

**UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA DRUŽBENE VEDE**

Rajko Praček

MENTOR: izr. prof. dr. Franc Mali

VPLIV PURITANIZMA NA RAZVOJ MODERNE ZNANOSTI

DIPLOMSKO DELO

LJUBLJANA, 2006

Jadranci in vsem, ki ste mi pomagali,

HVALA!



IZJAVA O AVTORSTVU diplomskega dela

Spodaj podpisani/-a RAJKO PRAČEK, z vpisno številko 210 30 867,
rojen/-a 17. 03. 1965 v kraju ŠEMPETER, sem avtor/-jea diplomskega dela z naslovom:

VPLIV PURITANIZMA NA RAZVOJ MODERNE ZNANOSTI

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo diplomsko delo izključno rezultat mojega lastnega raziskovalnega dela;
- sem poskrbel/-a, da so dela in mnenja drugih avtorjev oz. avtoric, ki jih uporabljam v predloženem delu, navedena oz. citirana v skladu s fakultetnimi navodili;
- sem poskrbel/-a, da so vsa dela in mnenja drugih avtorjev oz. avtoric navedena v seznamu virov, ki je sestavni element predloženega dela in je zapisan v skladu s fakultetnimi navodili;
- sem pridobil/-a vsa dovoljenja za uporabo avtorskih del, ki so v celoti prenesena v predloženo delo in sem to tudi jasno zapisal/-a v predloženem delu;
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del, bodisi v obliki citata bodisi v obliki skoraj dobesednega parafraziranja bodisi v grafični obliki, s katerim so tuje misli oz. ideje predstavljene kot moje lastne – kaznivo po zakonu (Zakon o avtorstvu in sorodnih pravicah, Uradni list RS št. 21/95), prekršek pa podleže tudi ukrepom Fakultete za družbene vede v skladu z njenimi pravili;
- se zavedam posledic, ki jih dokazano plagiatorstvo lahko predstavlja za predloženo delo in za moj status na Fakulteti za družbene vede;
- je elektronska oblika identična s tiskano obliko diplomskega dela ter soglašam z objavo diplomskega dela v zbirki »Dela FDV«.

V Ljubljani, dne 5. 9. 2006

Podpis avtorja/-ice: Pracek Rajko

VPLIV PURITANIZMA NA RAZVOJ MODERNE ZNANOSTI

Znanost ima svoje začetke v antiki, ki ji je sledilo relativno dolgo obdobje zatišja in sholastičnega načina poučevanja, ki je trajalo vse do konca druge polovice srednjega veka. Zlom srednjeveškega sistema in krščanske dogme ter vzpon protestantizma pomembno vplivajo na ponovno oživljanje znanosti. Sprva skromni začetki znanstvenih raziskovanj najdejo svojo potrditev zlasti v ideji o predestinaciji, kjer posameznik z asketskim načinom življenja in dela išče svojo potrditev, da je tudi sam med izbranimi. Osnovne ideje protestantizma in še zlasti njegove različice puritanizma se idealno prekrivajo z znanstvenim načinom mišljenja, ga spodbujajo in podpirajo. Znanost pridobiva veljavo, se institucionalizira in pomembno prispeva k splošni blaginji družbe. Znanost postane cenjena in zaželena, poklic znanstvenika pa prestižen in vse pomembnejši za nadaljni razvoj družbe. Vzporedno tečejo procesi osamosvajanja znanosti od nadzora in pokroviteljstva religije, dokler se dokončno ne osamosvoji in postane tudi sama dovolj močna in uveljavljena, da lahko samostojno stopa po svoji poti. Prva faza znanstvenega razvoja je tako končana, znanost pa ima zagotovljeno enakopravno mesto v družbi, tako kot kultura, narava, delovanje in drugi faktorji, ki jo oblikujejo.

Ključne besede: puritanizem, protestantizem, znanost, tehnologija, eksperiment, religija, kultura, renesansa, znanstveniki,

PURITANISM INFLUENCE OVER THE PROGRESS OF MODERN SCIENCE

The origins of science date back to antiquity, followed by a relatively long period of stillness and scholastic way of teaching, which had lasted till the end of the second half of the Middle Ages. The revival of science was greatly influenced by the decline of the medieval system and of the Christian dogma, and by the rise of Protestantism. The initially modest scientific researches find their confirmation in the idea of predestination, where an individual with an ascetic way of life and work seeks the confirmation of being one of the chosen ones. The basic ideas of Protestantism and particularly its variants of Puritanism overlap perfectly with the scientific way of thinking, they encourage and support it. Science gains its value, becomes institutionalized and contributes notably to the general welfare of the society. Science becomes appreciated and welcomed, and the profession of a scientist becomes prestigious and more and more important for the further development of the society. Running parallel, there are the processes of attaining the independence of science from the control and patronage of the religion, until it finally becomes independent and strong and established enough to take its own independent path. The first phase of the scientific development is thus over, science gains an equal place in society, much the same as culture, nature, activity and other factors, which shape it.

Key words: Puritanism, Protestantism, science, technology, experiment, religion, culture, Renaissance, scientists

KAZALO

1. UVOD.....	9
1.1 IZHODIŠČNI PROBLEM.....	9
1.2 HIPOTEZE.....	11
1.3 KRATEK ZGOVINSKI PREGLED.....	13
2. PREGLED RAZVOJA ZNANOSTI V 17. STOLETJU.....	15
2.1 TRI OBDOBJA ZNANSTVENE REVOLUCIJE	16
2.1.1 Renesansa (1440 - 1540).....	16
2.1.1.1 Hum. revolucija na področju vedenja in idej.....	18
2.1.1.2 Zadovoljstvo, umetnost, denar.....	19
2.1.1.3 Poroka rokodelca z učenjakom.....	19
2.1.1.4 Perspektive in vizije.....	20
2.1.1.5 Narava in človek.....	20
2.1.1.6 Renesančna medicina.....	21
2.1.1.7 Inženirji: Leonardo da Vinci.....	22
2.1.1.8 Renesančna tehnologija.....	23
2.1.1.9 Metalurgija in kemija.....	24
2.1.1.10 Paracelsus in doktrine duha.....	25
2.1.1.11 Popotovanja in odkritja.....	25
2.1.1.12 Krištof Kolumb in Novi Svet.....	26
2.1.1.13 Ekonomski in znanstveni učinki.....	27
2.1.1.14 Kopernikova revolucija.....	27
2.1.2 Verske vojne (1540 - 1650).....	28
2.1.2.1 Razmerje med filozofijo in znanostjo.....	29
2.1.2.2 Tehnološki napredek.....	31
2.1.2.3 Plavž in litje železa.....	32
2.1.2.4 Uporaba premoga.....	32
2.1.2.5 Projektanti: Simon Sturtevant.....	32
2.1.2.6 Novi eksperimentalni filozofi.....	33
2.1.2.7 Znanstvena vzgoja.....	34

2.1.2.8	Zagovor sončnega sistema.....	34
2.1.2.9	Uraniborg in Tycho Brahe.....	35
2.1.2.10	Kepler.....	35
2.1.2.11	Teleskop.....	36
2.1.2.12	Magnetizem in Norman in Gilbert.....	38
2.1.2.13	Mehanika čl. telesa, cirkulacija krvi, kemija.....	38
2.1.3	Obnova (1650 - 90).....	39
2.1.4	Rekapitulacija: kapitalizem, rojstvo moderne znanosti in nova podoba sveta.....	42

3. SOCIOLOŠKI FAKTORJI RAZVOJA

MODERNE ZNANOSTI.....45

3.1.	DRUŽBENO OZADJE IN ZAMENJAVA POKLICNIH INTERESOV.....	47
3.2.	SPREMEMBA INTERESA V ZNANOSTI IN TEHNOLOGIJI.....	48
3.2.1.	Znanstvena ustvarjalnost.....	49
3.2.2.	Indeks znanstvenega interesa.....	50
3.2.3.	Sprememba interesa v znanosti.....	51
3.2.4.	Postavitev problema.....	54

4. PURITANIZEM IN POMEN KULTURE.....57

4.1.	PROTESTANTSKA ETIKA.....	57
4.2.	POVELIČEVANJE BOGA.....	59
4.3.	PRIZADEVNOST IN INDUSTRIJA.....	60
4.4.	IZBIRA POKLICA.....	60
4.5.	BLAŽENI VZROKI.....	61
4.6.	KORISTNA IZOBRAZBA.....	62
4.7.	FIZIKA: BOG IN NJEGOVO DELO.....	62
4.8.	SREDNJEVEŠKO NASPROTJE.....	63
4.9.	ZNANOST KOT KORISTEN PRIPOMOČEK.....	64

5. SILE IN MOTIVI NOVE ZNANOSTI.....	64
5.1. PURITANSKA SPODBUDA K ZNANOSTI.....	64
5.2. K SLAVI VELIKEGA STVARNIKA NARAVE.....	66
5.3. UDOBJE ČLOVEŠTVA.....	67
5.4. RACIONALIZEM IN EMPIRICIZEM IN INTEGRACJA RELIGIJE IN ZNANOSTI.....	68
5.5. PREMİK K ZNANOSTI.....	69
5.6. PROCES SEKULARIZACIJE.....	70
5.7. TIHE PREDPOSTAVKE V ZNANOSTI IN PURITANIZMU.....	71
6. PURITANIZEM, PIETIZEM IN ZNANOST: PREIZKUS HIPOTEZE.....	72
6.1 ELEMENTI PURITANIZMA ZNOTRAJ ROYAL SOCIETY.....	73
6.2 NOVA VZGOJA: STVARI IN NE BESEDE	74
6.3 PIETISTIČNI REALIZEM	76
6.4 IZOBRAŽEVALNI INTERES IN ZVEZA Z RELIGIJO.....	77
6.5 PREVLADA PROTESTANTSKIH ZNANSTVENIKOV.....	79
7. ZNANOST POD VPLIVOM EKONOMSKO TEHNIČNIH DEJAVNIKOV.....	82
7.1 ZNANOST IN TEHNOLOGIJA Z VIDIKA POTREB RUDARSTVA V 17. STOLETJU.....	84
7.1.1 Razvoj rudarstva.....	84
7.1.2 Sklop tehničnih problemov.....	86
7.1.3 Izvor znanstvenega interesa.....	88
7.2 ZNANOST IN TEHNOLOGIJA Z VIDIKA POTREB TRANSPORTA V 17. STOLETJU.....	89
7.2.1. Sklop tehničnih problemov.....	90

7.2.2.	Pomen gospodarskega vpliva.....	91
7.3	ZNANOST IN TEHNOLOGIJA Z VIDIKA POTREB VOJAŠKE TEHNIKE V 17. STOLETJU.....	93
7.3.1	Povezava tehnologij: notranja in zunanja balistika.....	94
8.	STRUKTURA RAZLIČNIH EKONOMSKIH FAKTORJEV	95
9.	VPLIV DRUGIH DRUŽBENIH IN KULTURNIH FAKTORJEV NA ZNANSTVENI NAPREDEK.....	99
9.1.	GOSTOTA POPULACIJE.....	100
9.2.	DRUŽBENA INTERAKCIJA.....	102
9.3.	KULTURNI KONTEKST.....	104
10.	ZAKLJUČEK.....	106
11.	LITERATURA.....	111

1. UVOD

1.1 IZHODIŠČNI PROBLEM

Znanost, kakršno poznamo danes, je definirana kot «dejavnost, ki si prizadeva metodično priti do sistematično izpeljanih, urejenih in dokazljivih spoznanj»¹. Toda, kje se je moderna znanost prvič pojavila, v kakšni obliki, na kakšen način, kdo jo je podpiral in zakaj? Ta vprašanja so se mi zdela vedno zelo vznemirljiva in v diplomski nalogi bom skušal odgovoriti na vsa ta vprašanja.

Seveda nisem bil, prvi, ki se je to spraševal. O tem se je med drugimi spraševal tudi Albert Einstein: »Veliki genij je ob neki priložnosti izjavil, da ni presenetljivo, da se je moderna znanost pojavila v evropskih in ne v drugih civilizacijah, temveč, da se je sploh pojavila.« (Mali, 2002: 26). Med iskanjem ustreznih virov za analizo tega bazičnega problema, sem ugotovil, da skoraj vse pomembne sociološke raziskave o družbenih dejavnikih nastanka moderne znanosti v Evropi izhajajo iz del Maxa Webra. Njegove slavne teze iz Protestanske etike in duha kapitalizma so splošno znane, protestantska vera v predestinacijo pa je glavni akter, ki spodbuja pri vernikih potrebo, da se dokazujejo že na tem svetu. Glavna vrednota je tako predvsem predanost delu in odpovedovanje s ciljem doseči blaženost na drugem svetu. In prav tu vsa zadeva postane zanimiva, saj ne moremo spregledati dejstva, da je prav obstoj različnih religijskih struktur v posameznih družbenih okoljih vplival na nastanek in razvoj moderne znanosti.

Podobno tezo je razvil je tudi njegov učenec Robert Merton, ki trdi, da je bila religijska etika puritanizma izredno naklonjena znanstvenoraziskovalni praksi. Merton poudarja razmerje med v religiji utemeljeno etiko in znanostjo, kjer naj bi raziskovanje narave kot božje stvaritve služilo bogu samemu. Merton je religijo pojmoval kot enega od številnih sociokulturnih dejavnikov, ki je vplival na oblikovanje in razvoj moderne znanosti. Vpliv religijskih faktorjev, zlasti protestantizma, ki je trdil, da je dolžnost vsakega kristjana, da se potrjuje v vseh življenjskih situacijah, je povzročil spodbudo za oblikovanje in razvoj moderne znanosti in v skrajni točki tudi omogočil emancipacijo

¹ Vir: Slovar slovenskega knjižnega jezika

znanosti od religije. Podrobna analiza medsebojnega vpliva, odnosov in razmerij med znanostjo in religijo bo osrednja tema moje diplomske naloge.

Med naštetim je moja pozornost najbolj pritegnila ugotovitev, da so na nastanek in razvoj moderne znanosti odločilno vplivali tudi religijski faktorji: puritanizem, kalvinizem in protestantizem. Kot otroku 20. stoletja, ko je znanost postala nekakšna nova religija, sposobna delati čudeže na Zemlji, mi to ni bilo povsem jasno. Tako kot je za srednji vek veljalo prepričanje, da je bilo obdobje religije, je za 20. stoletje veljalo, da je bilo obdobje znanosti in tehnologije. Kako to pojasniti?

Ko sem ob proučevanju nastanka in razvoja moderne znanosti prebiral številna dela, ki z različnih vidikov obravnavajo to tematiko, sem ugotovil, da vsa ta dela bolj ali manj priznavajo obstoj nekaterih zelo zanimivih, vsaj zgodovinsko gledano, neizpodbitnih dejstev:

- Moderna znanost ima svoj izvor v 16. in 17. stoletju v Evropi. »Rojstnega kraja tiste zapletene zgodovinske stvarnosti, ki jo danes imenujemo moderna znanost, v Evropi ni. Ta kraj je celotna Evropa. Naj omenimo tudi to, kar je znano vsakomur: da je bil Kopernik Poljak, Tycho Brahe Danec, Huygens Nizozemec, da so bili Bacon, Harvey in Newton Angleži, Descartes, Fermat in Pascal Francozi, Galilei, Torricelli in Malpighni Italijani « (Rossi, 2004: 7).
- Pojav znanosti in njena dokončna uveljavitev je povezana s pojavom puritanizma (Anglija), protestantizma in kalvinizma (Kontinent).
- Gre za radikalno spremembo v načinu razmišljanja, ki je prevladovalo v srednjem veku, za prekinitev z aristotelizmom in pojavom posameznika kot razmišljujočega bitja.
- Filozofija in znanost sta bili že od nastanka znanosti in sta še vedno močno povezani. Njun odnos v resnici ni bil nikoli prekinjen.
- Pojavita se eksperiment in kalkulacija kot novi metodi naravne znanosti. »Če eksperimentalna metoda ne bi bila sprejeta, se ne bi razvila neodvisna znanstvena skupnost.« (Ben-David 1986: 99).

- Na znanost vplivajo tako intrinzični kot ekstrinzični faktorji, ki se med seboj prepletajo: »Moderna znanost je nastala kot produkt medkulturne izmenjave, torej civilizacijskih prispevkov različnih družb, ki so skozi čas tako ali drugače prihajale v stik. Le z upoštevanjem tega širšega okvira, lahko cenimo pomembnost posameznih univerzalnih dosežkov, ki jih je vsaka civilizacija prispevala na poti k moderni "univerzalni" znanosti. Njen razvoj je bil, tako v preteklosti kot je še danes, močno povezan z gospodarsko močjo in medkulturno izmenjavo, saj se v zaprti družbi, ki ne pride v stik z drugačnimi, novimi idejami, ki vzpodbujajo ustvarjalnost, znanost ne more razvijati.« (Ekar, 2004: 3).
- Vprašanje relativnega pomena notranjih in zunanjih faktorjev na določanje fokusa znanstvenega interesa je bilo vedno predmet številnih debat. Na eni strani so teoretiki, ki trdijo, da znanost praktično nima lastne avtonomije, nasprotniki pa trdijo, da so čisti znanstveniki izključeni iz družbenega sveta, v katerem živijo, saj poznajo le lasten svet znotraj svojih raziskav. Če zadevo postavimo znotraj okvira 17. stoletja, ki je predmet moje raziskave me zanima, kakšen je bil vpliv teh zunanjih faktorjev na smer znanstvenega interesa.
- Znanost pridobi veljavo, se institucionalizira (Anglija): »Med znanostjo v Angliji in v drugih državah je bila ena bistvena razlika: znanost v Angliji je bila institucionalizirana.« (Ben-David, 1986: 101). Poklic znanstvenika pa postane visoko cenjen in prestižen.

Kot najprimernejša metoda za iskanje odgovorov o vplivu spodbud in ovir na razvoj moderne znanosti se je pokazala primerjalno-zgodovinska in zgodovinsko-razvojna analiza Evrope v 16. in 17. stoletju, zlasti v Angliji. Na tak način bom poskušal poiskati tiste družbene vrednote in norme ter njene strukturne, institucionalne okvire, ki so na eni strani zavirale in na drugi spodbujale nastanek moderne znanosti.

1.2 HIPOTEZE

Moderna znanost ima svoj izvor v renesansi, ko so v Italiji humanisti ponovno odkrili velike antične mislece in znova postavili v ospredje posameznika. Renesansa je s svojo humanistično filozofijo postopoma osvobodila posameznika izpod bremen cerkvene

oblasti, ta pa se ji je oddolžil tako, da je začel stremeti k napredku. Sprva je to delal le za sebe, kar pa se je kasneje reflektiralo tudi na celotni družbi. Sprememba v mišljenju je pripeljala do napredka, lahko bi celo rekli, do male znanstvene revolucije v 16. in 17. stoletju ter do pomembnih odkritij, ki pomenijo začetek moderne znanosti. Zgodil se zgodovinski premik, ko je religija sklenila (začasno) premirje z znanostjo, pojav protestantizma in še zlasti puritanizma in kalvinizma pa je dodatno spodbudil razvoj znanosti.

Nastanek in razvoj moderne znanosti so po mojem mišljenju zaznamovali zlasti trije vzporedni in medseboj povezani fenomeni:

- humanizem,
- teorija svobode in eksperiment,
- nova geografska in znanstvena odkritja.

Moj glavni cilj v tem diplomskem delu je poiskati povezavo med nastankom moderne znanosti in puritanizmom, ugotoviti, katere skupne paralele imata, ter podrobno raziskati vse bistvene okoliščine, ki so privedle do nastanka in institucionalizacije tega pomembnega družbenega fenomena - znanosti. Vodilna hipoteza se tako glasi: puritanizem je bistveno vplival na razvoj moderne znanosti.

Preveril bom tudi hipotezo, da nastanek znanosti v puritanskem okolju podpira splošnejšo tezo o povezanosti kulturnih in znanstvenih dejavnikov. Ta obravnava se mi zdi posebej relevantna, saj je danes znanost postala sestavni del družbene realnosti ter neodvisna, organizirana in spoštovana institucija, celo nekakšna zaveznica in rešiteljica sodobnega človeštva. Vendar pa ni bilo vedno tako.

Skušal bom dokazati, da se zveza med znanostjo in protestantizmom (puritanizmom) ni pojavila samo v Angliji, temveč tudi v ostalih protestantskih deželah kontinentalne Evrope. Ustavil se bom tudi ob trditvi, da je znanost predvsem posledica delovanja ekstrinzičnih faktorjev. Povedati moram, da je bilo tako ob neposrednem rojstvu znanosti, nikakor pa ne kasneje, ko so začeli prevladovati intrinzični faktorji. Ne smemo spregledati, da je celotni duh znanosti v 16. in 17. stoletju močno prepoznaven preko številnih akademij znanosti, ki dobesedno preplavile pomembnejša evropska mesta.

Vsebinsko bom celotno diplomsko delo razdelil na dva tematska sklopa. V prvem delu bom prikazal zgodovinska dejstva, predvsem s pomočjo narativno-historične analize, kar je nujno za razumevanje duha in edinstvenih okoliščin tistega časa. V drugem delu bom skušal poiskati bolj splošne sociološke zakonitosti nastanka moderne znanosti s pomočjo odlične študije Roberta Mertona na primeru Anglije v 17. stoletju. Ta del bo predstavljal predvsem skrbno preučitev empiričnih materialov o številu odkritij, »industrijski proizvodnji«, številu znanstvenikov in njihovi religijski opredelitvi, o številu objav, razvrstitvi izumov na posamezna področja znanosti ter mnoga druga dejstva, s katerimi bom skušal dokazati vpliv puritanizma na razvoj moderne znanosti v Angliji v 17. stoletju.

1.3 KRATEK ZGODOVINSKI PREGLED

V tem poglavju bom na kratko preletel obdobje od začetkov pa do uveljavitve znanosti. Tu gre za bolj narativen prikaz zgodovinskih dejstev, torej za plastičen prikaz neke zgodovinske epohe. Ta prikaz je nujen, da bi lahko razumeli edinstvenost okoliščin, ki so tako odločilno vplivale na razvoj moderne znanosti v okcidentalnem svetu in na njeno odsotnost v ostalih delih sveta.

Razvoj mest, trgovine in industrije, ki se je pojavil proti koncu srednjega veka, je bila tista zmagovita gonilna sila, ki je dokazovala vso protislovnost fevdalne ekonomije. Te spremembe, ki so počasi dozorevale pod površjem fevdalnega reda, so se dokončno izrazile v obliki nove ureditve tako v gospodarstvu kot tudi v znanosti. Izboljšani postopki, boljši načini prevoza in vse širši trgi so povzročili naraščanje blaga za prodajo na trgu. Mesta, ki so predstavljala te trge, so dolgo igrala podrejeno, skoraj parazitsko vlogo v fevdalni ekonomiji. Vendar pa so v 15. stoletju meščani, buržoazija, postali tako močni, da so začeli spreminjati gospodarstvo tako, da je prisilno delo zamenjalo denarno plačilo, ki je postalo dominantna oblika proizvodnje. Zmaga buržoazije in kapitalističnega gospodarskega sistema pa je bila v celoti dosežena šele preko številnih brezobzirnih političnih, verskih in intelektualnih bojev. Sam proces transformacije je bil počasen in neenakomeren, z začetkom v 13. stoletju v Italiji in je trajal vse do sredine 17. stoletja, ko je uspela buržoazija uvesti svoja pravila v tedaj najbolj naprednih državah, kot sta bili Velika Britanija in Nizozemska. Še nadaljnjih 100 let je minilo, da je buržoazija prevzela oblast v celotni Evropi.

V istem obdobju, to je v letih 1450 - 1690, ko se je kapitalizem razvil in postal vodilni način proizvodnje, sta se uveljavila eksperiment in kalkulacija kot novi metodi naravne znanosti. Ta sprememba je bila kompleksna, saj so spremembe v tehnikah vodile k znanosti in obratno, znanost je vodila k novim in novim vse hitrejšim spremembam tehnike. Ta kombinacija tehnične, ekonomske in znanstvene revolucije je edinstven družbeni fenomen in je imel odločilni pomen, celo večji kot je bilo odkritje poljedelstva, ki je samo po sebi omogočilo civilizacijo. Prav znanost je omogočila neomejene možnosti napredka. Problem izvora moderne znanosti je bil tako končno spoznan kot eden od glavnih problemov celotne zgodovine. Tako kapitalizem kot znanost sta si sorodna in v taki medsebojni zvezi, da ju ne moremo pojasniti zgolj s terminoma vzrok in posledica. Lahko rečemo, da so na začetku obdobja dominirali ekonomski faktorji, saj je pojav in razvoj kapitalizma omogočil eksperimentalno znanost in ustvaril potrebe po njej. Proti koncu obdobja pa je bilo mogoče opaziti obraten učinek, saj je prav znanost pripomogla k naslednjemu velikemu tehnološkemu napredku – k industrijski revoluciji. To je bilo v obdobju, ko je naravna znanost prešla kritično točko in si zagotovila trajno mesto v produktivnih silah družbe. Z zgodovinskega vidika je to dejstvo pomembnejše kot ekonomski in politični dogodki tistega časa. Kapitalizem tako predstavlja začasno obdobje v ekonomskem razvoju družbe, medtem ko je znanost trajna pridobitev človeštva.

Kapitalizem je bil na začetku, ko je razbijal vezi razpadajočega fevdalizma, krepak in ekspanziven. Uporaba tehničnih sredstev v poznem srednjem veku je omogočila razvoj poljedelstva, manufakture in trgovine ter širjenje le teh preko obsežnih območij. Materialne potrebe gospodarskega napredka so vodile k nadaljnjemu razvoju tehnike, še zlasti na področju rudarstva, vojskovanja in navigacije. Te pa zopet nazaj do novih problemov, ki so izvirali iz obnašanja novih materialov in procesov, ki so pritiskali na znanost tistega časa. Pojavila se je potreba po novi filozofiji, ki bi lahko videla dlje in naredila več. V začetku 17. stoletja je na to vprašanje lahko odgovorila le nova in podjetna buržoazija z izgradnjo osnov eksperimentalne znanosti. Novi znanstveniki so se začeli organizirati, podobno kot trgovci, v družbe. Pred koncem stoletja je bila to več kot le majhna skupina sposobnih ljudi, ki je uspešno reševala probleme mehanike in astronomije. Lahko so ponudili več kot je znanost starodavnih lahko kadarkoli naredila,

to je pomoč v obliki navigacije. Toda to je bil le začetek, uvod k znanstvenemu študiju tehnike in narave in k izpopolnjevanju novih eksperimentalnih in matematičnih metod analize, ki so prinesle sadove v kasnejših stoletjih. Proti koncu 17. stoletja se znanosti ni bilo potrebno več boriti za mesto ob praktičnem delu, ampak je morala prispevati k radikalnim izboljšavam in novim tehnikam.

2. PREGLED RAZVOJA ZNANOSTI V 17. STOLETJU

V okviru tega poglavja bom natančneje opisal tri obdobja znanstvene revolucije, kar je nujno, če hočemo razumeti dejanski proces nastajanja nove znanosti. Predložena tipologija in opis njenih osnovnih karakteristik je predstavljena kot sinteza vseh ključnih socioloških študij, ki so se ukvarjale z nastankom moderne znanosti (Rossi, Ben-David, Sarton).

- *renesansa:* 1440 - 1540
- *verske vojne:* 1540 - 1650
- *obnova:* 1650 - 1690

Upoštevati moramo, da to niso nasprotujoča si obdobja, ampak da gre za tri faze istega procesa transformacije, iz fevdalnega v kapitalistično gospodarstvo. V politični sferi prvo obdobje vključuje renesanso, velika odkritja in reformacijo ter vojne, ki so končale politično svobodo v Italiji in vodile k pojavu Španije kot prve velike svetovne sile. Ustrezen razvoj znanosti je tako v prvi fazi predstavljalo odklanjanje Zemlje kot središča vesolja, ki jo je nadomestil Kopernikov solarni sistem z Zemljo, ki kroži okoli sonca. Tako kot drugi planeti.

Druga faza predstavlja obdobje odpiranja Amerike in Vzhoda evropski trgovini in pojav piratstva, kar se je odražalo v cenovni krizi, ki je pretresla gospodarstvo celotne Evrope. Gre za obdobje neskončnih verskih vojn v Franciji in Nemčiji. Z vidika zgodovine je najbolj pomemben nastanek Nizozemske buržoazne republike v začetku obdobja in konec Britanskega buržoaznega Commonwealtha proti koncu obdobja. Drugo fazo spremembe predstavljata Kepler in Galileo in Harveyeve raziskave človeškega telesa.

To je bilo mogoče z uporabo novih eksperimentalnih metod, medtem ko sta bila prva prava preroka nove dobe Bacon in Descartes.

Tretje obdobje predstavlja čas političnega kompromisa, saj kljub temu, da so bile vladavine po obliki vladanja pretežno monarhije, je imela vse niti moči v rokah velika buržoazija, vsaj v državah, ki so ekonomsko že napredovale. Tretje obdobje zaznamuje zmagoslavje nove znanosti, njena hitra rast in širjenje na nova področja in začetki njenega organiziranja v društva. To je obdobje Boyla, Hooka in Huygensa in nove matematično mehanične filozofije. Delo mnogih rok in umov je Newtonova »Mathematical Principles of Natural Philosophy«, ki naj bi predstavljala osnovo, na kateri bi lahko zgradili ostalo znanost. Od tedaj je neodvisen delec lahko svobodno deloval, voden je bil le od nevidne zgradbe naravnih zakonov. Prav poznavanje teh zakonov je omogočilo, da si je človek podredil naravo v svojo korist. Natančno opazovanje je pokazalo pot do koristnega delovanja.

2.1 TRI OBD OBJA ZNANSTVENE REVOLUCIJE

2.1.1 Renesansa (1440 - 1540)

To poglavje podrobno obravnava renesanso, ki je, vsaj na področju uporabe znanosti, znana kot obdobje odločilnih dosežkov. Prav dosežki renesančnih navigatorjev so omogočili to, kar je bilo najbolj potrebno za varno in naraščajoče področje uporabe. In prav astronomija in navigacija sta se najbolj ohranili iz starih časov skozi astronomijo in izdelavo koledarjev. Nadaljnja podpora je bila omogočena za znanost mehanike in razvoj strojev in naprav, najbolj za dinamiko in razvoj topništva. Znanost je bila na varnem, postala je potrebna za najbolj vitalno, aktivno in profitabilno podjetnost, za trgovino in vojno. Kasneje se je znanost razširila tudi na področja manufakture, poljedelstva in celo medicine. Celoten pomen renesanse je v jasni prekinitvi z ekonomijo, politiko in idejami srednjega veka. Večino ustvarjalnega dela je bilo sicer še potrebno opraviti, toda poti nazaj ni bilo več. Znanost je začela puščati svoje prve sledi v zgodovini.

Prvo fazo tranzicije iz fevdalizma v kapitalizem predstavljata gibanji renesanse in reformacije, ki sta pomembno zaznamovali to obdobje. Blagovno gospodarstvo s proizvodnjo za trg in denarjem kot plačilnim sredstvom je obstajalo v razpršenih mestih že od 12. stoletja. Kot prevladujoč način proizvodnje pa je nastal šele v 15. stoletju na ozkem pasu od Italije, preko Nemčije in Porenja, pa vse do nižje ležečih držav. Od vseh teh področij je imela le Italija večja mesta, Benetke, Genova, Firenze in Milano, ki so postala tako politično kot gospodarsko neodvisna in so ustvarila briljantno umetniško in intelektualno civilizacijo, tako značilno za renesanso. V Italiji ni prišlo do razkola med gibanjem in cerkvijo, kot se je to zgodilo, ko se je gibanje razširilo v Nemčijo in drugod. Ta širitev je vodila na eni strani k obrambi neodvisnosti od religije na nacionalni bazi, kar se je prezentiralo v luteranski reformaciji, ter na drugi strani v silovitem družbenem sporu, izraženem v kmečkem uporu v letih 1525 - 26 ter uporu anabaptistov v Münstru leta 1533. Kasneje, ko se je reformacija razširila na nižje ležeče dežele, v Veliko Britanijo in Francijo, se je pojavila radikalnejša oblika gibanja v kalvinizmu, ki je zavračal celotno cerkveno hierarhično oblast in prenesel tako civilno kot cerkveno moč na demokracijo izvoljenih. Vendar je prej moralo priti še do zamenjave fevdalnega sistema z obliko absolutne monarhije in monarhom, katerega moč je bila odvisna od podpore trgovcev, ali pa je bil neke vrste plemeniti trgovec kot npr. Medici. Obnovo monarhije je zaznamoval konec moči imperatorja in papeža in oblikovala se je nova shema srednjeveškega univerza.

Dvori kraljev in princev so bili pokrovitelji novih humanistov in znanstvenikov, ki niso bili več odvisni od cerkve. Stare srednjeveške univerze, predvsem izven Italije, so ostale utrdbe fevdalnih idej in opozicija novemu znanju. Tako je bil francoski kralj Francis I. prisiljen leta 1530 osnovati College Royal, današnji College de France, da bi zagotovil poučevanje humanističnih ved, ki jih Sorbona ni dopuščala. Renesansa in reformacija sta bili dve obliki gibanja za spremembo družbenih odnosov, ki so bazirali na dednem statusu, v odnose, ki so temeljili na kupovanju in prodajanju dobrin in dela. Glavno ekonomsko gonilo gibanja je bila naraščajoča trgovina, ki je nastala zaradi vse večjih presežkov v poljedelstvu in pri proizvodnji tkanin. Te presežke je še pospeševal razvoj trgovskega ladjevja in navigacije. Za časa celotnega 15. stoletja je večino trgovine predstavljalo predvsem luksuzno blago, ki je prihajalo iz Vzhoda preko Benetk v Nemčijo in tem deželam omogočilo vodilni položaj na področju bogastva in kulture.

Razvoj navigacije je odprl nove cenejše poti do nepredstavljenih novih trgov. Odkrije Noveg Sveta -Amerike in portugalsko zavzetje Azijskega morja ter hiter razvoj baltskih dežel in Rusije so spremenili celotno ekonomsko ravnovesje Evrope. Italijo in Nemčijo na področju politične in ekonomske pomembnosti zamenjajo najprej Portugalska in Španija ter kasneje, za še daljše obdobje, Nizozemska in Velika Britanija. Profit iz prekomorske trgovine je omogočil prvotno akumulacijo gibljivega kapitala, ki se je investiralo ne le v zemljo, temveč tudi v proizvodna podjetja. Pohlep za večjim profitom je vodil k hitremu razvoju ladjedelništva in navigacije, kar je bilo kasneje odločilnega vpliva za rojstvo moderne znanosti. Plačana vojska, ki je zamenjala naborni sistem, je omogočila daljše vojne, ki pa so bile dražje. Vse te spremembe so povečale povpraševanje po bronu, železu, srebru in zlatu, kar je povzročilo boom rudarstva in proizvodnje smodnika ter močnih destilatov.

2.1.1.1 Humanistična revolucija na področju vedenja in idej

Vendar pa razvoj ekonomskih pogojev ni bil edini, ki je zagotovil renesansi pomembno mesto v svetovni zgodovini. To je bil predvsem razvoj znanosti, umetnosti in državnštva kot zavestnega in revolucionarnega gibanja tedanjega časa. Gre za pojav in delo manjšine učenjakov in umetnikov, ki so sebe postavili v opozicijo proti celotnemu vzorcu srednjeveškega življenja in so si hkrati prizadevali ustvariti novi vzorec, ki bi bil čimbolj podoben klasičnemu staroveškemu. In to ne le v tekstih Platona in Aristotela, temveč so segali vse tja do Arhimeda in Demokritosa. Humanizem kot gibanje se je pojavil v Italiji v 14. stoletju s Petrarco in Boccacciom. Nato se je v 16. stoletju razširil v Francijo in severno Evropo in si privzel bolj religiozen okus. Povsod se pojavlja zavračanje fevdalnih idej hierarhije in raste naklonjenost k bolj sekularni državi. Tu ni šlo za zavračanje religije niti misticizma, ampak za usmerjanje k bolj osebni religiji, kjer je pomoč cerkve manj potrebna. Kult posameznika, vrlina v starem rimskem pomenu neodvisnosti, je postal ideal tistega časa.

V protestantskih deželah je prišlo do proklamacije privatne sodbe ali dodatnih volitev. Humanisti so z obnavljanjem grških in hebrejskih tekstov in njihovim prevajanjem v domači jezik večali avtoriteto Biblije. Na koncu je bila celo katoliška cerkev prisiljena k

reformam in pretrgati s svojo srednjeveško preteklostjo. Doktrina milosti je bil rimski ekvivalent za rešitev preko vere, medtem ko je papeštvo, sicer dvomljive morale, vendar z velikim pokroviteljstvom nad umetnostjo, postalo skoraj tako rigidno in netolerantno kot najbolj neprizanesljive protestantske sekte.

2.1.1.2 Zadovoljstvo, umetnost, denar

Renesansa predstavlja obdobje, ki ni bilo usmerjeno v bodoče življenje ampak predvsem v sedanost, kar je povzročilo hitro rast sekularnih umetnosti kot npr. slikarstva, poezije, glasbe in drugih umetnosti, kjer se lahko posameznik izrazi. Na pomenu so pridobili predvsem zadovoljstvo, umetnost in pa denar, ki vse to omogoča.

2.1.1.3 Poroka rokodelca z učenjakom

Tehniki in umetniki so predvsem zaradi ustvarjanja in tudi trošenja denarja postali manj zaničevani, kot so bili v dobi klasike in srednjega veka. Veščine krašenja in prikazovanja, slikanja in kiparstva so se manj masovno razvijale, vendar so bolj originalne kot v dobi klasike. Novo je bilo predvsem priznanje praktičnim veščinam kot npr. predilstvu, tkanju, lončarstvu, steklarstvu in pa tistim, ki zadovoljujejo dve potrebi: po bogastvu in vojaštvu, to sta predvsem rudarstvo in izdelava kovinskih izdelkov. Te veščine so bile v renesansi bolj cenjene tudi zato, ker niso bile več v rokah sužnjev, ampak svobodnih ljudi, ki so bili polnopravni člani nove družbe. Navdušenje nad statusom rokodelcev je omogočilo obnovo vezi med njimi in učenjaki. Te vezi so bile prekinjene že od zgodnjih začetkov civilizacije. Oboji so nekaj prispevali: rokodelci nove naprave, ki so se pojavile v srednjem veku, učenjaki pa so dodali svetovni pogled in ideje ter predvsem logične metode argumentov, ki so izhajale iz stare Grčije preko arabske sholastične filozofije do novo uvedenih metod izračunov. Kombinacija obeh pristopov je potrebovala nekaj časa, da je zaživela in se je le postopoma uveljavljala skozi različne oblike znanja in delovanja, da bi na koncu izšla kot zmagovalna kombinacija. Renesansa je predvsem na intelektualnem področju ponovno odkrila premoč sveta umetnosti in narave.

Začetno fazo znanstvene revolucije tako predstavljata predvsem opisovanje in kritika, manj pa konstruktivna miselnost. To je šele sledilo. Prvo je bilo na vrsti raziskovanje širokih horizontov in izziv starih avtoritet. Raziskave v umetnosti in tehniki so

spodbudno delovale na materialna sredstva za razvoj nove znanosti. Religijska nasprotja in konflikti so pretresli ortodoksni okvir in omogočili maloštevilnim ljudem, da začnejo misliti po svoje. Nove religijske drže individualne presoje in takojšnje obveznosti so tudi same omogočale vzpon znanosti. Bile so bistven predpogoj za uspeh kapitalističnega gospodarstva. Preden pa poskušamo oceniti pozicijo in vpliv znanosti v renesančnem življenju, je potrebno nekaj povedati o vplivu najpomembnejših faktorjev, ki so vplivali nanju v tej fazi. Sem spadata predvsem znanje in tehnika, predvsem tehnika na področju inženirstva in navigacije.

2.1.1.4 Perspektive in vizije

Glavne smeri, katerim so umetniki pomagali pri iskanju znanosti, so bile razvoj vizij in perspektiv glede pomena narave, in še zlasti anatomije človeškega telesa ter njihova uporaba v civilnem in vojaškem inženirstvu. Leonardo da Vinci je razdelil svoj čas med vsa zanimanja, in čeprav je bil največji, je bil brez sredstev in edini, ki je bil sposoben tega. Prvi renesančni manifest je bil *Trattato della Pittura* Leona Battiste Albertija (1404 - 72) v letu 1434. Leonardo da Vinci je bil sin bogate družine iz Firenc in je živel v izgnanstvu zaradi političnih razlogov. Učil se je od vseh, bil je prvi zagovornik formalne perspektive, ki jo je izumil Brunelleschi v zgodnjem 15. stoletju. Njegov glavni namen v slikarstvu je bila predstavitev tridimenzionalnih figur v dveh dimenzijah. Osnovni metrični koncept tridimenzionalnega prostora je postal skoraj intuitivna vsakdanjost v renesansi, še zlasti zaradi uporabe pri umetnikih kot so bili Masaccio, Piero della Francesca in Mantegna.

2.1.1.5 Narava in človek

Renesansa kot gibanje je dosegla svoj triumf z realizmom in umetnostjo. Klasična, celo bizantinska, umetnost je bila osredotočena na idealne forme in na dosežke tradicionalnega simbolizma. Že v srednjem veku pa so se na robove slik priplazile podobe iz narave, rastline in živali. Renesansa je dodala nekaj realizma tudi centralni človeški figuri, kar pa je zahtevalo nadvse natančno opazovanje divje narave, gora, skal, dreves, rož, zveri in ptic. Vse to je privedlo do osnov geologije in naravne zgodovine, ki nista izhajali več iz knjig in logike, ampak iz opazovanja. Večina ved je zahtevala anatomijo, tudi človeka samega, s ciljem najti mehanizme, ki določajo poteze in izraze.

Renesansa je bila deloma impresionistična, bila pa je tudi formalna. Slikarji, ki jih je spodbudil z Albertij, so upoštevali kosti in meso, ki jih je povezovalo ter šele na koncu oblačilo, v katerega je bil lik oblečen. Leonardo je pri tem storil še korak dlje, saj je upodobil figuro v gibanju, od koder sledi prehod v fiziologijo in dinamiko. Vse to je zahtevalo poglobljene študije anatomije možganov in notranjih organov in Leonardove risbe na to temo niso bile nikoli presežene. Nova anatomija je vodila do Harveyevih raziskav cirkulacije krvi, ki so jih uporabljali tako umetniki kot tudi zdravniki.

2.1.1.6 Renesančna medicina

Renesansi lahko pripišemo tudi velik prispevek k proučevanju biologije, ki se je osredotočila na medicino. Najodličnejše so bile medicinske fakultete italijanskih univerz, ki so izstopale od vseh ostalih znanih, predvsem po njihovi splošni sterilnosti in mračnjastvu. Zlasti je bila znana medicinska fakulteta univerze v Padovi, ki je bila tedaj najprestižnejša in je pritegnila takrat najbolj briljantne ume. In čeprav so bila potrebna stoletja in obilo znanja kemije in biologije, preden se je medicina lahko uspešno spopadla z boleznimi, je bil njen glavni prispevek predvsem razvoj naravnih znanosti in manj razvoj medicinske prakse.

Italijanski doktorji in tuji študentje, ki so prihajali študirat v Padovo niso bili izolirani, ampak so bili pomešani z drugimi študenti, kot npr. umetniki, matematiki, astronomi in inženirji. Mnogi med njimi so celo sledili večjim profesijam, tako je bil Kopernik izučen zdravnik, poleg tega pa še upravnik in ekonomist. Človeško telo je bilo secirano, raziskano, izmerjeno in popisano ter razloženo kot enormni kompleksen stroj. In čeprav je bila razlaga delovanja človeškega telesa tedaj še zelo preprosta, lahko prav tem neposrednim opazovanjem pripišemo osnove nove anatomije, fiziologije in patologije in krivdo za izgubo vpliva klasičnih avtoritet in magičnih tradicij na tem področju. Ves trud je našel povzetek v delu *De Humani Corporis Fabrica* Adreasa Vesaliusa, kjer je najbolj popoln opis vseh organov človeškega telesa. Njegov rival je bil Ambroise Paré (1510 - 90), ki je bil pravi rokodelec, nepismen, pisal je le v pogovorni francoščini, in sicer o tem, kar je videl z lastnimi očmi in naredil s svojimi rokami. Radikalno je spremenil zdravljenje ran, še zlasti tistih od strelnega orožja, ki je postalo običajno v smrtonosnih vojnah tistega časa.

2.1.1.7 Inženirji: Leonardo da Vinci

V obdobju renesanse profesije, kot umetnik, arhitekt in inženir, niso bile med seboj ločene. Umetnika je lahko poklicalo mesto, princ, ali pa se je sam ponudil, da je izklesal kip, zgradil katedralo, izsušil močvirje, itd. Rokodelec je moral poznati lastnosti materiala in sredstev za rokovanje z njim. Umetnik v dobi renesanse pa je moral vedeti vse to in še kaj več. V svoje delo je moral vključiti tudi geometrijo in mehaniko. Tu je prednjačil Leonardo da Vinci kot neprekosljiv umetnik in naturalist. Njegove beležke govorijo o tem, kako globoko je proučeval postopke kovinarjev in inženirjev in kako je sam postal prvi veliki mojster mehanike in hidravlike.

Njegov veliki poskus, čeprav je bil obsojen na propad, je bil poskus doseči mehanični let, v mojstrovini inženirske raziskave je združil opazovanje ptic, izdelavo modelov in kalkulacij. Študije nešteti mehaničnih naprav, ki jih je narisal in izdelal Leonardo, od valjarn do prenosnih regulacijskih naprav nam kažejo še na en vidik tragičnosti njegove genialnosti. Leonardo je lahko izumil stroje za skoraj katerikoli namen, narisal jih je izjemno dobro, vendar bi stroji težko delovali, zagotovo pa nobeden od najpomembnejših. Brez precejšnjega znanja statike in dinamike in brez uporabe primarne gonilne sile, npr. parni stroj, se renesančni inženir ni mogel kaj prida oddaljiti od okvirjev tradicionalne prakse. Njegov vpliv na razvoj strojev je bil tako precej manjši, kot je bila njegova ideja, da bi delovanje narave razložili z mehanizmi. "Leonarda je zmeraj zanimal posamezen problem in ni nikoli pokazal nikakršnega interesa, da bi sistematično obdelal korpus znanja, in ni poskrbel (kar je prav tako temeljna značilnost tega, čemur pravimo znanost in tehnika), da bi lastna odkritja prenesel na druge, jih pojasnil in dokazal." (Rossi 2004: 61):+ Tako je Leonardo v svojih delih v bistvu opisal oboje, tako upanje kot tudi neuspeh renesanse. Vendar pa ne smemo zanemariti njegove zgodovinske vloge, saj mu to priznava večina znanstvenikov, zgodovinarjev in filozofov. "Leonarda da Vinci ni ustvaril znanosti o kateri je sanjal. Niti ne bi mogel tega napraviti. Bilo je še pre zgodaj, a on je imel premalo vpliva na znanstveno misel svojih sodobnikov in neposrednih nasledovalcev; vendar pa je njegovo mesto v zgodovini človeške misli zelo pomembno: zahvaljujoč njemu in preko njega je kot smo videli, tehnika postala tehnologija in človeški um se je dvignil do tistega idealnega spoznanja s katerim so se, stoletje kasneje, inspirirali

Galilej in njegovi prijatelji, člani Academie dei Lincei, ki so odvrkli avtoriteto in tradicijo in želeli videti stvari take kot so." (Koyré 1981: 114)

Leonardo si je ves čas prizadeval utreti pot do globljega spoznanja o naravi in družbi, pri tem pa mu je pomagalo tudi to, da ni imel univerzitetne izobrazbe in mu zato ni bilo treba pozabiti naučenega. Hkrati pa mu je to tudi škodilo, saj ni imel sistematičnega pristopa in ne matematičnega znanja, da bi lahko dokončal svoje ideje ali prepričal druge o njihovi resničnosti. Za seboj ni pustil nobene šole in je bil bolj inspiracija kot vodnik drugim.

2.1.1.8 Renesančna tehnologija

Največja prednost renesančne tehnologije je bila v tesni povezavi med področji rudarstva, metalurgije in kemije. Naraščanje potreb po kovinah je vodilo k hitremu odpiranju rudnikov, na začetku v osrednji Nemčiji in kasneje v Ameriki. Nemški rudniki so bili vzgajališča kapitalistične proizvodnje. Skozi srednji vek je bilo rudarstvo organizirano v obliki serije majhnih osebnih ali partnerskih združb, kjer so bili lastniki večinoma rudosledci in svobodni rudarji, ki so bili obdavčeni kot tudi zaščiteni pred posegi manjših fevdalcev s strani kralja ali princa. Z večanjem obsega dejavnosti rudarstva so se le ti začeli združevati v družbe, kjer so si razdelili koristi po načelu porazdelitve deležev. Že v 15. stoletju so si deleže v rudarstvu pridobili tudi tihi družabniki, ki so pomagali zagotavljati sredstva za naraščajoče stroške ekstrakcije. Bolj kot so rudarji kopali globoko, pomembnejše je bilo črpanje vode in transport rude iz rudnikov. Izkušnje, pridobljene pri prenosih moči in črpalkah, si bile startne osnove novega zanimanja za mehanična in hidravlična načela, ki so imela mnogovrstne posledice v znanstveni in industrijski revoluciji.

Zaton rudarstva v Nemčiji skupaj z vojno religij je imel za posledico razpršitev nemških rudarjev in metalurgov najprej v Španijo in nato v Novi Svet, ter kot najpomembnejše, tudi v Anglijo, kjer so s svojim znanjem in izkušnjami, v kombinaciji z naravnimi viri, zagotovili tehnično osnovo za njeno bodoče bogastvo. To potrjuje tudi rast proizvodnje premoga, ki je statistično prikazana v tabeli Roberta Mertona (glej tabelo 2.1)

Tabela 2.1: Ocenjena letna proizvodnja v glavnih rudniških distriktih v Angliji v tonah

Področje rudnikov	1551-60	1681-90	1781-90	1901-10
Durham in North-umberland	65.000	1.225.000	3.000.000	50.000.000
Škotska	40.000	475.000	1.600.000	37.000.000
Wales	20.000	200.000	800.000	50.000.000
Midlands	65.000	850.000	4.000.000	100.180.000
Cumberland	6.000	100.000	500.000	2.120.000
Kingswood Chase	6.000	-	140.000	-
Somerset	4.000	100.000	140.000	-
Forest of Dean	3.000	25.000	90.000	1.310.000
Devon in Irska	1.000	7.000	25.000	200.000
SKUPAJ	210.000	2.982.000	10.295.000	241.910.000
Približen prirastek		14 kratno	3 kratno	23 kratno

Vir: Merton, Robert King (2001, 1970): *Science, Technology & Society in Seventeenth-Century England*, New York: Howard Fertig, 1970

2.2.1.9 Metalurgija in kemija

Obdelovanje rud v plavžih je bila prva prava praktična šola kemije. Ekstenzivno rudarstvo je bilo omejeno na odkrivanje novih rud in novih kovin, npr. cink, bizmut, kobalt...Načini separacije in rokovanja so bili odkriti po analogiji in popravljani z bridkimi izkušnjami. Vendar je na tak način splošna teorija kemije, ki je vključevala oksidacijo in redukcijo, destilacijo in tvorjenje zlitin, počasi pričela dobivati obliko. Preskušanje s topljenjem rudnin na mali, toda natančni lestvici, je imelo za cilj ugotoviti koristi določene rude ali dragocene kovine. Ta postopek je postal osnova za kemijski eksperiment in kemično analizo. Množica novih kovinskih substanc je imela fiziološke učinke, večinoma slabe, na tiste, ki so delali z njimi. Dekleta v rudarskih okoljih so na primer uporabljala arzenik za izboljšanje barve polti. Kovinske sestavine so začele prodirati tudi v medicino, predvsem zaradi njihovih brutalnih posledic za človeško telo in zaradi zloma zaupanja v tradicionalne zdravilne rastline. Posebej odločilna je bila uporaba živega srebra, saj so se tradicionalne zdravilne rastline pokazale kot neuspešne

pri poskusih zdravljenja nove strašne bolezni - sifilisa, ki so ga ob povratku prinesli s seboj Kolumbovi mornarji.

2.1.1.10 Paracelsus in doktrine duha

Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim (1493 - 1541), ki se je poimenoval Paracelsus, da bi dokazal svojo superiornost proti Celsusu, velikemu antičnemu zdravniku, je bil neukročen in zanesenjaški ustanovitelj nove šole t.i. kemičnih zdravnikov. Na trgu v Baslu je javno zažgal knjige Galena in Avicenne in v pravem protestantskem duhu proglasil premoč neposredne izkušnje nad avtoriteto. Čeprav je izhajal iz stare alkimistične tradicije, jo je uspel preusmeriti in doseči odpoved iskanju zlata v zameno za iskanje zdravja. Kljub njegovi koncepciji duhov in notranji kompleksnosti je bil prav njegov intuitiven in mitičen pristop, in ne racionalen ali mehaničen pristop tisti, ki je bil najbolj uspešen v razvoju kemije vse do njene revolucije v 18. stoletju. Zato ga brez dvoma lahko uvrščamo med ustanovitelje moderne kemije. Naslednji velik kemični razvoj je doživela umetnost destilacije, ki je bila tako ekspanzivna in izboljšana, da ni doživela resnih sprememb vse do 18. stoletja. Tako je kemični laboratorij proti koncu renesanse s svojimi pečmi, retortami, destilacijami in tehnicami že takrat izgledal približno tako kot današnji.

2.1.1.11 Popotovanja in odkritja

Tehnični razvoj rudarstva in kovinarstva je le malo dolgoval znanosti, čeprav ji je veliko dal. Obratno lahko rečemo za velika popotovanja, ki so odprla celoten svet evropskemu kapitalističnemu gospodarstvu. To so bili rezultati prvih zavestnih aplikacij astronomske in geografske znanosti v korist slave in profita. Povsem pričakovano je bilo, da bodo italijanska in nemška mesta, npr. Benetke, Genova in celo zaledne Firenze in Nürnberg, s svojo razširjeno trgovino prevzela vodstvo na teoretični strani. Ponovno je oživela in se razširila grška geografija, naraslo je zanimanje za stara popotniška poročila npr. tista od Marca Pola in Rubriquisa iz 13. stoletja, pa vse do zapisov zadnjih potovanj po oceanih. Italijani in Nemci so istočasno izpopolnili uporabo astronomije v navigaciji in utrli pot astronomskim načrtom, ki so bili dovolj enostavni, da so jih lahko uporabljali tudi mornarji. Uvedli se prve geografske mape, na katere so lahko mornarji risali smeri plovbe. Veliko revizijo Alphonsinovih načrtov je izvedel Peurbach (1423 -

51) in njegov učenec Regiomontanus (1436 - 76), ki je delal v Nürnbergu, kasneje mu je pomagal Albrecht Dürer. Pri tem delu so uporabljali stari Ptolemejev sistem z enostavnimi kalkulacijami in trigonometrijskimi pripomočke arabskega astronoma Levija ben Gersona ter tako obšli celotna srednjeveška matematična prizadevanja na tem področju. V poznem 15. stoletju so imeli Turki čvrst monopol nad trgovanjem na Vzhodu, zato so se pojavile ideje o prodoru v Indijski ocean po drugi poti in ne preko Rdečega morja. Teoretiki so razpravljali o dveh možnih poteh, prva, najočitnejša je bila okrog Afrike. To pot so zagovarjali Portugalci in je bila uspešno izvedena leta 1488, čeprav Indije niso dosegli vse do leta 1497, ko je to uspelo Vascu da Gammi.

2.1.1.12 Krištof Kolumb in Novi Svet

Naslednji projekt, za katerega so agitirali astronomi in teoretični geografi, npr. Firenčan Toscanelli (1397 - 1482), je bilo jadranje proti zahodu preko neraziskanih oceanov s ciljem poiskati Kitajsko na drugi strani okroglega sveta. Kolumb ni bil znanstvenik, ni točno vedel, kam hoče priti, imel pa je mističen navdih, da bi lahko prejadral ocean in odkril nove otoke, morda celo Kitajsko. Poleg tega si je domišljjal, da je bil izbran, kot pove že njegovo ime Krištof - za Kristusovega sla, da bo odkrival nova ozemlja. Kolumb je deset let prosjačil na španskih, portugalskih, angleških in francoskih dvorih, a so ga zavrnilе vse strokovne komisije. Šele zakulisne spletkе so mu omogočile, da je dobil dovoljenje za plovbo ter pogodbo, ki mu je omogočala pridobiti naziv oceanskega admirala in delež pri plenu v primeru odkritja novega otoka. Razlika med zaporednimi ekspedicijami Portugalcev okrog Afrike in Kolumbovim drznim plutjem naravnost preko oceana je tipičen primer razlikovanja med tehničnim napredkom, ki je odvisen od stalnega izboljševanja tradicije oz. postopnega napredka ter znanstvenega napredka, ki uporabi argumente prav z namenom razbitja tradicije. Ne glede na to, kakšne notranje motive je imel Kolumb, mu je podpora, ki jo je pridobil za svoja potovanja, dala moč za praktične ugotovitve na povratku in je podobna potrditvi pravilnosti znanstvene hipoteze. Kolumb ni nikoli izvedel, da je odkril nov kontinent, ki je kasneje dobil ime po Firenčanu Amerigu Vespucciju, ki je bil uspešnejši pri zapisovanju svojih odkritij. Na koncu je šele Portugalec Magellan v službi španskega dvora uspel dokončno dokazati, kako se da prepluti svet. Vendar pa ni uspel dokončati potovanja in priti do cilja, saj bil ubit na Filipinih, tako da je dejansko priplul domov le njegov malajski suženj.

2.1.1.13 Ekonomski in znanstveni učinki

Gospodarske posledice velikih pomorskih odkritij so bile takojšnje in trajne. Ta odkritja so prinesla največ profita Portugalcem in povzročila propad Benečanov. Bogastvo, ki se je tako nakopičilo, ni ostajalo v matičnih državah, saj je bila tako trgovina kot tudi rudarstvo v rokah tujcev, ti pa so to bogastvo izrabili za vzpostavitev »industrije« v Veliki Britaniji in na Nizozemskem. Vse to je bilo odločilnega pomena tudi za znanost, saj je uspeh zgodnjih odkritij povzročil velikansko povpraševanje po ladjedelnstvu in navigaciji. Oblikuje se nov razred inteligentnih, matematično usposobljenih rokodelcev za izdelavo kompasov, načrtov in instrumentov. To je začetek znanstvene javnosti in je omogočal oboje: izobraževalno podlago in hkrati vsakdanji kruh za intelektualno mladež vseh razredov. Ustanavljali se navigacijske šole na Portugalskem, v Španiji, Angliji, na Nizozemskem in v Franciji. Interes za zvezde je tako dobil tudi finančno podlago in astronomija je postala stabilna brez nevarnosti, da bi utonila v pozabo, kljub temu, da je astrologija prišla iz mode.

Istočasno je prišlo do odkritja starih in bogatih civilizacij v Aziji in Novega Sveta ali Amerike, ki s svojimi nenavadnimi običaji in proizvodi povzročijo, da izgleda klasičen svet provincialen in nezanimiv. Novi Svet, ki je bil na razpolago za opazovanje in opisovanje, je potreboval nove metode za analizo. Začetniki renesanse so upali na novo ero in delali za novo ero in v sredini 16. stoletja so lahko občutili, da so jo tudi dosegli.

2.1.1.14 Kopernikova revolucija

Ni bilo naključje, da je prav astronomija v tesni povezavi z geografijo prva in najbolj radikalno prekinila s starodavnim načinom mišljenja. To je bila zlasti čista in detajlna Kopernikova razlaga rotacije Zemlje okrog svoje osi in njenega gibanja okrog fiksnega Sonca. Opisna astronomija je bila pač edina znanost tistega časa, ki je uspela akumulirati dovolj opazovanj in razviti matematične metode, ki so bile dovolj natančne, da so omogočile postavljanje hipotez, ki so bile lahko jasno predstavljene in numerično preverjene. Kopernik je dodal kritičen duh, vrednote estetske forme in navdih na novo urejenim tekstom, ki bi lahko služili tudi za uravnoteženje ene staroveške avtoritete proti drugi. Za obrnitev splošnega pogleda pa sta potrebna pogum in znanje. Kopernik je posedoval oboje. Bil je astronom, medicinec in pravnik, toda njegova glavna preokupacija je bila astronomija, saj si je celo življenje prizadeval, da bi našel bolj

racionalno podobo neba. To mu je uspelo z delom *On the Revolution of the Celestial Orbs*, ki je bilo natisnjeno šele leta 1543, ko je umrl. Vendar pa je demonstracija delovanja sončnega sistema potrebovala kar nekaj časa, da je imela kakšen učinek. Redki astronomi so jo cenili kot sredstvo naprednih kalkulacij. Pruske tabele so bile narejene leta 1551 in so izhajale iz Kopernikovega sistema, toda le redki so verjeli, da so prave.

2.1.2 Verske vojne (1540 - 1650)

*V tem poglavju bom skušal najprej opozoriti na dejstvo, da epistemološki temelji novodobni naravoslovni znanosti predstavljata filozofiji Bacona in Descartesa. Sledil bo opis ekonomske in politične situacije ter odnos med znanostjo in filozofijo tega obdobja. Na koncu bom predstavil ključne osebnosti novodobnega, torej modernega naravoslovja, ki se je v tem času dokončno izoblikoval. Taka metoda je običajna in ji sledi večina zgodovinarjev in sociologov znanosti. To obdobje zelo podobno opisujejo Rossi v delu *Rojstvo moderne znanosti*, Joseph Ben-David v delu *Vloga znanstvenika u družbi*, Alexander Koyre v delu *Znanstvena revolucija* ter mnogi drugi. Kot sem zapisal že uvodoma se v njihovih delih večinoma pojavljajo iste osebe in dogodki, čeprav jih opisujejo z različnimi pogledi. Paralele med osebami in dogodki so izrazite, saj gre za zgodovinska dejstva, ki jih ne moremo prezreti.*

Obdobje v letih 1540 - 1650 nima pravega imena v zgodovini in ga večinoma imenujejo proti-renesansa, čeprav je ta oznaka malce pretirana. Najbolj vidno ga kot umetnosti stil označuje barok, vojna religij in osnivanje Nizozemskih združenih dežel in Britanske zveze držav leta 1649. Prav ti dve zadnji značilnosti imata največji pomen, saj sta opozorili na politično zmagoslavje nove buržoazije v deželah, kjer je bila skoncentrirana večina svetovne trgovine in manufakture. V znanosti je prišlo do prvega večjega napredka: novega načina opazovanja in eksperimentalnega pristopa. Uveljavil se Kopernikov sončni sistem, za katerega smo dejali, da v prvi fazi (1440 - 1540) še ni naletel na pravi odziv. Gilbert opiše Zemljo kot magnet in Harvey je leta 1628 odkril cirkulacijo krvi v človeškem telesu. Pomembni sta še odkritij teleskopa in mikroskopa.

Zaradi novih trgov in novih prometnih poti je prišlo do prerazporeditve moči v Evropi. Tako postanejo novi ekonomski centri moči in tedaj tudi sveta, dežele ob Severnem morju, najprej Nizozemska, nato pa Anglija in severna Francija. Medtem, ko so v ostalih obmorskih državah, npr. Španija in Portugalska ostale fevdalne razmere, je bilo v teh novih centrih možno kombinirati trgovino in manufakturo in s tem obogateti. Številni rokodelci iz Italije in Nemčije so emigrirali in prenesli tehnične in umetniške dosežke v te nove dominantne države. Istočasno so naraščale potrebe po žitu, platnu, lesu, smoli in železu, potrebnemu za ladjedelstvo, kar je spodbudilo gospodarski razvoj baltskih dežel, zato so Danska, Švedska, Poljska in Rusija postale neodvisne sile.

Gonilna sila in hkrati največji zmagovalci druge faze ekonomske revolucije so bili trgovci iz Nizozemske in Anglije, podprti z naraščajočim poljedelstvom in ribištvom. Bogastvo je prineslo politično moč buržoaziji, vendar to ni bilo tako enostavno. Potrebna so bila leta prizadevanj in celo odkritih vojskovanj, preden sta španski in nato angleški kralj spoznala, da ni več mogoče držati svojih bogatih podanikov v okviru fevdalnega reda in jih nista več zadrževala pri zasledovanju profita. Navidezni vzroki za ta boj so bili verski, kar so lahko opravičili s tem, da so bila ekonomska in politična prepričanja bolj naravno izražena v kalvinističnih kot v katoliških in celo luteranskih mislih.

2.1.2.1 Razmerje med filozofijo in znanostjo

Na prelomni točki med srednjeveško in moderno znanostjo najdemo na področju filozofije dve glavni osebnosti, to sta Bacon in Descartes. Oba sta predvsem preroka in publicista, ki sta videla vizijo znanja in sebe kot glasnika tega znanja ostalemu svetu. Bacon je poudarjal predvsem praktično stran novega gibanja, njegovo aplikacijo v napredek in uporabnost, skušal je vplivati na zdravorazumski pogled na svet okoli sebe. Živel in delal je na dvoru Elizabete in Jakoba Angleškega, kjer je skušal postaviti temelje novi in splošno sprejemljivi filozofiji.

Bacon je zagovarjal zbiranje materialov, izvajanje eksperimentov na širšem področju in ugotavljanje rezultatov iz široke mase dokazov, kar je v bistvu induktivna metoda. Pomembno vlogo mu pripisuje zlasti Alexandre Koyré, (1981: 65), ki pravi, da ni nihče

eksperimentalni znanosti dodelil tako visokega mesta kot Roger Bacon, ki ji je dal izključno pravico ne samo da potrjuje ali ohrabri zaključke deduktivne presoje (verifikacije in falsifikacije), ampak še nekaj pomembnejšega, to da je izvor novih in pomembnih resnic, ki se jih ne da odkriti na druge načine. Descartes je verjel v odrezave odgovore čiste intuicije. Trdil je, da bi bilo s čisto mislijo možno odkriti vse, kar je racionalno dostopno, eksperiment pa je le dodatek k deduktivni misli. Descartes je uporabljal znanost z namenom, da bi naredil nov sistem, ki bi nadomestil star sistem srednjeveških učenjakov. Bacon pa se je zadovoljil z izdelavo predloga v obliki organizacije, ki bi delovala kot kolektivni graditelj novega sistema. Njegova vloga, kot jo je sam videl, je bila v tem, da bi preskrbel graditeljem novo orodje - logiko, ki jo je predstavil v delu *Novum Organum*. V tem pogledu sta bila oba učenjaka komplementarna, saj je Baconov koncept organizacije privedel do prve učinkovite znanstvene skupnosti, to je bila Royal Society. Descartov sistem, ki je prekinil s preteklostjo in postavil nove koncepte, pa bi lahko bil osnova za argumente glede materialnega sveta v absolutno kvantitativni in geometrijski obliki. Descartes je v nasprotju z Baconom zavzel drugačno zgodovinsko pozicijo. Descartes se je moral boriti proti srednjeveškim mislim, ki so se utrdile na uradnih francoskih univerzah. Tu je uspel z uporabo logike, ki je bila jasnejša in intelektualno močnejša kot njihova. Oba misleca sta se ukvarjala z metodo, toda njune ideje o znanstveni metodi so bile zelo različne.

Bacon je bil prvi veliki mož, ki je dal znanosti pravo smer in jo jasno združil z napredkom materialne industrije. Njegova nagnjenost k empiriji ga je postavila v vlogo nasprotnika vnaprej določenih sistemov narave. Verjel je, da bi dobro opremljena in organizirana skupina raziskovalcev in teža njihovih ugotovitev slej ko prej pripeljala do resnice. Descartov sistem je nehote združeval tudi precej prvin starega sistema, ki ga je želel uničiti. Tak je bil tudi njegov največji matematični dosežek, uporaba koordinatne geometrije, s katero je razbil staro razlikovanje med geometrijo in algebro. Pri napadu na staro filozofijo pa je bil tako previden kot pogumen. Ni se želel zaplesti v spor z organizirano religijo, ampak se je bil pripravljen prilagajati, s posrečeno uporabo premetene metode je omogočil obstoj znanosti nekoliko stoletij. Še več, Descartes si je zadal nalogo, da dokaže, kako njegov sistem utemeljuje obstoj Boga enako dobro, če že ne bolje, kot starejše filozofije. Iz svojega znanega sklepanja »mislim, torej sem« je

potegnil zaključek, da če si ljudje lahko izmislijo nekaj bolj popolnega kot so sami, potem popolno bitje mora obstajati.

Descartov sistem je bil tako previdno zaščiten proti teološkim napadom, da je bil sprejet navkljub protestom z univerz celo v takrat najbolj katoliški državi, v Franciji. In to še za časa njegovega življenja. Vendar je Descartes tudi sam spoznal omejenost samostojnega delovanja v filozofiji. Menil je, da bo vzpostavitev primerne svetovnega sistema zahtevala sodelovanje več umov s področja znanosti, filozofije, umetnosti, itd. In prav to je bila tudi njuna skupna točka z Baconom. Skupaj sta dosegla, da je eksperimentalni znanosti zrasel družbeni status in da se je po cenjenosti izenačila s književnostjo.

Alexandre Koyré (1981: 18-19) v delu Znanstvena revolucija dodaja, da se znanstvena misel ni nikoli v resnici popolnoma odvojila od filozofije ter da so bile velike znanstvene revolucije vedno povezane s spremembami in motnjami v filozofskih konceptih. Trdi tudi, da se znanstvena misel, zlasti pri naravoslovnih znanostih, ne razvija v vakuumu, ampak je vedno v okviru idej, osnovnih principov in aksiomatičnih² dejstev, za katere se običajno smatra, da pripadajo filozofiji. Tudi sam se pridružujem tej misli.

2.1.2.2 Tehnološki napredek

Tehnološko gledano je bilo to obdobje stalnega počasnega napredka brez revolucionarnih odkritij, ki so bila značilna za obdobja prej in po njem. Vendar pa je sprememba visela v zraku. Naraščajoča trgovina in padanje transportnih stroškov sta omogočila distribucijo bogastva na širši sloj buržoazije. Nekdaj luksuzne stvari so postale blago in novi proizvodi, npr. bombaž, porcelan, kakav, tobak, prihajajo na evropska tržišča. Slikarstvo, zlasti na flamskih in nizozemskih šolah se je osvobodilo religije in slikarji so začeli portretirati preproste ljudi pri jedi, pijači ali pri poroki. V tem času so Nizozemci tudi postavili standarde buržoaznega komforta v mestnih in podeželskih hišah in začeli so urejati vrtovi in polja.

² aksiomatičen -temelji na aksiomih: aksiomatična metoda,vir: SSKJ

2.1.2.3 Plavž in litje železa

Veliko bolj pomembna sprememba se je zgodila skoraj neopazno pri načinu proizvodnje manj senzacionalnega blaga. To je bilo železo. Vse do tedaj je prevladovala izdelava surovega železa, ki se je težko obdelovalo. Napredek na tem področju v obliki talilnih peči je privedel do nastanka nove peči v obliki plavža. Proti koncu 16. stoletja je začelo železo teči iz plavžev v tonah, za razliko od prej, ko je bila pridelava omejena na stotine kilogramov. Toda pojavila se je ozko grlo, pomanjkanje lesnega oglja, ki je bilo potrebno za taljenje rude. Stare uveljavljene regije, znane po pridobivanju železa, so izgubile pomen in prevladujoč položaj sta prevzele Švedska in Rusija z bogatimi zalogami lesa. Železo jima je tako omogočilo, da s trgovino z njim in z vojnami v katerih je potrebno železo, postaneta gospodarski sili.

2.1.2.4 Uporaba premoga

Pomanjkanje lesa za litje železa je bil le eden od mnogih vzrokov za akutno lesno krizo, ki je prizadela Nizozemsko in Anglijo v poznem 16. stoletju. Razcvet trgovanja je še povečal povpraševanje po lesu, ki ga niso mogle zadovoljiti kapacitete lokalnih gozdov. Rešitev je ležala v votlinah s premogom na severu in na Škotskem. Posamezne razpoke s premogom so bile tam poznane že iz rimskih časov. Ko so se cene lesa v 16. stoletju dvignile do neba, so začeli intenzivno iskati premog in njegova proizvodnja je strmo naraščala. Vse več naporov so usmerjali v rudarstvo in kopanje premoga tako v plitkih kot tudi v globljih votlinah. Začeli so uporabljati naprave, ki so jih uporabljali predvsem v rudnikih kovin: izboljšane črpalke in železniške lesene vagončke. Posledica tega je bil premik centrov industrije in posledično tudi civilizacije k nahajališčem premoga, kjer je le ta ostala še nadaljnjih 400 let. Seveda pa vrvenja v poznem 16. stoletju in zgodnjem 17. stoletju, ki je poimenovano tudi kot obdobje prve industrijske revolucije, ne moremo primerjati z veliko industrijsko revolucijo v 18. stoletju. Je pa nekakšen pomemben uvod vanjo. Prav pritisk povpraševanja po omenjenih virih v prvi industrijski revoluciji je prisilil v raziskave za novimi viri in novimi tehnikami.

2.1.2.5 Projektanti: Simon Sturtevant

V poznem 16. in zgodnjem 17. stoletju je prišlo do prvega tekmovanja projektantov, ki jih kasneje imenujemo izumitelji. Ti niso samo govorili, kot je delal Roger Bacon, o

čudovitih novih napravah, ampak so se večkrat tudi ponudili, da jih lahko naredijo, kar jim je včasih celo uspelo. Sem zagotovo spadata Cornelius Drebbel (1572 - 1634), ki je naredil podmornico in jo demonstriral v Temzi, in pozabljena in tragična oseba Simon Sturtevant, duhovnik, ki je opisal topljenje železa s pomočjo premoga v delu *The Treatise of Metallica* (1612). Poleg tega je opisal tehnične in ekonomske vidike te iznajdbe in to precej pred zoro nove industrijske dobe. Zavedal se je stroškov in kriterijev donosnosti ter imel čiste ideje glede sredstev naraščajočega kapitala. Vendar pa kljub temu ni bil uspešen, saj čas še ni bil naklonjen kapitalističnemu podjetju, ki ga je napovedal s presenetljivo natančnostjo. Moderna industrija se ni mogla razviti iz fevdalnih pogojev niti s pomočjo naprednih renesančnih princev, ki pa so bili potratni in vedno na tesnem z denarjem. Resnični tehnični napredek so ustvarjali mali možje, ki so ustvarjali svoj kapital iz svojih dobičkov. To je bilo možno šele v naslednjem stoletju, ki je pometlo s privilegiji kraljev, plemičev in podobnih združb.

2.1.2.6 Novi eksperimentalni filozofi

V 15. stoletju se je znanost, ki je bila pred tem skoncentrirana v Italiji, razširila po Evropi. Italija, prva država v zahodni Evropi, ki je prekinila s fevdalno tradicijo, je ostala center kulture še dolgo po tem, ko je izgubila političen in gospodarski vpliv. To je zelo pomembno z vidika znanja na italijanskih univerzah, kjer so predavali o novih znanjih. Profesorji so bili več ali manj dvorjani, ki so kombinirali praktično svetovno znanje in bili hkrati v prijateljskih stikih s sholastično tradicijo. Ne glede na to, iz katere države so prihajali novi znanstveniki, so večino svojega znanja in kasneje tudi dela dobili in opravili v Italiji.

»Prevladujoči liki v svetu kulture na Zahodu so bili celih tisoč let (se pravi deset stoletij srednjega veka) svetnik, menih, zdravnik, univerzitetni profesor, vojak, rokodelec in mag. Tem figuram sta se pozneje pridružila humanist in dvorjan. Med sredino 16. in sredino 17. stoletja so se pojavili novi liki: mehanik, naravni filozof in virtuoz oziroma svobodni eksperimentator.« (Rossi 2004: 42). Ti novi eksperimentalni filozofi ali znanstveniki, kot bi jih mi poimenovali, so se pojavljali predvsem kot člani nove buržoazije in v veliki meri kot odvetniki, kot npr. Vieta, Fermat, Bacon; zdravniki-Kopernik, Gilbert, Harvey; nižji plemiči-Tycho Brahe, Descartes, von Guericke in van

Helmont; duhovniki kot Mersenne in Gassendi, ter nekaj začetnikov nižjega reda kot Kepler. Zgodovina pravi, da so bili precej izolirani, bili so maloštevilni, zato pa v dokaj enostavnih in hitrih stikih eden z drugim, kadar so to želeli. Današnji znanstveniki, naprimer, so vedno pod pritiskom zamud pri objavah ter naraščajočih vojaških in političnih omejitev, katerim so podvrženi pri svojih raziskavah.

2.1.2.7 Znanstvena vzgoja

Načrtna znanstvena vzgoja se je začela v Angliji in na Nizozemskem in je bila usmerjena predvsem v navigacijo, sprva deluje kot nekakšna imitacija španskih in portugalskih šol. Prvi inštitut za poučevanje nove znanosti v Angliji je bil Gresham College, ki ga je ustanovil leta 1579 sir Thomas Gresham (1519 - 79), eden od večjih londonskih trgovcev, finančni posrednik krone in ustanovitelj Royal Exchange. Posebjal je zvezo med trgovskim kapitalom in novo znanostjo. Gresham College ni bil več humanistična institucija, saj so predavanja potekala v angleščini in v latinščini. Od sedmih profesorjev sta bila dva zadolžena za učenje geometrije in astronomije in eden od obeh je dodatno poučeval uporabo navigacijskih instrumentov za poklic mornarja. Tako je bil Gresham College več kot stoletje znanstveni center Anglije in prebivališče združbe znanstvenikov, ki so ustanovili Royal Society. Ti se prvič sestanejo v njegovih prostorih.

Znanstveniki tistega časa so bili usmerjeni k naravi in njenim učinkom na okolje, zanimalo jih je delovanje vesolja, kar je vodilo k uporabi astronomije in navigacije, delovanje izstrelkov in naprav ter delovanje človeškega telesa v grobem. Znanstveniki niso več striktno negativno ocenjevali dosežkov preteklosti, predvsem Aristotela in Galena. Niso jih več skušali ovreči, ampak so svoje moči usmerili v iskanje delujočih alternativ. To jim je tudi uspelo, in sicer preko vseh pričakovanj, čeprav je zaključna sinteza pripadala Newtonovi dobi.

2.1.2.8 Zagovor sončnega sistema

Znanstvenike 16. stoletja je precej zaposlovala Kopernikova revolucija, predvsem astronome, saj je bila preprosta in je hkrati dokazovala omejenost srednjeveškega sveta. Med njimi je bil najbolj znan Giordano Bruno (1548 - 1600), rojen v Noli blizu Neaplja.

Bil je vročekrvnega značaja in ostrega ustvarjalnega duha, zato je prišel v spor z meniškimi redom, ki mu je pripadal. Potikal se je povsod po Evropi in razpravljaval ter objavljaval knjige in pamflete. Njegove zmožnosti so bile takšne, da je vplival na velikaše in znanstvenike, toda oster jezik mu je nakopal več sovražnikov kot prijateljev. Bil je stalno na poti. Nazadnje je leta 1592 neprevidno prišel v Benetke, kjer so ga ujeli in predali rimski inkviziciji, ki ga je 8 let kasneje zažgala na grmadi zaradi herezije. Bolj kot žrtev znanosti je bil žrtev svobodne misli, saj je ljudi navajal k razmišljanju in k diskusiji o Kopernikovi teoriji. To je prestrašilo številne katolike in opogumilo mnoge protestante. Seveda pa je bilo potrebno poiskati trdnejše argumente za potrditev in smelejšo uporabo Kopernikove teorije, ki ji je manjkalo predvsem natančen opis zvezdnih poti - orbit in prepričljivejši zagovor neopaznega vrtenja Zemlje, ki ga je razložila šele nova znanost, dinamika.

2.1.2.9 Uraniborg in Tycho Brahe

Prvi del posla sta opravila Tycho Brahe (1546 - 1601) in njegov pomočnik Johannes Kepler (1571 - 1630). Brahe je bil danski plemič, ki je s pomočjo kralja Fridericka II. leta 1576 zgradil na otoku Hveen prvi znanstveni inštitut moderne dobe Uraniborg. Tam je s posebej narejenimi inštrumenti zbral vrsto natančnih opazovanj položaja zvezd in planetov. Ta opazovanja so povzročila, da je vse, kar je bilo že znano postalo zastarelo. Bil je pod vplivom Kopernika, vendar je raje razvijal svoj sistem, v katerem je Sonce krožilo okrog Zemlje in planeti okrog Sonca. Izbral je sistem, ki je najbolj ustrezal opazovanju, ne glede na bojzani glede fizikalne nesmiselnosti. S tem, ko je uspel dokazati, da nova zvezda (1572) leži v sferi fiksnih zvezd, kjer po definiciji ne more priti do spremembe. Tako je uspel zdrobiti Aristotelov sistem, ne da bi pri tem vztrajal. Tycho je živel v prehodnem obdobju astronomije, v katerem so stari astronomski podatki, ki so se uporabljali skoraj izključno za astrološke namene princev, počasi odstopali mesto novim astronomskim podatkom, ki so se uporabljali v navigaciji.

2.2.2.10 Kepler

Johannes Kepler je bil prvi veliki protestantski znanstvenik, čeprav je večino časa živel in delal v katoliških deželah. Rodil se je v luteranski družini. Z namenom, da postane pastor, je šel na protestantsko univerzo v Tübingenu. Bil je prepričan, da resnice ni

mogoče doseči s simboli, ampak samo z matematičnimi simboli. S svojim delom in načinom razmišljanja je utrl pot mnogim drugim, predvsem protestantskim znanstvenikom. Združeval je fantastično domišljijo, ki jo je povezoval z natančnimi merjenji in kalkulacijami. Za njegovim delom se je skrivala mistična želja odkriti skrivnosti vesolja. Kepler je skušal najti najboljši način, kako bi prikazal gibanje planetov z eno samo krivuljo. Tako mu je po mnogih neuspehih pri opazovanju gibanja planeta Marsa končno uspelo ugotoviti, da se Mars giblje po elipsi s Soncem kot žariščem. Hipotezo o elipsastih orbitah in še dva druga zakona, s katerima je Kepler pojasnil hitrost planeta v svoji orbiti, niso le ovrgli Kopernikove hipoteze, ampak tudi zadali smrtni udarec pitagorejsko-platonističnemu pogledu na vesolje.

2.2.2.11 Teleskop

Teleskop je, za razliko od natančnih astronomskih kalkulacij, pomenil dejansko fizično sredstvo, ki je nebo, zvezde, Sonce in Luno približalo Zemlji. Teleskop sam po sebi verjetno ni rezultat znanstvene kreacije, saj njegov pojav na Nizozemskem ni prav jasen, verjetno je stranski proizvod izdelave očal. To ni nič nenavadnega, saj sta se takrat znanost in tehnika še vedno razvijali precej neodvisno druga od druge. Novice o največjem znanstvenem inštrumentu tedanje dobe - teleskopu so prišle tudi do profesorja na univerzi v Padovi, to je bil Galileo Galilei (1564 - 1642). Sam je izdelal svoj teleskop in ga usmeril v nebo. Opazil je, da Luna ni popolna sfera, ampak da ima morja in planine, da ima planet Venera mene podobno kot Luna, itd. Najpomembnejše pa je bilo odkritje pri opazovanju Jupitra, saj je ugotovil, da okoli Jupitra krožijo tri zvezde ali lune, pravi majhen Kopernikov sistem, ki ga lahko vsak vidi sam, če le pogleda skozi teleskop. Leta 1610 je izdal pravo znanstveno uspešnico »Siderius Nuntius« ali »Messenger from the Stars«, v kateri je kratko in jedrnato opisal svoja opazovanja. To delo je pritegnilo veliko pozornost in na začetku ni doživelo neugodnih kritik. Vendar se Galileo ni zadovoljil z opisom le tega, kar je videl, ampak je želel tudi razložiti vrtenje Zemlje in pad teles. Galileo je uspel tam, kjer so bili drugi neuspešni, saj je matematično opisal gibanje teles. To je bilo njegovo življenjsko delo, ki ga je natančno opisal v Dialogu o dveh največjih svetovnih sistemih leta 1632. Galileo je pristopil k problemu z vseh sprejemljivih pogledov in pri tem uporabil novo znanstveno metodo - eksperiment. Tudi sam je bil večkrat skeptičen do eksperimentov in jih je izvajal predvsem za to, da bi prepričal druge in ne sebe. Bil je globoko prepričan v svojo

moč pojasnjevanja narave z argumenti, kar pomeni, da so bile to zanj bolj demonstracije kot eksperimenti. Vseeno je te poskuse izvajal sam za razliko od papirnatih poskusov, ki so zameglili moderno fiziko.

Tudi kadar je prišlo do nepričakovanih rezultatov, jih ni zavrnil, ampak je rezultate znova spremenil v vprašanja in tako dokazal svojo kreativnost. Tako je s kombinacijo natančnega eksperimenta in matematičnih analiz rešil relativno enostaven problem padanja teles, ko je dokazal, da bi v odsotnosti zraka telesa sledila parabolni poti. To je bil prvi jasan primer uporabe metod moderne fizike, ki se je izredno uspešno razvila v naslednjih stoletjih. Natančna fizikalna metoda, ki jo je začel Galileo, je bila vse do nedavnega osnovna metoda znanosti in skupna vsem vrstam znanosti. Galilejevo glavno preokupacijo je predstavljala povezava matematike z mehaniko. Pri tem sta mu veliko pomagala predvsem Simon Stevin (1548 - 1620), ki je uvedel decimalke in Napier (1550 - 1617), ki je leta 1614 objavil logaritme.

Splošno priznanje novi matematično-mehanični znanosti, ki jo je uvedel Galileo, pa je možno šele, ko pride do zrušitve Ptolomejskega sistema nebesnih sfer. Zato je leta 1632, kakor sem že omenil, napisal polemično knjigo z naslovom Dialog o dveh največjih svetovnih sistemih, ki jo je posvetil papežu. To je bil prvi velik manifest nove znanosti. To, ter še mnoga druga dela so mu nakopala veliko sovražnikov tako pri Cerkvi (katoliški) kot tudi pri znanosti.

Če pogledamo malo nazaj, vidimo, da je Bruno zgorel na grmadi, Campanella bil dolga leta zaprt, spor z Galileom pa je le imel drugačno razsežnost. Galileo je imel veliko znanstvenega prestiža in močne prijatelje, njegov katolicizem ni bil sporen, ter razen v znanosti, ni bil revolucionar. Galileo je bil sicer obsojen in prisiljen k svojemu znanemu preklicu, vendar je bil v bolj formalnem ujetništvu znotraj dvorca enega od prijateljev. V tem pribežališču je celo dokončal svoje delo na področju dinamike in statike, ki ga je objavil v kasnejših letih svojega življenja. Galilejevi dosežki predstavljajo vrhunec napada na staro kozmologijo, ki je postala nepotrebna, ker so izkušeni astronomi poslej uporabljali izključno Kopernikov-Keplerjev model sončnega sistema.

2.2.2.12 Magnetizem in Norman in Gilbert

Pomembno delo tistega časa je tudi eksperimentalna študija magnetizma, ki jo je v delu *De Magnete* objavil leta 1600 William Gilbert, fizik kraljice Elizabete. To delo bazira na študijah Roberta Normana iz leta 1590, mornarja in izdelovalca kompasov ter enega od prvih znanstvenikov, ki ni bil niti plemenitega rodu niti izobražen. *De Magnete* je veliko delo, ki kaže na novo vedenje v znanosti. Gilbert se ni omejil zgolj na eksperimente, ampak je izhajal iz novih splošnih idej. Ko je zbral večino predstav tistega časa, je prišel do ideje, da magnetna privlačnost drži planete na njihovi poti. Gilbert je tako omogočil prvo fizično verjetno in povsem nemitsko razlago nebesnega reda.

2.2.2.13 Mehanika človeškega telesa, cirkulacija krvi in kemija

Človeško telo v smislu nekakšnega mikrokozmos je prvi temeljiteje raziskoval grški zdravnik Galen in njegovi opisi organov in človeškega telesa so ostali v veljavi vse do renesanse. Delo Vesaliusa pa pokaže, da je z Galenovo sliko človeškega telesa nekaj narobe. Podrobneje se je s tem ukvarjal tudi William Harvey (1578-1657), angleški plemič, ki je študiral v Padovi. Harvey si je predstavljal človeško telo kot mehanično gibanje krvi v telesu. To je podoben revolucionaren pristop h galenski fiziologiji kot odkritja Galileja in Keplerja za Platonovo in Aristotelovo astronomijo. Harvey je pokazal, da lahko na telo gledamo kot na hidravlični stroj ter da skrivnostni duh, o katerem so mislili, da je nastanjen v telesu, tu nima prostora za bivanje. Človeško srce si je zavzelo osrednje, kraljevsko mesto v telesu, tako kot sonce v vesolju. Harvejevo odkritje je imelo sicer precej omejen takojšen vpliv na medicino, razen pri uporabi metod za preprečevanje izkrvavitve. Gre za prikaz človeškega organizma kot celote organov, ki jih napaja cirkulacija in jih tako ohranja v medsebojni zvezi preko prehranjevalnih in kemičnih poti. Na področju kemije je tudi sicer vladala precejšnja praznina, ki jo je le deloma lahko zapolnil Van Helmont (1577 - 1644), ki je izhajal iz medicine in je privrženec Paracelsusa. Izhajal je iz jonskih idej, po katerih sta edina elementa zrak in voda. Prvi je tudi preučeval plin ali kaos in tako nakazal pot kasnejšemu zmagoslavju kemije. Kemija si je le počasi utirala pot preko nabiranja izkušenj, še zlasti preko destilacije špiritov.

2.1.3 Obnova (1650 - 90)

V tem poglavju bom predstavil tretjo in odločilno faza uveljavljanja moderne znanosti, ki se začne v drugi polovici 17. stoletja. London in Paris sta bila glavna centra, ki sta združevala aktivne znanstvenike, predvsem iz Italije in Nizozemske, saj le ti v svojih državah niso imeli takih središč izražanja. Konec civilne vojne v Angliji je povzročil veliko povpraševanje po manufakturah in trgovini, ki skupaj z novimi možnostmi navigacije še spodbujajo razvoj mehaničnih inovacij. Tako čas kot kraj sta bila nadvse obetavna za razvoj znanosti. Nizozemska je kljub izjemnemu bogastvu počasi izgubljala pomen in do sredine stoletja dokončno izgubila primat. Proti koncu stoletja je nekaj najbolj sposobnih nizozemskih znanstvenikov iskalo službo v tujini, še posebej intenzivno so sodelovali pri razvoju Velike Britanije pod vodstvom Viljema Oranskega. Christian Huygens, največji nizozemski znanstvenik tistega časa, je na primer večino svojega dela opravljal v Parizu kot član Francoske akademije znanosti (Academie de Science).

Po velikih religijskih in političnih pretresih v zadnjih sto letih je tako končno napočilo obdobje relativnega miru in učinkovitega razcveta. To je bilo obdobje zavestne gradnje civilizacije-Le Grand Siècle, ko tudi znanstveniki pridobijo pomen. Vlade in vladajoči razredi vseh vodilnih držav so imeli določene skupne interese v trgovini in navigaciji in prav tako tudi pri izboljšanju manufaktur in poljedelstva. Ti interesi so predstavljali gonilno silo pri doseganju vrhunskih rezultatov tretje faze znanstvene revolucije, ko pride prvič do zavestnih in skupnih naporov glede uporabe znanosti v praktične namene. Dvorjane in univerzitetne profesorje v sredini 17. stoletja na področju znanosti zamenjajo t.i. *virtuosi*, to so neodvisni ljudje, večinoma trgovci, manjši zemljiški posestniki in uspešneži na področju svobodnih poklicev, npr. zdravniki, odvetniki. Ti pa vsekakor niso bili ravno številni. Posamezniki so bili tako kompetentni kot tudi dovolj zavzeti, da so sami izvajali znanstvene raziskave. Ko je njihovo število počasi naraščalo, se je večala tudi potreba po druženju in debatah ter izmenjavah znanja in veščin.

To privede do nastanka prvih dokaj dobro uveljavljenih znanstvenih skupnosti in sicer Royal Society v Londonu in French Royal Academy v Parizu (Ben - David, 1986). Te, pogojno rečeno institucije, so si zadale nalogo osredotočiti se na glavne tehnične

probleme tistega časa, na črpanje, hidravliko, topništvo in navigacijo. Ustanovitev znanstvenih skupnosti pomeni dokončno uveljavitev znanosti v družbi in v kulturi. Prva znanstvena združenja pa so nastala že precej prej, tako je bila Accademia de Lincei v Rimu osnovana in je delovala v letih 1600 - 30 ter Cimento v Firencah v letih 1651 - 67 in so predstavljala modele za vsa ostala kasnejša združenja (Rossi, 2004). Tu so se srečevali, diskutirali, večinoma amaterski znanstveniki, ter prikazovali eksperimente eden drugemu in pisali pisma odsotnim kolegom in prijateljem v drugih državah. Pomembno vlogo so odigrali tudi številni časniki, glasila, revije, zbirke in periodične publikacije, v katerih so objavljali vznemirljive novice z evropskih akademij. Tako je leta 1665 Henry Oldenburg ustanovil prvo evropsko znanstveno revijo *Philosophical Transactions*, kjer so objavljali predvsem korespondenco te družbe. Istega leta je v Parizu izšel *Journal des Savants*, ki je poleg matematike in naravne filozofije obravnaval še zgodovino, teologijo in literaturo. Leta 1684 so začeli v Leipzigu izdajati *Acta eruditorum*, ki je vseboval recenzije knjig iz različnih znanstvenih disciplin. Ta poročila, objavljena v latinščini, so lahko prebirali vsi evropski učenjaki in znanstveniki.

Vendar pa je bilo delovanje obeh združenj, tako v Franciji kot tudi v Angliji, omejeno na relativno kratko dobo, saj sta bili obe združenji do leta 1690 že na robu propada in njihova oživitve v 18. stoletju predstavlja praktično osnovanje novih skupnosti. Ustanavljanje zgodnjih znanstvenih združenj je imelo še en trajnejši učinek: znanost je postala institucija, ki je bila častna, dostojanstvena in morda celo malo preveč pikolovska ter tako podobna starejšima institucijama pravo in medicini. Znanstvene institucije so postale nekakšne porote, ki so imele dovolj avtoritete, da so razlikovale šarlatane od pravih znanstvenikov in včasih tudi resnično revolucionarne ideje od uradne znanosti same.

Prvi manifest na novo organizirane znanosti je bila History of the Royal Society, ki jo je napisal leta 1667 škof Sprat, ko je ta ustanova delovala komaj 5 let. Bolj kot za zgodovinska dejstva gre za program in za zagovor eksperimentalne filozofije. » Tretja kategorija novih filozofov so bili tisti, ki niso le nasprotovali predhodnikom, ampak so se tudi sami podali na pravilno pot počasnega, toda zanesljivega eksperimentiranja, ki

so ga izvajali vse dokler jim je to omogočala dolžina njihovega življenja, množina njihovih lastnih zadev ali srečne okoliščine.« (Sprat v J.D. Bernal, 1957: 320). Zagovarjal je idejo o sodelovanju posameznikov iz raznih slojev in poklicev in iz raznih dežel v okviru Society. V središču zanimanja virtuosov so bile naraščajoče potrebe po trgovini in manufakturi in posledično iskanje rešitev glede navigacije, zemljepisne dolžine ter delovanja sončnega sistema. Pojavile so se tudi potrebe po napredku na področju optike, teorije svetlobe, pnevmatike, vakuuma ... Vsa ta področja je raziskovalo vedno več znanstvenikov, med katerimi izstopata Robert Boyle in njegov nekdanji asistent Robert Hooke. Boyle je sodeloval z "Invisible College" v Oxfordu in bil eden prvih promotorjev in osrednja figura v zgodnjem obdobju Royal Society. Zanimala ga je predvsem atomska teorija, ustvaril je pomembno delo na področju vakuuma in zakonov plina. Navduševal se je nad medicino in fiziologijo in čeprav na tem področju ni imel uspeha, je s svojim zanimanjem in entuzijazmom okužil še druge in imel tako veliko zaslug za uspeh znanosti na teh področjih v prihodnosti.

Robert Hooke se je v marsičem razlikoval od Boyla, bil je revnejši in se je moral sam prebijati skozi življenje. Že zgodaj se je navezal na Boyla in verjetno izdelal tudi večino inštrumentov, s katerimi je Boyle izvajal poskuse o vakuumu in plinih. Hooke je bil imenovan za kuratorja eksperimentov na Royal Society in je poleg tega, predvsem zaradi finančnih potreb, sodeloval tudi pri izdelavi načrtov obnove Citya v Londonu po velikem požaru leta 1666. Bil je priznan tako kot znanstvenik kot tudi izrazit izumitelj svoje dobe. Večkrat se je družil tudi z Garawayem in Jonathansom ter Christopherjem Wrenom in skupaj z njimi razpravljali o gibanju planetov ter o drugih vprašanjih, ki so burila njihovo domišljijo. Skupaj so mnogokrat diskutirali o številnih tehničnih problemih in marsikdaj se je komu utrnila misel, ki jo je kasneje lahko uspešno uporabil pri svojem delu. Kot skrbnik Royal Society je bil zadolžen za raziskave in po možnosti tudi za dajanje sugestij glede napredka pri proizvodnji opeke, stekla, mila, izdelavi soli in rafiniranju sladkorja.

Kot skrbnik je lahko tudi ponudil nagrado za izum nove metode za mehčanje jekla in za številne druge. Na tak in podoben način je Royal Society oblikovala smeri novih izumov in jih nato spravila v uporabo. Bila je kot nekakšen učinkovit zastopnik za usmerjanje pozornosti naravnih filozofov k nalogam gospodarskega pomena. Če je bil Boyle nekakšen duh Royal Society, jo je Hooke v resnici držal pokonci s svojimi očmi

in rokami. Bil je največji eksperimentalni fizik pred Faradayem, zanimala ga je matematika, fizika, kemija in biologija. Napisal je delo *Micrographia*, kjer je natančno opisal mikrosvet in odkril celice, izumil mikrometer, uvedel teleskop v astronomske meritve ter skupaj s Papinom sodeloval pri prvih zametkih parnega stroja. Da o njegovih idejah univerzalne gravitacije niti ne govorimo. Njegovo življenje je prikaz tako priložnosti kot tudi težav nadarjenega raziskovalca v 17. stoletju. Na dan je prišla enormna zaloga inventivnosti in znanstvenega razumevanja, ki je ležala skrita na stotine let znotraj razuma in v rokah resničnega rokodelca.

2.1.4 Rekapitulacija: kapitalizem, rojstvo moderne znanosti in nova podoba sveta

Glede na zelo natančen (deskriptiven) prikaz, ki pa je bil nujen za razumevanje duha tistega časa, podajam kratko rekapitulacijo celotnega obdobja. Rojstvu kapitalizma je tesno sledil nastanek moderne znanosti, saj je isti duh, ki je razbil okove fevdalizma in cerkve, hkrati prekinil tudi s še starejšo sužnjelastniško in konservativno tradicijo klasičnega sveta. V znanosti kot tudi v politiki pomeni prenehanje neke tradicije, osvoboditev človeške spretnosti v takrat zaprtih področjih. Vendar pa bi bilo napačno sklepati, da je bila gonilna sila znanosti le utilitarizem. Znanost je še vedno pomenila prestiž, tako političen kot etničen, in to prestiž, ki je izhajal iz antičnih časov. Ta prestižna vloga znanosti se je nadaljevala tudi v prav vseh kasnejših zgodovinskih epohah. Spomnimo se le tekmovanja med Američani in Rusi pri osvajanju vesolja, tekmovanja v tem, kdo bo prvi odkril človeški genom, tekmovanj na področju kloniranja zarodkov ter mnogih drugih eksperimentov. Vse s ciljem ohraniti ali doseči vodilno vlogo na področju znanosti.

Naravna filozofija, kot se je znanost tedaj imenovala, je pomenila cenjeno profesijo in patroni, ki so jo podpirali, so večali ugled države. Možje, ki so prakticirali to novo eksperimentalno znanost, in ne učenjaki, so se počutili kot pravi dediči klasikov. Čeprav je bila grška matematika značilno orodje moderne znanstvene metode, je celotno znanstveno intelektualno gibanje izhajalo iz bitke proti starogrški filozofiji, predelani, da bi služila zastarelemu fevdalnemu sistemu. Tako je bila v svoji zgodnji fazi znanost nujno kritična in destruktivna, da bi lahko v kasnejši fazi predstavljala nov temelj filozofiji, ki bi bila bolj skladna s potrebami časa.

Prekinitev pa ni bila nikoli dokončna. Moč religije z vidika mišljenja in delovanja posameznika in vsiljena s strani družbe je bila še vedno prevelika, tako da ni dovolila prevelikega odstopanja od splošne sheme kreacije in rešitev, sprejetih tako s strani katoličanov kot tudi protestantov. Paradoks znanstvene revolucije predstavlja dejstvo, da so ravno tisti, ki so največ prispevali k njej, npr. Kopernik in Newton, bili najbolj konzervativni v svojih religioznih in filozofskih pogledih.

*»Newton je verjel v Boga in Sveto pismo, vendar je imel - naskrivoma- nedvoumno heretična stališča. Vse življenje je skrbno prikrival marsikatero misel o Jezusu Kristusu in krščanstvu in je na področju verskih prepričanj privzel stališče, ki ga je teoretično postavil Descartes: prav ta je avtor duhovitega mota *larvatus prodeo* (zakrinkan stopam naprej). Z ustreznim kraljevim dovoljenjem se ju je skoraj čudežno posrečilo, da mu ni bilo treba stopiti v noben red anglikanske cerkve, kakor so vedno zahtevali za vsakega »cambriškega fellowa«. V zadnjem obdobju svojega življenja je veliko let posvetil izločanju trditev, ki so jih imeli za graje vredne, iz teoloških del, ki jih je namenil objavi. V navzočnosti samo dveh oseb (obe sta to skrbno prikrili), je tik pred smrtjo zavrnil cerkvene zakramente.« (Westfall v: Rossi, 2004: 348)*

Toda dnevi teološke dominacije nad znanostjo so bili šteti, lahko so še malo zavirali in ovirali napredovanje znanosti, ustaviti pa je niso več mogli. Religija je bila mirno omejena na moralno in duhovno sfero. Do leta 1690 je bila znanost definitivno uveljavljena in dosegla je nezaslišano veljavo, vsaj med zgornjimi družbenimi sloji tedanjega časa. Organizirana je bila v okviru lastnih institucij, npr. Royal Society in Académie Royale des Sciences. (Ben-David, 1986)

»Akademije so bile, kot je bilo rečeno, mikrodružbe, ki so delovale znotraj širše in izoblikovane družbe« (Rossi, 2004: 302). Te ustanove so bile tesno povezane z osebnimi poznanstvi in vezmi z vladajočih sil tistega časa, tako s parlamentom in liberalci v Angliji ter s kraljevim dvorom v Franciji. Širila se je tudi v druge države. Razvijati se je začela skladna povezava eksperimenta in kalkulacije, ki je predstavljala koherentno metodo, s katero je mogoče slej ko prej rešiti vsak problem. Temelje znanosti je bilo mogoče kasneje ojačiti in spremeniti, toda stavba, ki je na njih rasla je

bila stabilna. In še nekaj je bilo zelo pomembno: splošna metoda rasti je bila znana in nič ni izgledalo, da bi bila ponovno pozabljena.

Nova znanstvena metoda pa vseeno ni bila povsem nova, saj je vsebovala precej starih idej, ki so še vedno zaposlovale misli prvih znanstvenikov in ki so jih ti še vedno imeli za svete. Isto je veljajo tudi za novo koncepcijo, ki je temeljila na eksperimentu in za novo filozofijo znanosti. Morda je prav naloga znanosti 20. stoletja, da prekine z uporabo Newtonovega sistema, tako, kot je to naredila znanost v 17. stoletju z Aristotelom. Kajti Newton je bil tisti, ki je ustvaril sintezo vseh do takrat prevladujočih tokov naravoslovne znanosti. Tako so bile za razvoj moderne znanosti ključnega pomena zlasti ideje o gibanju planetov, zbrane v delu *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. V njem je Newton napravil precej več, kot le vpeljal zakone gibanja planetov. Njegov glavni cilj je bil prikazati, kako splošna gravitacija lahko vzdržuje svet in zrušiti predhodne filozofske koncepte in vpeljati svoj, nov in kalkulativen način opazovanja fenomena.

Njegov največji prispevek je bila iznajdba matematične metode za spreminjanje naravnih principov v kvantitativno preračunljive rezultate, potrjene z opazovanjem. In obratno: da je mogoče priti do naravnih principov s opazovanji. Inštrument, ki mu je to omogočal, je bil infinitezimalni račun oziroma diferencial. Z njegovo uporabo je možno kadarkoli ugotoviti lego telesa, če le poznamo odnose med to lego in njegovo hitrostjo. Ali povedano drugače: če poznamo zakon sile, je pot možno izračunati. Ta izračun je Newton uporabljal pri reševanju mehaničnih in hidrodinamičnih problemov. Nemudoma je postal osnovni matematični inštrument za celotno razumevanje spremenljivk in gibanja in celotnega mehničnega inženiringa ter ostal skoraj izključni pripomoček vse do 20. stoletja. Postal je pravi inštrument nove znanosti, podobno kot teleskop. Največji Newtonov prispevek k znanosti pa je metoda, ki jo je uporabil za doseganje rezultatov. Njegovi izračuni so omogočili univerzalni način prehoda od kvantitet h kvantitetam samim in obratno. Tako je zagotovil matematični ključ, primeren za reševanje fizikalnih problemov za naslednjih 200 let. Vsi ti silni Newtonovi prispevki k razvoju znanosti so imeli tudi negativne posledice, saj so bile njegove sposobnosti tako velike in njegov sistem navidezno tako dovršen, da so se raziskave

nadaljevale predvsem na področjih, ki jih on ni preučeval. In to vse do pojava Einsteina. Newtonska sinteza je praktično onemogočila nasprotna razmišljanja. Potrebna je bila velika hrabrost in pojav novega genija, Einsteina, da je znanost tudi na tem področju zopet zavila na novo pot resnice.

Čas, v katerem je živel in delal Newton, predstavlja konec destruktivne faze renesanse in obdobje po reformaciji. Potreben je bil nov kompromis med religijo in znanostjo, tako kot tudi med monarhijo in republiko ter med zgornjim slojem buržoazije in plemstvom. Newtonov sistem vesolja je dopuščal precejšnjo prisotnost religijske ortodoksije, vendar pa je bila božja prisotnost omejena na kreacijo in organizacijo vesolja. Bog je tako kot njegovi maziljenci na Zemlji postal nekakšen organski monarh. Znanstveniki pa se po drugi strani niso ukvarjali s področjem religije, ta je, s svojimi aspiracijami in odgovornostmi, postala del človeškega življenja.

3. SOCIOLOŠKI FAKTORJI RAZVOJA MODERNE ZNANOSTI

V drugem delu naloge bom skušal poiskati bolj splošne sociološke zakonitosti nastanka moderne znanosti s pomočjo študije na primeru Anglije v 17. stoletju, ki jo je naredil Robert King Merton. Med glavne sociološke faktorje, ki so vplivali na razvoj moderne znanosti, Merton prišteva predvsem tri dejstva: družbeni kontekst, menjava poklicnega interesa ter sprememba interesa v znanosti in tehnologiji. Vsi naštetih faktorji naj bi (po Mertonu) odločilno vplivali na dokončno uveljavitev moderne znanosti.

Različna kulturna področja se ne razvijajo enakomerno, enkrat je eno področje v središču zanimanja, nato ga nadomesti drugo. Religija in teologija sta bili osrednji področji zanimanja v večjem delu srednjega veka. Renesanso so obeležili literatura, etika in umetnost, medtem ko sta v modernih časih, zlasti pa zadnja tri stoletja, v središču zanimanja predvsem znanost in tehnologija. Kateri razlogi so potrebni za spremembo področja interesa? Kateri družbeni procesi so vpleteni v prenos zanimanja iz enega področja človeške aktivnosti na drugo področje? Ta in podobna vprašanja se postavljajo tudi pri proučevanju socioloških faktorjev, ki so vplivali na vzpon moderne

znanosti in tehnologije. Zgodovinarji znanosti, kulturologi in sociologi opozarjajo, da je v različnih intervalih prišlo tudi do spremembe zanimanja pri določeni znanosti ali skupini znanstvenih področjih in do sprememb glede interesa enega področja tehnoloških aplikacij v primerjavi z drugim. Pojav takih kolebanj nam predstavlja temelj drugega osnovnega problema, s katerim se moramo spopasti: kateri sociološki faktorji, če sploh, vplivajo na spremembo interesa od ene znanosti k drugi, od enega področja tehnologije k drugemu? Najbolj verodostojno razlago najdemo v kombinaciji spleta različnih socioloških dejavnikov, t.j. v moralnih, religioznih, ekonomskih in političnih pogojih, ki skušajo osredotočiti pozornost genijev določene dobe na specifično intelektualno dejavnost.

Za sociologa je pomembno, da zazna potencialne vplive tako vere kot tudi znanosti in oceni njihove posledice na oblikovanje vrednot v neki družbi v določenem časovnem obdobju. Puritanizem, ki je prebudil in oblikoval mišljenje človekovega delovanja v tistem času, je bil religiozno gibanje, ki je znatno vključevalo prevladujoče kulturne vrednote. Predstavljal je merilo različnim družbenim aktivnostim. Kje je tu povezava z znanostjo? Ali je torej puritanizem, kot je bilo večkrat poudarjeno, vključeval obliko razvnete verske gorečnosti, ki je zasledovala le lastne religiozne namene? In če je, kakšne so bile posledice takega obnašanja za kulturo tistega časa? Kakšne so bile posledice za novo znanost glede na silno motivacijo, ki je imela izvor v puritanizmu?

Taki občutki so seveda nepredstavljeni v dobi zgodnjega srednjega veka, celo Peter Damian, znani kancler papeža Gregorija VII, je izjavil, da so vse svetovne znanosti nesmiselnosti in neumnosti. To odraža realno sliko družbenega zanimanja za znanost, ki je trajala vse tja do 12. stoletja. Od tedaj je postala znanost kot faza družbenih dejavnosti vse bolj pomembna, vendar pa se ni razcvetela predvsem zaradi dveh razlogov: zaradi same intrinzične narave znanosti in zaradi družbenega položaja znanosti. To je bilo mogoče šele v 17. stoletju, ki je prineslo dovolj akumuliranega znanstvenega znanja, izboljšane eksperimentalne metode, trdne zaloge »intelektualne nadarjenosti za velika odkritja« in skupek družbenega vedenja, ki so zaradi različnih razlogov (religijskih, ekonomsko-utilitarističnih in idealističnih) stimulatивно delovali na znanstveno raziskovanje. Družbeno vedenje je funkcija kompleksnih družbenih

trendov, ki so bolj ali manj neodvisni: ekonomski, politični, religijski, filozofski, znanstveni, itd. V 17. stoletju so bile dominantne utilitaristične norme in vse ostale dejavnosti so se vrednotile glede na določene ideale.

Biološka razlaga tega namreč ne pojasni. Civilizacija v 17. stoletju v Angliji je zagotavljala izredno bogato osnovo za preučevanje sprememb in področij zanimanja v znanosti in tehnologiji. To je bilo stoletje genijev, ki je predstavljalo bogato osnovo za preučevanje socioloških faktorjev, ki so močno vplivali na razvoj znanosti in na usmeritev pozornosti preučevanja na določena področja.

3.1 DRUŽBENO OZADJE IN ZAMENJAVA POKLICNIH INTERESOV

Zamenjava področij človeškega zanimanja varira iz dobe v dobo. Prizadevanja, ki v eni družbi predstavljajo ključno točko zanimanja intelektualne elite, so v drugi družbi deležna le bežne pozornosti. Nove dejavnosti s svojimi nabori navad in vrednot se lahko širijo in razvijajo le na škodo drugih profesij in predvsem tako, da pritegnejo nase pozornost bližnjih in navidezno nezdružljivih ciljev.

Dictionary of National Biography – D.N.B. (Slovar državnih življenjepisov) je bil sprejet kot najmanj sporen vir, ki bi ga lahko imenovali izbor popisa poklicev. Ta kompilacija 29120 biografskih zaznamkov vključuje vse pomembne posameznike, ki so dosegli ugledne položaje v britanski zgodovini. Tako empirično metodo raziskovanja je predlagal in uporabil Robert King Merton v delu *Science, Technology & Society in Seventeenth-Century*, iz nje je razvidno, da je prihajalo do stalne rasti zanimanja za znanost v prvi polovici 17. stoletja, svoj vrh dosežev v petletki 1646 - 50. Po polovici stoletja se je začetno zanimanje nekoliko zmanjšalo, vendar pa je še vedno bilo na opazno višjem nivoju kot v prvi polovici stoletja. Statistični podatki iz D.N.B.-ja to potrjujejo.

Teologija in humanistične vede so prednjačile pred znanostjo v začetku stoletja. Književnost je bila profesija, ki se ji je posameznik lahko posvetil, medtem, ko je bila znanost kvečjemu hobi, s katerim se je posameznik ukvarjal občasno. Proti sredini

stoletja je postajala znanost kot družbena vrednota vse bolj priznana in spoštovana. Znanost je postala modna, kar pomeni, da je postala visoko cenjena in priznana. Charles II. Je dal s svojim interesom za kemijo in navigacijo jasen zgled. Princ Rupert je priporočal delovanje na področju fizike in tudi sam sodeloval pri raziskavah na tem področju. Tako je postalo skoraj nenormalno, če se uglašeni in kulturni dvorjan ni zmenil za šarm znanosti. Povečano zanimanje za znanost je vplivalo tudi na družbeni položaj zdravnikov, ki so bili tesno povezani z znanostjo, saj so tudi z njeno pomočjo postali bolj prepoznani in cenjeni. Znanost je postala celo kanal za napredovanje na družbeni lestvici. Tako je npr. kralj Charles jasno podprl sprejetje Johna Graunta na Royal Society, ki se je temu upirala z izgovorom, da je navaden trgovec. Buržoazija, ki je bila tedaj še v povojih, je našla pot do vzpona v družbi tudi preko znanosti in posledično preko kupčij. Vse to pa je ustvarjalo potrebne pogoje za pospešeno rast tudi v kasnejšem obdobju stoletja.

Realizem v smislu praktičnega empirizma je prodril na vsa področja. V slikarstvu je prevladovalo slikanje pokrajin in drugih realističnih podob, uvedli so realistično opero, realistični roman in dramo in opisne eseje. Vendar pa vsi niso bili zadovoljni s počasnim razvojem znanosti na univerzah, eden od bolj zagnanih, John Webster, je objavil razpravo na to temo, ki je požela velik uspeh. Zagovarjal je popolno spremembo celotnega sistema angleškega univerzitetnega študija in predlagal reforme v smeri temeljitih utilitaritarnih principov. Predlagal je več matematike, fizike ter pirotehnike in kemije. Tudi mladi Milton je imel podobno mnenje: poezija, retorika in zgodovina so prijetne vsaka po svoje, niso pa uporabne. Bolj je hrepenel po naravnih znanostih, zlasti po geografiji, astronomiji in prirodoopisu.

3.2 SPREMEMBA INTERESA V ZNANOSTI IN TEHNOLOGIJI

Tudi dodatni vir, ki naj bi potrdil začetno hipotezo, je raziskal Robert King Merton v delu *Science, Technology & Society in Seventeenth-Century*. Ugotovil je, da je za to obdobje značilen pojav nenavadno velikega števila posameznikov, ki so kasneje pustili svoje sledi v znanosti, predvsem med 5. in 6. dekada 17. stoletja. Pri tem si je Merton zastavljal številna vprašanja: ali so ta dejstva sploh točna, ali morda obstaja kakšna dodatna evidenca, razen podatkov navedenih v *Dictionary of National*

Biography, ali je katera od teh disciplin obdržala primat skozi celo obdobje, ali je prišlo do spremembe interesov. Ugotovil je, da na to lahko najboljše odgovori neodvisen izvor podatkov, zbran v kompilaciji Ludwiga Darmstädterja in 26 združenih učenjakov z naslovom Handbuch zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik. To je kronološki seznam najpomembnejših znanstvenih in tehnoloških odkritij, ki je izčrpen in skoraj popoln. Seveda vsebuje napake, zlasti glede datiranja odkritij, vendar pa so ostala dejstva točna in preverjena tudi preko drugih virov. Merton je domneval, da je število znanstvenih odkritij, omenjenih v Darmstädterjevem Handbuchu, odraz stopnje sodobnega interesa v znanosti. Vendar pa je tudi sam menil, da to ni vedno priznано, saj nekaj briljantnih znanstvenikov, npr. Newton, Boyle, Halley, lahko sproducira več odkritij kot stotina posameznih vsakdanjih raziskovalcev. Handbuch (tako Merton) torej ni zadosten vir za izdelavo indeksa znanstvenega zanimanja, v kombinaciji z drugimi viri in dodatnimi materiali iz neodvisnih virov pa lahko njegovo zanesljivost preverimo kjerkoli.

3.2.1 Znanstvena ustvarjalnost

Grafični prikaz podatkov iz Handbucha, vsako odkritje ali iznajdba so šteti kot ena enota. (glej tabelo 3.1)

Tabela 3.1: Število pomembnih odkritij in iznajdb v Angliji v letih 1601 - 1700

Leto	Število odkritij	Leto	Število odkritij
1601 – 10	10	1651 – 60	13
1611 – 20	13	1661 – 70	44
1621 – 30	7	1671 – 80	29
1631 – 40	12	1681 – 90	32
1641 – 50	3	1691 – 00	17

Vir: Merton, Robert King (2001, 1970): Science, Technology & Society in Seventeenth-Century England, New York: Howard Fertig, 1970

Nasprotje med obema polovicama stoletja je evidentno, saj je število odkritij v drugi polovici stoletja trikrat večje od števila odkritij v prvi polovici. To sovpada z opazovanji zgodovinarjev (znanosti), ki poudarjajo, da je bil napredek v znanosti zlasti opazen v zadnji polovici 17. stoletja. Rast je najbolj opazna v letih 1661 - 70, kasneje rahlo upade. Opazna dejavnika, ki sta povzročila padec odkritij sta civilna vojna in

notranja nasprotja, ki sta negativno vplivala na rast števila znanstvenih odkritij. Verodostojnost tabele lahko preverimo, če jo primerjamo z neodvisnimi podatki o približno isti stvari, to je z Dictionary of National Biography – D.N.B., ki so prikazani v tabeli 3.2

Tabela 3.2: Število prvotnega interesa za znanost v Angliji v letih 1601 - 1700

Leta	Število	Leta	Število
1601 – 10	17	1651 – 60	46
1611 – 20	18	1661 – 70	41
1621 – 30	23	1671 – 80	43
1631 – 40	39	1681 – 90	38
1641 – 50	46	1691 – 00	25

Vir: Merton, Robert King (2001, 1970): *Science, Technology & Society in Seventeenth-Century England*, New York: Howard Fertig, 1970

Če zanemarimo zamudo v obdobju ene dekade, je možno opaziti določeno korelacijo med indeksom prvotnega interesa za znanost in številom odkritij. Odstopanja v prvi polovici stoletja so verjetno posledica različnih motečih okoliščin. Kljub naraščajočemu zanimanju za znanost pa je bilo to še vedno le inkubacijsko obdobje znanosti. Interakcije med znanstveniki so bile šibke, večina stikov in diskusij je potekala v okviru "nevidne akademije", ki je prerasla v Royal Society.

Na podlagi navedenih podatkov lahko upravičeno sklepamo, da je znanstveni napredek postal še posebej opazen v Angliji v sredini 17. stoletja. Marta Ornstein v svoji študiji povzema, da so bile sile v zahodni Evropi v prvi polovici 17. stoletja drugačne od sil v drugi polovici. Prva polovica je vključevala Gilberta in Harveya in propagandista znanosti Francisa Bacona, toda znanost kot značilnost novega družbenega gibanja je postala obetavna šele v drugi polovici 17. stoletja. Slavna imena tistega časa so še povečala popularnost znanosti, ki je postala modna in vredna človekovega zanimanja.

3.2.2 Indeks znanstvenega interesa

Drugi pomemben podatek zajema ugotovitve o spremembah zanimanja za različne znanosti in tehnologije. Najbolj pripraven in dostopen dokument o teh sprememb je

edini znanstveni časopis, ki je objavljala traktate v 17. stoletju v Angliji, to je *The Philosophical Transactions of the Royal Society* v Londonu. Primerjava z Darmstädterjevem *Handbuchom* in korelacija podatkov nam bo pokazala resnično vrednost teh podatkov. Razvrstitev raznih vrst znanosti je bila prilagojena iz *Systematic Classification*, ki so jo uporabili že uredniki *ISIS-a* (*International Review devoted to the History of Science and Civilization*). Recenzije knjig so bile prav tako upoštevane kot enote v tabeli. Da bi zagotovili primerljivost podatkov, so število člankov s posameznega področja v določenem letu delili s celotnim številom člankov na vseh področjih v določenem letu. Tako je bil enostavno pridobljen indeks zanimanja med različnimi znanostmi, ki pa je imel tudi svoje omejitve. Vseeno je tak indeks dober pokazatelj vzpostavitve trendov zanimanja za različne znanosti. Fluktuacija med leti je posledica vzročnih in naključnih faktorjev, vseeno pa je opazen določen trend.

3.2. 3 Sprememba interesa v znanosti

Pregled vseh rezultatov, razvrščenih na triletja za obdobje 1665 – 1702, je v tabeli 3.3

Tabela 3.3: Razvrstitev predmetov glede na *Philosophical Transactions* v letih 1665 - 1702

Področje interesa	1665-67	1668-70	1671-73	1674-76	1677-78	1681-83	1684-87	1691-93	1694-96	1697-99	1700-1702	skupaj
A. filozofija	2	4	6	3	1	-	-	-	-	-	-	17
B. formalne znanosti	4	20	22	8	1	7	9	2	11	13	4	107
- logika in epistemologija	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	
- matematika	4	19	22	7	1	7	9	2	11	13	4	
C. fizične znanosti	87	79	102	94	39	50	110	29	16	59	22	686
- astronomija	36	20	29	39	11	27	29	6	3	15	4	
- fizika	22	32	39	22	5	7	34	7	6	23	5	
- kemija	6	14	13	16	5	10	16	7	2	12	7	
- tehnologija	23	13	21	17	17	6	31	9	5	9	6	
D. biološke znanosti	34	39	53	42	17	20	26	29	17	55	34	366
- biologija	17	14	10	24	6	4	7	8	7	16	11	
- botanika	7	15	24	13	7	8	5	14	5	20	16	
- zoologija	10	10	19	5	4	8	14	7	5	19	7	

E. vede o Zemlji	24	22	20	14	5	9	21	15	14	34	8	186
- geodezija	5	2	1	4	-	1	3	-	-	2	1	
- geografija in oceanogr.	7	3	5	4	1	2	3	2	4	8	3	
- geologija, mineralogija, paleontologija	11	14	10	2	3	6	10	11	6	9	1	
- meteorologija, klimatologija	1	3	4	4	1	-	5	2	4	15	3	
F. antropološke znanosti-fizikalne	26	24	23	18	11	22	33	7	14	28	20	226
- anatomija	13	17	16	9	8	14	24	5	8	19	9	
- fiziologija	13	7	7	9	3	8	9	2	6	9	11	
G. antropološke znanosti- kulturne	-	3	2	11	3	6	19	8	7	12	13	84

Vir: Merton, Robert King (2001, 1970): Science, Technology & Society in Seventeenth-Century England, New York: Howard Fertig, 1970

Število člankov in indeksov zanimanja so razvrščeni v triletno periode, ker nas zanima predvsem kam se giblje trend in manj naključne oscilacije med posameznimi leti. (glej tabelo 3.4)

Tabela št. 3.4: Indeks interesa za razne znanosti glede na podatke iz Philosophical Transactions v letih 1665 - 1702

Področje interesa	1665-67	1668-70	1671-73	1674-76	1677-78	1681-83	1684-87	1691-93	1694-96	1697-99	1700-1702	Aritmetična sredina
A. filozofija	0,9	1,7	2,2	1,4	1,1	-	0,4	-	-	-	-	0,9
B. formalne znanosti	1,9	8,6	8,0	3,7	1,1	5,5	3,5	1,9	9,7	5,0	2,7	5,0
- logika in epistemologija	-	0,4	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-
- matematika	1,9	8,2	8,0	3,3	1,1	5,5	3,5	1,9	9,7	5,0	2,7	-
C. fizične znanosti	40,8	34,1	37,4	43,9	43,5	39,1	42,8	27,0	14,1	22,7	15,0	33,8

- astronomija	16,9	8,6	10,6	18,2	12,6	21,1	11,3	5,6	2,6	5,8	2,7	
- fizika	10,3	13,8	14,3	10,3	5,7	5,5	13,2	6,5	5,3	8,8	3,4	
- kemija	2,8	6,1	4,8	7,5	5,7	7,8	6,2	6,5	1,8	4,6	4,8	
- tehnologija	10,8	5,6	7,7	7,9	19,5	4,7	12,1	8,4	4,4	3,5	4,1	
D. biološke znanosti	16,0	16,9	19,5	20,0	19,5	15,7	10,1	31,1	14,9	21,2	23,2	18,0
- biologija	8,0	6,1	3,7	11,2	6,9	3,1	2,7	7,5	6,1	6,2	7,5	
- botanika	3,3	6,5	8,8	6,5	8,0	6,3	1,9	17,1	4,4	7,7	10,9	
- zoologija	4,7	4,3	7,0	2,3	4,6	6,3	5,5	6,5	4,4	7,3	4,8	
E. vede o Zemlji	11,3	9,6	7,4	6,6	5,6	7,1	8,2	14,1	12,3	13,2	5,4	9,2
- geodezija	2,3	0,9	0,4	1,9	-	0,8	1,2	-	-	0,8	0,7	
- geografija in oceanogr.	3,3	1,3	1,8	1,9	1,1	1,6	1,2	1,9	3,5	3,1	2,0	
- geologija, mineralogija, paleontologija	5,2	6,1	3,7	0,9	3,4	4,7	3,9	10,3	5,3	3,5	0,7	
- meteorologija, klimatologija	0,5	1,3	1,5	1,9	1,1	-	1,9	1,9	3,5	5,8	2,0	
F. antropološke znanosti-fizikalne	12,2	10,4	8,5	8,4	12,6	17,2	12,9	6,6	12,3	10,8	13,6	11,1
- anatomija	6,1	7,4	5,9	4,2	9,2	10,9	9,4	4,7	7,0	7,3	6,1	
- fiziologija	6,1	3,0	2,6	4,2	3,4	6,3	3,5	1,9	5,3	3,5	7,5	
G. antropološke znanosti- kulturne	-	1,3	0,8	5,2	3,4	4,7	7,5	7,5	6,1	4,6	8,9	4,1
- zgod. in arheologija	-	0,4	0,4	1,9	2,3	4,7	5,9	2,8	6,1	2,7	3,4	
- ekonomija	-	-	-	3,3	-	-	-	-	-	-	-	
-jezikoslovje	-	0,9	0,4	-	1,1	-	1,6	1,9	-	1,5	1,4	
- pol. aritmetika	-	-	-	-	-	-	-	2,8	-	0,4	4,1	
H. medicinske znanosti	10,3	11,7	12,1	7,4	9,1	8,6	11,7	11,2	20,2	16,5	21,1	12,6
- farmacija, farmakologija	-	0,4	2,9	0,9	3,4	-	-	1,9	-	2,3	2,7	
- medicina	10,3	11,3	9,2	6,5	5,7	8,6	11,7	9,3	20,2	24,2	18,4	

I . druge znanosti	6,6	5,2	4,4	3,7	3,4	2,3	2,7	4,7	10,5	6,2	10,2	5,3
SKUPAJ	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Vir: Merton, Robert King (2001, 1970): *Science, Technology & Society in Seventeenth-Century England*, New York: Howard Fertig, 1970

Ti indeksi razkrivajo kar nekaj dobro opaznih gibanj. V formalnih znanostih, logiki, epistemologiji in predvsem v matematiki, se pojavijo trije dobro vidni cikli. Prvi cikel je dosegel svoj vrh v letih 1668 – 70, ko se za matematiko zanimali zlasti Newton, Wallis in James Gregory ter nekoliko manj John Collins, Christopher Wren, J.J. Ferguson in Viscount Brouncker. Nicolaus Mercator je leta 1668 izdal *Logarith-motechnia*, leto kasneje pa je Newton sporočil Barrowu svoj koncept metode diferenciala in kvadrature kroga. Ta razprava z naslovom *Analysi per Aequationes Numero Terminorum Infinitas* je požela obilo občudovanja in še spodbudila zanimanje za to področje.

Sledil je upad zanimanja vse do drugega cikla (manjših proporcev), ki je dosegel vrh v letih 1681 - 83 z delom Johna Pella *Idea of Mathematics*, ki ga je napisal leta 1639. Znova je sledil padec zanimanja za matematiko vse do 3. cikla z vrhom v letih 1694 - 96, ki sovpada s publikacijo kompleta matematičnih del Johna Wallisa, enega od najbolj izvirnih matematikov tistega časa. Izgleda, kot da je bil kratkotrajni porast zanimanja za matematiko povezan predvsem s pojavom pomembnih matematikov in njihovih del. Vendar pa je opaziti, da je bilo središče zanimanja, določeno tudi z naravo problema, ki ga je bilo potrebno rešiti v danem trenutku. Opaziti je, da je padec zanimanja v znanosti primarno določen predvsem z notranjo zgodovino znanosti in manj z ostalimi dejstvi, ne glede na to, da tudi splošni družbeni trendi vsaj deloma vplivajo na omenjene spremembe.

3.2.4 Postavitev problema

Iz podatkov v obeh tabelah je razvidna pravilnost trditve glede različnih trendov znanstvenega zanimanja v tem času, hkrati pa ti podatki omogočajo analizo na podlagi konkretnih dejstev. V matematiki, kakor smo videli, so bili trije kratkotrajni cikli, medtem ko je bil pri fizikalnih znanostih stalno prisoten velik interes vse do obdobja 1684 - 87, ko se je zmanjšal. Irvine Masson, kemijski zgodovinar, je opozoril na padec

kemijski raziskav po Boylovi smrti. Ta trend je prisoten vse do današnjih dni. Biološke znanosti, botanika in zoologija so ohranile konstanten interes z le majhnim porastom v letih 169 - 93.

Znanosti, ki se ukvarjajo z Zemljo: geodezija, geografija, oceanografija, geologija, mineralogija, paleontologija, meteorologija in proučevanje klime ne kažejo posebnih sprememb interesa. Fizikalno antropološke znanosti, anatomija in fiziologija, kažejo majhen padec zanimanja v letih 1665 - 1676 in ponovno povečanje zanimanja v letu 1683, ki mu je sledil manjši cikel padanja. Kulturno antropološke znanosti, zgodovina, arheologija, ekonomija, jezikoslovje, pa kažejo na skoraj nepretrgan porast med leti 1668 - 1702. Tudi medicinske znanosti, farmacija, farmakologija in medicina, so v porastu v letih 1665 - 1702.

Seveda pa med znanostmi, razvrščenimi v sedem rubric, ni možno najti popolne korelacije, to bi bilo eventuelno možno znotraj posamezne grupe znanosti. Vendar pa je trend očiten, tako da manjša odstopanja ne zameglijo slike. Najbolj sugestivni prikaz trendov najdemo, če znanosti enostavno razvrstimo v dve splošni kategoriji, na znanosti s področja anorganske in organske narave. V prvo skupino spadajo formalne in fizikalne znanosti, v drugo pa biološke, fizikalno-antropološke in medicinske znanosti. Tabela številka 3.5 jasno pokaže spremembe med obema vrstama znanosti: zanimanje za anorganske znanosti je ostajalo dosledno višje kot za organske vse do poznih osemdesetih, ko je prišlo do izrazitega porasta organskih znanosti. (glej tabelo 3.5)

Tabela 3.5: Sprememba interesa med skupinami znanosti

Leto	Naravne in formalne znanosti (B + C) Indeks pozornosti	Znanosti organskega življenja (D+F+H) Indeks pozornosti
1665-67	42,7	38,5
1668-70	42,7	39,0
1671-73	45,4	40,1
1674-76	47,6	35,8
1677-78	44,6	41,2
1681-83	44,6	41,5
1684-87	46,3	34,7

1691-93	28,9	48,9
1694-96	23,8	47,7
1697-99	27,7	48,5
1700-02	17,7	57,9

Vir: Merton, Robert King (2001, 1970): Science, Technology & Society in Seventeenth-Century England, New York: Howard Fertig, 1970

Kot dokaz zanesljivosti je potrebno predstaviti tudi druge podatke, ki lahko potrdijo ali ovržejo te trditve. Spet se kot primerni pokažejo podatki iz Darmstätterjevega Handbucha in podatki iz Philosophical Transactions. Ta primerjava je prikazana v tabeli. 3.6

Tabela 3.6 : Relativen interes za različne znanosti v Angliji v letih 1665-1702

	DARMSTÄDTER			PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS		
	Število	Odstotek	Mesto	Število	Odstotek	Mesto
Formalne znanosti	5	5,2	6	101	5,4	6
Fizične znanosti	54	55,6	1	686	37,6	1
Biološke znanosti	13	13,4	2	366	20	2
Znanosti o Zemlji	6	6,2	5	186	10,2	5
Antropološke znanosti	10	10,3	3	226	12,4	4
Medicinske znanosti	9	9,3	4	257	14,4	3
SKUPAJ	97	100		1822	100	

Vir: Merton, Robert King (2001, 1970): Science, Technology & Society in Seventeenth-Century England, New York: Howard Fertig, 1970

Korelacija podatkov med obema neodvisnima viroma je visoka, skoraj perfektna. Da so podatki zanesljivi kaže tudi to, da je neodvisen opazovalec znanstvenega razvoja v tem obdobju rangiral znanosti v podobnem vrstnem redu » Največji napredek je opazen pri fiziki, astronomiji, medicini in matematiki; znaten napredek kažejo tudi botanika, zoologija in kemija in najmanjši napredek je v geologiji in paleontologiji.« (Merton, 2001,1970: 54). Darmstätterjevih podatkov je sicer dokaj malo, vendar če pa jih primerjamo še z ostalimi, ne kažejo nikakršnega odstopanja, torej niso zavajajoči. Glede na vire ter na vrsto neodvisnih podatkov lahko upravičeno predpostavljamo, da so ti indeksi skoraj povsem točni in pravilni.

4. PURITANIZEM IN POMEN KULTURE

V tem poglavju bom skušal z uporabo sociološkega pristopa k problemu analizirati dejstvo, da je religija ena od oblik izražanja kulturnih vrednot, ki je bila v 17. stoletju zagotovo prevladujoči način izražanja. Glede na povedano je splošno veljavna teza, da sta si bili znanost in religija vedno nasprotni. V 19. stoletju so drzni intelektualci predstavljali opozicijo religiji in doživeli potrditev svojih trditev kot zmago argumentov nad praznoverjem, zmernejši intelektualci pa kot vzpostavitev osnovnega ravnovesja med znanostjo in religijo. Nobeden od obeh pristopov pa ne predstavlja pravega sociološkega pogleda, saj sociolog ni zagovornik niti vere niti znanosti.

Zanima me kompleksnost načinov interakcij med religiozno etiko in znanostjo, vendar ne v obliki dveh ločenih polov, ampak tako, kot se je v resnici odvijalo v toku dejanskega družbenega razvoja. To lahko odkrijemo le, če prodremo preko površine teoloških sporov vse do čustev in mišljenj, ki dajejo temu pomen. Religiozna komponenta mišljenja, verovanja in delovanja pa postane učinkovita samo, če je okrepljena z močnimi čustvi, ki podpirajo določeno obliko obnašanja. Ti občutki se izražajo skozi besede, ki pa so polne dvoumnosti in gotovo lahko najdemo dosti pobožnih besed in govorov, ki so pomembnejši zaradi neizrečenega, kot zaradi izrečenega. Pomembni so torej odgovori, religiozna svarila in pozivi s ciljem, da bi prišli do čustev, ki spodbujajo te ideje in obnašanje, ki je z njimi povezano. Tudi obnašanje povratno vpliva na čustva, jih okrepi, oblikuje in spreminja, tako da je celoten proces ena sama neprekinjena interakcija.

4.1 PROTESTANTSKA ETIKA

V 17. stoletju je v Angliji mrgolelo teoloških doktrin znotraj protestantskih skupin, Thomas Edwards je naštel kar 180 sekt. Kljub temu je obstajalo jedro skupnih vrednot, ki so jih vse te sekte sprejemale. Razlike med sektami so se nanašale predvsem na cerkvene ceremonije in organiziranost cerkve ter zaupno teologijo. Vendar vse te razlike niso vplivale na religijske običaje. Skupno vedenje, razmišljanje in način življenja lahko imenujemo s skupno besedo *PURITANIZEM* ali beseda s številnimi niansami. Pri tem mislimo na puritanizem v družbenem pomenu in ne v cerkvenem smislu. Kalvinizem je

razširil svoje korenine v vse protestantske sekte tistega časa in prav kalvinizem predstavlja "idealni tip" puritanizma, prisotnega tako v anglikanski cerkvi in tudi v ostalih skupinah, ki so se kasneje od nje oddaljile. Razlike v teoloških podrobnostih so privedle do konvergence med sektami v skupno družbeno moralo. Prezbiterjanizem, ki se je od pedantnega kalvinizma na začetku razlikoval z miselnostjo, da bo človeku sojeno glede na dobra dela in vero, se je kasneje stopil z kalvinizmom v doktrino, ki je zagovarjala vztrajno, naporno delo kot sredstvo odrešitve.

Kot je ugotavljal že Weber, je bil koncept "zaslužnega" dela poznan že v srednjem veku, zlasti v zgodnjem obdobju, vendar je bil drastično drugačen od protestantskih smernic. Za srednjeveški katolicizem in za kalvinizem je bil ta svet grešen, vendar je katolicizem kot rešitev predpisoval odklon v spiritualni svet znotraj samostanov, medtem ko je kalvinizem zagovarjal premagovanje skušnjav tega sveta in njegovo prenovo z neustrašnim in neprestanim garanjem. Čustva, ki so prevzemala številne puritanske sekte, so kljub različnim racionalizacijam in teološkim pogledom, vodila do skoraj identičnega družbenega obnašanja. Luteranstvo se je najbolj razlikovalo od teh pogledov, vendar ni imelo vpliva na življenje v Angliji, zato pri naši analizi lahko to dejstvo zanemarimo.

Razlikovati moramo med Kalvinovim poučevanjem in poznejšim puritansko-kalvinističnim gibanjem, ki ga je zlasti v Angliji preveval koncept velikih reform. Puritanizem je bil integriran v številnih kulturnih trendih, zlasti v njihovem nastanku. Številne študije so pokazale, da so protestantski običaji kazali stimulatívne učinke za razvoj kapitalizma. Dominantna vloga znanosti in tehnologije v moderni kapitalistični kulturi omogoča špekulacije o obstoju otipljive zveze med razvojem znanosti in puritanizmom. To povezavo je opazil tudi Max Weber in jo opisal v delu *Protestantska etika in duh kapitalizma*. (Weber, Max (1988, 1947): *Protestantska etika in duh kapitalizma*, Založba Škuc, Ljubljana).

Vodilna puritanska načela tistega časa najdemo predvsem v zbirkah pridig in spodbud, usmerjenih predvsem k obnašanju posameznikov. Ti procesi so delovali na predpostavki, da gre za izražanje čustev in vrednot, ki prežemajo misli in delovanje

vernikov. Pridige pa verjetno niso bile le refleksija čustev, ampak so vernike tudi krepile. Tako je lažje razumljivo dejstvo, kako so vrednote in čustva prispevala k dvigu pomena aktivnosti in tudi k napredku znanosti in tehnologije v 17. stoletju.

4.2 POVELIČEVANJE BOGA

Med številnimi močnimi čustvi, ki so prežemale puritance, je prevzel osrednjo mesto predpis poveličevanja Boga kot sinonima za obstoj človeka in za njegov konec. Ta znana fraza iz katolicizma je dobila v puritanizmu novo preobleko, nov pomen in nov poudarek. Boga je potrebno slaviti, toda na predpisan način in v predpisani smeri, kar sproži vrsto učinkov na družbo. Različna vedenja, ki zasledujejo ta cilj, pa niso v enaki meri zaželena, zato je Baxter nadaljeval z definicijami najbolj primernih načinov vedenja. Prav v definicijah vodilnih protestantskih dogem pa je skrit pravi pomen teh nauk.

Izredno praktičen je bil prispevek posameznika k blagostanju družbe, "čeprav Bog ne potrebuje naših dobrih del, ga tisti, ki je materialno preskrbljen, razveseljuje, saj je usmerjen k njegovi blaženosti in naši lastni in k blaženosti drugih, kar je dobro in ga razveseljuje." Ta ideja je dosegla svojo skrajno obliko v trditvi, da je opravljanje dela tisto, kar najbolj razveseljuje Boga. Ta družbeni utilitarizem se je uveljavil kot eden od vodilnih pogojev za primerno in celo hvalevredno obnašanje in hkrati kot najbolj učinkovito sredstvo poveličevanja Boga. Utilitaristični principi so vodili v konkretne aplikacije in postali vodilne dogme tedanje prakse. Gre za definicijo, ki vsebuje smernice osnovnih utilitarističnih terminov, ki so združili protestantizem z ostalimi pridruženimi ločinami.

Naslednja osnovna doktrina, tudi svojstvena kalvinističnim sektam, je tista o predestinaciji: "Bog zagotavlja rešitev nekaterim čistim po svoji svobodni volji, ne glede na napake ali vrline izbranih". Med puritanci se je pojavila globoka skrb za duhovno blaženost in ključno vprašanje: "Kako naj vem ali sem med izbranimi?" Cerkev odgovora ni mogla zagotoviti, rutinsko vsakodnevno življenje pod psihološkim imperativom pa je nepredstavljivo. Odgovor na to vprašanje je bil nujen, zato se je hitro

izoblikoval. Obdržalo se je prepričanje, da je vstop med izbrane zagotovljen z dobrim delom, ki je zunanji znak notranjega stanja milosti. Ponovno opazimo, kako bistvena je razlika med katoliškim in puritanskim razumevanjem definicije, sicer nominalno podobnih konceptov. Dobro delo v puritanskem pomenu je termin, ki se nanaša na dosežke, ki so uporabni in donosni v svetovnem pomenu. Dobro delo zahteva sodelovanje v zemeljskih poslih, ne pa umik od njih z begom v samostan. Tako prepričanje je vodilo stran od apatičnega pesimizma in tudi sekte, ki niso sprejele ideje o predestinaciji, so prišle do podobnih zaključkov kot kalvinisti. Dobro delo je bilo pri teh sektah enako dobrodošlo in potrebno, vendar s ciljem doseganja stanja milosti. Tu najdemo potrditev izjave Maxa Webra, da podobne etične maksime lahko korelirajo z zelo različnimi dogmatskimi temelji.

4.3 PRIZADEVNOST IN INDUSTRIJA

Preko teh dveh teoloških osnov, predestinacije in koristnega dela se je oblikovala še ena dodatna doktrina, ki določa obnašanje. To je bila prizadevnost, h kateri je nekdo poklican in je postala nuja. Ta princip se staplja s svojimi posledicami, če sistematično, metodično in konstantno delo omogoča doseganje poklicnega uspeha, kar je znamenje odrešenja, tak dosežek sam po sebi postane cilj, ki je vreden truda. Zahtevo po vztrajnosti pri delu zagovarjajo vse osnovne puritanske doktrine, ki tvorijo zaprt sistem strnjenih občutkov in verovanj. Na prvem mestu je povečevanje Boga, sledi mu pomoč pri ustvarjanju družbenega bogastva, tretja je prizadevnost pri delu, katere posledica je manj ležernosti in svobode, zato se je lažje odreči številnim skušnjavam. Čas mora biti porabljen samo za opravljanje dolžnosti in nobena ura ne sme biti zapravljena. Niti ni primerno pretirano dolgo spanje ali igra, saj je to znak mesenih užitkov. Te navade niso osnovane na samostanskem asketizmu, ampak na to-zemeljskem asketizmu ter na poskusu, da bi utilitaristične kriterije nadomestili z delom, ki povečuje Boga.

4.4. IZBIRA POKLICA

Z vidika izbire poklica ne obstajajo enako učinkovita sredstva za doseganje predpisanih ciljev in ni vsak posameznik sposoben opravljati poklica, ki je med najbolj zaželenimi.

Osnovni principi, ki naj jih posameznik upošteva pri izbiri poklica, so znova pripadli prvotnim premisam: izberi tako zaposlitev, preko katere si lahko Bogu najbolj koristen in ki najbolj prispeva k skupni blaginji in katere klic vodi k ustvarjanju najbolj zaželenih javnih dobrin. Ti klici z vidika zaželenosti so naučene profesije, čeprav lahko tudi tisti, ki so bili posebej poklicani, vstopijo v bogoslužje, agrikulturo, trgovino in obrt. Premoč naučenega poklica je soglasna z velikim spoštovanjem, ki ga je izobrazba deležna v puritanizmu. To so osnovne značilnosti puritanskih običajev, ki tako definirajo sprejemljiv način življenja. Pri razumevanju tega svetovnega pogleda je pomembno, da ne podcenjujemo strašanske kontrole, ki jo je nad puritanskimi mislimi izvajala religija. Povsem napačne bi bile predpostavke, da so religiozna prepričanja tistega časa igrala zanemarljivo vlogo, kot jo velikokrat danes. Posamezniki so se sicer lahko tedaj in tudi danes rešili močnega vpliva religioznih avtoritet, vendar pa ne moremo zanikati dejstva, da je bil puritanizem močna družbena sila.

4.5 BLAŽENI VZROKI

V tesni povezavi s prej omenjenimi doktrinami je še ena skupina mišljenj, ki se bolj direktno nanaša na družbeno vrednotenje znanosti in tehnologije. Prva izmed njih je povečevanje sposobnosti razuma. Razum je hvalevreden, saj ga človek, ki je od boga izbran, poseduje in se po njem razlikuje od zveri na polju. To je tudi izvrstno sredstvo, ki služi za brzdaje in preprečevanje poželenja, ki razvema glavni greh, to je pohoto, mesene užitke ali naslado in omejuje vsa pogubna nagnjenja k malikovanju. Razum poseduje še eno vzorno karakteristiko, saj omogoča človeku, da v popolnosti povečuje Boga, s tem ko spoštuje njegovo delo. Vzvišenost razuma in omejevanje entuziazma v originalnem etimološkem pomenu termina je značilnost racionalističnega vidika puritanskih doktrin. Biblija ni namenjena temu, da zamenja razum ali katero od znanosti, če lahko le te predstavljajo neodvisna in učinkovita sredstva za povečevanje Boga. Predvidevamo, da je povzdigovanje empiričnega racionalizma na tako visok nivo, ki so ga občasno dopuščali celo teologi, opravičljiv kriterij veljavnosti različnih religijskih verovanj in predstavlja zagozdo, ki je odprla pot kasnejšim procesom sekularizacije. Razum je bil povezan z začetki biblijskega kriticizma in z racionalizacijo v industriji in v znanosti.

4.6 KORISTNA IZOBRAZBA

Puritancem je skupno s poudarkom na racionalizmu tudi splošno zanimanje za izobrazbo, ki pa mora biti usmerjena v posebne smeri. To seveda niso literatura ali podobni neprofitni študiji, ki so izguba časa. Prav tako ni priporočljiva srednjeveška filozofija, saj njena napačna poučevanja bolj vodijo stran od Boga kot k njemu. Temeljni poudarek pri vzgoji mora biti seveda religijski, vendar pa vsi ne čutijo tega klica enako močno in se lahko odločijo tudi za druge klice, da le lahko služijo javnemu dobremu. Tako je cenjena tudi matematika kot organsko znanje, fizika kot študij Boga in njegovih del pa je sploh najbolj cenjena znanstvena disciplina pri puritancih. Ta izbor dokazuje korelacijo puritanskih misli: matematika predstavlja racionalističen vidik in fizika empiričnega. Posledica tega je bilo napredovanje na določenih (priviligiranih) smereh razvoja znanosti. Zaželeno je tudi poznavanje več jezikov, saj lahko služi pri pridobivanju novih znanj in spoznavanju novih stvari. Zato je za znanstvenike tistega časa značilno poznavanje vrste jezikov.

Opazen je upor proti sholasticizmu in racionalizmu (v filozofskem pomenu), ki je značilen za dve glavni gibanji tistega stoletja; protestantsko-reformistično in znanstveno gibanje. Na tej točki moramo potegniti črto med racionalizmom srednjega veka in racionalizmom 17. stoletja. Srednjeveški racionalizem je bil prežet s sholasticizmom, ki se je obdržal še dolgo po tem, ko je prišlo do zavračanja sholastične filozofije. Hooker je v delu *Ecclesiastical Polity* kritiziral puritance zaradi neuspeha pri njihovem popolnem podrejanju takemu racionalizmu. S puritanci, ki so značilni za trgovsko in znanstveno dobo, termin razum dobi novo konotacijo: racionalno upoštevanje empiričnih podatkov. Logiki je namenjena podrejena vloga, sicer je občasno koristna, toda preizkus realnosti prihaja iz sholastične logike, ki temelji na opazovanju dejstev. Opazovanje dejstev in iracionalna vera v učinkovitost in koristnost znanosti je karakteristična tako za puritanizem kot tudi za moderno znanost.

4.7 FIZIKA: BOG IN NJEGOVO DELO

Izobrazba je bila splošno cenjena kot dobro delo in racionalno razmišljujoči Baxter je šel dalje, da bi zagotovil temelje znanstvenim in empiričnim študijam. Proučevanje

naravnih fenomenov je učinkovito sredstvo za povečevanje božje slave, študij narave na prepričljiv znanstveni način pa pomeni polno vrednotenje kreatorjeve moči. Zato mora biti naravni znanstvenik bolje opremljen kot občasen opazovalec njegove blaženosti. Religija je direktno podpirala znanost in tako je raslo družbeno priznanje tistim, ki so opravljali znanstvene raziskave. Raziskave so postale še intenzivnejše, interesi so se širili izven prvotnih okvirov.

Naslednji temelj, ki je služil za podporo znanosti je zajet v drugi najpomembnejši dogmi puritanizma: utilitaristični princip. Povezava je jasno vidna v izjavi: "znanje je cenjeno glede na njegovo koristnost, ki omogoča materialno blagostanje, ki je dobro pred obličjem Boga". Religijsko priznanje znanosti je neizmerno naraslo, saj je bilo pričakovano, da bodo znanstvene študije pripomogle k prevladi človeka nad naravo. Znanost je bila priznana kot močno tehnološko orodje, zato si zasluži, da je visoko cenjena. Znanstvene dejavnosti, ki so bile nedvoumno uporabne v praktične namene, so najbolj učinkovito služile za povečevanje Boga. Puritanizem je vse bolj in bolj poudarjal pomen spreminjanja tega sveta in znanost, kot pomočnica ali vsaj kot družbeno ekonomsko koristen pripomoček, je posledično vse bolj in bolj pridobivala veljavo.

4.8 SREDNJEVEŠKO NASPROTJE

Samostanski asketizem je značilnost srednjega veka, ta pa ne more voditi do zanimanja za vede, ki se primarno ukvarjajo s tozemeljskim življenjem. Ko so taka prepričanja izgubila nekaj svoje moči in ko prepričanje o neizbežnem koncu tega sveta ni več tako močno, pride na površje znanost. Znanost je sprva obravnavana kot »črna magija« - kot nezakonita zveza s satanom in taka oznaka se je držala vse velikih reform. Nekateri veliki vodje reformacije, med njimi tudi Luther, so imeli podobno antagonistično mnenje do naravne znanosti, toda gibanja, ki so jih sprožili ti veliki vodje, se razvijajo stran od teh antagonizmov in učinkovito zagovarjajo koristno plat znanosti. Tu gre za prehod iz srednjeveške transcendentalne mistike k reformatorski imanentni mistiki, ki zagovarja življenje in delovanje, kar je znak božjega. Bog je namreč prisoten v vseh oblikah življenja, znanost pa je proučevanje njegovega dela, zato postane izredno cenjena. To pa ne pomeni, da so posamezna velika odkritja posledica priznanja znanosti s strani religije. Ta velika odkritja so posledica mnogih vzrokov in faktorjev, ki niso

samo znanstvene in religijske narave. Vendar pa dejstvo, da znanost postane družbeno sprejemljiva, spodbudi posameznike, da povečajo svoj interes za znanstvena raziskovanja in se posvetijo raziskavam, ki bi jih sicer težko izvajali brez splošnega družbenega konsenza.

4.9 ZNANOST KOT KORISTEN PRIPOMOČEK

Družbena koristnost je bil cilj, ki ga je predpisovala religija in je služil za podporo znanosti kot pomočnici tehnologije. Baxter je poudarjal, da znanstvena in tehnološka odkritja večajo človeško blaženost, ki tvorce teh izumov le še bolj prepriča o njihovem stanju blaženosti.

Znanstvena raziskovanja so z vidika racionalnega puritanskega etičnega sistema primerno sredstvo za doseganje zadanih ciljev. Resnični konflikt med teologijo in znanostjo, ki je nastal, ko so znanstvena odkritja dozdevno spodbijala trditve ortodoksnih teologov, se je zgodil šele mnogo kasneje z razširitvijo znanstvenega raziskovanja na področja, ki so bila do tedaj sveta. Tu gre za preprosto dejstvo, da reformatorji niso v celoti predvideli vseh posledic svojih nauk, posledice niso bile skladne z njihovimi pričakovanji.

5. SILE IN MOTIVI NOVE ZNANOSTI

Na tem mestu bom skušal analizirati dejstvo, da je protestantska morala nepričakovano postala neposreden izraz prevladujočih vrednot in neodvisen vir nove motivacije. Može ni le vodila k določenim dejavnostim, ampak je izvajala stalen pritisk k trdni predanosti k tem dejavnostim. Njene asketske obveze so ustvarile široko osnovo za znanstvena poizvedovanja, povečevanja in blagoslov takih raziskav. Če je znanstvenik doslej smatral iskanje resnice kot nagrado za delo, je sedaj imel osnovo za nepristransko vnemo pri svojem delu, ne da bi družba o tem dvomila.

5.1 PURITANSKA SPODBUDA K ZNANOSTI

Glavni elementi puritanske morale so bili vezani na splošno družbeno klimo, na nazore in mišljenje. Med kulturnimi variablami, ki stalno vplivajo na razvoj znanosti, sta

prevladujoča faktorja prav vrednote in mišljenje. In v tem obdobju je religija generirala prevladujoče vrednote. V tem kontekstu moramo obravnavati namene in obnašanje takratnih religijskih prepričanj, saj so tako ali drugače povezana z vzvalovanjem znanosti. Vendar niso bila vsa ta prepričanja tudi relevantna. Puritanizem je zaprisežen teoremu, da nelogične ideje s transcendentnimi povezavami lahko vseeno povzročijo opazen vpliv na praktično obnašanje. Prav puritanizem je zgradil nov most med transcendentnim in človeškim delovanjem in tako zagotovil gonilno silo za novo znanost. Puritanske doktrine končno ležijo na ekskluzivni teološki osnovi in so bile prevedene v vsakdanji in laični jezik.

Puritanska načela nedvomno predstavljajo do neke mere prilagoditev na današnji znanstveni in intelektualni napredek. Puritanci so morali najti pomemben prostor za te aktivnosti znotraj njihovega življenjskega nazora. Odprava povezave med puritanizmom in znanostjo bi bilo površno dejanje. Psihološke implikacije puritanskega sistema vrednot neodvisno vodijo k podpori znanosti in v skrajni meri bi poenostavili dejstva, če bi sprejeli vnaprej določene teze in bi spregledali konvergenco teh dveh gibanj. Še več, spreminjajoča se razredna struktura tistega časa je okrepila puritanske nazore, saj je večina puritancev prihajala iz naraščajočega razreda buržoazije, iz trgovcev. Ti so svojo moč dokazovali na vsaj tri načine:

- s spoštovanjem znanosti, tehnologije in sredstev, ki bodo še povečali njeno moč.
- Enako opazno je neomajno prepričanje v napredek, ki ji bo prinesel vodilni družbeno ekonomski položaj.
- Pojavlja se sovražnost do obstoječe razredne strukture, ki jo omejuje pri participaciji in politični kontroli in ki doseže svoj vrhunec v revoluciji.

Vseeno pa ne moremo predpostavljati, da so buržoazijo sestavljali le puritanci, saj so puritanska načela ugajala buržoaznemu mišljenju. Obratno je bilo morda celo še pomembnejše. Puritanska načela in prepričanja so spodbujala racionalno, neutrudno industrijo na poti k ekonomskemu uspehu. Isto je veljalo za tesno povezavo med znanostjo in puritanizmom, saj je bilo religijsko gibanje deloma prilagojeno naraščajoči

veljavi znanosti, vendar je na začetku vključevalo globoka čustva, ki so navdihovala privrženca k temeljitemu in trajnemu zanimanju za znanost.

To se kaže tudi v delih filozofa Roberta Boyla, ki je v tistem obdobju naredil največ, da bi znanost postala intelektualna oprema izobražencev. Njegove raziskave v fiziki, kemiji in psihologiji in na drugih področjih so bile epohalnega pomena. Vendar pa Boyle ni bil osamljen, tu so bili še John Ray, eden največjih botanikov; Francis Willughby, strokovnjak za zoologijo; John Wilkins, eden vodilnih duhov »nevidne akademije«, ki se je kasneje preoblikovala v Royal Society; Oughtred, Barrow, Grew, Wallis, Newton in drugi. Ostale materiale, ki služijo kot dokaz tej naši trditvi, najdemo v Royal Society, katere nastanek je v sredini stoletja izzval in pospešil znanstveni napredek bolj kot katero drugo dejstvo.

5.2 K SLAVI VELIKEGA STVARNIKA NARAVE

Ko znanost postane čvrsto institucionalizirana, je njena glavna privlačnost v tem, da izoblikuje natančno in urejeno družbeno delovanje. Ta privlačnost je dvojna, saj omogoča splošno priznano možnost za sodelovanje v družbeno zaželenih vzorcih združevanja in hkratno ustvarjanje kulturnih proizvodov, ki jih skupina spoštuje. Tako skupinsko sprejeto obnašanje se ponavadi nadaljuje brez sprememb in brez spraševanja o razlogih. Institucionalizirane ali sistemske vrednote se razumejo kot samoumevne in ne potrebujejo nobenega dodatnega zagovora.

V obdobju ostre tranzicije se vse to spreminja, nove oblike obnašanja morajo opravičiti svojo vlogo, če želijo postati središče družbenega mišljenja. Nova družbena ureditev predpostavlja nov sistem vrednot in tako je bilo tudi z znanostjo. Znanost je lahko brez pomoči sil, ki so že vplivale na človekovo voljo, računala le na minimalno pozornost in zvestobo med redkimi privrženca. Toda skupaj z močnim družbenim gibanjem, ki je vodilo k opravljanju zavestnih dejavnosti, je postala velika uspešnica. Protestantska morala je napolnila področje znanosti in pustila neizbrisen pečat v vedenju znanstvenikov pri njihovem delu. Izražanje razlogov, predpostavljane možnih ugovorov, podrejanje cenzuri in ostalo je delovalo na znanstvenika kot motiv, podpora

in ugled, torej enako kot puritanska poučevanja. Meja med duhovnim in materialnim se zabriše, kar je karakteristično in zelo pomembno. Ta družba čvrsto temelji na utilitarnih normah, ki priznavajo uporabnost in resnico. Puritanizem je sam pripisal trojno koristnost znanosti, prvič z vzpostavitvijo praktičnih dokazov o znanstvenikovem stanju blaženosti, drugič s povečanjem nadzora nad naravo in tretjič s povečevanjem Boga. Namen znanosti je, da služi posamezniku, družbi in božanstvu; in te osnove so znanosti dajale pravo moč in veljavo. Splošne religiozne norme so bile na različne načine sprovedene v konkretne politike, ne le v intelektualne debate. Puritanizem se je razlikoval od katolicizma, ki je postopoma začel tolerirati znanost s tem, da je od znanosti nekaj zahteval in je ni prepuščal samo sebi. Tako je slavljenje Boga v primeru puritanizma pomenilo oplajanje znanosti.

5.3 UDOBJE ČLOVEŠTVA

Puritanizem je nudil podlago za razvoj znanosti na različne načine. Ustvarjanje družbenega blagostanja, kot druga najpomembnejša puritanska dogma, je podžigalo k inovacijam, koristnim za življenje in status človeka. Take raziskave je javno podpiral tudi Francis Bacon, eden glavnih propagandistov v korist pozitivnega družbenega razvoja znanosti in zanikanja sterilnega sholasticizma. Njegov zvest privrženec je bil tudi Thomas Sydenham, kot Bacon je bil tudi on pretirano naklonjen eksperimentiranju in ni dovolj upošteval teoretičnih interpretacij. Empiricistični pristop je prevladoval pri njegovem delu na področju medicine, kjer je postavil temelje kliničnega opazovanja, podobno kot Mayerne, ki je tudi bil puritanec. Ponovno je vidna povezava med puritanskimi dogmami in kvalitetami, ki naj jih pri svojem delu zasleduje znanstvenik. Gre za nekakšno umestitev znanstvenika v okvir prevladujočih moralnih in družbenih vrednot.

Znanost je bila tako kot književnost in politika še vedno do neke mere predmet, ki ga je odobraval duhovščina. Tu gre za danes dobro poznano dilemo glede idej in delovanja, ki pa ima v tem zgodovinskem obdobju še posebno težo. Pomembna je vloga idej pri vodenju delovanja v posebnih smereh. Dominantni sistem idej je tisti, ki določa izbiro med dvema alternativnima načinoma delovanja, ki sta enako kompatibilna z osnovnim mišljenjem. V 17. stoletju je bila na tem področju še vedno dominantna religija, ki je s

svojo zaščito znanosti posredno usmerjala vernike v okvir znanstvenih raziskovanj in jih k temu vzpodbujala. Reformacija je poskrbela, da se je breme posameznikovega odrešenja preneslo iz cerkve na posameznika, ki je bil dolžan slediti svojemu klicu in znanost je pod okriljem cerkve postala zakonito in splošno priznano področje, na katerem je lahko srečni izbranec poskrbel za svoje odrešenje.

5.4 RACIONALIZEM IN EMPIRICIZEM IN INTEGRACIJA RELIGIJE IN ZNANOSTI

Puritanizem in znanstveni značaj sta si v tem obdobju podajala roko predvsem zaradi kombinacije racionalizma in empiricizma. Ta je našel izraz v puritanskih moralnih načelih. Omenjena kombinacija predstavlja duh moderne znanosti. Puritanizem je bil prežet z racionalizmom in neoplatinizmom, ki je v večini izhajal iz sposojenih in spremenjenih Avguštinovih del. Vendar pa se ni zadovoljil s tem, zaradi potrebe po ukvarjanju s praktičnimi zadevami tega sveta in v kombinaciji s kalvinistično doktrino o predestinaciji se je uspešno utelesil v empiricizmu. Eksperiment je bil znanstveni način za dokaz praktične, aktivne in metodične naklonjenosti puritanizmu. Lahko rečemo, da sta bila tako empiricizem kot racionalizem kanonizirana in razglašena za blažena. Sicer lahko trdimo, da puritanski značaji niso neposredno vplivali na interno zgodovino znanosti, je pa evidentno, da so psihološka spodbuda in priporočila s strani puritanizma pozitivno vplivali na to, da je znanost postala bolj sprejemljiva in bolj družbeno sprejeta. Na kratko, puritanizem je spremenil družbeno orientacijo, preoblikoval družbeno strukturo in v taki obliki dvignil ceno znanosti.

Če želimo razumeti, kako je prišlo do integracije med religijo in znanostjo v Angliji v 17. stoletju, moramo poiskati vzroke v religijskih običajih in ne v teologiji. V tem obdobju pride v Angliji do preskoka, ko se občudovanje boga, njegove modrosti, moči in dobrote preusmeri v empiricistično raziskovanje narave preko eksperimentov. Gre za dve različni interpretaciji iste doktrine, ki je različno razumljena glede na različne vrednote, ki so prežemale dve kulturi. Opušča se samostansko opazovanje in pride do aktivnega eksperimentiranja. Royal Society je bila izrednega pomena, saj je predstavljala propagando za nov pogled in hkrati tudi njegovo uporabo. Ti dosežki so bili v nasprotju z zaspanimi angleškimi univerzami, ki so bile sedež konzervativizma in

zanemarjanja znanosti. Ponovno oživljanje starodavnih nauk, obnova znanosti, obotavljanje, se toda vztrajna intenzifikacija ekonomskih vplivov ter upor proti sholasticizmu so vzroki, ki so pripomogli k ustvarjanju družbenega stanja, kjer so protestantska prepričanja in znanstveni interes našli razumevanje. Integracija religijskih vrednot in mnogih osnovnih sodobnih dejavnosti ni tako jasno razvidna predvsem zaradi tega, ker je veliko vodilnih znanstvenikov in matematikov hkrati bilo tudi duhovnikov. Takšno življenje je omogočalo solidne prihodke in obilo časa, ki so ga ti znanstveniki posvečali predvsem svojemu delu. Zaželeno je bilo tudi, da je vsak član "bratovščine" bil član kakega sveta reda. Tako je bil Boyle globoko religiozen in je porabil ogromne vsote denarja za prevod Biblije, se celo naučil stare grščine, hebrejščine, sirščine in kaldejščine, da je lahko bral originalne dele Biblije. Podobno so bila cenjena dela Neheniaha Grewa, znanega botanika, študija Hebrewa Cosmologia Sacra, Napiera in celo Newtona, ki so tudi obiskovali teološki študij, saj naj bi ta dela razkrivala božansko moč.

Tu gre za poseben odnos, ki je olajšal razvoj znanosti z odstranitvijo tesnobe, ki je škodila razvoju družbenih navad, in vzpostavitev ugodnejših razmer za razvoj znanosti. Religija je direktno podpirala znanost in religija je bila prevladujoča družbena sila v tem času. Znanost je postala zelo cenjena v drugi polovici 17. stoletja k čemur je v veliki meri pripomogla tudi religija s spremembo navad in mišljenja v družbi. Ta minimalen vpliv pa moramo religiji vsekakor priznati.

5.5 PREMIK K ZNANOSTI

Ne glede na kasnejši politični neuspeh revolucije, ki pa je ne smemo zmotno enačiti s kolapsom puritanskega vpliva na družbene navade, znanost postane žarišče družbenega zanimanja. To prinese številne spremembe. Mnogi, ki so doslej delovali na področju teologije, retorike in jezikoslovja, se glede na novo naraščajoče potrebe družbe preusmerijo v novo nastala znanstvena področja. Tako npr. Thomas Willis, čigar znano delo *Cerebri Anatome* predstavlja najbolj popoln in dodelan načrt živčnega sistema v tem času, je bil prvotno študent teologije, ki so ga neugodne razmere za študij teologije zanesle na področje medicine.

Druga značilnost je pojav amaterskih ljubiteljev znanosti, predvsem veljakov in premožnejših meščanov, ki se k znanosti ne usmerijo zaradi preživetja, ampak zaradi interesa. Znanost jim je omogočila dostop do visoko cenjenih nalog, ki jih je priznavala kot nov sistem vrednot. Sem spadajo Robert Boyle, Lord Brouncker, Dr. Wilkins, Dr. Petty, Abraham Hill in mnogi drugi. Tak pristop k znanosti je bil tudi dokaj uspešen, saj so ti posamezniki pri svojem delu uporabljali tudi praktične izkušnje iz vsakdanjega življenja, kjer ni potrebno posebno strokovno znanje. In kar je še najpomembnejše, znanosti je s takim ravnanjem rasel družbeni ugled. Tu pride do začetkov sekularizacije, saj se je znanost otresla nadzora religije in postala prevladujoča družbena vrednota, kateri so vse ostale vrednote podrejene. Danes je dosti bolj cenjeno dobiti pohvalo na znanstvenem kot na religijskem področju, saj je znanost postala izjemno prestižna profesija.

5.6 PROCES SEKULARIZACIJE

Puritanizem ne predstavlja le zadnjega obdobja srednjega veka ali prvega obdobja moderne dobe, ampak je bil zmes obojega. Sistem vrednot v puritanizmu je bil kriv, da sta vzročni način mišljenja in izkustveni dokaz postala samostojni sredstvi prepričanja in celo religijske resnice. Vera, ki ni vprašljiva in je ne moremo racionalno meriti, ni vera v pravem pomenu besede, ampak predstavlja bolj sanje, fantazijo ali mnenje. To daje znanosti moč, ki meji na moč religije. Ta navidezna hegemonija znanosti temelji na predpostavki, ki združuje znanje, eksperimentalnost in senzualnost, tako da morajo izpričevalce znanosti nujno krepiti nekakšna religijska prepričanja, sicer ta spoj ni obstojen.

Posledica teh sprememb je, da se cerkvene oblasti ne morejo več pritoževati čez splošno sprejete nauke znanosti, ki lahko nasprotujejo različnim teološkim doktrinom in katerih zmagovalen pohod je neizbežen. Puritanizem tako v eni smeri vodi do neizbežne eliminacije religijskih omejitev, ki vplivajo na znanstveno delo. To je izrazito napreden element v puritanskih prepričanjih, ki vseeno ne vodi k popuščanju religijske discipline na področju obnašanja vernikov. Kvečjemu nasprotno! Kompromis s svetom ni dovoljen, svet je potrebno osvojiti, si ga podvreči z neposrednim delovanjem in taka asketska prisila je bila prisotna vsak dan na vsakem področju življenja. Napačno bi bilo

prikazovati puritanizem kot prilagoditev intelektualnemu okolju te dobe. Taka religijska etika, zgrajena na rigidnih teoloških osnovah, je osupljivo, toda neizbežno, vodila k razvoju znanstvenih disciplin, ki so kasneje dozdevno celo izpodbijale ortodoksno teologijo. Vse te ideje, spremembe in prepričanja vodijo k nastanku učinkovitega sistema, ki je bolj psihološko kot logično koherenten in ki ima za posledico celo vrsto sprememb in celo, kasneje, do propada samega sistema.

Religija, vsaj kot jo razumemo v tem primeru, predstavlja sistem zvestobe in čaščenja in lahko posredno podpira razvoj znanosti, kljub temu da so določena znanstvena odkritja vehementno napadena s strani teologov. Potrebno je natančno analizirati te združevalne in nasprotujoče si sile, da bi jasno razlikovali med namerami in cilji religijskih vodij in (dostikrat nepredvidenimi) posledicami njihovih nauk. Tako je npr. sam Kalvin dokaj neodobravajoče spremljal številna znanstvena odkritja, čeprav so prav njegovi nauki navduševali raziskave na področju naravnih znanosti. Tak, skoraj subverziven, dejavnik religijske morale s strani Kalvina, bi lahko precej preprečil znanstveni napredek v okolju pod neposrednim vplivom kalvinizma. Tako je nujno potrebno razlikovati med zgodnjim in poznim obdobjem kalvinizma, saj je bila implikacija teh dogm možna šele po preteku določenega časa. Tako se na primer znanost v Ženevi, ki je bila pod neposrednim vplivom Kalvina, razbohoti šele v drugi polovici 18. stoletja.

5.7 TIHE PREDPOSTAVKE V ZNANOSTI IN PURITANIZMU

Puritanizem je bil pomemben dejavnik pri pripravi celotne palete brezpogojnih predpostavk, ki so omogočale sprejetje značilnega karakterja znanosti v 17. in v naslednjih stoletjih. Protestantizem ni le promoviral svobodnega poizvedovanja in obrekoval samostanskega asketizma, ampak so to samo površinski vidiki nekega globljega odnosa. Osnovna predpostavka modernega znanstvenega raziskovanja je splošno razširjeno instinktivno prepričanje v obstoj nekega stvarnega reda in še zlasti naravnega reda. Narava naj bi predstavljala jasen red, ki lahko pojasni vsa primerna vprašanja. Ta predpostavka je veljala kot končna in absolutna. Vendar pa to ni dovolj za razvoj znanosti, zato je potrebno stalno potrjevanje te trditve z empiričnim pristopom.

Joseph Ben-David pravi, da je med glavnimi evropskimi religijami obstajala ena pomembna razlika, saj protestantizem ni ustanovil vrhovne cerkvene oblasti, ampak je dopuščal vsakemu posameznemu verniku, da si je sam razlagal Biblijo in si sam poiskal razsvelitev. Tako so ideje, da bi znanost in tehnologija lahko nudila boljši način šolanja in naprednejšo intelektualno in moralno kulturo, bile seveda skladne z interesi in razmišljanji gibljivega srednjega razreda. Protestantizem je proglasil kot pravovernega nov utopijski pogled na svet, kjer so znanost, eksperiment in izkušnja bili srž nove kulture, čeprav je bil logični odnos med njimi morda napačno pojasnjen. (Ben-David, 1986: 95)

Religija je to zagotavljala preko protestantizma in koncepta dobrega dela. Pri tem pa moramo paziti in razlikovati med opravljanjem »dobrega dela« v katoliškem in protestantskem pomenu beseda, saj je katoliška koncepcija dobrega dela usmerjena predvsem v oni svet, medtem ko protestantizem pokriva in združuje oba svetova, tega našega in onostranega. Tako se ustvari nekakšna skupnost, sestavljena iz protestantskih predpostavk in znanosti: obe zagovarjata osnovne predpostavke, iz katerih je cel sistem zgrajen, in sicer z uporabo motivov in izkušenj. Religija je iz katerihkoli razlogov sprejela vzorec mišljenja, ki je bistven tudi za znanost in tako samo okrepila tipične znanstvene navade tistega časa. Kombinacija empiricizma, racionalizma in vere v osnovne postulate, naravni red ter drugi dejavniki, ki so delovali v skladu s protestantskim mišljenjem, so ta prepričanja samo še okrepili. Pojav eksperimenta, kjer gre za nekakšen prenos protestantske morale v samo delovanje, odlično dopolnjuje protestantska prepričanja, ki postanejo učinkovita tudi v praksi. Gre za učinkovit spoj religijskih doktrin, ki jih poganja prevladujoče prepričanje v osebno odrešitev in protestantska morala s svojo naklonjenostjo znanosti in tehnologiji, ki se kaže na različnih področjih in je postala splošno družbeno priznana.

6. PURITANIZEM, PIETIZEM IN ZNANOST: PREIZKUS

HIPOTEZE

Rast znanosti neodvisno od reformacije in celo pred samo reformacijo v tem pogledu ne zanika pomena asketskega puritanizma. In čeprav je bil za potrebe raziskave relacij med znanostjo in puritanizmom prezrt širok družbeni kontekst, ta ni bil nikoli zanikan.

Tako lahko komentiramo, da je bil tudi asketski puritanizem proizvod bolj prodornih kulturnih sprememb. V vsakem primeru je očitno, da je splošno sprejemanje vrednot puritanizma vodilo k široko nezavedni podpori razvoja moderne znanosti. Več o tem bom skušal pojasniti v poglavju o Royal Society. Puritanski kompleks se komaj kaj razlikuje od utilitarizma ter od metodičnega vztrajnega delovanja preko empiricizma, od pravice in celo dolžnosti do preskusa . Vse to je zelo sorodno znanosti. Uspela poroka obeh gibanj je temeljila na intrinzični združljivosti in celo v 19. stoletju še ni prišlo do njihove ločitve. To bom skušal dokazati v tem poglavju.

6.1 ELEMENTI PURITANIZMA ZNOTRAJ ROYAL SOCIETY

Royal Society se je razvila iz predhodnega zanimanja za znanost in je predstavljala gonilno silo za kasnejše dosežke na področju znanosti. Bila je prva namensko osnovana znanstvena institucija v Angliji in je za svoje delovanje razvila edinstvene metode, ki so vsebovale mnogotere elemente puritanizma.

Zametke Royal Society predstavljajo občasna srečanja znanstvenih navdušencev okoli leta 1645 in kasneje. Med vodilne predstavnike so spadali John Wilkins, John Wallis, Jonathan Goddard in kasneje tudi njegov sin, Robert Boyle in Sir William Petty. Vsi so bili bolj ali manj pod vplivom religioznih sil. Wilkinsa je vzgajal ded, ki je bil izrazit nekonformistični teolog in ki mu je že zgodaj vcepil puritanska načela. Wilkins je bil rektor Wadhamskega kolidža in njegov vpliv je močno prisoten tudi pri Wardu, Rookeu, Wrenu, Spratu in Walterju Popeu, ki prihajajo iz istega kolidža in vsi spadajo med prvotne člane Royal Society. John Wallis je bil duhovnik in močno naklonjen puritanizmu. Tudi Theodore Haak, nemški virtuoz, ki je odigral pomembno vlogo pri formiranju Royal Society, je bil izrazit kalvinist. Denis Papis, ki je med svojim bivanjem v Angliji znatno prispeval k razvoju znanosti in tehnologije, je bil francoski kalvinist, ki je moral zapustiti svojo državo, da bi ušel pregonu. Thomas Sydenham, ki so ga klicali tudi angleški Hipokrat, je bil tudi nadvse zagrizen puritanec. Sir William Petty je bil zmeren puritanec, posnemal je Cromwella in njegova dela so jasno kazala vplive puritanizma. Sir Robert Moray, ki ga je Huyghens opisoval kot dušo Royal Society, je izrazito preveval puritanski duh. Težko bi pripisali naključju dejstvo, da so bile vodilne osebe te nuklearne skupine, ki se je zbrala okrog Royal Society, duhovniki

in eminentni predstavniki religije. Z veliko verjetnostno pa lahko potrdimo, da so bili vsi ti ustvarjalni duhovi v Royal Society pod velikim vplivom puritanskih konceptov.

Dean Dorothy Stimson je prišla do podobnih rezultatov z lastno neodvisno raziskavo, v kateri poudarja, da je izmed 10 mož, ki so osnovali »nevidni kolidž« leta 1645 bil samo eden – Scarborough, definitivno rojalist. Nekaj nejasnosti je še glede Merreta, ki je imel puritansko šolanje. Vsi ostali so bili definitivno puritanci. Še več, na originalnem seznamu članov Royal Society iz leta 1663 je bilo 42 od 68, katerih religijsko prepričanje je bilo objavljeno, nedvoumno puritancev. In ker so puritanci predstavljali relativno majhno manjšino v angleški populaciji, je podatek, da je bilo kar 62 % začetnih članov Royal Society puritancev, seveda še toliko bolj pomemben. Tudi Dean Stimson ponovno pravi, da je hiter razvoj eksperimentalne znanosti v 17. stoletju v Angliji vsaj deloma posledica spodbud s strani zmerne puritanizma. Profesor Richard Foster Jones v svojem zadnjem delu navaja dodaten dokaz istega dejstva. Njegov obsežen prikaz del s področja naravne filozofije iz 17. stoletja odkriva jasno podobnost med puritanizmom, baconianizmom in novo znanostjo. Še več, ta odnos je bil v tistem času vsesplošno cenjen.

Korelacijo me globokim zanimanjem za religijo in za znanost predstavlja čvrst značaj prodorne protestantske morale. Puritanski zagovor eksperimentalne znanosti ni bil le proces, podprt z razlogi, ampak predvsem emocionalno čvrst krog mišljenj in prepričanj, povezanih v verigo navidezno nelogičnih dejavnosti s ciljem zadovoljiti ta prepričanja. S tega vidika je nastanek Royal Society tesno povezan s pozitivnimi religijskimi vplivi, ki so omogočili njen nastanek in razvoj.

6.2 NOVA VZGOJA: STVARI IN NE BESEDE

Vendar pa je ta povezava potekala tudi izven Royal Society, saj je bil na primer Locke, filozof, ki je najbolj precizno definoval splošne doktrine utilitarizma in empiricizma, tudi sam vzgojen v kalvinističnem okolju, najprej z očetove strani, pozneje na Oxfordu pa s strani puritanca Johna Owena. Med puritanci, ki so se trudili vpeljati novo realistično, utilitarno in empirično vzgojo v Angliji, je prednjačil Samuel Hartlib. Hartlib je predstavljal vez med različnimi puritanskimi vzgojitelji v Angliji in v Evropi, bil je

resnično zaslužen za širjenje znanosti na akademskem nivoju. Še več, bil je zaslužen za širitev in izvedbo idej Johna Amosa Comeniusa v Angliji. Comenius je bil eden od najvplivnejših vzgojiteljev v 17. stoletju. Promoviral je pravila utilitarizma in empiricizma in ostale vrednote, ki so vodile k poudarjanju znanosti in tehnologije in jih je objavil v delu *Didactica Magna*. Bil je nadvse priljubljen v družini ostalih protestantskih vzgojiteljev: Hartliba, Johna Durya, Johna Wilkinsa, Theodora Haaka in ostalih. Podobno je deloval tudi puritanec Hezekiah Woodward, Hartlibov prijatelj, ki je poudarjal realizem (stvari, ne besede) in poučeval znanost.

Počasi so začele nastajati številne "strinjajoče se" akademije po vsem kraljestvu. Northaptonska akademija je bila še en pomemben puritanski center, kjer so poučevali mehaniko, hidrostatiko, fiziko, anatomijo in astronomijo. Učenje so spremljali številni eksperimenti in opazovanja. Tudi na ostalih "strinjajočih se akademijah" je prišlo do zamenjave antičnih razprav s sodobnimi avtorji: Gravesande, Rohault, Gassendi, Newton in Locke. Največjo razliko pa opazimo, če primerjamo puritanske akademije in univerze. Univerze so kljub vpeljavi znanstvenih predmetov še vedno nadaljevale s klasično izobrazbo. Akademije pa so zagovarjale in prakticirale liberalno vzgojo s poudarkom na stiku z življenjem in prakticirale predvsem utilitarne in empiricistične predmete povsod, kjer je bilo to le možno. Tudi na kontinentu je bila situacija podobna: protestantske akademije v Franciji so veliko več pozornosti posvečale znanstvenim in utilitarističnem predmetom kot katoliške institucije. Celo v katoliško prevladujoči deželi Franciji je bil levji delež znanstvenega prispevka na plečih protestantov. Podobno so bili tudi protestnati, ki so bili izgnani iz Francije v druge dežele, v veliki meri znastveniki in izumitelji.

Tudi v novem svetu puritanizem ni nil nič manj tesno povezan z znanostjo. Dopisniki in člani Royal Society, ki so živeli v Novi Angliji, so bili vsi več ali manj kalvinističnega prepričanja. Znanstveno vsebino Harvardskega vzgojnega programa je večinoma prispeval protestant Peter Ramus. Ramus je v 16. stoletju oblikoval vzgojno učni načrt, ki je za razliko od katoliških univerz, zelo poudarjal študij raznih znanosti. Njegove ideje so s pridom uporabili najprej na protestantskih univerzah na kontinentu, predvsem v Cambridgu, in kasneje na Harvardu. Bile pa so povsem nesprejemljive za različne

katoliške institucije. K temu je veliko pripomogel Ramusov duh utilitarizma in empiricizma.

6.3 PIETISTIČNI REALIZEM

Merton v svoji študiji navaja, da puritanske akademije v Angliji lahko primerjamo s pietističnimi šolami v Nemčiji, ki so pod vodstvom Franckea in njegovih posnemovalcev pripravljale pot *realkam* in tako nadaljevale delo Comeniusa v Nemčiji. Te primerjave imajo globok pomen, saj je bilo večkrat omenjeno, da so moralni principi puritanizma in pietizma skoraj identični. Pietisti so v Nemčiji in povsod drugod stopili v tesno zvezo z novim izobraževanjem, v študij znanosti in tehnoloških predmetov Realie. Obema gibanjema je bil skupen realističen in praktičen pogled v kombinaciji z izrazitim nasprotovanjem aristoteljanskim filozofom in teologom. Osnova za izobraževalne vidike pietistov so bile globoko vsajene utilitaristične in empirične navade, ki so podžigale tudi puritance. Povsod, kjer je pietizem uspel razširiti svoj vpliv na izobraževalni sistem, je sledila uvedba znanstvenih in tehničnih predmetov. Tako Francke in Thomasius postavita temelje univerze v Halleu, ki je bila prva univerza v Nemčiji, ki je v pretežni meri vpeljala in organizirala študij različnih znanosti. Vsi vodilni profesorji so bili v tesni zvezi s pietističnim gibanjem. Podobno se študijski programi počasi preoblikujejo v korist znanosti tudi na ostalih univerzah, v Königsbergu, v Göttingenu, Haidelbergu in v Altdorfu.

Vendar pa zveza med pietizmom in znanostjo, ki vodi našo hipotezo, ni bila omejena le na univerze. Podobno pristranskost v korist znanosti najdemo tudi na srednjih šolah. Tako je za našo hipotezo nadvse pomembno dejstvo, da je bila *ökonomisch-mathematische Realschule* povsem pietistični produkt. Ta šola je bila usmerjena predvsem v matematiko, naravne znanosti in ekonomijo z neprikritim utilitarnim in realističnim značajem in jo je zasnoval Francke. Tu pa se zgodba ne konča, saj je bil prav pietist in nekdanji učenec Franckea, Johann Julius Hecker, tisti, ki je prvi organiziral Realschule. Semler, Silberschlag in Hähn, direktorji in soorganizatorji te prve znanstvene in tehnološke šole so bili pietisti in nekdanji Frackovi študentje.

6.4 IZOBRAŽEVALNI INTERES IN ZVEZA Z RELIGIJO

Težnja protestantov k temu, da so bolj cenili znanstveni in tehnološki študij, ki smo jo postavili v okviru naše hipoteze, je še bolj očitna, ko primerjamo razpoložljive podatke glede alokacije izobraževalnega interesa glede na religijsko prepričanje.

V 17. stoletju je tendenca očitna, vendar izgleda primerna za testiranje tudi v kasnejših obdobjih. Sheme usmeritev in vzorci obnašanja ponavadi zdržijo še precej več časa, še po tem, ko prvotna motivacija ponikne. Tako lahko našo hipotezo preizkušamo z primerjavo razmerja med protestanti in katoliki, ki obiskujejo šole, ki so primarno usmerjene v znanost in v tiste, ki v glavnem gojijo druge predmete.

Vsi razpoložljivi podatki vodijo v isto smer: protestanti brez izjem predstavljajo stopnjujoče prevladujoči del študijskega telesa na šolah, ki poudarjajo znanstveno izobraževanje. Katoliki so skoncentrirani na šolah s klasičnim in teološkim izobraževanjem. V Prusiji, na primer, najdemo sledečo distribucijo (glej tabelo 6.1):

Tabela 6.1: Obisk srednjih šol v odstotkih glede na religijsko opredelitev med študenti v Prusiji v letih 1872 - 76

Religijska Opredelitev	Pro-gymnasium	Gymnasium	Real-schule	Ober-realschule	Höhere Bürgerschule	Skupaj v %	Populacija nasploh v %
Protestanti	49,1	69,7	79,8	75,8	80,7	73,1	64,9
Katoliki	39,1	20,2	11,4	6,7	14,2	17,3	33,6
Judje	11,2	10,1	8,8	17,5	5,1	9,6	1,3

Vir: Merton, Robert King (2001, 1970): *Science, Technology & Society in Seventeenth-Century England*, New York: Howard Fertig, 1970

Ta velika naklonjenost protestantov za znanstveno in tehnološko izobraževanje sovпада z osnovno implikacijo naše hipoteze glede vpliva protestantske morale na življenjske (intelektualne) orientacije posameznikov.

Podobno distribucijo interesov glede na religijo so opazili tudi drugi raziskovalci na drugih instancah. Statistični rezultati na teh različnih instancah so iste narave: protestanti, proporcionalno glede na njihovo zastopanost v populaciji mnogo bolj obiskujejo različne srednje šole, razlike so še najbolj očitne na šolah, kjer poučujejo znanost in tehnologijo. Podatki v povprečju za Baden v letih 1885 - 95 (glej tabelo 6.2)

Tabela 6.2: Obisk srednjih šol v odstotkih glede na religijsko opredelitev med študenti v Badnu v letih 1885 - 95

	Protestanti v %	Katoliki v %	Judje v %
Gymnasien	43	46	9,5
Realgymnasien	59	31	9
Oberrealshulen	52	41	7
Realshulen	49	40	11
Höhere Bürgerschulen	51	37	12
Povprečje vseh 5 šol	48	42	10
V splošni populaciji 1895	37	61,3	1,5

Vir: Merton, Robert King (2001, 1970): *Science, Technology & Society in Seventeenth-Century England*, New York: Howard Fertig, 1970

Kljub dejstvu, da so bile *realke* prvenstveno usmerjene v poučevanje predmetov znanosti in matematike in glede na majhno pozornost, ki so jo tem programom dajali *gimnazijam*, ne smemo spregledati, da tudi gimnazije služijo kot priprava za znanstvene in profesorske kariere. Toda splošno gledano: obisk protestantov in katolikov na gimnazijah predstavlja predvsem različne interese. Razpoložljivi podatki napeljujejo k domnevi, da relativno visokemu številu katolikov velja pripisati dejstvo, da te šole služijo tudi za priprava na študij teologije, medtem ko se protestanti poslužujejo teh šol za pripravo na druge profesije. Tako je v treh akademskih letih 1891 - 94, kar 226 ali več kot 42 % od 533 katolikov diplomiralo na gimnaziji v Badnu in odšlo študirat teologijo, medtem ko je v istih letih 375 protestantov diplomiralo, le 53 ali 14 % od njih je nadaljevalo študij na teologiji in jih je kar 86 % odšlo študirat druge profesije. Statistika za Bavarsko v letih 1891 - 95 je takšna: (glej tabelo 6.3)

Tabela 6.3: Obisk srednjih šol v odstotkih glede na religijsko opredelitev med študenti na Bavarskem v letih 1891 - 95

	Protestanti v %	Katoliki v %	Judje v %
Vsa populacija	28,2	70,7	0,9
Gymnasien	27,3	68,1	4,2
Progymnasien	44,4	49,4	6,0
Realgymnasien	54,4	34,8	10,5
Realshulen	41,8	49,5	8,1

Vir: Merton, Robert King (2001, 1970): *Science, Technology & Society in Seventeenth-Century England*, New York: Howard Fertig, 1970

In podobno tudi v Württembergu, povprečje med leti 1872 - 79 in 1883 - 98 (glej tabelo 6.4.):

Tabela 6.4 : Obisk srednjih šol v odstotkih glede na religijsko opredelitev med študenti v Württembergu v letih 1872 - 79 in letih 1883 - 98

	Protestanti v %	Katoliki v %	Judje v %
Vsa populacija do 1880	69,1	30	0,7
Gymnasien-gimnazije	58,2	28,2	3,4
Lateinschulen	73,2	22,3	3,9
Realshulen-realke	79,7	14,8	4,2

Vir: Merton, Robert King (2001, 1970): *Science, Technology & Society in Seventeenth-Century England*, New York: Howard Fertig, 1970

6.5 PREVLADA PROTESTANTSKIH ZNANSTVENIKOV

Glede na vse podatke bi lahko v splošnem sklepali, da naša hipoteza drži. Vendar pa moramo opraviti še nakej drugih in odločilnih preskusov. Kakšne so relativne frekvence med protestantskimi in katoliškimi znanstveniki? Relevantni podatki so redki in se

nanašajo predvsem na izjemne znanstvenike, toda študije vodijo k podobnim zaključkom: proporcionalno rečeno protestanti predstavljajo prevladujočo večino med vodilnimi znanstveniki. Merton ugotavlja, sklicujoč se na Ellis Havelocka, da v vseh treh kraljestvih le Anglija, in ne le zato, ker je skoraj v celoti protestantska, prispeva glavni delež znanih znanstvenikov. Tu je zaradi večine protestantov religijski faktor drugotnega pomena kot v primeru protestantske Škotske in katoliške Irske, kjer Škotska prispeva 21 izjemnih znanstvenikov na Elliasovem seznamu, Irska pa le enega.

Alfred Odin v svoji skrbni študiji o francoskih pisateljih indirektno ponuja nekaj relevantnih podatkov za našo raziskavo. Primerja število eminentnih pisateljev v treh protestantskih kantonih v Švici, to je Geneva, Vaud in Neuchâtel, s tremi skoraj ekskluzivno katoliškimi kantoni v Bernu, Fribourgu in Valaisu. Prva skupina je prispevala 147 francosko piscoh literatov, od katerih je bilo 35 zelo talentiranih z indeksom $52 \frac{1}{2}$ in $12 \frac{1}{2}$. In nasprotno, katoliški kantoni so imeli le 8 pisateljev na njegovem seznamu in le eden je dobil indeks 5 in 0.6. V letih 1539 do 1825 je bilo 10 % od vseh francoskih pisateljev protestantov, toda v tem času je bila zastopanost protestantov v populaciji le 2-3 %. Pa še podatki so le minimalni, saj je Odin arbitrarno razvrstil vse sporne primere kot katoliške. Morda izgleda, kot da gre za navidezno nagnjenost protestantov k literaturi, kar je načeloma v nasprotju s protestantsko moralo. Če podrobneje pogledamo, podatke bomo opazili, da je med naštetimi pisatelji več kot 52% učenjakov in teoretikov, zgodovinarjev, filozofov, sociologov, pravnikov, in le majhno število poetov (4,7%), dramatikov (1,6 %) in igralcev (0 %). Vidna je prevlada protestantov tudi na področju pisanje v smeri znanstvenih in tehničnih predmetov v nasprotju z literarnimi področji. Ta študija se zelo približa rezultatom Elliasove študije na primeru Škotske in Irske. Posebno zanimiv podatek je, da je bilo skoraj $\frac{1}{3}$, to je 23 od 72 protestantskih pisateljev sinov duhovnikov.

Posredno je zanimiva, sicer nič kaj pomembna, študija Galtona z naslovom Men of Science, ki temelji na odgovorih pomembnih članov Royal Society na preprosto oblikovanem vprašalniku. Sedem od desetih znanstvenikov je bilo pristašev Church of England ali Church of Scotland, medtem ko ostali trije niso bili religijsko profilirani ali pa so bili privrženci drugih protestantskih sekt. Rimokatoliki so bili le bežno zastopani,

saj so predstavljali le majhno manjšino znotraj angleške populacije. Značilno Galtonovo vprašanje se je glasilo: »Ali je versko prepričanje v vaši mladosti imelo svarilen efekt na svobodno izbiro vaših raziskav?« Od 81 odgovorov na to vprašanje je 90 % odgovorilo z ne in manj kot 10 % je potrdilo, da je imelo svarilen vpliv. Zanesljivost teh podatkov je omejena zaradi majhnega števila odgovorov in zaradi predpostavke o nedvoumni kompetentnosti znanstvenikov o oceni vplivov religijskega miljeja, ki so jih bili ali pa jih niso bili deležni v mladosti. Gre torej le za krepitev hipoteze, ki je bila na začetku postavljena.

Ostane nam samo še ena študija, ki je nadvse natančno in podrobno proučila povezave med religijskim zanimanjem in znanjem v znanosti. To je Candollova dobro znana *Historie des sciences et de savants*. Candolle je ugotovil, da je bilo v Evropi, razen v Franciji, preko 107 milijonov katolikov in 68 milijonov protestantov. Glede na seznam pri pariški Akademiji v letih 1666 – 1883 je bilo samo 18 katoliških in kar 80 protestantskih znanstvenikov. Candolle tudi sam priznava, da ta primerjava ni dokončna, saj zanemarja francoske znanstvenike, ki so bili pretežno katoliki. Da bi popravil ta odklon, je raziskal seznam tujih članov pri Royal Society v Londonu v času, ko je bilo tam več francoskih znanstvenikov kot kdaj koli prej, to je v letih 1829 in 1869. V prvem primeru je bilo število katoliških in protestantskih znanstvenikov skoraj enako, medtem ko so v letu 1869 protestanti prekašali katolike. Toda izven meja kraljestva Velike Britanije in Irske je bilo v Evropi 139 ½ milijona katolikov in le 44 milijonov protestantov. Z drugimi besedami, čeprav je bilo v Evropi trikrat več katolikov kot protestantov je bilo v resnici precej več znanih protestantskih znanstvenikov kot katoliških.

Seveda obstaja še kup važnih podatkov ter drugih faktorjev, na primer politični sistem in drugi neverski faktorji, ki ravno tako vplivajo in celo lahko determinirajo obnašanje določene populacije. Primerjava tesno povezanih populacij nam močno pomaga pri eliminaciji le teh, vendar pa je rezultat na koncu enak. Pregled teh materialov predstavlja dokončanje empiričnega testiranja naše hipoteze. Puritanizem in asketski protestantizem se na splošno pojavljata kot konsistenten sistem prepričanj, občutkov in delovanja, ki skupaj igrajo pomembno vlogo pri prebujanju zanimanja za znanost.

Lahko bi rekli, da je puritanizem osnovna komponenta znanstvene vzgoje v tistem času. To seveda ne pomeni zanikanja pomena drugih faktorjev, ekonomskih, političnih in drugih, ki skupaj pozitivno vplivajo na razvoj in rast zanimanja za znanost. Brez dvoma ti faktorji, združeni skupaj, lahko prevladajo nad religijsko komponento v določeni zgodovinski situaciji. Brstenje znanosti v 16. stoletju v Italiji to nedvoumno lahko potrdi.

7. ZNANOST POD VPLIVOM EKONOMSKO TEHNIČNIH DEJAVNIKOV

Recimo, da smo uspeli dokazati določene vzporednice med pravili, ki so vodila tako puritance kot tudi znanstvenike. Toda katere sile so vodile interes znanstvenikov in izumiteljev v določeno smer? Je bila izbira problema povsem osebna odločitev in neodvisna od družbeno kulturnega ozadja? Ali pa je bil ta izbor pomembno omejen in voden preko družbenih sil? In če, kakšen je bil obseg tega vpliva? To bomo skušali proučiti v pričujočem poglavju na pregledu empiričnih materialov s področja rudarstva, transporta in vojaške tehnike v 17. stoletju.

Glede na povedano lahko smatramo, da je določen del teoretično "čiste" znanosti direktno povezan s problemi, ki izhajajo iz praktičnih potreb, ter del znanosti, ki je le indirektno povezan s problemi tehnike. Tu moramo ločiti subjektivno vedenje individualnih znanstvenikov od njihove družbene vloge pri raziskavah. Celotno znanstveno srenjo tistega časa delimo na znanstvenike, ki se ukvarjajo z raziskavami, ki so same sebi namen in znanstvenike, katerih raziskave so koristne za tehnični napredek. Na podlagi tega je Sombart posplošil tezo, da je bila tehnologija v 17. stoletju skoraj popolnoma ločena od znanosti in da sta znanstvenik in izumitelj šla vsak svojo pot vse od časov Leonarda da Vinci pa do 18. stoletja.

To pa seveda drži le do neke mere, saj hitro najdemo znanstvenike, ki so svoje znanje znali in hoteli prenesti v prakso. Wren, Hooke, Boyle, Huygens, Pascal, Halley so se zavezali tako teoriji kot tudi praksi in kar je še pomembneje, bili so skoraj enotni v

prepričanju, kako bodo pomagali prebujajoči se industriji. To prepričanje je prevladovalo pri izbiri področja interesa. Vendar pa z vidika motivacije znanstvenikov ali zgodovinskega razvoja lahko le težka razumemo znanost kot rezultat ekonomskih in tehnoloških potreb.

Dejstvo je, da so številni puritanci vse svoje življenjske cilje in motive podredili novi eksperimentalni znanosti. Puritanizem je skrbel za širšo družbeno legitimacijo znanosti in je bil zaradi svojega notranjega duhovnega ustroja bil še dodatna spodbuda pionirjem modernega naravoslovnega raziskovanja. Ta vrsta raziskovanja namreč išče naravni red po eksperimentalni poti in je idealen pripomoček za utrjevanje puritanskih etičnih načel.

Če pogledamo na problem znotraj konteksta racionalne družbene in gospodarske strukture, potem predstavljajo potrebe industrijske tehnologije, ki prihajajo iz ekonomskega razvoja, močno, vendar pa ne odločilno silo, ki vpliva na usmeritev znanstvenih aktivnosti. Gre bolj za nekakšno kohezijo med potrebami družbe v določenem obdobju in znanstvenim interesom. Tu pač ne gre le za preprosto zadovoljevanje potreb, saj potreba sama po sebi ni dovolj, da bi sprožila iznajdbo, deluje pa kot pospeševalec in usmerjevalec. Še več, potreba igra to vlogo le v primeru, ko kulturni kontekst določi visoko vrednost inovaciji, ki preko tehnološkega izuma privedo do zadovoljitve te potrebe. Sorokin pravi, da so določeni ekonomski pritiski lahko eliminirani z migracijo presežka populacije zaradi vojne, plenjenja in podobnih koristoljubij. Kot primer navaja Rimljane, ki so imeli dokaj nerazvito vojaško tehnologijo, vendar pa je njihova vojaška premoč temeljila na disciplini in vojaški taktiki in strategiji.

V 17. stoletju lahko opazimo zametke družbene organizacije, ki vsaj deloma skrbi za nekakšno ustvarjanje gospodarskih in vojaških potreb in te potrebe potem vsaj parcialno vplivajo na znanstveni interes tako pri znanstvenikih kot pri izumiteljih. Sicer je bilo tudi poprej občasno tako, ko so razni principi in vladarji vzeli pod okrilje znanstvenike in izumitelje in tako poskrbeli za njih, ti pa so v zameno razvijali zamisli vladarjev. Z rastjo znanosti se pojavijo tudi bolj sistematski napor za izkoriščanje te potencialne energije in za zagotavljanje njenih praktičnih koristi. Razvoj znanstvenih skupnosti ni

bil nepovezan s tem interesom in z novačenjem znanstvenikov v službo industriji, trgovini in vojski. Z naraščanjem buržoazije sta znanost in tehnologija dajali upanje, ki ga ni bilo smiselno ignorirati. Znanstvenikom in izumiteljem pa je uspešno reševanje problemov gospodarskega razvoja pomenilo finančno nagrado (preživetje) in še več slave.

7.1 ZNANOST IN TEHNOLOGIJA Z VIDIKA POTREB RUDARSTVA V 17.

STOLETJU

7.1.1 Razvoj rudarstva

Znanstvenik je v 17. stoletju, ne glede na to, kako je bil zatopljen v svoje delo, le težko prezrl globok ekonomski razvoj svojega časa. Pojavile so se izrazite spremembe na področju razvoja podjetnosti; kapitalizem, dokaj razločen in široko razširjen, je ubiral svojo pot. Nekdanji popularni pogled, da je podjetništvo sledilo predhodnici, industrijski revoluciji, je na tem mestu upravičeno diskreditiran. Če podrobneje pogledamo dejstva, lahko vidimo, da vsaj ekstraktivne industrije, tekstilne manufakture in trgovina s kovinami v 17. stoletju kažejo tipične karakteristike kapitalizma. Razvoj trgov in izrazita delitev dela se je združila z naraščanjem kapitalističnega podjetništva ter široke proizvodnje (za trg) do take stopnje, da lahko te spremembe dobro primerjamo s tistimi, ki se pojavijo proti koncu 18. stoletja. Skupaj z napadalnim kapitalizmom se oblikuje kompleks interesov, zahtev in dejavnosti za dosego procesa racionalizacije in za uporabo znanstvenega in empiričnega znanja v industrijskih procesih. Le težko bi poimenovali kot zgodovinsko naključje dejstvo, da se v zadnjem letu 16. stoletja pojavi Gilbertova publikacija *De Magnete*, prvo pomembno znanstveno delo napisano v Angliji. To je napoved nove dobe znanosti, prav tako kot pojav podjetja *East India Company*, oba sta glasnika prihajajoče buržoazne dobe.

Med glavna gospodarska podjetja tega časa uvrščamo zlasti podjetja v ekstraktivni industriji³, kopanje premoga železa, kositra in bakra in pojav tekstilne industrije. Premog so občasno uporabljali kot gorivo že v obdobju romanske Britanije, vendar pa se začne bolj množično uporabljati šele v poznem 16. stoletju. Pred tem časom je bila

³ ekstraktivna industrija: industrija črpanja naravnih surovin

uporaba premoga v Angliji bolj skromna in me moremo govoriti o rudarstvu kot o panogi, v začetku 17. stoletja pa postane eden od osnovnih virov v kraljestvu. Naraščanje uporabe premoga še pospeši naraščajoča cena drv, z uvedbo novih kaminov začne naraščati celo uporaba premoga v gospodinjstvih. Uporabo premoga pospešuje tudi naraščajoči pomorski promet, ki mu diktira tempo hitro rastoča trgovina. Veljavnost te trditve lahko preverimo v statistični tabeli (glej tabelo 7.1)

Tabela 7.1: Premog, prevožen po vodi, v Angliji v letih 1609 - 1700

Leto	Tone prevoženega premoga po vodi
1609	250.909
1660	537.000
1700	653.000

Vir: Merton, Robert King (2001, 1970): *Science, Technology & Society in Seventeenth-Century England*, New York: Howard Fertig, 1970

Tabela prikazuje nesluteno širitev industrije premoga v 17. stoletju in posledično tudi trgovske mornarice, kar jje narekovalo smer znanstvenega zanimanja. Naraščajoča proizvodnja kositra je prav tako opazna v sredini 17. stoletja, ko ga iz Anglije uvažava večina evropskih držav. In začuda so tudi prevozniki v večini Angleži. To potrjujejo tudi statistike o proizvodnji kositra v Cornwallu in v Devonu. (glej tabelo 7.2)

Tabela 7.2: Proizvodnja kositra v Cornwallu in Devonu v letih 1603 - 1687

Leto	Proizvodnja kositra v lbs
1603	1.320.030
1613	1.369.032
1625	1.682.370
1638	1.200.625
1647	433.268 –obdobje civilne vojne
1667	2.040.750
1677	3.009.782
1687	3.271.290

Vir: Merton, Robert King (2001, 1970): *Science, Technology & Society in Seventeenth-Century England*, New York: Howard Fertig, 1970

Industrija stekla in soli deli podobno usodo revolucionarne ekspanzije v letih 1560 - 1700, ko ju po rasti prehiteva le industrija premoga. Nef dokaže rast proizvodnje tudi pri kopanju boksita in bakra ter solitra, industriji mila in pri varjenju piva. Narašča tudi proizvodnja svinca, zlasti tistega iz rudnika pri Mendipu. Edino izjemo predstavljata industriji medenine in bakra, ki se večinoma uporabljata za izdelavo topov in katerih proizvodnja po civilni vojni začne upadati in ponovo rasti šele po letu 1690.

7.1.2 Sklop tehničnih problemov

Kje je povezava med naraščajočo industrijo pridobivanja naravnih surovin in razvojem znanosti in tehnologije? Najprej pridejo v ospredje številni novi tehnični problemi in glavni problem, ki je skupen vsem tem industrijam je: kako učinkovito izrabljati globoke rudnike? V teh rudnikih so prisotni predvsem trije problemi: prisotnost vode, kako dovesti v rudnike svež zrak in kako spraviti rudo na površje? Ti problemi so mučili predvsem lastnike premogovnikov, ki so predstavljali širok razred podjetnikov. Ti so zahtevali in želeli učinkovite rešitve za te probleme, kar se je rezultiralo v patentnih statistikah tistega obdobja, saj je bilo od 317 patentov, ki so bili izdani v Angliji v letih 1561 in 1688, kar 75 % (43 % direktno in 32 % indirektno) povezanih z zgoraj omenjenimi problemi te industrije. To pojasnjuje tudi tabela (glej tabelo 7.3)

Tabela 7.3: Patentirani izumi v Angliji v letih 1561 - 1688

PATENTI	1561-70	1571-90	1611-40	1660-88	SKUPAJ
1. Za katere velja nedvoumna povezava s proizvodnjo premoga					
Drenaža rudnikov	3	3	14	23	
Ozvočenje rudnikov	-	-	-	-	
Osvetlitev rudnikov	-	-	-	1	
Izboljšave plavžev	2	3	21	29	
Posebne obdelave premoga	-	1	7	3	
Boljša obdelava rude v plavžih	-	1	16	8	136

2. Za katere obstaja močan sum o vsaj indirektni povezavi s proizvodnjo premoga					
Boljša sredstva komunikacije	1	3	15	16	
Proizvodnji procesi	8	13	14	29	99
3. Za katere je malo verjetna povezava s proizvodnjo premoga					
Drugi proizvodni procesi	3	6	39	28	
Poljedelstvo	-	-	-	6	82

Vir: Merton, Robert King (2001, 1970): *Science, Technology & Society in Seventeenth-Century England*, New York: Howard Fertig, 1970

Opazimo lahko, da je bilo kar 43 ali približno 14 % od vseh 317 patentov posvečenih reševanju problemov drenaže rudnikov. Povezava med reševanjem problemov ekonomskega razvoja in tehnološko usmeritvijo je jasna in definirana, podobno kot v današnjih podjetjih. Vendar pa ni nujno, da ta povezava pomeni, da so izumitelji motivirani samo zaradi finančne nagrade, ki bi jo tak izum prinesel.

Tudi v zgodnjem obdobju 17. stoletja so posamezne inovatorje, ki so bili daleč od kakršnih koli kooperacij ali podjetij vodile razpršene družbene in ekonomske sile v konvergenco proti omejenemu številu problemov. Izbor problemov, ki jih je določeno okolje skušalo rešiti, je bil vsaj deloma omejen tudi s stanjem empiričnega in znanstvenega znanja, vendar pa je tedanji ekonomski razvoj igral odločilno vlogo. Vložki v te inovacije pa so posledično pomagali Angliji, da je postala dominantna sila na področju tekstilne manufakture, poljedelstva, rudarstva in ladjarstva. Ta proces je vodil tudi do zožanja inventivne energije v relativno omejeno število problemov, ki so se zato bolj natančno obdelovali. Tehnološke spremembe so bile sicer v tem stoletju bolj pičle, kar pa je v glavnem posledica tega, da znanstvene izkušnje še niso bile dovolj bogate, da bi omogočile učinkovito uporabo na širšem področju. Vseeno pa je bila to era projektov, tako tehnoloških kot tudi ekonomskih. Pogosto sta bila tako izumitelj kot znanstvenik eno, saj je vse več ali manj temeljilo na empiriji. Med njimi je

vsekakor potrebno ponovno omeniti Hooka, ki je bil prvi skrbnik eksperimentov na Royal Society.

7.1.3 Izvor znanstvenega interesa

Velikega pomena je tudi oblikovanje odnosov med ekonomskim in znanstvenim razvojem. Ti odnosi so bili odvisni od povezave med znanostjo in tehnologijo, ki se je najprej pojavila na področju drenaže rudnikov z uporabo črpalk, zlasti batnih črpalk in opreme za upravljanje z vodo, kar je zahtevalo obsežne raziskave na področju hidrostatike in aerostatike. Predhodno znanje na tem področju ni zadostovalo za reševanje problemov v globokih rudnikih v Angliji. Potrebna je bila uporaba znanstvenih dosežkov, ki bi jih dali v praktično uporabo, da bi reševali te probleme. Tako so dali velik prispevek k tem rešitvam tudi mnogi ugledni znanstveniki, Torriceli, Henricue Pascal in mnogi drugi angleški raziskovalci, med njimi Boyle, Wilkins, Moray, Huygens, Papin.

Potekala je tudi izmenjava znanja med kontinentalnimi praksami v Nemčiji in na Madžarskem, kar je še pospešilo napredek na tem področju. Ostala pomembna področja so bila tudi področje dovajanja zraka v rudnike, ekstrakcija težkih bremen iz globokih globin, izboljšanje metod čiščenja rude in ostale raziskave, povezane s profitabilnim področjem takrat že vodilne kovinske industrije. Prazgodovina parnega stroja jasno kaže načine interakcij med znanostjo in tehnologijo, katerih konvergenca je pripeljala do obojestranskih koristi. Izvor modernega interesa za atmosferski pritisk je že takoj postal tudi tehničen problem. Tudi odkritje atmosferskega pritiska naj bi se začelo z raziskavami genialnih izumiteljev v službi Cosma de Medici, podobno naj bi bil Galileo povezan s črpalkami in še s številnimi drugimi napravami.

Okoli leta 1650 je Otto von Guericke nekdanji vojaški inženir, izdelal svojo zračno črpalko in nekaj let kasneje javno demonstriral to na področju dvigovanja velikih bremen. Sledile so številne izboljšave na tem področju preko Boyla, Hookea ter kasneje Huygensa in Papina. V memoarih, naslovljenih na Royal Society leta 1680, je Huygens opisal svoj izum, gre za prvo napravo, ki za gibanje uporablja bat in cilinder. Kot

pogonsko sredstvo je predlagal smodnik, ki naj bi v kombinaciji z atmosferskim pritiskom omogočal napravi, da bi lahko dvigovala velika bremena iz globin.

V istem obdobju je Papin v sodelovanju z Boylom izvajal številne eksperimente na področju aerostatike, leta 1679 je na Royal Society demonstriral uporabo »Papinovega lonca« ali urejevalca izvlečkov. Predlagal je še številne praktične metode za dovod zraka ter mnoge druge metode in predloge, ki so obravnavali pomembna področja tistega časa, rudarstvo, vojaška tehnologija in ladjarstvo. Številna neodvisna odkritja Torricellija, Guericka, Boyla in Mariotte in mogoče celo Hooka in Papina, so nastala zaradi intenzivne koncentracije vrstniških znanstvenikov na relativno omejenem sektorju mehanike. Ta usmerjen interes je bil jasno povezan z povpraševanjem tehnologije, ki pa je bila tudi sama pod vplivom vztrajnega gospodarskega razvoja. Zahteve gospodarstva, če jih v 17. stoletju sploh lahko tako imenujemo, so postale gonilna sila raziskav in velika večina raziskav je bila povezana z rudarstvom. Celotno na Royal Society je bilo skoraj 18 % od vseh projektov in raziskav s področja metalurgije in rudarstva.

7.2 ZNANOST IN TEHNOLOGIJA Z VIDIKA POTREB TRANSPORTA V

17. STOLETJU

V tem poglavju skušam predstaviti še en aspekt gospodarske ekspanzije, to je potreba po primernejših sredstvih za prevoz in komunikacijo. Razvoj ladjedelništva, povečano zanimanje za komercialna popotovanja in razvoj navigacije ter transporta v najširšem pomenu besede so osrednje teme tega poglavja. Osvetliti bom skušal pomen ekonomskih faktorjev, ki so vplivali na zgoraj navedena področja znanstvenih raziskav.

Naraščajoča trgovina s premogom je neposredno spodbudila razvoj trgovske mornarice, saj je bil vodni transport dosti cenejši od zemeljskega. Tudi zunanja trgovina v Angliji je dosegla pomemben obseg šele v drugi polovici 16. stoletja, naraščala je tudi notranja trgovina in z njo potreba po izboljšanih prevoznih sredstvih tako v zemeljskem kot tudi

v rečnem transportu. Pojavijo se prve ideje o zapornicah in prekopih. Tabela prikazuje rast zunanje trgovine v Angliji. (glej tabelo 7.4)

Tabela 7.4: Zunanja trgovina v Angliji v letih 1613 - 1700

Leto	Izvoz v funtih	Uvoz v funtih
1613	2.487.345	2.141.151
1622	2.320.436	2.619.315
1663	2.022.812-samo London	4.016.019- samo London
1700	6.477.402	5.970.175

Vir: Merton, Robert King (2001, 1970): *Science, Technology & Society in Seventeenth-Century England*, New York: Howard Fertig, 1970

Precejšnje teže pospešenemu ladjedelstvu in večanju velikosti ladij so, kot navaja Sombart, imele naraščajoče vojaške potrebe. Naraščalo je število ladij, njihove dimenzije, večala se je hitrost izdelave ladij ter izboljševala pomorska arhitektura. Ne glede na to, da je Sombart znan po tem, da pretirava z vplivom vojaških potreb na izboljšanje metod graditve ladij, nam statistični podatki pokažejo, da gre za ekspanzijo trgovske in tudi vojaške mornarice v poznem 16. stoletju.

7.2.1 Sklop tehničnih problemov

Naraščajoči vodni transport so spremljali številni med seboj povezani tehnični problemi. Na prvem mestu gre za porast komercialnih potovanj v oddaljena mesta: v Indijo, Severno Ameriko, Afriko, Rusijo. Taka potovanja zahtevajo dobro poznavanje določanja pozicije na morju, poznavanje zemljepisne dolžine in širine. Skozi celotno 16. stoletje potekajo raziskave, ki naj bi rešile ta problem, zato sta precej napredovali matematika in astronomija. Napierjevo odkritje logaritmov, ki so jih razvijali še Henry Briggs, Adrian Vlacq, Edmund Gunther in Henry Gellibrand, je predstavljalo neprecenljivo pomoč astronomom in mornarjem.

Tudi Thomas Sprat, genialni zgodovinar na Royal Society (Sprat: History of the Royal Society: 150), je uvrstil napredek v navigaciji med glavne aktivnosti na Society. Prizadevanja Flamsteeda, prvega astronoma na Royal Society pa so pripeljala do izgradnje Griniškega observatorija.

7.2.2 Pomen gospodarskega vpliva

Pomembno je ponovno osvetliti vpliv, ki so ga imeli ekonomski faktorji na usmeritve v znanstvenih raziskavah. Eden od redkih izjem, ki tega ni nikoli tajil, je bil Hooke. Vendar vseeno ne gre zanemarjati pozitivnih učinkov uspešnih raziskav, ki so se na zunaj kazali v rasti družbenega položaja in včasih v pretiranem družbenem spoštovanju, ki so ga bili deležni znanstveniki.

Tako je tudi Royal Society sestavljala predvsem skupina ljudi, ki so med seboj sodelovali in skušali odkriti čimveč skrivnosti narave in ta odkritja uporabiti v koristne namene. Gre torej za nekakšno mešanico enega in drugega, pri tem pa je vodilna sila še vedno želja po odkrivanju in raziskovanju. To precej dobro ponazarja problem zemljepisne dolžine. Znanstvenike so zanimale prednosti, ki bi izhajale iz tega odkritja, tako pomembnega za morjeplovstvo. Rešitvi tega problema je dal Sprat z Royal Society posebno težo. Hook se je trudil izboljšati nihalo, vse s ciljem rešiti problem zemljepisne dolžine. To je praktičen primer hkratnega delovanja ekonomskih in znanstveno intrinzičnih faktorjev s ciljem rešiti dolgotrajni in pomembni problem. Rešitev tega problema je zaposlovala celotno znanstveno srenjo tistega časa, imenitno ostal niti Newton. Vsa ta številna prizadevanja je izdatno podpirala tudi Royal Society, ki je skrbela tudi za izmenjavo mnenj in preskok isker med raznimi veleumi tistega obdobja.

Naslednje znanstveno področje, ki je privlačilo pozornost predvsem zaradi svoje potencialne uporabnosti, je bila študija kompasa in magnetizma. Najbolj zavzeto so magnetizem preučevali Henry Bond, Hevelius, William Molineux in Nicolaus Mercator, da bi rešili problem zemljepisne dolžine. Pridružil se jim je Halley, ki je dobil začasni položaj kapitana v mornarici in opravil je tri pomorska potovanja. Rezultat

tega je izdelava prve izogonične⁴ mape. Naslednji pomemben in praktičen problem pri navigaciji je določanje časa plime. Tudi ta prizadevanja podpre Royal Society, prva izdaja Transaction vsebuje številne referate, ki predstavijo opazovanja časa plime v različnih pristaniščih. Problem pa ostaja odprt vse do časa Eulerja, Bernoullija, D'Alemberta in kasneje Laplaca, Lubbocka in Airya, ko teorija toliko napreduje, da lahko znanstveniki svoje izračune spravijo v uporabno obliko.

Naslednji problem pomorskih poslov je bil povezan z zalogami gozdov in posledično lesa, potrebnega za izdelavo ladij. Iskali so izboljšave pri pridelavi smole, ojačitvi kobilic ladij ter ladijske opreme v najširšem pomenu besede. Lahko rečemo, da so vsi glavni problemi postali predmet znanstvenega raziskovanja, večinoma pod okriljem Royal Society. Znanstveniki so dostikrat reševali probleme s področja »čiste znanosti«, ki so se kasneje s pridom uporabili za praktične namene. Tak primer je tudi raziskava, ki naj bi povečala hitrost ladij, ki je privedla do čisto znanstvenih raziskav na področju hidrodinamike in posredno vplivala tudi na povečanje hitrosti plavajočih teles, v našem primeru ladij. Royal Society je podpirala tudi raziskave na področju podvodnih naprav, podmornic, ki bi prišle prav v primeru vojskovanja, pri opazovanju plime in podvodnih tokov in pri reševanju potopljenih zakladov. Wilkins je uvedel sidro v obliki dežnika, napredovale so raziskave ladij z dvojnimi dnovi ter permanentne debate o zaščiti ladij pred največjimi sovražniki, črvi.

V splošnem lahko trdimo, da so se skoraj vsi znanstveniki usmerili k tehničnim nalogam, ki so bile obetavne z vidika reševanja problemov navigacije. Kasneje so njihove usmeritve postale rezultat ne le potreb gospodarskega pomena, ampak so predstavljale samostojne usmeritve in individualna nagnjenja znanstvenikov do reševanja praktičnih problemov. Celo Newton ni bil imun, saj so njegove številne raziskave v matematiki našle svojo konkretno podobo v reševanju fizikalnih problemov. Vsa prizadevanja znanstvenikov in same Royal Society so bila usmerjena predvsem k temu, da bi pripomogla k razvoju tehničnih rekvizitov za uspešno delovanje gospodarskih podjetij in predvsem k širitvi trgov. To pa je ena od osnovnih karakteristik kapitalizma.

⁴ izogona je črta na zemljevidu, ki veže kraje enakim magnetnim odklonom

7.3 ZNANOST IN TEHNOLOGIJA Z VIDIKA POTREB VOJAŠKE

TEHNIKE V 17. STOLETJU

Osrednja pozornost v tem poglavju je namenjena Angliji, ki je vse do 17. stoletja zadržala vodilni položaj vojaške in trgovske države, k čemur je večkrat pripomogla tudi uporaba orožja. Skoraj 55 letno vojskovanje je pripomoglo k številnim spremembam v vojaški tehniki. To obdobje predstavlja prelomno točko v zgodovini oborožitve, saj meče in kopje zamenja strelno orožje. Dominacija strelnega orožja, tako mušket kot artilerije je značilnost tega obdobja. Naraščanje povpraševanja po strelnem orožju verjetno ni le posledica zgodnjega kapitalističnega razvoja na področju pridobivanja bakra, kositra in železa, ki so predstavljali surovine za izdelavo orožja, ampak tudi dokazane spodbude za izpopolnitev tehnike v plavžih in v livarnah.

Večina vodilnih znanstvenikov v 17. stoletju v Angliji je bila tako ali drugače, bolj ali manj, povezana z vojaško tehnologijo oziroma z reševanjem problemov, od katerih bi imela ona največ koristi. Hooke se je ukvarjal z prostim padom teles, Halley je skušal povezati astronomijo z navigacijo... Halley pa je bil pravi otrok utilitarizma, dobe, v kateri je živel. Stalno je poudarjal ekonomske koristi, ki jih znanstveno raziskovanje prinaša. Hkrati pa se je kot dober utilitarist trudil, da je za svoje raziskave porabil čim manj sredstev in da so te raziskave dejansko prinesle napredek na področju, ki ga je raziskoval. Ta prihranek se je rezultiral na različne načine in dostikrat tudi v dejanski zmanjšani uporabi določenih relativno redkih materialov. Prihranek je bil torej očitno.

To neprestano vztrajno ponavljanje gospodarskega pomena kot tudi praktične uporabe znanstvenih in matematičnih teorij je spoštovanja vredna refleksija duha gospodarskega racionalizma, ki je postal vedno bolj viden vsaj v 17. stoletju, če ne že prej. Znanstveniki niso iskali le tehnološke učinkovitosti, ampak so upoštevali tudi gospodarske prednosti strogo racionalne prilagoditve sredstev postavljenim ciljem. Tudi mnogi drugi znanstveniki, Wallis, Wren, Huygens, Robins Cotes in celo Newton, so

bili pod močnim vplivom potreb, ki jih je ustvarjala vojaška tehnologija in tako pomembno vplivala na usmerjanje znanstvenega interesa.

Vendar pa je stopnja tega vpliva še vedno problematična, čeprav obstajajo določeni dokazi, da do določenih usmeritev pri znanstvenem raziskovanju ne bi prišlo brez teh zunanjih pritiskov na znanost. Številni problemi so izhajali iz intrinzičnih razvojev znotraj same znanosti. Kljub temu pa moramo, vsaj na podlagi zbranih dokazov, določen pomen zunanjim vplivom na znanost vseeno priznati.

7.3.1 Povezava tehnologij: notranja in zunanja balistika

Leonardo je bil med prvimi v modernih časih, ki je združeval tako vojaško tehniko kot znanstveni potencial, kar se je kazalo na njegovih mnogokotnih trdnjavah, parnih topovih, topovih, ki se polnijo zadaj, risanicah, itd. Podobno so v 17. stoletju Tartaglia, Vanucci, Hartmann, Galileo, Descartes, Torricelli, Leibniz, Von Guericke, Papin, Newton, Johann in Bernoulli, Euler, Maupertius in mnogi drugi slavni znanstveniki nekaj svojih naporov namenili tudi rešitvi problemov s področja vojaške tehnike. Glavni problemi so zadevali področje topništva. Tako imenovana notranja balistika je vključevala proučevanje problemov formacije, temperature in prostornine plinov, nastalih pri izgorevanju smodnika v strelnem orožju ter prenosa na izstrelak. Drugi elementarni problem je bila določitev najmanjše teže puške, pri kateri je ta še stabilna. Boyle je na Royal Society naslovil zahtevo po preučitvi širjenja smodnika, ko se le ta vžge. Sir Robert Moray je predlagal preučitev odnosov med količino smodnika, kalibrom puške in nosilno razdaljo izstrelka. Vsi ti osnovni problemi notranje balistike so popolnoma prevzeli pozornost znanstvenikov v Angliji v 17. stoletju, kar je razvidno tudi iz številnih eksperimentov, ki so bili opravljeni že pred osnovanjem Royal Society.

Nekateri podatki kažejo, da je bila morda večja pozornost namenjena zunanji balistiki, vedi, ki obravnava gibanje projektila, ko ta zapusti strelno orožje. Gre za odnos med potjo izstrelka, hitrostjo izstrelka in zračnim uporom. Tudi tu pride do združitve med znanostjo in vojaško tehnologijo, saj Tartaglia, Collado, Galileo in tudi Torricelli napišejo vrsto razprav in celo knjig, katere skušajo znanstvene dosežke na tem področju spraviti v prakso. Večina tez izhaja že iz Galileovega teorema, da je pot izstrelka

parabolična, kar naj bi bilo deloma posledica vrtenja Zemlje. Hooke, Newton, v Franciji Mersenne in Petty so skušali definirati vpliv Zemljine rotacije na pot izstrelka. Gre za izrazit primer čistega znanstvenega raziskovanja in tudi usmerjenega raziskovanja oziroma poskusa takega delovanja s strani vojaške industrije, ki je tako raziskovanja usmerjala na področja, ki so jo najbolj zanimala.

8. STRUKTURA RAZLIČNIH EKONOMSKIH FAKTORJEV

V tem poglavju se bomo osredotočili na ambivalenten odnos med notranjimi in zunanjimi faktorji, ki vplivajo na znanstveno raziskovanje. Če zadevo postavimo znotraj okvira 17. stoletja, ki je predmet naše raziskave, nas zanima, kakšen je bil vpliv predvsem teh zunanjih faktorjev na smer znanstvenega interesa?

Kot osnovo te študije lahko uporabimo zapisnike Royal Society, ki jih najdemo prepisane v delu Bircha: History of the Royal Society. To je vir, ki ga je uporabil pri svoji študij Science, Technology & Society in Seventeenth-Century England Robert Merton in služi kot osnova za preverjanje naše izhodiščne hipoteze. Birch je pri tem upošteval le srečanja v letih 1661, 1662, 1686 in 1687, vendar pa ne obstaja noben resen razlog, na podlagi katerega bi lahko prepostavljali, da ti dokazi ne predstavljajo tipičnih srečanj članov. Morda nam prav ta razpon v letih lahko razkrije spremembe v stopnji družbenih in gospodarskih vplivov v tem obdobju. Uporabljena klasifikacija je bolj empirična kot logična. Postavke so označene kot direktno povezane z družbenimi ali gospodarskimi potrebami, ko je posameznik opravljal raziskavo, ki eksplicitno kaže na tako povezavo ali ko neposredna razprava kaže na tako relacijo. Postavke, označene kot indirektno povezane, pa veljajo za primere, ko gre za radikalno prekinitev povezave med trenutnimi praktičnimi potrebami, ki niso neposredno povezane z raziskovalci. Take raziskave so označene kot čista znanost.

Pri uvrščanju raziskav v obe kategoriji sta bili uporabljeni tudi dve varovali. Prvo je bilo v tem, da sta klasifikacijo neodvisno opravile dve osebi, kar je naredilo klasifikacijo konsistentnejšo ter manj subjektivno. Drugo je uvrščanje raziskave med nekaj

reprezentativnih primerov v vsaki kategoriji. Ne glede na obe varovali, pa se moramo zavedati, da takšna procedura predstavlja le grob približek vpliva zunanjih faktorjev na izbiro subjekta znanstvene raziskave. Uporabljena je bila sledeča empirična klasifikacija:

A. Raziskave povezane s sociološko-gopodarskimi potrebami

- Pomorski prevoz in navigacija
 - Direktno povezane raziskave
 - Študije kompasa in magnetnega odklona
 - Pomorske mape in hidrografske karte
 - Metode določanja pozicij ladij na morju - zemljepisna dolžina in širina
 - Študije časa plimovanja
 - Načini konstrukcije ladij in izumi ladijskih pripomočkov
 - Indirektno povezane raziskave
 - Študije gibanja teles in vode
 - Opazovanja nebesnih teles s ciljem določiti zemljepisne dolžine in širine
 - Študije botanike in gozdarstva za zagotavljanje lesa za izdelavo ladij
- Rudarstvo in metalurgija
 - Direktno povezane raziskave
 - Metode povečevanja pridobivanja kovin
 - Eksperimenti z vodnimi črpalkami
 - Načini dovajanja zraka v rudnike in kontrola vlage
 - Metalurgija
 - Splošna rudarska tehnika
 - Indirektno povezane raziskave
 - Načini dvigovanja bremen, uporabni za dvigovanje rud
 - Problemi naraščanja vode v rovih in študije atmosferskega pritiska za črpanje vode iz rogov
 - Študije stisnjenega zraka, koristne za ventilacijo rudnikov
- Vojaška tehnologija
 - Direktno povezane raziskave

- Študije poti izstrelka, hitrosti projektila in samega strela
- Študije postopkov litja in izboljšave strelnega orožja
- Študije odnosov med smodnikom v orožju in dometom projektila
- Študije fenomena povratnega udarca puške
- Eksperimenti s smodnikom
- Indirektno povezane raziskave
 - Študije kompresije in raztezanja plinov, uporabne za izboljšavo strelnega orožja
 - Študije čvrstosti, odpornosti in elastičnosti materialov
 - Študije prostega pada teles v povezavi z raziskavami trajektorij izstrelkov
 - Študije gibanja teles skozi obstojni medij za ugotavljanje vpliva zračnega upora na izstrelke
- Tekstilna industrija
 - Raziskave, ki so jasno in eksplicitno vezane na to industrijo
- Splošna tehnologija in poljedelstvo

B. Čista znanost

(Merton, 2001: 201-202)

Različne postavke raziskav, o katerih so debatirali na sestankih Royal Society, so bile razvrščene v te kategorije. Podatki, razvrščeni v tabelo kažejo dokaj verodostojno sliko fokusa znanstvenega interesa in gre za strnjen pregled rezultatov. Relevantne podatke glede usmeritve znanstvenega interesa pa najdemo v tabeli (glej tabelo 8.1)

Tabela 8.1: Povprečna stopnja družbenih in gospodarskih vplivov na selekcijo znanstvenih problemov med člani Royal Society v Londonu:

	1661		1662		1686		1687		Skupaj 4 v letih	
	Število	%	Število	%	Število	%	Število	%	Število	%
Skupaj	191	100	203	100	241	100	171	100	806	100
Čista znanost	76	39,8	63	31	103	42,7	91	53,2	333	41,3
Znanost, povezana z družbeno-gospodarskimi potrebami	115	60,2	140	69	138	57,3	80	46,8	473	58,7

Pomorski prevoz	17	8,9	41	20,2	39	16,2	32	18,7	129	16
- direktno povezan	10	5,2	18	8,9	25	10,4	16	9,4	69	8,6
- indirektno povezan	7	3,7	23	11,3	14	5,8	16	9,4	60	7,4
Rudarstvo	63	33	48	23,6	28	15,8	17	9,9	166	20,6
- direktno povezano	4	2,1	5	2,4	10	4,1	6	3,5	25	3,1
- indirektno povezano	59	30,9	43	21,2	28	11,7	11	6,4	141	17,5
Vojaška tehnologija	18	9,4	23	11,3	32	13,3	14	8,2	87	10,8
- direktno povezana	15	7,9	13	6,4	22	9,1	8	4,7	58	7,2
- indirektno povezana	3	1,5	10	4,9	10	4,2	6	3,5	29	3,6
Tekstilna industrija	8	4,2	5	2,4	9	3,7	4	2,3	26	3,2
Splošno tehnologija in poljedelstvo	9	4,7	23	11,3	20	8,3	13	7,6	65	8,1

Vir: Merton, Robert King (2001, 1970): *Science, Technology & Society in Seventeenth-Century England*, New York: Howard Fertig, 1970

Glede na podatke, zbrane v tabeli, se zdi, da je bilo manj kot polovica (41,3 %) različnih raziskav opravljenih v teh štirih letih posvečena čisti znanosti. In če jim dodamo podatke o raziskavah, ki so bile le posredno povezane s praktičnimi problemi (7,4 % pomorskemu transportu, 17,5 % rudarstvu in 3,6 % vojaški tehnologiji), približno 70 % teh raziskav nima sorodstva s praktičnimi potrebami. V grobem lahko rečemo, da je med 40 – 70 % raziskav znotraj čiste znanosti in obratno, med 30 – 60 % raziskav je bilo pod vplivom praktičnih potreb. Če pogledamo raziskave, ki so bile odvisne od praktičnih potreb, je bil pomorski transport najbolj privlačen. To je bilo povezano z dejstvom, da je Anglija otok in je zato problematična tako z vojaškega kot tudi z ekonomskega vidika. Podoben pomen imajo vplivi vojaške tehnike na raziskave. Rudarstvo je prav tako imelo upoštevanja vreden vpliv, zlasti na področju mineralogije in metalurgije s ciljem uporabiti nove rude in uvesti nove metode pridobivanja kovin iz

teh rudnin. Zanimivo je tudi dejstvo, da je v kasnejših letih naraščalo razmerje raziskav na področju čiste znanosti. To lahko komentiramo na različne načine:

- Možno je, da so na začetku člani Royal Society skušali opravičiti svojo dejavnost (kroni in javnosti) s čimprejšnjimi rezultati. Zato so usmerjali svoje raziskave v dejavnosti, ki so obetale praktične koristi.
- Probleme, ki so jih na začetku proučevali predvsem zaradi njihove uporabnosti za družbo so kasneje preučevali brez pritiska glede praktične uporabe, saj so bili na osnovni ravni že zadovoljivo rešeni. Gre zopet za prepletanje med intrinzičnim znanstvenim interesom in praktično uporabo.

Glede na povedano so bili ti izsledki, ki so se nagibali bolj k čisti znanosti, tja tudi uvrščeni. Na splošno rečeno je bilo med 30-60 % sočasnih raziskav direktno ali indirektno pod vplivom družbeno ekonomskih potreb.

9. VPLIV DRUGIH DRUŽBENIH IN KULTURNIH FAKTORJEV NA ZNANSTVENI NAPREDEK

Ne samo religijski faktorji, tudi drugi faktorji so (morda sicer v manjši meri) vplivali na pojav in razvoj znanosti v 17. stoletju. Tako je že profesor Alfred Weber vpeljal koristno razlikovanje na tri razvrstitve družbenih fenomenov: na družbo, civilizacijo in kulturo. Družba zajema vzorce interakcij med osebami, zlasti tiste, ki bi lahko bili rezultat naravnih teženj in pogojev. Družbena struktura brez upoštevanja metode in vrednot spada v to kategorijo. Webrova koncepcija družbenega v grobem sovпада s Schelerjevo razvrstitvijo med t.i. Realfaktoren: spol, pleme, država, politika in ekonomija.

Področji civilizacije in kulture sicer pronikata iz družbe, vendar se teoretično precej razlikujeta od nje. Civilizacijo sestavljajo celota empiričnega in znanstvenega znanja in zbirka tehničnih sredstev za nadzor nad človekom in naravo, ki jih najdemo v vsaki

družbi. Kultura vsebuje shemo vrednot od normativnih načel in idealov, ki služijo za razlikovanje med dobrim in slabim, med dovoljenim in prepovedanim, lepim in grdim, pa vse do svetega in profanega. Faktorje, ki zadevajo razvoj civilizacije, kamor spadata tudi znanost in tehnologija, lahko prikladno uvrstimo v dve kategoriji družbe in kulture, ki sta seveda ločeni vendar medsebojno odvisni. Podrobneje si ju bomo ogledali v tem poglavju. (Merton, 2001: 208-209)

9.1 GOSTOTA POPULACIJE

Mnogo teorij podpira odnos med gostoto populacije in rangom znanstvenega in tehnološkega napredka. Večina od njih trdi, da obstaja pozitivna korelacija med visoko gostoto populacije in znanstvenim napredkom. Paul Jocoby je skušal ta odnos izraziti s formulo $u = f(xy)$, kjer je x gostota, y je kvocient urbanosti in u je frekvenca genijev ali nadarjenosti.

Podobnega mnenja so bili tudi nekateri drugi teoretiki, med njimi Adolphe Coste, Feldhaus, Cornejo in Vierendeel. Vendar obstajajo številni pridržki k takim teorijam, saj je v nekaterih velikih populacijah ta korelacija negativna ali pa je sploh ni. Levasseur primerja določene province na Kitajskem z večjo gostoto prebivalstva, vendar manjšo stopnjo inventivnosti kot v nekaterih področjih v Franciji. Gre za praktično negacijo teorije, ki bi eventualno lahko delovala le kot izoliran faktor, ki vpliva le na določene spremembe. Vendar pa je gostota populacije samo en element med številnimi, ki vplivajo na družbo in zato ne more delovati izolirano.

Kateri so tisti mehanizmi in procesi, ki vplivajo na znanstveni napredek? Katere značilnosti visoke gostote prebivalstva so primerne za rast tehnologije in znanosti? Odgovor demografov gre v dve smeri:

- naraščanje potreb po novih izumih in
- stopnjevanje družbene interakcije.

Glede na navedena dejstva rečemo, da potrebe igrajo pomembno vlogo na fokus znanstvenega interesa, vendar so še vedno sekundarnega pomena za stimulacijo splošnega napredka. Drugi odgovor pa posredno zmanjšuje pomen gostote populacije,

saj stopnja interakcij ni nujno povezana le z velikostjo in gostoto populacije, ampak tudi z drugimi sredstvi, ki te interakcije pospešujejo (npr. sredstva transporta, komunikacije).

Rast prebivalstva v Angliji v 17. stoletju je bila po vsej verjetnosti večja kot v katerikoli drugi evropski državi. Gregory King ocenjuje število prebivalstva v Angliji v letu 1696 na okoli 5.500.000. Ta številka se bistveno ne razlikuje od kasnejše ocene Finlaison, ki ocenjuje isto prebivalstvo na približno 5.200.000 v letu 1700 in tudi ne mnogo od ocene Rickmana, ki ocenjuje, da je takrat živelo v Angliji približno 6.000.000 ljudi. Med naštetimi je zlasti pomemben Rickmanov podatek, saj predstavlja edino oceno rasti prebivalstva pred letom 1700, ki je skoraj povsem točna. Njegove številke v tabeli izhajajo iz trojne kalkulacije: iz baptističnih podatkov ter podatkov o pogrebi in porokah. Ne glede na določene razlike med raznimi ocenami pa velja kot splošno priznано, da se je prebivalstvo v 17. stoletju povečalo za približno 25 %. (glej tabelo 9.1)

Tabela 9.1: Ocenjeno število prebivalcev v Angliji v letih 1570 - 1700

Leto	Število prebivalcev
1570	4.160.321
1600	4.811.718
1630	5.600.517
1670	5.775.646
1700	6.045.008

Vir: Merton, Robert King (2001, 1970): *Science, Technology & Society in Seventeenth-Century England*, New York: Howard Fertig, 1970

Nepopolni podatki potrjujejo, da je prebivalstvo naraščalo predvsem v mestih. Tako se je po oceni sira Williama Pettya prebivalstvo Londona podvojilo v letih 1636 in 1676, Gregory Kingovi podatki govorijo, da se je prebivalstvo v Londonu v 17. stoletju povečalo za štirikrat, medtem ko bolj konzervativne ocene Grasa in Sombarta govorijo o povečanju za trikrat.

Ena od osnovnih zahtev kopičenja prebivalstva je bilo naraščanje absolutnih potreb po določenih izumih, ki bi rešili novo nastajajoče probleme in omogočili preživetje prebivalcev v večjih mestih. Sem spadajo rešitve na področju dobave hrane, napredka transportnih sredstev, stanovanjskih in sanitarnih problemov ter mnogih drugih. Vse te potrebe so direktno in indirektno vplivale na usmerjanje tehnoloških in znanstvenih raziskav s ciljem najti rešitve za te probleme. Tudi Royal Society se je močno zavedala teh težav, ustanovili so Georgicall Committee, ki je imel cilj raziskati in izboljšati obstoječe poljedelske prakse. Sledilo je reševanje problema "bodoče dostave", predvsem dobave hrane in drugih dobrin v novo nastajajočih mestih. Raziskave so potekale v smeri iskanja primernih sredstev transporta, zagotavljanja plovnosti rek in čiščenja dna rek, predvsem Temze, ter sredstev za povečanje vodnih zalog v mestih z različnimi črpalkami.

Poveča se pomen izumov, saj rešitve, ki so bile prej le zaželene in koristne, sedaj postanejo pomembne za obstoj prebivalstva v teh novih razmerah. »Strošek« izuma ostaja isti, rešitev pa koristnejša kot kdajkoli prej. Znanstveniki postanejo vse bolj cenjeni in občudovani, saj so »rešitelji« tega novega sveta.

9.2 DRUŽBENA INTERAKCIJA

Navedeni podatki nas navajajo na misel, da ima večja gostota prebivalstva večje število izumiteljev kot manjša skupina. To drži le deloma, vendar je tako za populacijo kot za znanstveni razvoj bolj pomembno absolutno število izumiteljev kot njihovo sorazmerje v celotni populaciji. Vendar na rast števila izumov pomembno vpliva tudi svobodna komunikacija med izumitelji ter sistem kulturnih vrednot, ki visoko ceni inovacije in njihove avtorje, ter akumulacija znanja, ki je na razpolago za potencialne izumitelje.

Med njimi, vsaj po naši oceni, prevladuje družbena interakcija kot najpomembnejši element za rast invencij. Direktna interakcija z neposrednimi kontakti ni nič pomembnejša kot kroženje mnenj, teorij in dejstev, kar omogočajo različna sredstva komunikacije. Ta sredstva, skupaj s potovanji spodbujajo tudi kulturne spremembe.

Mnoge rešitve problemov so bile najdene prav z neposrednim stikom med znanstveniki in preko primerjave različnih pogledov teh znanstvenikov na isti problem. Ti pogledi največkrat izhajajo iz različnega kulturnega konteksta določenega znanstvenika ter različnih metod raziskovanja. Kasneje so ta različna opazovanja seveda sistematizirana in združena v enotno teorijo.

Eden od najbolj znanih primerov, kako interakcija vodi smer znanstvenega razvoja, je ideja, ki bi lahko ostala zasebna in vključuje Newtonovo Principia. Newton je tako večino svojih misli o gravitaciji končal leta 1666 in se nato začel ukvarjati z drugimi izzivi. Šele ko je Donne obiskal Wrena leta 1677 in je Hooke v pismu leta 1679 spraševal Newtona po komentarju njegove teorije o nebesnem gibanju, se je le ta ponovno, sicer le začasno, osredotočil na problem gravitacije. In le zaradi Halleyevega stimulativnega obiska pri Newtonu leta 1684 se je le ta znova popolnoma posvetil problemu gravitacije in posledično je končno prišlo do objave Principie.

Družbena interakcija je povezana z razvojem znanosti še na več različnih načinov. Znanost je javno in ne zasebno znanje in čeprav ideja o »drugih osebah« ni eksplicitno uporabljena v znanosti, je vedno potihoma odobrena. Tako mora znanstvenik, ki hoče dokazati veljavnost opravljenih eksperimentov, to dokazati s pozitivno prestanim preizkusom pred ostalimi kolegi, ki se ukvarjajo s podobnimi aktivnostmi. Tak pritisk pa ustvarja problem, da mora rešitev zadovoljiti tako znanstvenikove lastne kriterije kot tudi kriterije skupine, s katero je v resničnem ali simboličnem stiku. Delo znanstvenika je na vsaki točki razvoja pod vplivom intrinzičnih zahtev samega fenomena, s katerim se ukvarja, ter je podvrženo kritiki drugih znanstvenikov. Vse te navedbe znanstvenega procesa izvirajo iz dejstva, da so znanstvene teorije in zakoni predstavljeni na strogo logičen in »znanstven« način. Kot je že Poincaré povedal, je bila večina pomembnih znanstvenih odkritij napovedanih prej, kot so bila dokazana. Čeprav je intuicija pomemben instrument iznajdbe, pa nikakor ni zadostna osnova za doktrino, da bi ta postala vključena kot del znanosti. Dokaz je še vedno potreben.

To so glavni načini, ki prispevajo k naraščanju družbene interakcije in pospešujejo znanstveni napredek. Ali so te interakcije sploh vplivale na hiter razvoj znanosti v 17.

stoletju? Po naši oceni vsekakor. V 17. stoletju pride do pomembnih izboljšav na področju transporta in komunikacij, leta 1608 uvedejo v Londonu kočije, kar se razširi po vsej Angliji že do konca leta 1685.

Podobno je na področju komunikacij, osnuje se poštni sistem, ki je zlasti pomemben zaradi povezav s Kontinentom. Vsa ta povečana družbena interakcija je pomembno vplivala na razvoj znanosti, saj potovanja učenjakov niso bila več tako naporna in omejena, razdalje so se lažje, hitreje in udobneje premagovale kot kdajkoli prej. V Angliji se interakcije med znanstveniki poenostavijo z osnovanjem "nevidnega kolidža" in posledično Royal Society. Korespondenca med znanstveniki, ki predstavlja edini način znanstvene komunikacije v zgodnjem 17. stoletju, je olajšana z napredkom poštnih storitev. Prostorske razdalje med znanstveniki (ki so bile značilnost tistega časa) nimajo velikega pomena, če obstajajo primerna sredstva komunikacije, saj je mogoče znanstvene in matematične dosežke v celoti izraziti v logični obliki in jih zato lahko zapišemo. Ta problem je izvrstno rešil znanstveni časopis *The Philosophical Transactions*. Objavljal je številne prispevke s področja vodilnih raziskav tistega časa in v celoti izpolnil pričakovanja. Pogoste polemike o spornih teoretičnih objavah so kazale na velik eksperimentalni interes za testiranje konfliktnih teorij, objavljale so se nove hipoteze, sodobna znanstvena dela so bila kritično pregledana in načrti za nove raziskave so bili predstavljeni javnosti. Rezultat tega je bil izrazit porast zanimanja ne samo za znanost, ampak tudi za znanstvene dosežke.

9.3 KULTURNI KONTEKST

Odnosi med stopnjo in načinom družbene interakcije in razvojem znanosti in tehnologije veljajo le za razmerja znotraj določenega kulturnega konteksta. Pomembno je vedeti, koliko okolja je vključenega v posploševanje, tako da za teoretične namene ni smiselno govoriti o nevtralnem okolju. Znanost zahteva medsebojno delovanje številnih umov, sedanjih mislecev in preteklih misli, in je nekakšna dediščina ali bolj ali manj organiziran oddelek, ki predpostavlja nepristranskost, integriteto in poštenost znanstvenikov in spoštovanje moralnih norm. In najpomembnejše: verifikacija znanstvenih konceptov je sama po sebi osnovni družbeni proces. V znanosti gre za

delovanje velikega števila ljudi, ki morajo znotraj znanstvene skupnosti preko nešteti interakcij najti skupno pot za sistematičen razvoj.

To, kar je v današnjih časih povsem normalno, je bilo v 17. stoletju skoraj nenormalno in zelo redko. Znanstvena prizadevanja lahko napredujejo le, če jih vodijo kompetentne osebe, ki jih neprestano usmerjajo in se trudijo, da znanstveni elan ne popušča. Eden od pomembnih elementov znotraj kompleksa vrednot v okviru t.i. fleksibilne družbe je ideja dinamičnih ideologij, kakor to imenuje Carli. Osnova te ideologije je vera v sposobnost in prepričanje, da najbližja prihodnost prinaša večje obete za družbo kot predhodno obdobje. Ta vera v napredek je postajala vse bolj očitna v 17. stoletju v Angliji in je vse bolj naklonjena pozitivnim pričakovanjem sprememb v bodočnosti. George Hakewell, Bacon, Hobbes, Boyle, Glanvill in mnogi drugi so spremnili mnenje, da je svet degeneriran in usojen na propad, v prepričanje v sijajno in nepremerljivo prihodnost. Ta koncept se je vsesplošno razširil in spremenil razpoloženje v celotni kulturi, vključno z znanostjo. Skladno s splošnim prepričanjem se spremeni tudi kompleks pravil, ki urejajo družbo. Stare norme izgubijo pomen. Nastopijo nove norme: te norme so predvsem utilitarizem, individualizem in racionalni empiricizem. V rigidnih tradicionalnih družbah je le majhna vera v napredek človeštva, množica se raje ozira nazaj kot naprej. Najpomembnejša je usmeritev v drugi svet, utilitarizem je prepovedan, racionalizem pa igra le obrobno vlogo pri določanju načina obnašanja. Anglija je bila v 17. stoletju bližja fleksibilnemu tipu družbe kot tradicionalnemu, saj se je ustvaril trend, ki je zagovarjal večji individualizem, utilitarizem in je prekinil s tradicijo. Reformacija je obračunala z onim svetom, napredek pa z tradicijo. V drugi polovici 17. stoletja se javno mnenje osvobodilo tako cerkvenih kot tudi vladarskih okov. Ta doba je označena kot "duh svobodnega liberalnega poizvedovanja", relativno rečeno, tradicionalizem se je izpel.

Puritanizem je bilo eno od najbolj vplivnih gibanj, ki je nenamerno širilo svoj nabor vrednot znotraj religijskega konteksta, katerega osnovna predpostavka je bil prav strikten utilitarizem. Prav ta strikten utilitarizem je bil tudi osnovna predpostavka puritanskih prepričanj. Utilitarizem je prodril tudi znotraj bistva znanstvenih domnev tistega časa. Če je temeljno načelo znanosti vsaj od 17. stoletja razumevanje narave v

smislu poskusa nadzora nad njo, potem je nujno, da so fenomeni zgrajeni na tak način, da je mogoče napovedati posledice. Ko uspemo te fenomene spraviti na določen način v »red«, ko so tako zreducirani na skupno osnovo, tedaj postanejo vodljivi in jih lahko prilagajamo našim potrebam.

Ta pravila postanejo hitro jasna na področju izobraževanja, kjer je bil tradicionalizem bolj trdno usidran na univerzah, predvsem na začetku stoletja in manj kasneje. Do leta 1630 je na univerzah obstajal zakon, ki je finančno kaznoval vsakršno odstopanje od Aristotelovih idej, vendar je že leta 1642 parlament povabil Komenskeya, naj osnuje nov kolidž na Baconovih smernicah. Posledično pride do pozitivnih sprememb tudi pri drugih vzgojnih ustanovah, kar vpliva tudi na politične in religijske divergence, ki se otresejo tradicionalističnih okov. Tudi filozofija ni imuna na te pojave, saj se pojavijo trendi individualizma, sekularizacije in utilitarizma.

Bacon, Hobbes, Locke, Lord Shaftesbury in drugi so jasni zagovorniki utilitarizma, ki enoglasno zatrjujejo, da je znanje moč. Šole in univerze so začele prilagajati svoje učne načrte in podpirati študijske predmete in smeri, ki bi bile lahko koristne za praktično uporabo na religijskem, tehnološkem ali gospodarskem področju. V obdobju vzpona moderne dobe, ko znanost še ni dosegla družbene avtonomije, je poudarek koristnosti služil kot pomembna opora. Družba je bila znanosti naklonjena in jo je cenila predvsem zaradi njene potencialne uporabe. V 17. stoletju je bil najbolj učinkovit sponzor znanosti prav utilitarističen standard, ki pa danes deluje bolj kot zavora.

10. ZAKLJUČEK

V zaključku naloge bi rad še enkrat poudaril, da je bil osnovni cilj diplomskega dela najti tesno povezavo med nastankom moderne znanosti in puritanizmom, kar mi je, vsaj tako upam, uspelo. Različni avtorji, različni zgodovinski viri ter različna obdobja, v katerih so njihova dela nastala, imajo toliko paralel, da tega enostavno ne moremo prezreti. Hipotezo dodatno potrjujejo empirični podatki iz študije Roberta Mertona, ki dajejo zgodovinskim dejstvom še dodatno težo.

Poleg tega bi si upal trditi, da sem uspel dokazati, da se zveza med znanostjo in protestantizmom (puritanizmom) ni pojavila samo v Angliji, temveč tudi v ostalih protestantskih deželah kontinentalne Evrope. Te iste dežele še danes spadajo med gospodarsko najmočnejše države na svetu, imajo visoke življenjske standarde in vlagajo ogromna sredstva v znanost in razvoj. Ta povezava se je kot uspešen izvozni artikel izkazala tudi v Novem Svetu - v Združenih Državah, ki so največja gospodarska sila na svetu s pretežno protestantskim prebivalstvom. Vse to so nesporno dejstva, ki dodatno podpirajo vodilno hipotezo.

Če poskušamo iz vsega navedenega napraviti povzetek, bi se morali, po mojem mnenju, izraziti nekako takole: znanost ima svoje začetke v antiki, ki ji je sledilo relativno dolgo obdobje zatišja in sholastičnega načina poučevanja, ki je trajalo vse do konca druge polovice srednjega veka. Zlom srednjeveškega sistema in krščanske dogme ter vzpon protestantizma pomembno vplivajo na ponovno oživljanje znanosti. Sprva skromni začetki znanstvenih raziskovanj najdejo svojo potrditev zlasti v ideji o predestinaciji, kjer posameznik z asketskim načinom življenja in dela išče svojo potrditev, da je tudi sam med izbranimi. Osnovne ideje protestantizma in še zlasti njegove različice puritanizma se idealno prekrivajo z znanstvenim načinom mišljenja, ga spodbujajo in podpirajo. Znanost pridobiva veljavo, se institucionalizira in pomembno prispeva k splošni blaginji družbe. Znanost postane cenjena in zaželena, poklic znanstvenika pa prestižen in vse pomembnejši za nadaljni razvoj družbe. Vzporedno tečejo procesi osamosvajanja znanosti od nadzora in pokroviteljstva religije, dokler se dokončno ne osamosvoji in postane tudi sama dovolj močna in uveljavljena, da lahko samostojno stopa po svoji poti. Prva faza znanstvenega razvoja je tako končana, znanost pa ima zagotovljeno enakopravno mesto v družbi, tako kot kultura, narava, delovanje in drugi faktorji, ki jo oblikujejo.

V 17. stoletju je postala ideja o napredku splošno priznana. Prevlada te doktrine je integralni del kulture, ki je priča velikemu znanstvenemu in tehnološkemu napredku. Tu se postavlja vprašanje, ki si ga je zastavljal že Rene' Hubert: "*Zakaj je v določenem času določena skupina posameznikov verjela v možnost ali celo v realnost napredka?*"

Že na začetku stoletja je Bacon izžareval intelektualni optimizem, ki je prevladoval skozi celo 17. stoletje. Ko je kasneje opazoval napredek v navigaciji in pri ostalih odkritjih, se je njegov optimizem le še stopnjeval in napovedal je še hitrejši razvoj družbe v celoti. Napredek je stimulirala še splošna družbena klima, ki je temeljila na puritanizmu, le ta pa na utilitarističnih in praktičnih načelih. Vse te ideje so odmevale preko celotnega 17. stoletja. Med najbolj priljubljene razlage tega utilitarnega in optimističnega vedenja spadajo razlage Josepha Glanvilla, ki je sam doživljal pomemben znanstveni napredek v prvi polovici stoletja, pozdravljal nadzor nad naravo, ki ga je omogočila nova znanost in se veselil nadaljnega napredka: »Moramo iskati in zbirati, opazovati in preiskovati in shraniti v banki za čas, ki prihaja.«

Glanvilla je preveval utilitarni optimizem, ki doseže kulminacijo šele čez dve stoletji v pozitivnem prepričanju, da je praktično vse dostopno znanstvenemu raziskovanju ter da znanje in podreitev narave lahko trajajo v nedogled. Sprat je v delu *History of the Royal Society* izrazil iste občutke. Taka razmišljanja so prodrli celo znotraj religijske miselnosti, najbolje jih je povzel John Edwards. Edwards in vrstniki pa očitno niso doumeli, da bo poudarjanje utilitarističnih kriterijev in vrednot vrglo slabo luč na religijo, katere pristaši in podporniki so bili tudi sami. Tako so pristaši religije sami sebi kopali grob s prostovoljnim vnosom sekularnih norm v uporabo.

Kakšen je pomen splošno sprejete ideje o napredku v tem času? Če hočemo odgovoriti na to vprašanje, moramo opredeliti pogoje, ki so združeni vplivali na znanstveni napredek v tem obdobju. Ljudje, ki so pregledali nedavni napredek veččin in znanosti so ugotovili, da je družba v določenih (koristnih) pogledih precej napredovala. In ker sta tako znanost kot tehnologija znatno napredovali, so bile tudi teorije o napredku splošno sprejete. Veljalo je tudi splošno prepričanje, da bo uspeh kronal posameznikove napore, kar je bila še dodatna spodbuda za delovanje posameznika znotraj izbrane dejavnosti. Pomembno je poudariti, da so progresivistične teorije dopuščale možnost napredka, ki pa ni nujno neizbežen. Teorije, ki zagovarjajo neizbežnost napredka družbe, se pojavijo šele v 19. stoletju. Vidna je skladnost med sprejemanjem progresivističnih idej in vzporednim napredkom znanosti, kar še podžiga zaupanje, lahko bi celo rekli, vero v napredek.

Druga povezava je skrita v dejstvu, da je zaradi sočasnega ugleda naravnih znanosti večkrat prišlo do poskusa prenesti zaključke iz teh znanosti na družbene fenomene. Po Brunetie'ru gre za idejo o enotnem delovanju zakonov narave kot integralnem elementu teorij o napredku. Sprejemanje ideje, da "enaki učinki sledijo enakim vzrokom, vodi k razmišljanju, da če se je družba razvijala v preteklosti, se bo razvijala tudi v prihodnosti. Zakon pospeševanja je bil širokogrudno prenesen v uporabo znotraj zgodovine in pravi, da je hitrost družbene spremembe proporcionalna s časom. Iz tega lahko sklepamo, da se bo družba razvijala samo še hitreje.

Zadnja in morda najpomembnejša elementa kulture, ki poudarjata sprejemanje progresivizma, sta sprememba družbene organiziranosti in uporaba kriterijev utilitarizma. To je bilo obdobje hitrega naraščanja vertikalne mobilnosti, ko je buržoazija pridobivala moč. Bogastvo je postajalo vedno bolj učinkovito sredstvo za doseg ugleda, trgovski magnati so hitro napredovali na družbeni lestvici. Trgovina je postajala dovolj cenjena za mlajše sinove višjega in nižjega plemstva, da so se začeli z njo ukvarjati poklicno. Globoke politične in družbene spremembe in naraščajoča družbena mobilnost, niso podpirale vzdrževanje stusa quo ampak so spodbujale vero v napredek.

Drugi temeljni faktor, poleg sprejetja progresivističnih idej, je bila uporaba utilitarističnih norm, ki so zagotavljale usmerjenost tudi v kulturi. Nekdo lahko odkrije napredek v inštrumentih, tako znanstvenih kot tehnoloških, v sredstvih komunikacije in transporta, v bojnih sredstvih, torej v vseh utilitarnih pritklinah življenja. Na kratko rečeno, doktrina napredka je tesno integrirana s kulturo, kjer utilitarizem predstavlja eno od temeljnih norm in kjer je znanost podvržena hitremu razvoju.

Na tem mestu bi omenil, da pri vsem tem ne smemo pozabiti na pomemben odnos (povezavo) med znanostjo in filozofijo, ki v resnici ni bil nikoli popolnoma prekinjen. Vsaj med največjimi znanstveniki tega obdobja (17. stoletja) je bila vedno prisotna latentna povezava med znanostjo in filozofijo. Nekateri akterji so to priznali, nekateri pač ne. V moji nalogi smo se tega področja le bežno dotaknili v poglavjih, kjer je bilo

to potrebno. To morda že tema naslednje raziskave, ki bi bila vsekakor vredna posebne pozornosti.

Svoja razmišljanja lahko zaključim z ugotovitvijo, da je bila kulturna podlaga v 17. stoletju v Angliji posebno rodovitna za rast in razširjanje znanosti. Zgodovina nam v tem pogledu vsekakor pritrjuje.

Kaj pa danes? V kateri smeri se giblje znanstveni napredek danes? Kateri so tisti družbeni faktorji, ki vplivajo na oblikovanje znanstvenega interesa v postmoderni družbi? Ali je morda pred nami nov velik preskok v razvoju človeštva, ko bomo zapustili matični planet in odšli raziskovat vesolje? Priprave na to že potekajo, kdaj se bo to zgodilo, pa bo povedala prihodnost. In le upamo lahko, da nam bo naklonjena.

11. LITERATURA

1. Barnes, Barry (1985): *About science*, Basil Blackwell, New York
2. Bernal, J.D. (1957, 1954): *Science in History*, Watts and Co Ltd, London
3. Braudel, Fernand (1990): *Civilizacije kroz povijest*, Globus, Zagreb.
4. Capra, Fritjof (1986): *Vrijeme preokreta: Znanost, društvo i nastupajuća kultura*, Globus, Zagreb
5. Cohen, Bernard I. (1985): *Revolution in science*, Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Mass., London
6. Descartes, René (1957): *Razprava o metodi : kako pravilno voditi razum ter v znanostih iskati resnico / Pravila kako naravnovati umske zmožnosti*, Slovenska matica, Ljubljana
7. Ekar, Maša (2004): *Socio-kulturne ovire in spodbude za nastanek in razvoj moderne znanosti: Arabska in Evropska znanost*, diplomsko delo, Ljubljana
8. Habermas, Jürgen (1986): *Tehnika i znanost kao "ideologija"*, Školska knjiga, Zagreb
9. Joseph Ben-David (1986): *Uloga znanstvenika u društvu*, Školska knjiga, Zagreb
10. Koyré, Alexandre (1981): *Naučna revolucija*, Nolit, Beograd
11. Mali, Franc (1979): *Znanost – religija*, diplomsko delo, Ljubljana
12. Mali, Franc (1994): *Znanost kot sistemski del družbe*, Fakulteta za družbene vede, Ljubljana.
13. Mali, Franc (2002): *Razvoj moderne znanosti*, Fakulteta za družbene vede, Ljubljana.
14. Mendelssohn, Kurt (1976): *Science and Western Domination*, Thames and Hudson, London
15. Merton, Robert King (2001, 1970): *Science, Technology & Society in Seventeenth-Century England*, Howard Fertig, New York

16. Mill, John Stuart (2003): *Utilitarizem in o svobodi*, Krtina, Ljubljana
17. Ošljaj, Borut (1993): *Antropološki temelji znanosti*. *Anthropos* (3-4), 61-82.
18. Rossi, Paolo (2004): *Rojstvo moderne znanosti v Evropi*, založba cf., Modra zbirka: delajmo Evropo, Ljubljana
19. Rousseau, Pierre (1955): *Zgodovina znanosti*, Državna založba Slovenije, Ljubljana
20. Sarton, George (1927-1948): *Introduction to the History of Science*, The Williams & Wilkins Company, Baltimore
21. Sarton, Georg (1988): *History of Science and the New Humanism*, Cambridge: Harward University Press
22. Schooler, Dean J. (1971): *Science, scientists and public policy*, Free Press, New York 1971
23. Sombart, Werner (1920): *Der Bourgeois. Zur Geistesgeschichte des modernen Wirtschaftsmenschen*, Duncker : Humblot, München
24. Sorokin, Pitirim (1937): *Social and Cultural Dynamics*, American Book Company, New York
25. Tavželj, Anamarija (1981): *Znanost – magija – religija, praznoverje*, diplomsko delo, Ljubljana
26. Ule, Andrej (1990): *Nove paradigme v znanosti*, Teorija in praksa, let.27, št.3/4, str.440-447
27. Weber, Max (1988, 1947): *Protestantska etika in duh kapitalizma*, Založba Škuc, Ljubljana
28. Weber, Max (1991, 1922): *The Sociology of Religion*, Beacon Press, Boston, Massachusetts