziranje previdnostnega načela (Sunstein 2002: 35).

Odpor do izgub pomeni, da se ljudem neposredni stroški ali pa poslabšanje trenutnega stanja, zdijo znatnejši, kot izguba potencialnih koristi zaradi ohranjanja trenutnega stanja. Bryan Caplan poudarja pomen teh oportunitetnih stroškov, torej stroškov zamujene priložnosti (Caplan 2007). Napredek, ki ga ne vidimo, ker nismo dopustili sprememb, predstavlja prav takšen strošek, kot izgube, ki jih vidimo, ker smo dopustili spremembe. Le zato, ker so nekateri prostori in časi dovolili drastične spremembe, se lahko ozremo nazaj v prvo tisočletje našega štetja in vidimo, v kolikšni meri se je človeška civilizacija dejansko spremenila.

Obenem je dojemanje izgub zaradi določene dejavnosti ali tveganja, močnejše od dojemanja koristi, ki izhajajo iz takšnih dejavnosti ali tveganj, poleg tega pa so neznana tveganja vir mnogo večje zaskrbljenosti kot znana, tudi v primeru, kadar so slednja statistično mnogo verjetnejša. Skoraj vsi vidiki sodobnega človeškega življenja v civilizaciji so do neke mere vzdrževani s tehnološkimi iznajdbami in ravno zato je mogoče, da so škodljivi učinki, ki izhajajo iz tehnoloških sprememb, deležni večje pozornosti v smislu potencialne regulacije, kot pa škodljivi učinki, ki izhajajo iz nenadzorovanega naravnega okolja.

Mit o dobrohotni naravi izhaja iz prepričanja, da je narava v svojem bistvu naklonjena ljudem, iz tega pa mišljenje, da sta varnost in zdravje na splošno ogrožena samo ali večinoma kot posledica človeških posegov. Zaupanje v dokajšnjo varnost narave in dokajšnje tveganje novih tehnologij, je tesno povezano s previdnostnim razmišljanjem. Ker pa so naravni procesi pogosto nevarni in človeški posegi pogosto spodbujajo varnost, lahko prevelika prepustitev naravi predstavlja grožnjo za preživetje. Krajši vpogled v najnevarnejšo kategorijo tveganj, v eksistenčna tveganja, nam nazorno kaže njihov dvojni izvor.

Eksistenčna tveganja, torej tveganja globalnega obsega in smrtonosne intenzivnosti, so opredeljena kot tveganja, kjer bi neugoden izid ali uničil človeško (in morda tudi vse drugo) življenje na Zemlji, ali pa trajno in drastično okrnil njegov potencial. Eksistenčno tveganje je tisto, zaradi katerega je ogroženo človeštvo kot celota, eksistenčne katastrofe pa imajo velike negativne posledice za nadaljnji potek človeške civilizacije v prihodnosti (Bostrom 2002).

Prvo človeško ustvarjeno eksistenčno tveganje je predstavljala oboroževalna tekma s kopičenjem jedrskega orožja, neposredna možnost jedrskega uničenja in posredna možnost iz njegove uporabe izhajajočih ekstremnih podnebnih sprememb, torej jedrske zime, pa sta z nami še danes. Izdelki konvergentnih tehnologij, predvsem tisti, ki so povezani z biotehnologijo in nosijo potencial za samoreplikacijo, pa predstavljajo novejše eksistenčno tveganje. Že od leta 1980 namreč obstajajo sredstva in znanje za stvaritev patogenov, mikroorganizmov, ki povzročajo bolezni, s pomočjo opreme iz običajnega univerzitetnega laboratorija za bioinženiring, zaradi naglega tehnološkega razvoja, pa ta sredstva vsako leto postajajo cenejša, zmogljivejša in lažje dostopna. Namerna stvaritev patogena, ki bi združeval visoko smrtnost in nalezljivost, ter se širil po zraku, je v tem smislu eksistenčno tveganje, ker lahko predstavlja globalno nevarnost za vse človeštvo, še posebej v svetu, kjer hiter zračni transport omogoča širjenje okužb z enega konca sveta na drugega, v zgolj nekaj urah.

Nevarne viruse ali bakterije pa je mogoče ustvariti tudi nenamerno, kot so dokazali avstralski raziskovalci v letu 1999, ko so ustvarili modificirani virus mišjih koz s 100% smrtnostjo, medtem, ko so poskušali razviti kontracepcijski virus za nadzor škodljivcev. Ta naključno ustvarjeni virus je povzročil 50% smrtnost celo pri cepljenih miših. Kar še povečuje to bodočo grožnjo, je dejstvo, da so bile raziskave objavljene v odprti znanstveni literaturi. Težko si je zamisliti, kako bi informacije iz odprtih biotehnoloških programov lahko uspešno nadzorovali, ne glede na to, kako huda je potencialna nevarnost, ki jo predstavljajo. Genetska medicina bo sicer vodila tudi do razvoja učinkovitejših zdravil in cepiv, vendar pa ni zagotovila, da bodo obrambne zmožnosti vedno sposobne držati korak z napadalnimi (Bostrom 2002).

Eksistenčna tveganja pa ne izvirajo zgolj iz človeškega ravnanja oziroma razvoja znanosti in tehnologije, temveč so že od nekdaj del procesov narave, tudi v popolni odsotnosti človeške dejavnosti. Udari kometov ali asteroidov (ki so v preteklosti že povzročili globalno izumrtje številnih živalskih in rastlinskih vrst), supervulkani in "naravno" sprožene ekstremne podnebne spremembe na Zemlji, kakor tudi izbruhi na Soncu ali izbruh supernove v okolici Sončevega sistema, ki bi dosegli Zemljo, ter pri tem ohranili visoko energijo, bi prav tako lahko povzročili izumrtje človeštva in sterilizacijo zemeljskega površja. Sredstva za obvladovanje ali upravljanje teh naravnih eksistenčnih tveganj, pa izhajajo ravno iz razvoj znanosti in tehnologije.

Poenostavljeno enačenje tehnološkega in znanstvenega razvoja s pohlepom in izkoriščanjem, je pogosto motivirano tudi z željo po vrnitvi v preprostejšo, netehnološko agrarno idilo, ki pa ni nikoli obstajala in verjetno tudi ne more obstajati (SIRC 2003), vsaj v odsotnosti obsežne tehnološke infrastrukture, ki bi lahko zagotavljala takšno uravnoteženo sožitje človeka in narave.

Hevristika razpoložljivosti pomeni, da so nekatera tveganja deležna večje pozornosti zgolj zato, ker uživajo višjo stopnjo publicitete in obravnave, kot pa druga tveganja, ki so lahko statistično verjetnejša in prav tako pomembna. Takšen primer razpoložljivosti predstavljajo tveganja potovanja z letalom, nasproti tveganjem neustrezne prehrane ali izpostavljenosti naravnim gibanjem plina radona. Zanemarjanje verjetnosti se pojavlja, kadar se pozornost v celoti osredotoči na obseg negativnih posledic določenega izida, ne pa tudi na njihovo verjetnost. Mogoče je tudi, da zaradi stroge regulacije določenega tveganja, ki ima nizko verjetnost, nastanejo nova tveganja, z enako ali še večjo verjetnostjo. Sistemsko zanemarjanje pa je še posebej opazno v primeru sistemskih vplivov regulacij, ko je z osredotočanjem na en sam problem viden le en del vplivov regulacije, druge, negativne posledice pa ostajajo neopazne.

More kot pomanjkljivosti previdnostnega načela (More 2005a) navaja predvidevanje najslabših možnih scenarijev, odvračanje pozornosti od uveljavljenih groženj zdravju, še posebej naravnih tveganj, domnevo, da bodo učinki regulacij in omejitev pozitivni ali nevtralni in ne negativni, zanemarjanje potencialnih koristi tehnologije in postavljanje narave pred človeštvo, nelegitimno prelaganje bremena dokazovanja in postavljanje predlagateljev določene dejavnosti v neugoden položaj, ter neskladnost z bolj uravnoteženimi, običajno-pravnimi pristopi za obvladovanje tveganj in škode.

Kot primere problematičnosti previdnostnega načela, Sunstein navaja regulacijo preizkušanja novih zdravil, genetske modifikacije rastlin za prehrano in jedrske energije (Sunstein 2002: 34). Regulacije lahko družbo prikrajšajo za znatne koristi in s tem proizvedejo tveganja in celo smrti, do katerih drugače ne bi prišlo. Regulacija, ki bi odstranila oportunitetne koristi postopka ali dejavnosti, ter s tem povzročila preprečljive smrti, tako ravna v nasprotju s prvotno zahtevo previdnostnega načela.

To je vidno na primeru zakasnitve zdravil, kjer je uvajanje novih zdravil podvrženo previdnostnemu pristopu (Gilbert 2005: 2). Po eni strani takšen postopek ščiti posameznike pred neustrezno preizkušenimi zdravili z morebitnimi hudimi škodljivimi učinki[25], po drugi strani pa zaradi dolgotrajnega postopka z visokimi stroški prihaja do zmanjšane inovativnosti pri novih in tveganih pristopih k zdravljenju, obenem pa je ljudem s hudimi bolezenskimi stanji pogosto onemogočen dostop do potencialnih terapij. Običajno so primeri poškodb zaradi nepredvidenih stranskih učinkov novih terapij v javnosti deležni velike pozornosti[26], primeri umrlih, ki bi potencialno lahko preživeli s pravočasno uporabo poskusnih zdravil, pa ostanejo v ozadju[27].

Drug primer predstavlja genetsko spremenjena prehrana. Njeni nasprotniki opozarjajo na morebitno resno škodovanje okolju in tveganje za človeško zdravje, medtem ko mnogi zagovorniki njene uvedbe verjamejo, da bo prepoved uvedbe genetsko spremenjenih rastlin dejansko povzročila številne smrti, ki bi jih bilo mogoče preprečiti. Potencialno bi bilo z genetskimi modifikacijami mogoče pridelovati cenejšo in bolj zdravo hrano, kar bi koristilo

---

[25] Steve L. Gilbert piše, da ljudje, ki jemljejo zdravila na recept, zaupajo prevladi koristi nad tveganji škodovanja, ker Urad za živila in zdravila natančno preuči raziskave in odobri prodajo teh zdravil. Pri odobritvi zdravil FDA tako uporablja previdnostni pristop, ker zahteva, da farmacevtska podjetja demonstrirajo učinkovitost in varnost svojih izdelkov, preden pridejo na tržišče (Gilbert 2005: 2) Za popolnoma drugačno sliko glej Faloon 2008 v nadaljevanju.

[26] Med najodmevnejše primere sodi smrt Jesseja Gelsingerja leta 1999, ki je umrl med poskusom poprave prirojene genetske okvare z gensko terapijo. Temu je sledila prekinitev kliničnih preizkusov s strani FDA ter nazadovanje v razvoju genske terapije zaradi močnega javnega odziva in zahtev po večji previdnosti ter daljšem testiranju pred kliničnimi preizkusi na ljudeh, kljub temu, da razvoj in izpopolnjevanje genske terapije predstavlja najboljšo možnost za odpravo množice bolezni, ki izvirajo iz genetskih okvar (glej Philipkoski 1999; Thompson 2000).

[27] John Otrompke navaja, da pri izvajanju prostočasnih dejavnosti, ki vključujejo določeno stopnjo tveganja, letno umre več tisoč ljudi, in čeprav iz teh dejavnosti ne izhajajo nobene temeljne družbene koristi, družba nosi breme stroškov poškodb in smrti, ki se zgodijo med skoki s padalom, gorskim smučanjem ali drugimi nevarnimi, a popolnoma legalnimi dejavnostmi. Po drugi strani pa zvezna vlada v ZDA (podoben previdnostni pristop obstaja tudi v drugih državah) preprečuje pacientom s smrtonosnimi boleznimi dostop do terapij, ki jih FDA zaradi potencialnih tveganj ali pomanjkanja neizpodbitno dokazanih koristi ni odobrila, kljub temu, da so ti pacienti soočeni z zelo visoko verjetnostjo smrti. Pri tem dostop velja za nezakonit, ne glede na to, če posamezna oseba takšno obliko zaščite pred morebitnimi tveganji sploh želi. Leta 2006 je zvezno prizivno sodišče v ZDA razglasilo takšno pozicijo FDA do poskusnih terapij za neustavno, z utemeljitvijo, da imajo na smrt bolni pacienti pravico do poskusnih terapij, ki bi jih potencialno lahko rešile, ne glede na to, če je FDA podelila dokončno odobritev za njihovo prodajo (Otrompke 2006: 31-33). Zaključek te pravne bitke v letu 2008 še ni znan, verjetno pa se bodo zahteve po pravicah posameznika do izbire še večale, saj se tudi pozivi za liberalizacijo pogojev, pod katerimi bi se ljudje lahko prostovoljno javili za inovativne terapije, zaradi naglega napredka različnih konvergetnih tehnologij, še posebej tehnologij za podaljševanje zdravega življenjskega razpona, še stopnjujejo.

predvsem državam v razvoju[28]. Če so te potencialne koristi dejansko uresničljive, oziroma če odtehtajo potencialna tveganja, seveda ne more biti jasno vnaprej, vendar pa oba primera kažeta, kako previdnostno načelo v svojem bistvu lahko nasprotuje tako regulaciji kot neregulaciji, saj obe smeri delovanja prinašata določene negativne posledice in celo potencialno izgubo življenj, to pa vodi v paralizo.

Jamais Cascio navaja, da aplikacija previdnostnega pristopa k biotehnologiji zaradi nepoznavanja dolgoročnih učinkov vpeljave genetsko modificiranih organizmov v ekosistem, nakazuje izogibanje njihovi uvedbi, ker predstavljajo samo-replicirajoče tehnologije, ki so podvržene evolucijskim pritiskom (Cascio 2006).

Dodatno težavo pri uporabi previdnostnega načela predstavljajo nadomestna tveganja, nevarnosti, ki nastanejo, ali se povečajo, kot posledica uvedbe regulacij (Sunstein 2002: 34). Prepoved jedrske energije, ki s seboj prinaša lastna tveganja in nevarnosti, bi povečala odvisnost od fosilnih goriv, kar bi posledično prispevalo k porastu globalnega segrevanja in dodatni škodi za okolje in zdravje ljudi.

Statistični podatki nakazujejo tudi povezavo med večjim dohodkom in boljšim zdravjem. Visoki stroški, ki bi nastali zaradi uvajanja regulacij, bi tako lahko povzročili izgubo življenj s podražitvijo izdelkov in storitev, z zmanjšanjem zaposlenosti in povečanjem revščine. Nekatere študije namreč navajajo izgubo enega statističnega življenja v ZDA na vsakih 15 milijonov dolarjev, porabljenih za regulacijo. Ta učinek je še večji, kadar prizadene najrevnejših dvajset odstotkov prebivalstva (Viscusi in Gayer 2002: 54-63). Max More prav tako poudarja, da sredstva in čas, porabljeni za obvladovanje hipotetičnih tveganj, pomenijo manj sredstev za spopadanje z že obstoječimi in dobro znanimi tveganji, kot so tveganja okužb, bolezni, revščine in naravnih katastrof.

Mogoče bi bilo trditi, da previdnostno načelo usmerja pozornost k vprašanjem, ki so deležna nizke pozornosti v regulativnem postopku, kot na primer okoljevarstvene vrednote in tveganja, ki ne nastopijo v kratkem roku. A kot kaže primer jedrske energije, so okoljevarstvene vrednote lahko prisotne tako pri nasprotnikih, kot pri zagovornikih. Podobno

[28] Zaradi morebitnih spremenjenih oziroma poslabšanih podnebnih razmer je mogoče, da bodo genetsko spremenjene rastline znova stopile v ospredje, saj bi bile potencialno lahko mnogo bolj odporne in prilagodljive na ekstremne okoljske razmere.

velja za cilje zagotavljanja zdravja in varnosti ljudi pri postopku preizkušanja novih zdravil in terapij.

Helene Guldberg navaja, da znanstveni in tehnološki napredek za mnoge segmente prebivalstva ustvarja ne zgolj bolj tvegan, temveč tudi bolj varen svet. Kot primer navaja vztrajno upadanje smrtnosti dojenčkov, ki je v Angliji na začetku dvajsetega stoletja znašala 150 izmed vsakih 1000 pred prvim letom življenja, danes pa znaša manj kot pet izmed vsakih 1000, predvsem zaradi imunizacije in drugih odkritij v medicini. Nadalje omenja tudi upadanje nezgod v domačem okolju, zaradi nadomestitve nezanesljivih odprtih peči s centralnim ogrevanjem in nadomestitvijo svetlobe sveč z električno razsvetljavo (Guldberg 2003).

Vsakršno človeško in pa tudi naravno delovanje nenehno ustvarja tako nova potencialna tveganja kot nove negativne učinke. Ravno zato previdnostna zahteva po dokazovanju, da je možnost resne škode zaradi novih dejavnosti in postopkov blizu ničle, s prelaganjem bremena dokazovanja na zagovornike, postavlja nedosegljiv kriterij. Če bi bilo previdnostno načelo na široko uporabljeno v preteklosti, bi se medicinski napredek ustavil, ko je prvi pacient umrl na operacijski mizi zaradi nedodelanosti novih postopkov. Max More nadalje piše, da bi uporaba previdnostnega načela preprečila razvoj skoraj vseh pomembnih inovacij, med drugim antibiotikov, aspirina, kontracepcijskih tabletk, zdravil vseh vrst, elektrifikacije, proizvodnje in distribucije energije, nožev, nuklearnih raziskav, kirurgije na odprtem srcu, presaditev organov, fizikalnih raziskav, radarja, klorirane vode in diagnostičnih orodij, ki uporabljajo žarke X. Vsi ti izumi namreč lahko odpirajo grožnje resne ali nepopravljive škode za človeško zdravje ali okolje (More 2005b: 2).

Večina tehnoloških inovacij in sprememb s seboj prinaša tako pozitivne kot negativne učinke, obenem pa lahko z zmanjšanjem ali odpravo starih tveganj povzročijo nova, ki so pogosto nepredvidljiva. V nekaterih primerih gre pri tem za določeno tveganje človeškemu zdravju, ki ga nosijo ravno sredstva in postopki, namenjena izboljševanju zdravja. To velja tudi za primer uvedbe klorirane vode, ki je omogočila obsežno distribucijo pitne vode. Kljub temu, da klor verjetno predstavlja določeno tveganje za zdravje (Kurzweil in Grossman 2004: 184), onemogoča prisotnost kolere, tifusa in drugih patogenov, ki uspevajo v prostih naravnih vodnih virih in zaradi katerih v tretjem svetu še vedno umirajo milijoni ljudi.

Žarki X, ki se redno uporabljajo pri medicinskem diagnosticiranju, lahko s količino sevanja, ki jo telo prejme pri skeniranju, inkrementalno prispevajo k razvoju mutacij v celični DNK, kar sčasoma lahko vodi v nastanek rakavih celic (Ozner 2008: 54). Seveda pa je vprašljivo, če takšno tveganje prevlada nad tveganjem napačne diagnoze pri notranjih poškodbah ali zlomih. Navsezadnje nenehna izpostavljenost naravnemu sevanju ozadja, iz virov kot so sončna svetloba, plin radon, kozmični žarki, kamenine v tleh, itd., predstavlja podobno tveganje. Obenem se tudi v pravni zakonodaji priznava, da obstajajo vrste potrebnih izdelkov ali postopkov, ki neizogibno niso varne (Ziegler 2006: 346). Pri tem je seveda smiselno upoštevati da, še posebej v primeru CAT skeniranja, kjer se uporabljajo žarki s še višjo energijo, uporaba takšnih diagnostičnih metod sicer odtehta tveganja v primeru pacientov s potrjenimi, težkimi bolezenskimi stanji, v primeru zdravih pacientov pa druge metode preventivnih pregledov predstavljajo manj tvegano izbiro (Ozner 2008: 51-59).

V drugih primerih sredstva za izboljšanje človeškega zdravja lahko povzročajo tveganja za okolje, prav tako pa lahko ukrepi za ohranjanje okolja povečajo tveganje za človeško zdravje (Bailey 1999). Pesticidi so bili razviti za nadzor nad insekti, ki prenašajo bolezni, kot so muhe, komarji in ščurki, ter za zaščito poljščin. Uporaba pesticidov je tako zagotovo izboljšala zdravje ljudi, kljub temu, da prinaša tudi določeno tveganje za človeško zdravje s potencialnim kancerogenim delovanjem (Kurzweil in Grossman 2004: 246). Večje negativne posledice za okolje pa je predstavljalo škodovanje živalskim vrstam, ki niso bile predvidene kot cilj pesticidov[29]. Prepoved uporabe insekticida DDT v razvitih državah, je morda upravičena, vprašanje pa je, če tveganje povečanega števila obolenj za malarijo odtehta negativne vplive in tveganja uporabe DDT v revnejših državah tretjega sveta.

Smiselno je upoštevati, da je v razvitem svetu, kjer tehnologija večjemu delu prebivalstva že omogoča dokajšnjo odpravo pomanjkanja, bolezni in nevednosti, lažje sprejeti opustitev posameznih novih tehnologij, kot pa v tretjem svetu, kjer pogosto ni niti tehnološke infrastrukture za zagotavljanje osnovnih potreb preživetja. Kot pravi Frances B. Smith (Consumer Comments 2002), priljubljenost previdnostnega načela odraža dejstvo, da so ljudje v razvitem svetu postali bogatejši in bolj zdravi in jim je zato lažje zavrniti paradigmo

[29] DDT se je akumuliral v maščobnem tkivu ptic, kar je imelo za posledico tanjšanje jajčnih lupin in upad preživetja mladičev, kopičenje DDT v človeškem telesu pa ima vrsto potencialnih tveganj za zdravje. Ta insekticid je po drugi strani uspešno zatiral komarje, ki so prenašalci malarije, dokler se ni pri posameznih vrstah pričela razvijati odpornost (Wikipedia: DDT).

"tveganja proti tveganju", kjer je potrebno na eni strani tehtati stara tveganja, ki jih nove inovacije in izdelki odpravljajo, ter na drugi strani nova tveganja, ki jih prinašajo. V tem smislu gre za premik od metode "poskusa in napake" k strategiji predvidevanja s "poskusom brez napake" ter za podeljevanje večje teže tveganjem inovacije, kot tveganjem stagnacije.

Zahteva po dokazovanju, da je tehnologija varna ali potrebna, ter da ne obstajajo boljše alternative (Gilbert 2005: 3), je prav tako težavna. Kje se nahaja prag, ki pomeni, da je tehnologija potrebna, če ne obstajajo boljše alternative? Je prag potrebe postavljen na nivoju virov, kot so zrak, hrana in voda? So avtomobili potrebni? Antibiotiki? Računalniki? Lepotna kirurgija? Takšen prag je pogosto odvisen od vrednot in ciljev, ki jih posamezniki poskušajo doseči. Kot pravi Ronald Bailey v nadaljevanju, posamezne tehnologije predstavljajo mostove, ki vodijo do novih, učinkovitejših, varnejših in čistejših tehnologij. Močno vprašljivo je, če bi bil prehod od sežiganja lesa k potencialnim solarnim in vodikovim virom energije mogoč brez vmesne uporabe fosilnih goriv. In kolikor je uporaba fosilnih goriv neprijazna do okolja, ima sežiganje lesa še mnogo hujše učinke (Bailey 1999).

Predpostavka, da lahko vnaprej predvidimo večino razsežnosti in posledic katere koli tehnologije ter ugotovimo, če bo na splošno koristila ali škodovala človeštvu in okolju, je zmotna. Takšno preizkušanje bi zahtevalo oblikovanje modelov živih sistemov z računalniško simulacijo, ki bi bila podobna fizični realnosti vsaj do nivoja posameznih molekularnih struktur, kar s trenutno komputacijsko tehnologijo še ni mogoče, čeprav hiter razvoj superračunalnikov dejansko že omogoča vedno bolj podrobne in natančne simulacije kompleksnih pojavov in sistemov (glej Rennie 2007; Markoff 2008). Postavlja se tudi vprašanje, v kolikšni meri je mogoče vnaprej predvideti vse bodoče koristi trenutnih odkritij in inovacij[30]. V primeru organoklorovih pesticidov, so ti kljub vsemu rešili milijone življenj, ki bi bila izgubljena zaradi malarije ali podhranjenosti, ni pa bilo mogoče predvideti, da se bodo akumulirali v živalskem maščobnem tkivu in škodovali organizmu, saj ni obstajala niti teorija o bioakumulaciji. Šele s pridobivanjem izkušenj z novimi snovmi je mogoče spoznati njihove negativne učinke in kasneje razviti nove pesticide, ki dosegajo ugodnejše razmerje med koristmi za človeka in škodovanjem okolju.

[30] Bailey piše: "Ko je bil leta 1960 izumljen optični laser, je bil odslovljen kot "izum, ki išče zaposlitev". Nihče si ni mogel predstavljati, kakšno uporabnost bi ta zanimivi pojav lahko imel. Danes pa je seveda nepogrešljiv za delovanje stotin vsakdanjih izdelkov: poganja naše tiskalnike in optična komunikacijska omrežja, popravlja kratkovidnost, odstranjuje tetovaže, predvaja podatkovne diske, odpira zamašene arterije" (Bailey 200: 243).

Alan S. Ziegler opozarja, da previdnostno načelo sicer daje močan poudarek vrednosti posameznika, vendar pa proizvaja tveganje za zadušitev inovacij ali vsaj za zakasnitev pozitivnega razvoja, ne zgolj gospodarsko pomembnega tehnološkega napredovanja, temveč tudi napredovanja, ki je ključno za izboljšanje zdravja posameznikov in dobrobit družbe. Zakasnitev konvergentnih tehnologij, predvsem na področju tehnologij, usmerjenih v izboljšanje človeškega zdravja in dolgoživosti, zgolj za eno desetletje, bi lahko imela visoko ceno v smislu bolezni, nezmožnosti, smrti, bolečin in trpljenja, povzročenega posameznikom, katerim tako ne bi bili deležni njihovih koristi (Ziegler 2006: 347). Regulacije imajo namreč lahko učinek odvračanja tveganega kapitala, ki bi bil uporabljen za financiranje raziskav, lahko spremenijo naravo tekočih raziskav, povzročijo pa lahko tudi, da podjetja ponovno preračunajo izplačilo investicij v raziskave in razvoj ter posledično zmanjšajo vloženi znesek (Eads v Ziegler 2006: 346).

Ravno v primeru naprednih novih tehnologij, kot so konvergentne tehnologije, pa so investicije zasebnega tveganega kapitala bistvenega pomena za raziskave in razvoj. Če je regulacija osredotočena na izdelke konvergentnih tehnologij, namesto na odvračanje neželenega ravnanja s temi izdelki, bi lahko že v kali zatrla pomembne inovacije, ki bi dolgoročno morda proizvedle večjo varnost in zdravje od seštevka posameznih škod, povzročene določenim posameznikom. Tako upravičenost specifičnih centraliziranih odločitev o varnosti, sprejetih vnaprej na teoretični podlagi, v zgodnjih fazah razvoja in implementacije, postane vprašljiva (Ziegler 2006: 345-346).

Anders Sandberg v zvezi z regulacijo naprednih tehnologij (Sandberg 2008) piše, da je za uspešnost regulacije najprej potrebno priznanje o potrebi reguliranja določenega tehnološkega področja (kar pomeni tudi priznanje področja in navedbo razlogov za regulacijo) ter razumevanje o vplivu regulacije na to področje. Tega na splošno ni mogoče storiti a priori. Predhodno ne vemo, kaj bo nova tehnologija proizvedla ali kako bo uporabljena oziroma zlorabljena, sklepamo lahko samo iz preteklih izkušenj, kar pa ima le omejeno uporabnost. Preden se področje dovolj razvije, da bi bili sposobni nakopičiti nekaj izkušen o tem, kako deluje, kaj je mogoče storiti, kaj gre lahko narobe in kako ga ljudje uporabljajo, bo regulacija prezgodnja in najverjetneje neučinkovita (kot na primer regulacija intelektualne lastnine na internetu) in/ali bo imela nenameravane učinke (kot na primer zadušitev posamezne zaželene napredne tehnologije v birokratskih postopkih). Tako na primer regulacije sintetične biologije

ni mogoče izvesti, preden sintetična biologija obstaja, razen s poskusi preprečitve nastanka celotnega področja.

Kot pri večini odločevalskih orodij, tudi pri previdnostnem načelu predstavlja težavo selektivna strateška uporaba, ki je v skladu s političnimi in ideološkimi interesi. Joel Schwartz kot primer omenja stališča znanega okoljevarstvenika Jeremya Rifkina, ki je obenem tudi močan zagovornik prehoda na vodikovo gorivo, kar bi potencialno lahko ublažilo vrsto okoljskih in gospodarskih težav. Kot dosleden nasprotnik biotehnologije, Rifkin podpira previdnostno načelo pri odločanju o tehnoloških politikah, nasproti "razsvetljenski znanosti", ki naj bi bila preveč primitivna za upravljanje potencialno globalnih tveganj, izhajajočih iz sodobne tehnološke družbe. Ko so raziskovalci na Caltechu objavili študijo, ki izraža skrbi, da bi sproščanje velikih količin vodika, uporabljenega kot vir energije, v atmosfero, potencialno lahko povzročilo znatna tveganja, vključno s poškodbami ozonske plasti, spremembami globalnega podnebja ter hitrosti rasti mikrobov v prsti (Tromp in drugi v Schwartz 2004), bi to v skladu s previdnostnim načelom zahtevalo vsaj začasno zaustavitev prizadevanj za prehod na vodikovo gospodarstvo. Kljub temu pa se je Rifkin postavil v bran novi tehnologiji z argumenti, da "ob prehodu na nov vir energije prihaja do določenih vplivov na okolje", vendar pa nadomestitev fosilnih goriv z vodikom predstavlja "naše upanje za prihodnost". Kot pravi Schwartz, je takšno odločanje močno podobno tradicionalnemu ocenjevanju tveganj, ki temelji na "razsvetljenski znanosti" in ne na previdnostnem načelu (Schwartz 2004).

James J. Hughes meni, da je uvajanje previdnostnega načela na splošno podcenjevalo neizogibno prevzemanje tveganj, ki so del napredka, kakor tudi potrebo po raziskovanju in podpiranju tehnoloških rešitev za naravna in človeško povzročena tveganja, kar obenem vključuje potencial konvergentnih tehnologij za, na primer, ekološko sanacijo in razvoj trajnostnega kmetijstva. Kljub vsemu pa smatra tako previdnostno kot proakcijsko idejo za sestavna dela splošnega, znanstvenega pristopa k predvidevanju in odzivanju na tveganja ter k regulaciji tehnoloških inovacij.

Kot pravi, morajo biti novi nanomateriali podvrženi enaki strogi toksikološki obravnavi kot obstoječe kemikalije in materiali, ne obstaja pa potreba po globalnem moratoriju ali celo prepovedi celotnih tehnoloških področij. Večinoma regulativne agencije, potrebne za zagotavljanje varnosti posameznih izdelkov in postopkov naprednih tehnologij, že obstajajo,

potrebno pa je zagotoviti, da bodo imele ustrezno financiranje, avtoriteto in neodvisnost od korporativnega vpliva in klientelizma, za opravljanje svojih nalog (Hughes 2004: 243).

Nezaupanje do znanstvenih in tehnoloških inovacij do neke mere izvira tudi iz asociativnega povezovanja omenjenih z delovanjem nekaterih korporacij, ki brezobzirno škodujejo okolju in zdravju ljudi zaradi stremljenja po čim višjem dobičku. Kljub nedvomni upravičenosti prizadevanj po učinkovitejšem recikliranju odpadkov, ohranitvi okolja in živalskih vrst ter načela, da mora onesnaževalec odpraviti povzročeno škodo okolju, pa pravi odgovor ni splošna, nediskriminatorna regulacija ali celo prepoved celotnih področij znanstvenega ali tehnološkega raziskovanja. Problematične pa so lahko tudi regulativne agencije, ki uporabljajo previdnostni pristop.

William Faloon piše, da FDA, zvezna regulativna agencija, zadolžena za odobravanje novih zdravil in medicinskih terapij, zaradi neustrezne strukture in pristopa duši razvoj množice inovativnih zdravil in terapij, obenem pa je odobrila vrsto zdravil z nevarnimi stranskimi učinki. Kot odziv na naraščajoče kritike in škandale, je FDA nedavno opravila lastno revizijo in objavila poročilo z množico zaskrbljujočih ugotovitev. Med drugim je ugotovila erozijo lastnih znanstvenih temeljev, neustreznost svoje IKT infrastrukture, nezmožnost ustrezne regulacije medicinskih izdelkov, ki temeljijo na naprednih tehnologijah, pomanjkljivo zmožnost oblikovanja modelov, ocenjevanja tveganj in analize, neučinkovitost programa za znanstveno delovanje, ter neustrezno eksterno in interno sodelovanje. FDA tako priznava da ji, še posebej pri obravnavi kompleksnih področij, kot sta genomika in biotehnologija, kjer je znanstveni in tehnološki napredek trenutno najhitrejši, primanjkuje osnovnih zmožnosti za razumevanje vpliva uporabe naprednih izdelkov, njihovega ocenjevanja, vzdrževanja koraka z njihovim razvojem ter za podporo inovacij v industrijah in na trgih, ki jih regulira. Faloon v luči tega zagovarja pristop, ki podeljuje posameznikom pravico dostopa do naprednih terapij, ki jih FDA ni odobrila, ter je tako bližje proakcijskemu pristopu. Obstoječi zakoni za zaščito potrošnikov in tveganja javnih odškodninskih tožb bi bili zadostni za preprečevanje sleparjenja in neustreznih izdelkov s strani podjetij (Faloon 2008: 7-11).

V tem primeru se nekoliko večji del ocenjevanja in upravljanja tveganj prenese na posameznika, vendar pa gre za posameznika, ki sam išče in proučuje znanstvene vire informacij in je pri odločanju za večje koristi pripravljen nositi večjo mero osebne svobode ter obenem tudi morebitnega tveganja.

To navaja k ponovnem premisleku o ustreznosti in učinkovitosti močnih regulativnih institucij, ki uporabljajo previdnostni pristop. Pri tem se odpira vprašanje s še večjo težo, in sicer kaj bi se lahko zgodilo v primeru vzpostavitve močnega mednarodnega ali celo globalnega regulativnega sistema oziroma institucije za nadzor nad konvergentnimi tehnologijami, kot so jih predlagali nekateri misleci. Težave FDA lahko služijo kot opozorilo, kakšne učinke bi potencialno lahko imel okorel birokratski sistem v svetu naglih tehnoloških inovacij in sprememb, ki bi zavrl ali celo preprečil potencialne koristi in zmožnosti za odpravo obstoječih tveganj in nevarnosti s sklicevanjem na potencialna tveganja.

Glede na univerzalno prisotnost tveganj in nevarnosti v realnem svetu, izhajajočih tako iz sprejema ali opustitve določenega delovanja, kot tudi iz ohranjanja začetnega stanja,
mora vsak racionalni sistem odločanja in upravljanja tveganj vključevati razumno mero previdnosti, vendar pa ustreznost previdnostnega načela kot izključnega vodila za oblikovanje tehnoloških in drugih politik zaradi zgoraj obravnavanih dilem v najboljšem primeru ostaja pomanjkljiva.

5.2 Proakcijsko načelo

"Kdor okleva je izgubljen."
- ljudski pregovor

Proakcijsko načelo je leta 2004 formuliral Max More, kot odgovor na previdnostno načelo, ki po njegovem mnenju vsebuje vrsto že omenjenih usodnih slabosti. V najnovejši različici (More 2005a), ki je na voljo, različici 1.2., se proakcijsko načelo glasi:

> *Svoboda ljudi do tehnološkega inoviranja je zelo dragocena, celo kritičnega pomena, za človeštvo. To nakazuje na vrsto odgovornosti za tiste, ki razmišljajo če in kako razvijati, uvajati ali omejevati nove tehnologije. Tveganja in priložnosti je potrebno ocenjevati z uporabo objektivnega, odprtega in izčrpnega, a vendar preprostega, postopka odločanja, ki temelji na znanosti, namesto na kolektivnih čustvenih reakcijah. Stroške omejitev in izgubljenih priložnosti je potrebno upoštevati v prav tako polnem obsegu kot neposredne učinke. Prednost naj imajo ukrepi, ki so sorazmerni z verjetnostjo in obsegom vplivov, in ki imajo najvišje izplačilo glede na stroške. Svoboda ljudi do učenja, inoviranja in napredovanja naj ima visoko*

prioriteto.

Proakcijsko načelo samo vsebuje deset osnovnih konceptov, ki so potrebni za operacionalizacijo načela pri usmerjanje postopka ocenjevanja in odločevanja (More 2008):

1. **Svoboda do inoviranja:** Svoboda do tehnološkega inoviranja je dragocena za človeštvo, zato naj bo breme dokazovanja na tistih, ki predlagajo omejitvene ukrepe. Vse predlagane ukrepe je potrebno temeljito preiskati.
2. **Uporaba najboljših objektivnih metod:** Uporablja naj se odločevalski postopek, ki je objektiven, strukturiran in jasen. Tveganja naj se ocenjujejo ter alternative in napovedi generirajo v skladu z razpoložljivo znanostjo, ne čustveno oblikovanimi zaznavami, z uporabo najbolj potrjenih in učinkovitih razpoložljivih metod. Uporabljajo naj se jasni postopki napovedovanja z rigorozno strukturiranimi vnosi, sam postopek napovedovanja pa naj se v celoti razkrije. Pristranosti naj se zmanjšujejo z izbiro nezainteresiranih strokovnjakov, z uporabo postopka hudičevega odvetnika z razsodniškimi metodami, ter z uporabo revizijskih postopkov.
3. **Izčrpnost:** Potrebno je upoštevati vsa razumna alternativna dejanja, vključno z nedejavnostjo. Oceniti je potrebno priložnosti, ki so bile izgubljene z opustitvijo določene tehnologije, ter upoštevati stroške in tveganja nadomestitve z drugimi verodostojnimi opcijami. Pri ocenjevanju naj se uporablja sistemsko razmišljanje za skrbno presojo ne samo koncentriranih in takojšnjih učinkov, temveč tudi široko razpršenih in kasnejših učinkov, kakor tudi za presojo interakcije faktorja, o katerem se razmišlja, z drugimi faktorji.
4. **Sprejemanje vnosa:** Potrebno je upoštevati interese vseh potencialno prizadetih skupin, postopek pa naj ostaja odprt za vnose teh skupin ali njihovih zakonitih predstavnikov.
5. **Poenostavljanje:** Uporabljajo naj se metode, ki niso nič bolj kompleksne, kot je potrebno, z upoštevanjem drugih načel.
6. **Postavljanje prioritet in triaža:** Pri izbiranju ukrepov za izboljšanje neželenih stranskih učinkov, naj imajo kriteriji odločanja sledečo prioriteto:
   - prednost naj ima zmanjševanje ne-smrtonosnih groženj človeškemu zdravju nasproti grožnjam, ki so omejene na okolje (v razumnih mejah);
   - prednost naj ima zmanjševanje takojšnjih groženj nasproti oddaljenim grožnjam;

- prednost naj ima naslavljanje znanih in dokazanih groženj človeškemu zdravju in kakovosti okolja nasproti hipotetičnim tveganjem;
- dajane prednosti ukrepom z najvišjo verjetnostjo, s podeljevanjem prednosti bolj gotovim nasproti manj gotovim grožnjam, nereverzibilnim ali vztrajnim vplivom nasproti prehodnim vplivom, ter predlogom, ki bodo verjetneje doseženi z razpoložljivimi viri.

7. **Sorazmerna uporaba ukrepov:** O restriktivnih ukrepih naj se razmišlja samo, če je potencialni negativni vpliv določene dejavnosti obenem dokaj verjeten in dokaj velik. V takšnih primerih, če dejavnost obenem tudi generira koristi, je potrebno odšteti vplive v skladu z izvedljivostjo prilagoditve na neugodne učinke. Če se ukrepi za omejitev tehnološkega napredovanja zdijo upravičeni, je potrebno zagotoviti, da je obseg teh ukrepov sorazmeren z obsegom verjetnih učinkov, ter da se ukrepi uporabljajo tako ozko, kot je mogoče, da še vedno ostanejo učinkoviti.
8. **Spoštovanje raznolikosti vrednot:** Potrebno je spoštovati raznolikost vrednot med ljudmi, kakor tudi različno težo, ki jo podeljujejo skupnim vrednotam. Vedno kadar je izvedljivo, je potrebno ljudem omogočiti, da opravljajo razumne, na informacijah utemeljene presoje prednosti in slabosti, v skladu z njihovimi lastnimi vrednotami.
9. **Simetrična obravnava:** Tehnološka tveganja naj se obravnavajo na enaki osnovi kot naravna tveganja. Potrebno se je izogibati podeljevanju premajhne teže naravnim tveganjem in prevelike teže človeškim-tehnološkim tveganjem. Koristi tehnološkega napredovanja naj se v celoti upoštevajo.
10. **Ponovna obravnava in posodobitev:** Oblikovati sprožilo, ki bi odločevalce spodbudilo k ponovni obravnavi odločitve, dovolj daleč v prihodnosti, da so se pogoji morda znatno spremenili, a dovolj kmalu, da je mogoče začeti z učinkovitim korektivnim ukrepanjem.

Kritiki proakcijskega načela pogosto trdijo, da se preveč osredotoča na enostavno logiko vzrokov in posledic, ter da ignorira tako kompleksne rezultate, izhajajoče iz interakcij z drugimi dogajanji, kakor tudi potencial za znatne, vendar ne neizogibne probleme (Cascio 2006). Kritike je bilo deležno tudi z vidika okoljevarstvenih vrednot, ker naj bi postavljalo človeka in tehnološko družbo pred naravo.

Max More v svoji utemeljitvi proakcijskega načela navaja, da človeškemu razumu ni naravno, še manj pa enostavno, ustrezno razmišljati o tveganjih, ki izhajajo iz kompleksnih okoliščin,

kadar pa človeški razumi delujejo v skupinah, se lahko v odločevalski proces prikradejo še dodatne napake. Uvajanje novih tehnologij ter oblikovanje ravnotežja potencialnih koristi in škode, ki izhajajo iz inovacij, zahteva natančno ocenjevanje informacij in zapleteno odločanje, ter tako predstavlja poseben izziv. Tveganja in potencialne koristi področij, kot so genetski inženiring, učinkovine za spremembo razpoloženja in nove energetske tehnologije, našemu razsojanju niso lahko dostopne. Že ocenjevanje neposrednih učinkov, kot so na primer stranski učinki določenega cepiva, je lahko težavno, posredni učinki, ki imajo posledice za daljno prihodnost ali pa so široko razpršeni, z majhnimi učinki na posameznika a znatnimi učinki v celoti, pa pogosto ostajajo skriti vsem, razen najboljšim sistemskim mislecem (Moore 2005a: 1).

Človeške zmožnosti za prepoznavanje in izogibanje tveganjem, so dokaj uspešne pri reševanju ponavljajočih se ali specifičnih adaptivnih problemov, kot je izogibanje plenilcem, izbiranje užitne hrane, oblikovanje zvez in prijateljstev, življenje v manjših družbenih skupinah (za enostaven in zabaven uvod v evolucijsko psihologijo glej Evans in Zarate 2003). Vendar pa pogoji v okolju evolucijskih adaptacij, naših prednikov niso prisilili v razvoj zmožnosti za razumevanje dogodkov, katerih globoka negotovost izhaja iz kompleksnih vzrokov ali iz njihove edinstvenosti in redke ponovljivosti. S tem je povezana tudi vrsta že omenjenih kognitivnih pristranosti in napak človeškega sklepanja, ki izvirajo iz nevrobiologije kognicije in dinamike družbenih skupin.

Pri preudarjanju o učinkih novih tehnologij na človeka in okolje, morajo odločevalci v institucijah za oblikovanje javnih politik in korporacijah upoštevati vedno širši spekter dejavnikov, med drugim skrbi vedno večjega razpona vplivnih zainteresiranih strani, vplivov globalizacije, imperativ strateškega partnerstva, pospešujoče tehnološke in družbene spremembe, vedno bolj zahtevne državljane in stranke. Veščine ocenjevanja tveganj in odločevanja je sicer težko neposredno nadgraditi, vendar pa si je pri tem mogoče učinkovito pomagati z orodji, ki jih nudijo odločevalska znanost, tehnike napovedovanja ter metode za izboljšanje ustvarjalnosti (More 2005b: 2).

V primeru kompleksnih pojavov in dogodkov bi bilo potrebno revidirati obstoječe modele, ter zamenjati normalne distribucije in predpostavke postopnih sprememb s potenčnimi zakoni, kar bi pomagalo tudi pri upravljanju tveganj medsebojne soodvisnosti, ki so v prepleteni globalni družbi vedno pogostejša. Podoben poziv sta izrazila tudi Roger Hollingsworth in

Karl Mueller, ko, sicer na področju socio-ekonomije, priporočata uporabo epistemologije Znanosti II, ki poudarja pomen evolucije, dinamizma, naključja in prepoznavanja vzorcev. Koncepti, kot so samo-organizirajoči procesi, kompleksna omrežja, distribucije potenčnih zakonov, problem splošne vezave in večnivojska analiza, predstavljajo pomembne elemente pri obravnavi področij naprednih tehnologij, kot tudi orodja za večjo stopnjo sodelovanja in izmenjave spoznanj med poprej ločenimi znanostmi (Hollingsworth in Mueller 2008: 395-426).

Proakcijsko načelo tako poskuša zaščititi svobodo do inoviranja in proizvajanja, ter obenem usmerjati odločevanje k upoštevanju polnega razpona predvidljive škode in koristi. Z oblikovanjem mehke strukture usmerja odločevalce na različnih ravneh (kamor lahko spadajo tudi posamezniki kot potencialni uporabniki izdelkov ali tehnologij) k uporabi najboljših orodij za kritično in ustvarjalno obravnavo posameznih vprašanj. To meta-metodo odločevanja je mogoče uporabiti za izboljšanje standardnega ocenjevanja tveganj, organizacijske ustvarjalnosti in inoviranja, ali pa za širitev zavedanja o potencialnih priložnostih in tveganjih. Zaradi grožnje, da tehnološke zmožnosti vedno bolj prehitevajo naše standardne načine razmišljanja in odločanja, je proakcijsko načelo usmerjeno v izboljšanje človeških zmožnosti za predvidevanje, prilagajanje na in oblikovanje pozitivne prihodnosti (More 2005b: 4).

Kot navaja Jamais Cascio, proakcijski pristop k biotehnologiji trdi, da so lahko koristi uporabe genetsko spremenjenih organizmov znatne, še posebej v delih sveta, ki (zaradi političnih ali okoljskih vzrokov) niso zmožni pridelati dovolj hrane za lokalno prebivalstvo, zato bi morali po tem načelu spodbujati njihov razvoj (Cascio 2006), vendar pa proakcijska pod-načela pri tem zahtevajo obravnavo v smislu "za vsak primer posebej", glede na specifične lastnosti in modifikacije določenega genetsko inženiranega izdelka in ne splošno vrednotenje genetsko spremenjenih rastlin kot enotnega področja.

Potencialno neustreznost reševanja sodobnih problemov in tveganj z regulacijami in zadrževanjem, namesto s tehnološkimi inovacijami, obravnavata tudi Michael Schellenberger in Ted Nordhaus. Opozarjata, da se reguliranje in zmanjševanje globalnih emisij ogljikovega dioksida še vedno opira na paradigmo nadzora nad onesnaževanjem, pri tem pa globalno segrevanje dejansko predstavlja izziv za razvoj novih energetskih tehnologij in problem zadostne oskrbe z energijo. Po predvidevanjih se bo energetska poraba do leta 2050 podvojila,

obenem pa bi bilo v tem času potrebno zmanjšati emisije toplogrednih plinov za petdeset odstotkov. Ta transformacija se bistveno razlikuje od preteklih problemov z onesnaževanjem, saj bo zahtevala temeljne spremembe tehnologij in virov energije, ki trenutno poganjajo globalno gospodarstvo, torej neposreden razvoj novih tehnologij za čistejšo energijo. Naglo uvajanje takšnih tehnologij in zmanjševanje cen energije, ki bi jo proizvajale, bi zahtevalo močno vladno financiranje. Podporo za takšno upravljanje globalnih tveganj s tehnološkimi inovacijami, so nedavno izrazile tudi vplivne osebe, kot so nekdanji britanski premier Tony Blair, ekonomist na Univerzi Columbia Jeffrey Sachs ter direktor Duke Energy Jim Rogers, ter se tako pridružile konsenzu globalnih strokovnjakov za energijo, ki že več kot šest let pozivajo k večjim vladnim investicijam v tehnologijo. Investicije za takšne projekte bi bilo mogoče pridobiti iz potencialnih davkov na izpuste ogljikovega dioksida, ki jih v primeru, da bodo dejansko vloženi v nove, čistejše vire energije, podpirajo mnogi davkoplačevalci v ZDA (Schellenberger in Nordhaus 2008).

Vendar pa tudi čistejši in obnovljivi viri energije, ki so jim naklonjeni mnogi zagovorniki previdnostnega načela, s seboj prinašajo nova tveganja in grožnje. Elektrarne na veter lahko zaradi nepredvidljivosti moči vetra povzročijo velikanske poraste v energetskem omrežju, kar lahko vodi v izpad celotnega omrežja. V Oregonu, kjer vedno več električne proizvodnje temelji na vetru, je bilo pri nedavnem nenadnem porastu energije zaradi stabilizacije omrežja potrebno izpustiti več vode skozi jezove hidroelektrarn, to pa je ogrozilo jate lososov, ki so v tem času migrirale preko vodotoka (Kinsey Hill 2008). Potencialno bi sprememba zračnih tokov zaradi obsežnih vetrnih elektrarn lahko vplivala tudi na regionalne vremenske razmere, potencialna tveganja splošne uporabe vodika kot vira energije pa so bila omenjena že zgoraj.

Na vesoljskih elektrarnah temelječa solarna energija (glej NSS 2008) bi bila v tem oziru stabilnejša in učinkovitejša, saj je v vesolju sončno sevanje pet do desetkrat močnejše kot na površju Zemlje, energijo pa bi bilo mogoče zbirati 24 ur na dan, vreme pa prav tako ne bi predstavljalo težave. Sistem bi imel minimalen vpliv na okolje, ker bi se nahajala izven atmosfere in ne bi povzročal onesnaževanja ali proizvajal odpadkov (Hornyak 2008). Stroški razvoja takšnega projekta so v primerjavi s prej omenjenimi tehnologijami sicer velikanski, vendar pa bi bile potencialne koristi sočasnega razvoja vesoljske industrije prav tako velikanske (glej O'Neill 2000). Gotovo pa bi tudi te tehnologije s seboj prinesle nova tveganja in grožnje.

Kot je razvidno iz zgornjih primerov, tehnološke inovacije, ki odpravljajo predhodna tveganja, s seboj neizogibno prinašajo tudi nova, vrednost proakcijskega načela pa je ravno v tem, da se osredotoča na obravnavo vidikov novih, naprednih tehnologij, ki vpeljujejo radikalno drugačne pogoje in vplive.

5.3. Načelo reverzibilnosti

Načelo reverzibilnosti, ki po besedah njegovega oblikovalca ne predstavlja kompromisa med previdnostnim in proakcijskim načelom, temveč tretjo alternativo, je leta 2006 oblikoval Jamais Cascio. Njegova formulacija (Cascio 2006) se glasi:

> *Kadar razmišljamo* ***o razvoju ali uvajanju*** *koristnih* ***tehnologij*** *z* ***negotovimi, a potencialno pomembnimi, negativnimi rezultati****, bi morala biti vsaka odločitev sprejeta z* ***močno pristranostjo*** *k zmožnosti stopiti nazaj in* ***preokreniti odločitev****, če bi škodljivi izidi postali bolj verjetni. Določanje mogočih škodljivih rezultatov mora* ***temeljiti na znanosti****, a priznavati* ***potencial, da lahko ljudje tehnologijo uporabljajo na nenameravane načine****, vključevati mora* ***premislek o koristih, ki so bile izgubljene*** *z izbiro, da se s tehnologijo ne nadaljuje, nasloviti pa mora tudi možnost resnih problemov, ki izhajajo iz* ***interakcije nove tehnologije z obstoječimi sistemi in pogoji****. Ta premislek o reverzibilnosti* ***se ne bi smel končati*** *s prvotno odločitvijo o nadaljevanju ali zadrževanju, temveč bi ga bilo potrebno znova odpreti, ko se pojavijo dodatne relevantne informacije.*

Cascio v nadaljevanju razloži deset ključnih elementov novega načela:

1. **"... razvoju ali uvajanju..."** Idealno bi se reverzibilnostni pristop uveljavil v zgodnjih fazah postopka raziskovanja in razvoja. Cilj ni nujno zaustaviti raziskave v trenutku, ko pride do odkritja potencialnih problemov, temveč zagotoviti, da bosta tehnologija ali postopek zasnovana z mislijo na reverzibilnost. Domnevamo lahko, da odgovoren tehnološki razvoj vključuje željo izogibati se škodovanju; reverzibilnostno načelo bi prispevalo k tej želji z vključitvijo "stikala za izklop", če bi kasneje identificirali morebitno škodo.
2. **"...tehnologij..."** S tem je mišljeno vsakršno orodje, ki ga konstruira človek, naj gre za mehansko, biološko ali družbeno.

3. **"...negotovimi, a potencialno pomembnimi, negativnimi rezultati..."** V tem sta zajeta dva ključna dejavnika: ni nujno, da morajo biti negativni rezultati zagotovljeni ali neizogibni; biti pa morajo prikazljivo resni. Kako definirati "pomembnimi" je stvar razprave, začetne definicije pa bi lahko vključevale možnost smrti, težavnost ublažitve ali izboljšanja, ter potencial, da bi drugi, obstoječi problemi postali še slabši.
4. **"...močno pristranostjo..."** Potencial za reverzibilnost bi moral predstavljati kritičen element pri odločanju o razvoju ali uvajanju tehnologije, vendar ne bi smel biti edini odločujoči dejavnik. Drugi dejavniki, kot je potreba po odvračanju še večjega problema, bodo vedno igrali pomembno vlogo.
5. **"...preokreniti odločitev..."** Ta element predstavlja temelj načela. Če bi se pojavil nepričakovan negativen rezultat, bi bili idealno zmožni odpoklicati tehnologijo ter odpraviti škodo, ki jo je povzročila. Seveda to ne bo nujno enostavno ali celo mogoče, kljub temu pa težavnost preokrenitve učinkov nekega dejanja deloma izhaja iz neupoštevanja reverzibilnosti med postopkom zasnove.
6. **"...temeljiti na znanosti..."** Nesporazumi, govorice, ali miti - celo popularni - ne bi smeli biti dovolj, da bi odločali o zadrževanju razvoja ali uvajanja uporabnih tehnologij. Sočasno je potrebno priznati, da je vsa znanost odvisna od boljših informacij in da pripadajoče negotovosti znanstvenega raziskovanja ne bi smele biti razlog za zavračanje skrbi kot znanstveno neutemeljenih.
7. **"...potencial, da lahko ljudje tehnologijo uporabljajo na nenameravane načine..."** Reči, da je nekaj varno, če se pravilno uporablja, ni enako kot če je varno. Če "ulica najde lastno uporabo za stvari", bo takšna uporaba pogosto nasprotna navodilom izdelovalcev. Premislek o mogočih škodljivih rezultatih mora vključevati mogoče napačne uporabe in zlorabe tehnologije.
8. **"...premislek o koristih, ki so bile izgubljene..."** Najmočnejši argument proti striktni uporabi previdnostnega načela je, da ne upošteva škode, ki bi lahko nastala zaradi odsotnosti nove tehnologije na enak način, kot upošteva škodo, ki bi lahko nastala zaradi njenega uvajanja. V svetu problemov velikega obsega, ki zahtevajo inovativne rešitve, je to nevarno kratkovidno. Potencial za nereverzibilne negativne rezultate, ki izhaja iz uporabe tehnologije, je potrebno tehtati z ireverzibilnimi negativnimi rezultati, ki izhajajo iz njene opustitve.
9. **"...interakcije nove tehnologije z obstoječimi sistemi in pogoji..."** Ta element reverzibilnostnega načela je najtežje izmerljiv. Nove tehnologije ne obstajajo v

izolaciji. Z uvajanjem takoj postanejo del večjega tehnološkega ekosistema in vplivi, ki so v izolaciji morda popolnoma neškodljivi lahko, v kombinaciji z drugimi deli ekosistema, povzročijo resne probleme. Primer bi bil načrt za biogoriva, zaradi katerega bi mnogi kmetje, ki gojijo poljščine za prehrano, prešli na poljščine za gorivo, na škodo razpoložljivosti hrane za obubožane predele.

10. **"...se ne bi smel končati..."** Potem, ko je bila enkrat sprejeta odločitev o uvedbi ali neuvedbi posamezne tehnologije, vprašanj o tej tehnologiji še ne bi smeli pozabiti. Nova odkritja in analize lahko spremenijo ravnotežje vprašanj, ki se nanašajo na odločitev in to, kar je bila nekoč pravilna odločitev, lahko sčasoma postane napačna. Tako bi morala biti tudi odločitev o tem, če je posamezna tehnologija dovolj reverzibilna, tudi sama reverzibilna.

Kot piše Cascio, živimo v svetu hitrega tehnološkega napredovanja in velikanskih globalnih problemov, ki so prepleteni tako v smislu potencialnega izboljšanja kot potencialnega poslabšanja splošnega stanja. Binarni argument "nedejavnosti" ali "dejavnosti" tako ni najustreznejši za stopnjo negotovosti, ki spremlja tehnološko napredovanje, pa tudi ne za povezane vidike globalnih problemov, ki se medsebojno krepijo (kot na primer spremembe ozračja, ki poslabšajo stanje revščine v tretjem svetu, kar pa nato žene ljudi v strategije preživetja, ki še slabšajo kakovost okolja). Reverzibilnost bi tu lahko igrala pomembno vlogo.

Njena uporabnost se razteza preko več nivojev. Razmislek o možnosti in težavnosti reverzibilnosti bi lahko koristil vsakemu posamezniku, ko se odloča o potencialnem sprejemu določenega orodja ali sistema. Snovalci in izumitelji bi vključili reverzibilnost kot del celotnega postopka zasnove in če bi bil koncept vključen že od začetka, bi bila uspešnost potencialne reverzibilnosti uvedbe tehnologije mnogo bolj verjetna. Načrtovalci, torej vsi, ki so odgovorni za prenos tehnološkega sistema v splošno uporabo, bi upoštevali vprašanje reverzibilnosti, ko bi prišlo do faze uvajanja novih tehnologij. Za proizvajalce bi načrtovanje z reverzibilnostnim načelom lahko predstavljalo kritje pred pravnimi tožbami, za vlade bi lahko predstavljalo del gospodarske in politične strategije in če bi se uveljavilo, bi ga verjetno podpirala tudi zavarovalniška podjetja.

Pomembna pa je seveda uporaba načela v praksi. Reverzibilnostni pristop v biotehnologiji bi na primer na splošno podpiral inženiranje genetsko spremenjenih organizmov na način, ki bi omogočal njihovo odstranitev iz okolja, če bi prišlo do pojava nepričakovanih ali malo

verjetnih problemov. Potencialno reverzibilnost v primeru genetsko spremenjenih rastlin bi predstavljala dodelana različica tako imenovanega "terminatorja", genetskega zaporedja, ki bi z aktivacijo lahko preprečilo nadaljnje širjenje rastline s povzročitvijo sterilnosti semen (Monsanto 1999: 127-128). Uporaba takšnih tehnologij za zaščito genov, je v javnosti naletela na veliko neodobravanje, predvsem, ker bi zaradi tega kmetovalci lahko postali popolnoma odvisni od dobave semen s strani proizvajalcev, saj bi takšen mehanizem služil učinkoviti zaščiti lastninskih pravic, obenem pa so se pojavila ugibanja o morebitnem tveganju prenosa te genetske sekvence na druge rastline, kar bi lahko povzročilo sterilnost tudi pri slednjih (Geo-Pie Project 2005).

Z reverzibilnostno analizo lahko obravnavamo tudi potencialne projekte geoinženiringa in teraformiranja Zemlje, ki so namenjeni zaustavitvi globalno katastrofičnih podnebnih izidov. Če bi se bili prisiljeni odločati o takšnih inženirskih projektih na globalni ravni, je verjetno, da večina teh opcij ne bi bila reverzibilna. Ustrezno vprašanje bi bilo potem, katera opcija, vključno z nedejavnostjo, bi v najslabšem sprejemljivem scenariju povzročila najmanjšo količino smrti in uničenja, ter katera bi omogočala največjo možnost za postopno izboljšanje škode.

Pri tem se postavlja vprašanje, če je reverzibilnost v praksi res mogoča. Stvari namreč ni mogoče povrniti v točno enako predhodno stanje, kar je razvidno že iz drugega zakona termodinamike, mogoče pa je poskušati preprečiti neizogibne katastrofe, odpraviti nadaljnjo škodo pri njenem viru ter izboljšati škodo, ki se je že zgodila. Pomembno je tudi, kdaj bi se odločili, da je določeno izbiro potrebno preokreniti, saj tudi postopne spremembe sčasoma postanejo ireverzibilne.

Reverzibilnostno načelo naj bi delovalo kot hevristika, kot pomoč pri razmišljanju o različnih scenarijih in odločanju v smislu "Če izberemo to opcijo, kako težavno bi jo bilo preokreniti in odpraviti v primeru, da se pojavijo težave?" Ni nujno, da bi bila najboljša izbira vedno opcija, ki jo je najlažje preokreniti, koristilo pa bi, če bi upoštevali in poskušali vnesti reverzibilnost v vse opcije, o katerih se odločamo.

George Dworsky pri tem opozarja na težavnost umika oziroma preokrenitve projektov, v katere so bile vložene velikanske količine denarja, časa in truda, tudi v primeru, ko se izkaže, da imajo škodljive učinke, še posebej če so v igri tudi visoki dobički. Politična in gospodarska

inercija, ki pri tem nastaja, skupaj z lobiranjem in PR prizadevanji pogosto onemogoča potencialno reverzibilnost, ki bila sicer v čisto tehničnem smislu mogoča (Dworsky 2006).

Dodatno težavo znova predstavlja dinamičnost realnega sveta in človeške civilizacije, saj se trenutno stanje skoraj nikoli ne ohranja v nespremenjenih pogojih. Tako bi bila v določenem trenutku nekatera dejanja in posledice ireverzibilna in tako bi te opcije z uporabo reverzibilnostnega načela izključili. Ker pa nenehni napredek znanstvenega vedenja pogosto povzroči odkritje postopkov, s pomočjo katerih predhodno ireverzibilne stvari postanejo v celoti reverzibilne, to morda ne bi bila najboljša izbira.

Kljub dvomom o praktični operacionalizaciji reverzibilnostnega načela, pa ideja o poskusu vključitve potencialne reverzibilnosti v postopek odločanja ter snovanja in načrtovanja tehnologij, kljub temu predstavlja koristen doprinos k naboru konceptualnih orodij za ocenjevanje tveganj in upravljanje sprememb.

5.4 Vrednost načel

Iz zgornje obravnave posameznih načel tehnološke regulacije je razvidno, da prav vsa postavljajo relevantna vprašanja ter izpostavljajo tehtne dileme, ko obravnavajo ravnanje in odločanje o tehnoloških politikah ali izdelkih. Njihovo dejansko vrednost je po tej krajši razpravi sicer težko dokončno oceniti, saj bi bile za kaj takega potrebne še podrobnejše študije zgoraj omenjenih praktičnih primerov, kar še posebej za proakcijsko načelo, ki še ni bilo deležno obsežne akademske obravnave, smiselna pa bi bila tudi teoretična aplikacija posameznih načel na posamezne vidike konvergetnih tehnologij in izdelkov ter iz tega sledeča analiza in primerjava njihovih potencialnih priporočil in učinkov. Pogosto lahko seveda šele s praktično uporabo teoretskih načel in orodij v kompleksnem realnem svetu ugotovimo, kolikšna je njihova vrednost pri odločanju in upravljanju, ter kakšne so dejanske posledice ravnanja na njihovi podlagi. Vprašanje reševanja sodobnih problemov in tveganj za posameznika in družbo z regulacijami in zadrževanjem ali pa s tehnološkimi inovacijami postaja vedno bolj relevantno, lepo pa se odraža ravno v bipolarnosti previdnostnega in proakcijskega načela.

Glede na obravnavano problematiko previdnostnega načela in previdnostnega pristopa je morda smiselno razmisliti tudi o tem, da to načelo kot izključno vodilo pri odločanju, kljub

omembi v vrsti nacionalnih in mednarodnih dokumentov ter obsežni akademski obravnavi, v sodobnem svetu morda ni vedno najustreznejše. Medtem ko je gotovo pomembno, da ravnanje in odločitve temeljijo na razdelanih teoretskih osnovah in vrednotah, pa le-te niso nujno najprimernejše v prav vseh primerih. Še posebej ko gre za konvergentne tehnologije, ne le vsako področje raziskovanja, temveč tudi vsaka posamezna skupina izdelkov, s sabo prinaša zelo različna tveganja in koristi, ki jih je tako najbolj smiselno obravnavati po načelu "za vsak posamezen primer". Odvisno od posameznega primera in relevantnih okoliščin, lahko poskušamo aplicirati tudi vsa tri načela ter na njihovi podlagi razviti hipotetične scenarije ali modele, ki so nato v pomoč pri dejanskem odločanju.

Dogmatična uporaba posameznega načela, ki naj velja v vseh primerih, ali kot osnova za obsežne in splošne regulacije, ne na nivoju posameznih izdelkov ali postopkov, temveč celotnih področij raziskav ali razvoja, pa lahko predstavlja mnogo večje tveganje od morebitnih rizikov, ki izhajajo iz same tehnologije ali izdelkov. Rigidni pristopi in institucije, ki ne vključujejo novih spoznanj in niso podvrženi stalnemu revidiranju ter posodabljanju, lahko zelo hitro vodijo v restriktivna pravila odločanja in delovanja, ki se legitimirajo zgolj s sklicevanjem na običaje in tradicije, namesto, da bi upoštevala najnovejše pogoje in grožnje vedno hitreje spreminjajočega se stanja sodobnega sveta ter novih spoznanj in odkritij.

6. SKLEP

Razvoj znanosti in tehnologije, z vsemi pripadajočimi koristmi in tveganji, je postal nepogrešljiv del sodobnih človeških družb, ter globoko prepleten z življenjem posameznika. Deležen je podpore in odobravanja, obenem pa tudi številnih kritik, ugovorov in nasprotovanj, nekaterih bolj, drugih pa manj upravičenih, ki izhajajo iz raznolikih prepričanj in interesov posameznikov in skupin. Konvergenca znanosti in tehnologije, ki predstavlja pojav še večjega povezovanja in združevanja različnih temeljnih in aplikativnih področij, nudi potencialne rešitve za številne sodobne probleme in tveganja, obenem pa s seboj prinaša vrsto novih problemov in tveganj. Z vedno večjo kompleksnostjo človeških družb, postajajo vedno bolj kompleksni tudi posamezni problemi, s katerimi se soočajo. Pri tem ne gre nujno vedno za novo nastale probleme in tveganja, temveč se zaradi temeljitejšega in globljega vpogleda v naravo sveta, šele zdaj začenjamo zavedati njihovega obstoja. Zato obravnava konvergence in konvergentnih tehnologij, kakor tudi problemov in tveganj, zahteva zelo širok, multidisciplinaren pristop.

Vlaganje v specifične raziskovalne in razvojne projekte kaže, da so številne konvergentne tehnologije deležne tako pozornosti znanstvene skupnosti, kot javnega in zasebnega financiranja. Pojavljajo se tudi številni poskusi iskanja skupnih konceptov in pojavov na medsebojno nekoč močno oddaljenih področjih in vedah. Čeprav večina znanstvenikov in raziskovalcev ni seznanjena s samim konceptom konvergence v znanosti in tehnologiji, pa za izvajanje raziskovalnega in razvojnega dela, ki konvergenco spodbuja, to poznavanje dejansko niti ni potrebno. Odkrivanje novih spoznanj in razvoj novih aplikacij namreč v vedno večji meri zahteva združevanje znanja in metodologij s številnih raznolikih področij.

Kot je razvidno iz analize predvidenih aplikacij konvergentnih tehnologij, omenjene nosijo izredno velik potencial za preoblikovanje človeških družb in posameznika, predvsem od politične in javne podpore pa je odvisno, če bo do razvoja obravnavanih aplikacij dejansko tudi prišlo. Kako bodo posamezna nova spoznanja in odkritja implementirana v človeških družbah in kakšen vpliv bodo končno imela na življenje posameznika, pa je odvisno od dejavnosti številnih faktorjev. Javno financiranje projektov, ki jih državne in javne institucije obravnavajo kot zaželene, lahko usmerja razvoj v določeno smer. Dojemanje tveganj in koristi raziskovanja in razvoja posameznih tehnologij, ima velik vpliv na dodeljevanje

zasebnega financiranja, od razpoložljivosti sredstev pa je odvisno, kako hitro oziroma če bo do določenega razvoja sploh prišlo. Podpora ali pa nasprotovanje določenim tehnologijam ali aplikacijam s strani odločevalcev, vplivnih akterjev in javnosti, prav tako lahko pospeši ali pa zavre napredek. Enako spodbujajoč ali pa zavirajoč vpliv ima lahko tudi sprejetje specifičnih javnih politik ali regulativnih okvirjev in režimov.

V diplomskem delu so bili predstavljeni številni primeri potencialov za radikalne spremembe, še posebej v četrtem poglavju, ki obravnava modifikacije človeka in človeško izboljševanje. Prvo hipotezo, o povezanosti konvergence in konvergentnih tehnologij s pospešujočim tehnološkim razvojem, ter njenim potencialom za globoke, radikalne spremembe družbe in posameznika, lahko torej v večji meri potrdimo, saj je videti, da do konvergence dejansko prihaja tudi zaradi pospešujoče hitrosti razvoja številnih tehnologij in rasti količine znanja na mnogih področjih znanosti. Kot pa je bilo že večkrat omenjeno, to še ne pomeni, da se bo ta hitrost razvoja nadaljevala ali celo še bolj pospeševala tudi v prihodnje. Prav tako pa ne pomeni, da bo dejansko prišlo do razvoja aplikacij s potenciali za temeljite spremembe, oziroma, da bodo njihovi učinki nujno pozitivni in ne negativni, pa naj bodo vzroki za to tehnične ali pa družbenopolitične narave.

Dandanes je opazen tudi znaten porast družboslovnih in humanističnih razprav na temo konvergence ter etičnih, pravnih in družbenih vidikov konvergentnih tehnologij. V projektu za sekvenciranje človeškega genoma, je bil določen odstotek dodeljenih finančnih sredstev namenjen proučevanju morebitnih etičnih, pravnih in družbenih vplivov, saj je raziskovalno področje predstavljalo zelo občutljivo tematiko, z morebitnimi težkimi družbenimi posledicami. V zadnjih letih se vedno več sredstev namenja proučevanju omenjenih vidikov številnih področij in aplikacij iz domene biotehnologije, vedno bolj pa tudi raziskavam in izdelkom iz domene nanotehnologije. Pričakovati gre, da bo takšen trend v prihodnosti še bolj naraščal. Bistvo raziskovanja etičnih, pravnih in družbenih vidikov naprednih tehnologij pa ne sme biti dogmatično zavračanje vsega, kar se nam zdi novo ter nam zaradi tega vzbuja tudi določene skrbi in strahove, ki niso nujno tudi utemeljeni, temveč obsežna in čim bolj podrobna analiza posledic specifičnega razvoja ali izdelka.

Človeško izboljševanje odraslih oseb je nenaravno in etično sporno, vendar le, če je gledano skozi določen sistem vrednot in prepričanj posameznika. Četrto poglavje obsežno analizira in argumentira vrsto ugovorov in stališč do posameznih tehnologij človeškega izboljševanja, v

primeru kategorij naravnega in nenaravnega pa je razvidno, da so le-te neustrezne pri odločanju o omenjenih tehnologijah. Ključno vodilo za sprejemanje ali zavračanje specifičnih oblik izboljševanja bi morala biti izbira posameznika, v skladu z njegovimi sistemi prepričanj o sebi in svetu, ne pa splošna prepoved ali pa vsiljevanje določenih modifikacij s strani institucij oblasti.

Primerljivost potencialnega izboljševanja oziroma modifikacij zarodne linije staršev ali zarodkov z evgeniko, pa je znova odvisna od naših predpostavk. Kot je bilo argumentirano, so evgenični programi z začetka 20. stoletja predstavljali prisilen, avtoritaren poseg države v vrsto osebnih in državljanskih pravic posameznikov, pri tem pa niso dopuščali izbire, temveč so narekovali enotno rešitev za vse, medtem ko izboljševanje potomcev v veliki meri temelji na odločitvi staršev o tem, kaj je najboljše za njihove otroke. V tem smislu je primerljivo z "vsiljeno" zgodnjo socializacijo in osnovnim izobraževanjem. Če pa z evgeniko označujemo kakršne koli genetske spremembe v zarodni liniji ali v samih zarodkih, potem gre pri takšnih posegih nedvomno za evgeniko, v omenjenem smislu.

Gledano z določenega racionalno-utilitarističnega stališča, lahko drugo hipotezo zavrnemo, vendar pa se moramo zavedati, da izboljševanje potomcev v primerjavi z izboljševanjem posameznika, odpira mnogo več zapletenih vprašanj, ki si zaslužijo natančnejšo obravnavo kot pa je bila podana v tem diplomskem delu. Močno problematično področje predstavljajo tudi obravnavane negativne modifikacije. Prav tako pa so zaradi posameznih oblik človeškega izboljševanja mogoči številni negativni družbeni in politični trendi, ki bodo zahtevali ustrezne javne politike in družbene spremembe.

Koncept rizičnih tehnologij in rizične družbe predpostavlja, da se v sodobnih družbah tveganjem ni mogoče izogniti, ker so inherentna razvoju znanosti in tehnologije, škoda, ki jo lahko povzročijo, pa prostorsko ni nujno omejena na neposredni kraj nastanka. V tem smislu so še posebej zaskrbljujoča eksistenčna tveganja, torej nevarnosti globalnih razsežnosti, s potencialom za uničenje človeškega in morda tudi vsega drugega življenja na Zemlji. Vendar pa, kot je bilo obravnavano predvsem v petem poglavju, takšno sklepanje temelji na upoštevanju zgolj ene plati izvora in nastajanja tveganj, pri tem pa zanemarja, da eksistenčna tveganja globalnih in uničujočih razsežnosti, izhajajo tudi iz same narave, brez dejavnosti človeka, potencialno upravljanje in preprečevanje teh tveganj, kakor tudi novih tveganj konvergentnih tehnologij, pa lahko omogoči ravno človeška znanost in tehnologija.

Previdnostno načelo je v regulacijo in upravljanje tveganj sicer vneslo vrsto dragocenih novosti, vendar pa je samo načelo močno odvisno od specifičnih interpretacij in je, aplicirano samostojno, pogosto neustrezno, kakor je bilo obširno obravnavano v petem poglavju. Neustrezen pristop k upravljanju potencialnih tveganj so tudi splošne, nediskriminatorne prepovedi obsežnih področij, kot nadomestka za poglobljeno analizo potencialnih tveganj in koristi vsakega izdelka ali spoznanja posebej. Tretjo hipotezo lahko zavrnemo, ker previdnostno načelo ne predstavlja nujno najustreznejšega pristopa za povečevanje koristi in zmanjševanje tveganj, ki jih prinaša razvoj določene tehnologije, obenem pa izhaja iz pomanjkljivega razumevanja narave tveganj v kompleksnem svetu.

Možnosti za nadaljnje smeri raziskovanja, izhajajoče iz konvergence znanosti in tehnologije, konvergentnih tehnologij in možnosti za človeško izboljševanje, so res številne. Podrobnejša obravnava etičnih, pravnih in družbenopolitičnih vidikov posameznih spoznanj, tehnologij in aplikacij, lahko nudi bogatejša izhodišča za nadaljnje razprave, javne politike in morebitne regulativne ukrepe, ki niso nujno prepovedi. Obravnava človeškega izboljševanja kot kršenja človekovih pravic ali kot temeljne človekove pravice, prav tako predstavlja pomembno, še dokaj neraziskano področje. Specifičen projekt na tem področju bi bila na primer analiza etičnosti ter pravnih in družbenopolitičnih posledic sprememb v hormonskem sistemu spolnih prestopnikov, ki bi imele za posledico zmanjšanje prekomernega spolnega nagona, kot takšne pa bi predstavljale modifikacijo osebnosti in neposreden poseg v nevrologijo posameznika. Potencialni razvoj postopkov za podaljševanje zdravega življenjskega razpona bi lahko imel znatne družbene koristi, raziskava njegovih vplivov in prispevkov k bodoči Evropski socialni politiki, pa predstavlja še eno pomembno smer nadaljnjega raziskovanja. Iskanje skupnih konceptov in spoznanj na tradicionalno ločenih področjih, kot so naravoslovje, družboslovje in humanistika, bi lahko spodbudilo nadaljnji razvoj številnih ved. Specifičen projekt v tem smislu bi bil poskus razvoja novih pojasnjevalnih modelov z aplikacijo izsledkov in spoznanj evolucijske psihologije in komputacijske nevroznanosti v politične vede in sociologijo.

Od bodočih prizadevanj po čim širšem, multidisciplinarnem in večnivojskem pogledu bo torej odvisno, kolikšen bo dejanski izkoristek vsega novega znanja in spoznanj, katerih količina narašča z vsakim dnevom. Od takšnih prizadevanj pa je odvisno tudi, kako uspešno se bomo v prihodnosti spopadali z vedno bolj kompleksnimi tveganji in novimi družbenimi problemi.

V nadaljnji razmislek, ali pa v še večje ogorčenje, lahko zaključimo z besedami biofizika in strokovnjaka za genetiko ter genetski inženiring, Gregorya Stocka. Stock (1999) pravi: "Evolucija, kot je delovala v preteklosti, se je za človeško vrsto v večji meri zaustavila. Bodoča evolucija človeštva bo intimno povezana s tehnologijami, ki so dandanes v razvoju, zato bo bodoče spremembe v človeški vrsti težko razlikovati od tehnologije".

7. SEZNAM LITERATURE

Al'Afgani, Mohamad Mova (2006): *Precautionary Principle in Nantotechnology, a Preliminary Overview*. Dostopno na http://nanotechlaw.blogspot.com/2006/03/precautionary-principle-in.html (12. maj 2008).

Andler, Daniel (2007): *NBIC and CTEKS development*. Trst: AREA Science Park International Workshop.

Anissimov, Michael (2003): *Objections to Immortality: Answering Leon Kass*. Dostopno na http://www.acceleratingfuture.com/michael/works/answeringkass.htm (31. julij 2008).

Bailey, Ronald (1999): *Precautionary Tale*. Dostopno na http://www.reason.com/news/show/30977.html (24. april 2008).

Bailey, Ronald (2005): *Liberation Biology: The Scientific and Moral Case for the Biotech Revolution.* New York: Prometheus Books.

Bailey, Ronald (2008): *California Public Health Bureaucrats Attack Your Genetic Liberty*. Dostopno na http://reason.com/blog/show/127234.html (4. avgust 2008).

Bainbridge, William Sims (2001): *Converging Technologies (NBIC)*. Yosemite: Nanotechnology, Biotechnology and Information Technology Workshop.

Bainbridge, William Sims in Mihail C. Roco, ur. (2005a): *Managing Nano-Bio-Info-Cogno innovations: Converging Technologies in Society*. Dordrecht: Springer.

Bainbridge, William Sims in Mihail C. Roco (2005b): Progressive Convergence. V William Sims Bainbridge in Mihail C. Roco (ur.): *Managing Nano-Bio-Info-Cogno innovations: Converging Technologies in Society*, 1-7. Dordrecht: Springer.

Bainbridge, William Sims in Mihail C. Roco, ur. (2006): *Progress in Convergence: Technologies for Human Wellbeing*. New York: New York Academy of Sciences.

Beckert, Bernd, Clemens Blümel in Michael Friedewald (2008): Kje danes prihaja do tehnološke konvergence? Identifikacija področij, interdisciplinarnih zahtev in vplivov na znanstveni in tehnološki razvoj. V Toni Pustovrh (ur.): *Časopis za kritiko znanosti* (v pripravi).

Bensaude-Vincent, Bernadette (2008): *A philosophical perspective on the NBIC Convergence*. Dostopno na http://www.skep-era.net/site/80.asp (13. junij 2008).

Bostrom, Nick (2002): *Existential Risks: Analyzing Human Extinction Scenarios and Related Hazards*. Dostopno na http://www.nickbostrom.com/existential/risks.html (18. maj 2007).

Bostrom, Nick (2005): *In Defense of Posthuman Dignity*. Dostopno na http://www.nickbostrom.com/ethics/dignity.html (18. december 2007).

Bostrom, Nick (2006): Welcome to a world of exponential change. V Paul Miller in James Wilsdon (ur.): *Better Humans? The politics of human enhancement and life extension*, 40-50. London, UK: Demos. Dostopno na http://www.demos.co.uk/files/File/BH-3.pdf (16. avgust 2008).

Bostrom, Nick (2008): *Dignity and Enhancement*. Dostopno na http://www.nickbostrom.com/ethics/dignity-enhancement.pdf (31. julij 2008).

Bostrom, Nick in Rebecca R. Roache (2008): *Ethical Issues in Human Enhancement*. Dostopno na http://www.nickbostrom.com/ethics/human-enhancement.pdf (19. februar 2008).

Bostrom, Nick in Anders Sandberg (2008): Kognitivno izboljševanje: metode, etika, regulativni izzivi. V Toni Pustovrh (ur.): *Časopis za kritiko znanosti* (v pripravi).

Brayton, Ed (2008): *Radical Life Extension: Good or Bad?* Dostopno na http://www.positiveliberty.com/2008/01/radical-life-extension-good-or-bad.html (1. avgust 2008).

Brin, David (1999): *The Transparent Society: Will Technology Force Us To Choose Between Freedom and Privacy?* Jackson, TN: Basic Books.

Brin, David (2008): *David Brin Rebuts Schneier In Defense of a Transparent Society*. Dostopno na http://www.wired.com/politics/security/news/2008/03/brin_rebuttal (17. avgust 2008).

Callahan, Daniel (2002): *Slippery Slope: Medical Technology and the Human Future*. Dostopno na http://www.religion-online.org/showarticle.asp?title=2599 (8. april 2008).

Calorie Restriction Society (2008): *Home*. Dostopno na http://www.calorierestriction.org/ (11. april 2008).

Caplan, Bryan (2007): *The Proactionary Principle*. Dostopno na http://econlog.econlib.org/archives/2007/02/the_proactionar.html (17. julij 2008).

Cascio, Jamais (2006): *The Open Future: The Reversibility Principle*. Dostopno na http://www.worldchanging.com/archives/004174.html (22. april 2008).

Castells, Manuel (2000): *The Rise of the Network Society.* Oxford: Blackwell.

CBS News (1998): *The Cochlear Implant Controversy*. Dostopno na http://www.cbsnews.com/stories/1998/06/02/sunday/main10794.shtml (10. december 2008).

CIA Factbook (2007): *Rank Order: Life Expectancy at Birth*. Dostopno na https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2102rank.html (31. marec 2008).

Commision of the European Communities (2000): *Communication from the Comission on the Precautionary Principle*. Dostopno na http://ec.europa.eu/environment/docum/20001_en.htm (15. junij 2008).

Consumer Comments (2002): *Smith speaks on precautionary principle to toxicologists*. Dostopno na http://findarticles.com/p/articles/mi_m0HIF/is_2_26/ai_112087414 (27. junij 2008).

Corwin, Anne (2008): *Interview with Anne Corwin*. Dostopno na http://video.google.com/videoplay?docid=-2191427217679545900 (11. april 2008).

de Grey, Aubrey (2006): *Strategije za inženirano neznatno staranje*. Dostopno na http://www.mfoundation.org/files/sens/index-si.htm (31. julij 2008).

de Grey, Aubrey in Michael Rae (2007): *Ending Aging: The Rejuvenation Breathroughs That Could Reverse Human Aging in Our Lifetime*. New York: St. Martin's Press.

Dworsky, George (2006): *Cascio's Reversibility Principle*. Dostopno na http://www.sentientdevelopments.com/2006/03/cascios-reversibility-principle.html (22. april 2008).

Dworsky, George (2008): *Popular Arguments for and Against Longevity*. Dostopno na http://www.acceleratingfuture.com/people-blog/?p=9 (13. februar 2008).

ENHANCE project (2005): *Enhancing Human Capacities: Ethics, Regulation and European Policy*. Dostopno na http://www.enhanceproject.org/ (18. marec 2008).

Evans, Dylan in Oscar Zarate (2003): *Introducing: Evolutionary Psychology* Cambridge: Icon Books Ltd.

Faloon, William (2007): Can Humans Attain Physical Immortality? *Life Extension Magazine* (December), 7-10.

Faloon, William (2008): The FDA Indicts Itself. *Life Extension Magazine* (July), 7-11.

Foresight (1986): *What is nanotechnology*. Dostopno na http://foresight.org/nano/whatisnano.html (7. avgust 2008).

Fowler, Gregory, Eric T. Juengst in Burke K. Zimmerman (1989): Germ-line gene therapy and the clinical ethos of medical genetics. *Theoretical Medicine* 10 (2): 151-165.

Freitas, Robert A. (1999): *Nanomedicine, Volume I: Basic Capabilities*. Georgetown, TX: Landes Bioscience. Dostopno na http://www.nanomedicine.com/NMI.htm (24. julij 2008).

Fukuyama, Francis (2002): *Back to Human Nature*? Dostopno na http://www.cis.org.au/Policy/Spring02/polspring02-5.htm (23. marec 2008).

Gavrilova, Natalia in Leonid A. Gavrilov (2008): Can Exceptional Longevity Be Predicted? *Contingencies* (July/August), 82-88. Dostopno na http://www.contingencies.org/julaug08/trade.pdf (16. julij 2008).

Geo-Pie Project (2005): *Terminator seeds*. Dostopno na http://www.geo-pie.cornell.edu/issues/terminator.html (7. julij 2008).

Gilbert, Steven L. (2005): *Precautionary Principle: Reasonable, Rational, and Responsible*. Dostopno na http://www.asmalldoseof.com/precautionary/PP%20res%20rat%20resp.12.28.05.pdf (13. junij 2008).

Goertzel, Ben (2007): *Technological versus Subjective Acceleration*. Dostopno na http://multiverseaccordingtoben.blogspot.com/ (6. avgust 2008).

Goetz, Thomas (2008): *How the Personal Genome Project Could Unlock the Mysteries of Life*. Dostopno na http://www.wired.com/medtech/stemcells/magazine/16-08/ff_church?currentPage=1 (28. julij 2008).

Goldman, Steven (2007): *Great Scientific Ideas That Changed the World*. Chantily, Virginia: The Teaching Company.

Graves, Robert (1989): *Claudius the God: And His Wife Messalina*. New York: Vintage Books.

Guarente, Leonard in Cynthia Kenyon (2000): Genetic pathways that regulate ageing in model organisms. *Nature* 408, 255-262.

Guldberg, Helene (2003): *Challenging the Precautionary Principle.* Dostopno na http://www.spiked-online.com/Articles/00000006DE2F.htm (11. junij 2008).

Harris, John (1998): *Clones, Genes, and Immortality: Ethics and the Genetic Revolution*. Oxford: Oxford University Press.

Heller, Jan C. (1999): *Interview with Jan C. Heller*. Dostopno na http://socgen.ucla.edu/pmts/Germline/default.htm (13. marec 2008).

High Level Expert Group (2004): *Converging Technologies - Shaping the Future of European Societies*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

Hollingsworth, Roger in Karl Mueller (2008): Transforming socio-economics with a new epistemology. *Socio-Economic Review* 6 (3), 395-426.

Hornyak, Tim (2008): *Farming Solar Energy in Space*. Dostopno na http://www.sciam.com/article.cfm?id=farming-solar-energy-in-space (12. junij 2008).

Hughes, James J. (2003): *Repugnance Isn't Wisdom*. Dostopno na http://archives.betterhumans.com/Columns/Column/tabid/79/Column/241/Default.aspx (21. marec 2008).

Huges, James J. (2004): *Citizen Cyborg: Why Democratic Societies Must Respond to the Redesigned Human of the Future.* ZDA: Westview Press.

Huxley, Aldous (1964): *Krasni novi svet*. Ljubljana: Življenje in tehnika.

Jonas, Hans (1984): *Das Prinzip Verantwortung: Versuch einer Ethik für die technische Zivilisation*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Kahneman, Daniel, Jack L. Knetsch in Richard H. Thaler (1991): Anomalies: The Endowment Effect, Loss Aversion, and Status Quo Bias. *Journal of Economic Perspectives* 5 (1), 193-206.

Kahneman, Daniel, Paul Slovic in Amos Tversky, ur. (1999): *Judgement Under Uncertainty: Heuristics and Biases.* Cambridge: Cambridge University Press.

Kant, Immanuel (1937): *Dve razpravi: razmišljanja o čustvu lepega in vzvišenega, k večnemu miru*. Ljubljana: Slovenska matica.

Kass, Leon (1999): *The Hungry Soul: Eating and the Perfecting of Nature*. Chicago: University of Chicago Press.

Kass, Leon (2003): *Ageless Bodies, Happy Souls*. Dostopno na http://www.thenewatlantis.com/publications/ageless-bodies-happy-souls (23. januar 2008).

Kinsey Hill, Gail (2008): *Wind surge poses a risk to salmon and reveals flaws in BPA's power-regulating system*. Dostopno na http://www.oregonlive.com/news/oregonian/index.ssf?/base/news/1215226547277170.xml&coll=7 (9. julij 2008).

Kurzweil, Ray in Terry Grossman (2004): *Fantastic Voyage: Live Long Enough To Live Forever*. ZDA: Rodale Inc.

Kurzweil, Ray (2005): *The Singularity is Near: When Humans Transcend Biology*. New York: Penguin Group Inc.

Linden, David J. (2006): *Drugs for improving memory and cognition*. Dostopno na http://accidentalmind.org/drugs_for_improving_memory_.html (13. avgust 2008).

Maher, Brendan (2008): *Poll results: look who's doping*. Dostopno na http://www.nature.com/news/2008/080409/full/452674a.html (17. junij 2008).

Markoff, John (2008): *Military Supercomputer Sets Record*. Dostopno na http://www.nytimes.com/2008/06/09/technology/09petaflops.html?_r=1&ref=science&oref=slogin (7. julij 2008).

Methuselah Foundation (2008): *Home*. Dostopno na http://www.mfoundation.org/ (31. julij 2008).

Mijic, Roco (2008): *Universal Instrumental Values*. Dostopno na http://transhumangoodness.blogspot.com/2007/07/deathism-vs-battered-person-syndrome.html (16. avgust 2008).

Monsanto (1999): *Gene protection technologies: A Monsanto background statement*. Dostopno na http://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1999/v4-127.html (7. julij 2008).

More, Max (2005a): *The Proactionary Principle*. Dostopno na http://www.maxmore.com/proactionary.htm (15. junij 2008).

More, Max (2005b): The Proactionary Principle. *The Innovation Roadmap* 2 (1), 1-4. Dostopno na http://www.theinnovationroadmap.com/Magazine/Articles/ProactionaryPrinciple.pdf (17. junij 2008).

More, Max (2008): *The Proactionary Principle* Max. Dostopno na http://strategicphilosophy.blogspot.com/2008/03/proactionary-principle-march-2008.html (18. junij 2008).

National Space Society (2008): *Space-Based Solar Power: Inexhaustible Energy From Orbit*. Dostopno na http://www.nss.org/adastra/AdAstra-SBSP-2008.pdf (9. julij 2008).

O'Neill, Gerard K. (2000): *The High Frontier, 3rd Edition*. Burlington: Apogee Books.

O'Riordan, Tim in James Cameron (1995): *Interpreting the Precautionary Principle*. London: Earthscan Publications.

Otrompke, John (2006): Court Deals Crippling Blow to FDA. *Life Extension Magazine* (September), 31-33.

Ozner, Michael (2008): Avoiding the Radiation of Cardiac CAT Scans. *Life Extension Magazine* (March), 51-59.

Pelletier, Dick (2008): *Pros and Cons of Life Extension*. Dostopno na http://www.memebox.com/futureblogger/show/720 (24. julij 2008).

Perrott, Kevin (2006): *SENS Withstands Three Challenges: $20,000 Remains Unclaimed*. Dostopno na http://www.mprize.com/index.php?pagename=newsdetaildisplay&ID=0104 (24. julij 2006).

Philipkoski, Kirsten (1999): *Another Chance for Gene Therapy?* Dostopno na http://www.wired.com/science/discoveries/news/1999/10/31613 (5. julij 2008).

Phoenix, Chris in Mike Treder (2003): *Applying the Precautionary Principle to Nanotechnology*. Dostopno na http://crnano.org/precautionary.htm (22. november 2007).

Pinker, Steven (2007): *Scientism*. Dostopno na https://www.commentarymagazine.com/viewarticle.cfm/scientism-10917?page=all (31. julij 2008).

Pollack, Andrew (2008): *Gene Testing Questioned by Regulators*. Dostopno na http://www.nytimes.com/2008/06/26/business/26gene.html?_r=1&oref=slogin (10. junij 2008).

Ravilious, Kate (2007): *Barry Bonds Steroid Debate Highlights History of Drugs in Sports*. Dostopno na http://news.nationalgeographic.com/news/2007/06/070622-barry-bonds.html (31. julij 2008).

Rennie, Gabrielle (2007): *Supercomputers in Support of Science*. Dostopno na http://www-cmels.llnl.gov/?url=science_and_technology-materials-thunder (7. julij 2008).

Roco, Mihail C. in William Sims Bainbridge, ur. (2003): *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*. Dordrecht: Springer.

Roco, Mihail C. in Carlo D. Montemagno, ur. (2004): *The CoEvolution of Human Potential and Converging Technologies*. New York: New York Academy of Sciences.

Roco, Mihail C. (2006): Progress in Governance of Converging Technologies Integrated from the Nanoscale. V William Sims Bainbridge in Mihail C. Roco (ur.): *Progress in Convergence: Technologies for Human Wellbeing*, 1-23. New York: New York Academy of Sciences.

Samuel, Juliet (2008): *Triumph of the Pill*. Dostopno na http://www.reason.com/news/show/126727.html (10. julij 2008).

Sandberg, Anders (2008): *Regulating Future Science*. Dostopno na http://www.aleph.se/andart/archives/2008/05/regulating_future_science.html (16. junij 2008).

Sandel, Michael J. (2004): The Case Against Perfection. *The Atlantic Monthly* (April), 1-11. Dostopno na http://www.theatlantic.com/doc/200404/sandel (23. junij 2008).

Savulescu, Julian, Bennett Foddy in Megan Clayton (2004): Why We Should Allow Performance Enhancing Drugs in Sport. *British Journal of Sport Medicine* 38, 666-670.

Schellenberger, Michael in Ted Nordhaus (2008): *Scrap Kyoto*. Dostopno na http://www.democracyjournal.org/article.php?ID=6616 (8. julij 2008).

Schwartz, Joel (2004): *Precaution for Thee, but Not for Me.* Dostopno na http://commonsblog.org/archives/000014.php (22. julij 2008).

Science and Environmental Health Network (1998): *Wingsread Conference on the Precautionary Principle*. http://www.sehn.org/wing.html (10. maj 2008).

Singer, Emily (2008): *Making Genetic Testing Useful*. Dostopno na http://www.technologyreview.com/Biotech/21113/?a=f (28. julij 2008).

Smart, John (2005): *Measuring Innovation in an Accelerating World: Review of "A Possible Declining Trend for Worldwide Innovation"*. Dostopno na http://accelerating.org/articles/huebnerinnovation.html (17. avgust 2008).

Social Issues Research Centre (2003): *Beware the Precautionary Principle*. Dostopno na http://www.sirc.org/articles/beware.html (13. maj 2008).

Sonnega, Amanda (2006): The Future of Human Life Expectancy: Have We Reached the Ceiling or is the Sky the Limit? *Research Highlights in the Demography and Economics of Aging* 8, 1-4. Dostopno na http://www.prb.org/pdf06/NIA_FutureofLifeExpectancy.pdf (3. marec 2008).

Stock, Gregory (1999): *Engineering the Human Germline*. Dostopno na http://socgen.ucla.edu/pmts/Germline/default.htm (13. marec 2008).

Stock, Gregory (2002): *Redesigning Humans: Our Inevitable Genetic Future.* New York: Houghton Mifflin Company.

Sunstein, Cass R. (2002): The Paralyzing Principle: Does the Precautionary Principle Point us in any Helpful Direction? *Regulation* 25 (4), 32-37.

Supreme Court of Justice (2003): *Hillary Goodridge and others vs. Department of Public Health*. Dostopno na http://jurist.law.pitt.edu/same-sex.htm (7. julij 2008).

Thompson, Larry (2000): *Human Gene Therapy: Harsh Lessons, High Hopes*. Dostopno na http://www.fda.gov/fdac/features/2000/500_gene.html (5. julij 2008).

United Nations (1992): *Report of the United Nations Conference on Environment and Development*. Dostopno na http://www.un.org/documents/ga/conf151/aconf15126-1annex1.htm (14. junij 2008).

Viscusi, Kip W. in Ted Gayer (2002): *Safety at Any Price?* Dostopno na http://www.cato.org/pubs/regulation/regv25n3/v25n3-12.pdf (9. junij 2008).

Watson, James (1999): *Interview with James Watson*. Dostopno na http://socgen.ucla.edu/pmts/Germline/default.htm (13. marec 2008).

Weil, Andrew (2007): *Healthy Aging: A Lifelong Guide to Your Well-Being*. New York: Anchor.

Wikipedia (2008a): *Christian Science*. Dostopno na http://en.wikipedia.org/wiki/Christian_Science (28. julij 2008).

Wikipedia (2008b): *Doping at the lympic Games*. Dostopno na http://en.wikipedia.org/wiki/Doping_at_the_Olympic_Games (13. april 2008).

Wilson, Edward O. (1998): *Consilience: The Unity of Knowledge*. New York: Knopf.

Windham, Christopher (2007): Advances in Nanomedicine. *Life Extension Magazine* (December), 65-69.

Wired (2008): *Check Yourself for Genetic Abnormalities*. Dostopno na http://howto.wired.com/wiki/Check_Yourself_for_Genetic_Abnormalities (12. junij 2008).

Ziegler, Alan S. (2006): Regulation: Threat to Converging Technologies. V William Sims Bainbridge in Mihail C. Roco (ur.): *Progress in Convergence: Technologies for Human Wellbeing*, 339-349. New York: New York Academy of Sciences.