

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

MAGISTRSKO DELO

JADRAN GORJAN

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

MAGISTRSKO DELO
OBVLADOVANJE TVEGANJ S SIMULACIJAMI
PRIMER ELEKTROMOTORJA PROIZVAJALCA
ISKRE AVTOELEKTRIKE D. D.

Ljubljana, julij 2007

JADRAN GORJAN

IZJAVA

Študent JADRAN GORJAN izjavljam, da sem avtor tega magistrskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom prof. JANEZA PRAŠNIKARJA, in skladno s I. odstavkom 21. člena Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah dovolim objavo magistrskega dela na fakultetnih spletnih straneh.

V Ljubljani, dne 12.7.2007

Podpis: _____

Kazalo vsebine

1	UVOD	1
2	PROBLEMATIKA IN NAMEN MAGISTRSKEGA DELA	1
3	CILJI DELA	5
4	PREDSTAVITEV PODJETJA IN IZDELKA	5
4.1	PREDSTAVITEV ISKRE AVTOELEKTRIKE	5
4.2	PREDSTAVITEV SPE MEHATRONIKA	7
4.3	PREDSTAVITEV IZDELKA IN APLIKACIJE SERVOVOLANA.....	9
4.3.1	EPS-SERVOVOLAN	10
4.3.2	PREDSTAVITEV PROJEKTA.....	12
4.3.3	KONSTRUKCIJA IZDELKA	14
4.3.4	PROIZVODNI PROCES	15
5	TEORETSKI OKVIR	17
5.1	SPLOŠNO O OBRAVNAVANI TEMATIKI.....	17
5.2	OPREDELITEV POLNE LASTNE CENE IZDELKA	18
5.3	TVEGANJE	21
5.4	SIMULACIJA OBČUTLJIVOSTI, SCENARIJEV IN MONTE CARLO SIMULACIJA.....	24
5.5	EXTEND PROGRAMSKI PAKET ZA IZDELAVO SIMULACIJE	29
5.6	KRIVULJA UČENJA IN KRIVULJA IZKUŠENOSTI.....	30
6	PRIPRAVA PODATKOV ZA SIMULACIJE	32
6.1	ZASNOVA SIMULACIJ	32
6.2	ANALIZA TRENDOV CEN STRATEŠKIH SUROVIN IN OSTALIH VPLIVNIH VELIČIN.....	36
6.2.1	GLOBALNI EKONOMSKI POLOŽAJ.....	39
6.2.2	MENJALNO RAZMERJE EUR/US\$	39
6.2.2.1	DOLOČANJE MENJALNEGA RAZMERJA	39
6.2.2.2	NAPOVED	40
6.2.3	BAKER (NAPOVED)	42
6.2.4	ALUMINIJ (NAPOVED).....	44

6.2.5	JEKLO (NAPOVED)	44
6.2.6	MAGNETI IZ REDKIH ZEMELJ (NAPOVED)	45
6.3	ANALIZA TRENDOV GIBANJA CEN OSTALIH VELIČIN	48
6.3.1	STROŠKI DELA	48
6.3.1.1	SLOVENIJA	48
6.3.1.2	ITALIJA, FRANCIJA IN NEMČIJA	49
6.3.2	STROŠKI ENERAGENTOV	49
6.3.2.1.1	NAFTA (NAPOVED)	49
6.3.2.2	ELEKTRIČNA ENERGIJA (NAPOVED)	52
6.4	KRIVULJE UČENJA	53
6.4.1	KRIVULJA UČENJA KAKOVOSTI	54
6.4.1.1	VHODNI PODATKI ZA KRIVULJE UČENJA KAKOVOSTI	55
6.4.2	KRIVULJA UČENJA PRODUKTIVNOSTI	56
6.4.3	KRIVULJA UČENJA IZKORIŠČENOSTI NAPRAV	57
6.4.4	KRIVULJA UČENJA NABAVNIH VIROV IN TEHNOLOGIJE	57
6.5	SPREMEMBA POGODBENIH KOLIČIN	58
7	IZDELAVA SIMULACIJ	59
7.1	KALKULACIJA NA IZHODIŠČNI DAN (08. 11. 2006)	59
7.1.1	STRUKTURA LASTNE CENE	59
7.1.2	ANALIZA KOMPONENT MOTORJA	60
7.1.3	NATANČNA ANALIZA »PARETO« KOMPONENT	60
7.1.3.1	ŽICA LAKIRANA	61
7.1.3.2	MAGNETI	61
7.1.3.3	STATORSKI PAKET	62
7.1.3.4	PREDNJI POKROV	62
7.1.3.5	GRED	62
7.1.3.6	OKROV	63
7.1.3.7	LEŽAJI	63
7.1.3.8	ZALIVNA MASA	63
7.1.3.9	JEDRO	63
7.2	SIMULACIJA OBČUTLJIVOSTI, SIMULACIJA SCENARIJEV	63

7.2.1	SIMULACIJA OBČUTLJIVOSTI	64
7.2.2	SIMULACIJA SCENARIJEV	67
7.3	MONTE CARLO SIMULACIJA	69
7.3.1	GENERIRANJE MODELA	69
7.3.2	REZULTATI SIMULACIJE IN INTERPRETACIJA	71
8	PRIMERJAVA SIMULACIJ	77
9	SKLEP	78
10	LITERATURA IN VIRI	82
11	SLOVARČEK POJMOV IN OKRAJŠAV	90

Kazalo slik

Slika 1:	Segmentacija mehatronike v avtomobilski industriji	8
Slika 2:	Organiziranost SPE Mehatronika	8
Slika 3:	Prikaz sklopov CEPS-volanskega mehanizma	11
Slika 4:	Položaj CEPS-sistema glede na življenjski cikel	11
Slika 5:	Elektromotor in avtomobil, v katerega je elektromotor vgrajen	12
Slika 6:	Zaporedje izvajanja faz razvoja in industrializacije izdelka po APQP-priročniku	13
Slika 7:	Pogodbene in dejansko izdelane količine v letu 2006	14
Slika 8:	Glavni sestavni deli motorja	15
Slika 9:	Tloris proizvodnje z glavnimi podprocesi	16
Slika 10:	Primer porazdelitve polne lastne cene projektov A in B (norm. porazdelitvi)	21
Slika 11:	Primer porazdelitve polne lastne cene projektov A in B (normalna in beta)	23
Slika 12:	Primer elastičnosti polne lastne cene v odvisnosti od različnih veličin	26
Slika 13:	Primer rezultata analize scenarijev	26
Slika 14:	Grafični prikaz krivulje izkušenosti	31
Slika 15:	Struktura simulacije	34
Slika 16:	Struktura nabavne cene naključne komponente motorja	34
Slika 17:	Trend gibanja in ključni podatki	35

Slika 18: Diskretizirana krivulja, fiksne verjetnostne porazdelitve znotraj tromesečij	37
Slika 19: Diskretizirana krivulja, variabilne verjetnostne porazdelitve znotraj tromesečij.	38
Slika 20: Diskretizirana krivulja, variabilne verjetnostne porazdelitve znotraj tromesečij.	38
Slika 21: Trend gibanja menjalnega razmerja US\$/EUR do marca 2007	40
Slika 22: Trend gibanja menjalnega razmerja US\$/EUR do septembra 2007	41
Slika 23: Menjalno razmerje EUR/US\$ za obdobje 01. 01. 2004 do 01. 11. 2006.....	41
Slika 24: Cena bakra na LME med 31. 10. 2005 in 30. 10. 2006 (US\$/tono).....	42
Slika 25: Cena bakra (LME) za prihodnje mesece, začenši z oktobrom 2006 (US\$/tono).	43
Slika 26: Grafična oblika podatkov za simulacijo (baker)	43
Slika 27: Grafična oblika podatkov za simulacijo (aluminij).....	44
Slika 28: Grafična oblika podatkov za simulacijo (jeklo)	45
Slika 29: Ponudba in povpraševanje med 2004 in 2010 za okside redkih zemelj v tonah..	46
Slika 30: Določitev matematične funkcije trenda rasti cene neodijevga oksida.....	47
Slika 31: Grafična oblika podatkov za simulacijo (Nd-oksidi)	47
Slika 32: Grafična oblika podatkov za simulacijo (stroški dela Slovenija).....	49
Slika 33: Napoved cene nafte za sodček (Us\$ za sodček).....	50
Slika 34: Določitev matematične funkcije, ki opisuje trend.....	51
Slika 35: Grafična oblika podatkov za simulacijo (nafta)	51
Slika 36: Grafična oblika podatkov za simulacijo (električna energija)	52
Slika 37: Proizvodni proces, podprocesi in krivulje učenja	54
Slika 38: Grafična oblika podatkov za simulacijo (krivulja učenja – kakovost).....	56
Slika 39: Grafična oblika podatkov za simulacijo (krivulja učenja – produktivnost).....	57
Slika 40: Pareto diagram stroškov sestavnih delov	60
Slika 41: Diagram občutljivosti (EUR/kos).....	66
Slika 42: Rezultat Monte Carlo simulacije.....	72
Slika 43: Časovna korelacija trendov za baker, aluminij in jeklo	75
Slika 44: Grafičen prikaz rezultatov (gostota porazdelitev).....	76

Kazalo tabel

Tabela 1: Lastniška struktura Iskre Avtoelektrike d. d. na 31. 12. 2006 (%)	6
Tabela 2: Pogodbene količine.....	12
Tabela 3: Struktura polne lastne cene in prodajne cene.....	20
Tabela 4: Obstoječe stopnje rasti BDP in napoved za izbrane države (%).....	39
Tabela 5: Porast cen oksidov redkih zemelj med letom 2005 in 2006 v odstotkih (%)	46
Tabela 6: Letni porast cen neodijevega oksida (%) in cena po letih (US\$ za tono).....	46
Tabela 7: Nominalna rast bruto plač branže za Slovenijo med 2007 in 2012 (%)	48
Tabela 8: Struktura tehnologij pridobivanja električne energije v letu 1973 in 2002 v % ..	52
Tabela 9: Izbrani parametri za simulacijo.....	55
Tabela 10: Izbrani parametri za simulacijo.....	55
Tabela 11: Elementi lastne cene izdelka z grafom.....	59
Tabela 12: Struktura nabavne cene v %.....	61
Tabela 13: Strošek komponent glede na vhodne surovine z grafom (EUR/kos).....	64
Tabela 14: Analiza občutljivosti (EUR/kos).....	65
Tabela 15: Analiza scenarijev (EUR/kos)	68
Tabela 16: Analiza zmnožkov vrednosti posameznih trendov surovin	76
Tabela 17: Prikaz koreliranosti/nekoreliranosti trendov v simulaciji.....	77
Tabela 18: Primerjava robnih predpostavk simulacij	77

Kazalo formul

Formula 1: Pričakovana vrednost	22
Formula 2: Standardna deviacija	23
Formula 3: Koeficient variabilnosti	23
Formula 4: Formula krivulja učenja	30
Formula 5: Formula krivulja izkušenosti.....	31
Formula 6: Nabavne cena komponente	34
Formula 7: Kazalnik celovite izkoriščenosti opreme.....	53

Formula 8: Povprečna vrednost.....	68
Formula 9: Standardna deviacija	68

Kazalo dodatkov

Dodatek A:	Trendi, uporabljeni v simulaciji
Dodatek B:	Analiza trendov strateških surovin in ostalega
Dodatek C:	Opis izdelanih elementov v programskem paketu Extend
Dodatek D:	Rezultati Monte Carlo simulacije
Dodatek E:	Izgled Monte Carlo simulacije

1 UVOD

Pri določitvi teme magistrske naloge se je izbira vsilila praktično sama. Takoj sem pomislil na vsebino, ki bi bila povezana z računalniškimi simulacijami. Prvotno sem si zamislil Monte Carlo simulacijo denarnih tokov projekta, kot eno izmed metod obvladovanja tveganj, ki bi jo izdelal s pomočjo programskega orodja Extend. Pozneje sem odločitev spremenil in izbral simulacijo polne lastne cene izdelka skozi življenjsko dobo projekta. To odločitev sem sprejel, ker sem za podjetje, iz katerega izhajam, želel prikazati trenutno stanje na področju priprave kalkulacij in možne simulacije, ki so kakovostno na višji ravni. Postaviti sem želel osnovo za dvig kakovosti analiz, kjer bi predvsem pri večjih projektih bilo smiselno izvajati tudi analize denarnih tokov preko Monte Carlo simulacije (poleg obstoječih analiz). Zasnova simulacije in namensko zasnovani elementi v programskem paketu Extend bodo omogočali izdelavo poljubnih Monte Carlo simulacij.

Glavno težo magistrske naloge predstavlja zasnova simulacije v programskem paketu Extend. Nima smisla izdelati zapletenega pristopa za izdelavo simulacij, ki bi jih bil v prihodnosti v stanju izdelovati samo jaz. Zato sem želel izdelati pristop, kjer bi lahko ostale uporabnike v podjetju v par urah priučil za izdelavo Monte Carlo simulacij. Uporabnost pristopa se bo kazala skozi število teh simulacij v prihodnosti. Če bo le-ta dovolj preprost in časovno nepotraten, potem menim, da ni ovir, da ga ne bi množično uporabljali. Za opredelitev uspešnosti izdelanega pristopa je treba postaviti merljive cilje, kjer bo jasno razvidno njihovo doseganje.

V nalogi je obravnavan tudi vidik krivulj učenja. Podjetja premalo upoštevajo učinke, ki jih te krivulje imajo. Tudi Iskra Avtoelektrika ni izjema in menim, da je veliko projektov lahko spornih, če pri sprejemanju odločitev omenjenega vidika ne upoštevamo.

2 PROBLEMATIKA IN NAMEN MAGISTRSKEGA DELA

Iskra Avtoelektrika vse bolj odločno vstopa s proizvodnim programom v segment, v katerem je bila pred časom že prisotna, vendar v povsem drugačnih okoliščinah, kot je to danes. Govora je o t. i. prvi vgradnji v avtomobilski industriji. Z izgubo jugoslovanskega trga po osamosvojitvi Slovenije je podjetje zašlo v težave. Treba je bilo prestrukturirati proizvodni program in prilagoditi celotno poslovanje. Tako smo uspešno prešli krizno obdobje in dosegali rast pretežno na segmentu druge vgradnje avtoelektričnih izdelkov in enosmernih motorjev (v nadaljevanju DC-motor; angl. Direct Current).

Magistrsko delo se bo osredotočilo na najmlajši izdelek v proizvodnji podjetja, in sicer brezkontaktni motor (v nadaljevanju BLPM-motor; angl. Brushless Permanent Magnet) za servo volan avtomobilov. Sistem (tehnična rešitev) je poznana pod kratico EPS (angl. electrically powered steering). Podjetje sicer še vedno dobavlja motor starejše generacije nemškemu kupcu. Ta motor je klasične konstrukcije (DC-motor) in servo volan nosi oznako EHPS (angl. Electro Hydraulic Power Steering).

Trendi razvoja so šli v smer čistih električnih pogonov EPS. Sam sistem je danes stalnica v vsakem novem avtomobilu, ki se pojavi na trgu. Nudi nam varčnejše delovanje, preprosto konstrukcijo, neslišnost, veliko možnosti regulacije in nenazadnje tudi stroškovno ugodnejšo sliko, ko govorimo o celotnem sistemu in ne zgolj o motorju. Sistem uporablja brezkontaktni motor, ki nudi vrsto prednosti pred predhodniki. Te prednosti se nanašajo predvsem na manjšo porabo električne energije, manjše izgube, večje možnosti regulacije in daljšo življenjsko dobo (TRW, 2006).

Razvoj BLPM-motorja za popolnoma novega kupca je prinesel v podjetje veliko novosti z vidika odnosa kupec-dobavitelj, razvoja izdelka in proizvodnega procesa. Veliko bolj kot v preteklosti se je izkazalo kot nujno tesno sodelovanje različnih funkcij podjetja skozi celotno načrtovanje industrializacije proizvoda. Izvajanju daje hrbtenico standard kakovosti QS9000, ki ga je leta 2000 pridobila tudi Iskra Avtoelektrika. To je severnoameriški standard, njegov del je tudi priročnik APQP (angl. Advanced Product Quality Planning). Ta opisuje vse faze, od zamisli, do prvih dobav izdelkov kupcu (The Elsmar Cove, 2003). Ves čas sledi osnovni logiki t. i. sočasnega razvoja, kar pomeni, da se faze prekrivajo in ne izvajajo več zaporedno, kot je bilo to v navadi v preteklosti (Prasad, 1996, str. 164). Predvideva sestavo multidisciplinarnih timov, skozi katere zagotavljamo optimalno izvajanje vseh potrebnih aktivnosti.

Sam projekt je za podjetje velik finančni zalogaj. Poleg tega je vstopanje v panogo, kjer ni ravno velikih dobičkov, zelo tvegano, obenem pa nujno za nadaljnjo rast in pridobivanje znanja. Fazi razvoja izdelka in procesa mora zato biti posvečena velika pozornost. Uporabiti je smiselno čimveč sodobnih pristopov, da zmanjšamo negotovosti, povezane s poslovanjem. Lahko bi rekel, da je obvladovanje stroškov ključno. Obvladovanje kakovosti je tako za kupca kot tudi za proizvajalca samoumevno.

Skozi izvajanje projekta so se zaposleni soočali z veliko problemi in izzivi. Pridobljene izkušnje so dobra osnova za nadaljnje projekte. Izpostavil bi, da je šlo za izredno neugodne razmere, saj je bilo znotraj projekta veliko neznank. Največja je vsekakor tehnologija izdelave statorja (oprema za navijanje in t.i. zalivanje). To tehnologijo je podjetje kupilo na ključ. Sama konstrukcija izdelka je podjetju znana in ni povzročala toliko težav kot že omenjena tehnologija izdelave. Novost, ki smo jo uporabili v izdelku, so magneti iz redkih zemelj. Iz tega opisa bi rad izpostavil pojem krivulje učenja (Prašnikar, Debeljak, 1998, str. 211), ki je zelo izrazit prav zaradi majhne stopnje poznavanja uporabljenih tehnologij. Potrditev se kaže danes z zagonom proizvodnje.

Projekt sam je pokazal tudi problematiko medčloveških odnosov. V mislih imam metodologijo dela, ki jo predpisuje APQP-priročnik, kjer je ves čas govora o sočasnem razvoju. Zaposleni v podjetju so orientirani pretežno na individualno delo, kar je zelo značilno tudi za slovensko okolje, in zato je nedvomno rezultat dela slabši, kot bi lahko bil. Poleg tega je treba poudariti veliko formalizacijo vseh faz projekta, ki jo predpisuje priročnik, kupec pa tudi dejansko zahteva. V preteklosti podjetje s tako striktnimi pravili še ni imelo opravka in tudi to dejstvo je vplivalo na samo izvajanje projekta.

Iz sklopa zaposlenih, ki so bili člani projektnega tima, bi rad izpostavil še pripravljenost na spremembe. Kot vemo, so te praviloma nezaželene. Kupec propagira prijeme vitke proizvodnje. Predvidene so spremembe v načinu »delovanja« celotnega proizvodnega procesa, in to že iz najosnovnejšega gradnika (proizvodne operacije). Tudi povezava med operacijami in logistika (dovajanje potrebnih materialov na mesta uporabe) je različna od tiste, ki jo poznamo trenutno v podjetju. Sicer pa je potrebnih sprememb veliko več, kot je tu omenjenih. Končni rezultat, ki se kaže danes, je, da smo le deloma prilagodili proizvodnjo zahtevam načel vitke proizvodnje. Menim pa, da smo v tem trenutku še najdlje pri vidiku organizacije dela. V mislih imam delo neposrednih delavcev in posluževalcev (zaposleni, ki skrbijo za dovajanje potrebnih materialov na proizvodne operacije). Podjetja ponavadi naredijo osnovno napako, ko prezrejo, od kod izvira vitka proizvodnja. Kulturne razlike onemogočajo, da bi kar vzeli nek nov pristop in ga nespremenjenega uvedli v svoje okolje. Prav to je razlog, da največ projektov uvajanja vitke proizvodnje propade.

Namen magistrske naloge je izdelava simulacije, ki je za podjetje dokaj nova. Izdelana bo s programsko opremo Extend, proizvajalca Imaginethat inc. (ZDA). To bo Monte Carlo simulacija polne lastne cene izdelka. Z vidika programske opreme govorimo o diskretnem modelu (Imagine That Inc., 2004). Osnovna ideja je prikazati možno evolucijo kalkulacije polne lastne cene iz statične variante (deterministični pristop) preko analize scenarijev, analize občutljivosti, do Monte Carlo simulacije, ki velja za najkompleksnejšo izmed vsebinsko podobnih analiz (Brigham, Daves, 2004, str. 423).

Obstoječi izdelek je vzet kot osnova za magistrsko nalogo, zato da:

- poteka delo na realnih podatkih,
- se lahko naloga osredotoča na bistvo (simulacijo) in ne na zbiranje oziroma pripravo vhodnih podatkov.

Pri bodočih projektih, kjer bo bistveno prav zbiranje podatkov, ki jih v nalogi privzemam kot dane, bo pristop Monte Carlo simulacije že postavljen. Izdelava bo tako časovno povsem nepotratna, če jo primerjamo s samim zbiranjem vhodnih podatkov.

Predpostavil bom, da je trenutno podjetje na pragu zmogljivosti, ki jih nudi režim dela. Povečanje je možno z uvedbo dodatnih izmen, kar pa pomeni skok v fiksnih stroških (večji del stroškov dela je treba obravnavati kot fiksen). Seveda se bo s časom zaradi krivulje učenja pojavila določena rezerva v zmogljivostih (te danes praktično nimamo), ki bo omogočila morebitno večjo količino proizvodnje (če bo kupec povpraševal po njej).

V simulacijo nameravam uvesti pojav, poznan pod pojmom krivulje učenja. Izdelane bodo na podlagi obstoječih podatkov, ki se trenutno dnevno zbirajo in obdelujejo, vse od zagona proizvodnje. Nanašale se bodo na različne vidike (porabo človeškega dela na enoto proizvoda, delež izmeta, nabavne vire, izkoriščenost opreme). Pri človeškem delu bom izhajal iz trenutne porabe na kos in predpostavil, da se bo čez čas obstoječa poraba spustila na raven, ki bo ocenjena na podlagi realnih predvidevanj (še vedno pa bo občutna razlika

med načrtovanimi stroški dela in dejanskimi). Tudi z vidika kakovosti bom postopal podobno. Predpostavil bom določen delež nekakovosti, ki bo dosežen, ko bo stanje optimalno, in čas, v katerem bo to stanje doseženo. Jasno je namreč, da je nekakovosti ob zagonu proizvodnje bistveno več.

Poleg tega bom v simulacijo vključil časovno komponento pričakovanega gibanja stroškov. Za vse dražje sestavne dele motorja bom glede na Paretovo pravilo (Sekine, 1992, str. 54) skušal definirati strukturo nabavne cene. Za vsak element strukture bom opredelil pričakovano gibanje v prihodnosti. Primer, preko katerega najenostavneje prikažem namen, je bakrena žica. Nabavno ceno lahko razdelimo na več delov (surovi material, amortizacija, stroški dela, električna energija ...). To je v bistvu stroškovna slika izdelka, ki ga kupujemo od dobavitelja. Definiral bom trende gibanja (matematična funkcija, odvisna od časa) posameznih elementov nabavne cene. Sicer bi bilo zaželeno, da bi lahko pridobil že izdelane analize trendov, na kar pa ni mogoče računati, ker so le-te plačljive. Ko bom imel trende, bom moral zaradi same metode, ki jo bom uporabil, te podatke diskretizirati. To pomeni, da bom zvezno funkcijo razdelil na segmente, ki bodo predstavljali tromesečja. V vsakem tromesečju bom simulacijo izvedel za vzorec velikosti »n« (2.000 opazovanj). Končna faza bo predstavljala izdelavo vseh že omenjenih simulacij in Monte Carlo simulacije, ki ji bom posvetil največjo pozornost. Sledilo bo vrednotenje rezultatov, kjer bom skušal ugotoviti, ali je pristop, ki sem ga ubral, sprejemljiv.

Zavedam se, da bom za zbiranje podatkov porabil večji del časa, kar praktično lahko pomeni, da bodo uporabljene vrednosti že del preteklosti. V primeru magistrskega dela menim, da je to sprejemljivo, saj posvečam pozornost pristopu izdelave simulacije in ne absolutni natančnosti in ažurnosti podatkov. Slednji dve lastnosti bosta pomembni za nadaljnje simulacije v podjetju, ki se bodo izdelovale po zasnovanem pristopu. Prav natančnost in ažurnost bosta povzročali največjo težavo, ker glede na načelo »garbage in – garbage out« postane lahko še tako dobra simulacija popolnoma neuporabna, če so vhodni podatki napačni.

Pri izdelavi simulacije bo treba imeti veliko mero kreativnosti, če hočem, da bodo cilji, ki jih podajam v nadaljevanju, tudi doseženi. Vsaka komponenta simulacije se bo analizirala posebej in skušal bom utemeljiti pravilnost izbrane rešitve.

Poudaril bi rad, da bi v primeru izdelave analiz in nastopa pred potencialnim kupcem s pristopom, ki je bolj napreden, pridobili na kredibilnosti. Seveda pa se takoj postavi vprašanje, koliko je le-ta pomemben dejavnik pri sklepanju posla. Poleg tega moram omeniti še problematiko, do katere privedejo statične kalkulacije po načelu »na današnji dan«. Lahko, da podjetje zaradi trenutnih razmer in rezultatov, ki jih kaže kalkulacija, odstopi od projekta, ker je s stroški nad ciljno ceno, ki jo postavi kupec. Jasno je, da če se stroški v prihodnosti znižajo, zavržemo potencialno dober projekt, kar je posledica neupoštevanja časovne komponente. Tudi v tem primeru je predlagana simulacija (celoten pristop magistrske naloge) dobra rešitev. Celo v primeru, ko se prodajna cena v pogodbi določa na drugačen način (preko formul), lahko kupcu prikažemo boljšo sliko, če

razpolagamo z bolj naprednimi analizami. Če smo edini izmed možnih dobaviteljev, ki smo to storili, imamo vsaj nekaj več možnosti, da posel pridobimo.

3 CILJI DELA

Glavni cilj magistrske naloge je ugotovitev, ali je pristop izdelave Monte Carlo simulacije pravilen, oziroma ali daje sprejemljive rezultate. Do tega bom prišel s primerjavo z ostalimi analizami, ki jih bom izdelal. Poleg tega bom seveda moral rezultate tudi statistično ovrednotiti. Glede na posamezne verjetnostne porazdelitve vplivnih veličin in algoritem preračuna lastne cene izdelka bom moral vzorcem rezultatov določiti, kateri porazdelitvi ustrezajo. Veliko pozornost pa nameravam posvetiti sami simulaciji z vidika njene »arhitekture«. Cilj s tega vidika bo izpolnjen, če mi bo uspelo izdelati in pripraviti tako simulacijo, da bo podjetje za primerljive simulacije v prihodnosti potrebovalo 1/2 dneva (izključno za izdelavo simulacije, ne pa še za zbiranje potrebnih podatkov, ki traja veliko več časa), kar se mi zdi sprejemljiv rezultat. To nameravam storiti z izdelavo standardnih blokov, ki jih bo moč zlagati v novo simulacijo. Če bi že moral opisati zamisel, potem bi rekel, da bo pri novih simulacijah šlo za »zlaganje lego kock«.

V sami nalogi bom imel tudi vmesne cilje. Nedvomno je med njimi določitev matematičnih funkcij gibanja cen strateških surovin skozi čas, ravno tako tudi gibanja drugih dejavnikov, ki jih bom opredelil.

Cilj je tudi dokazati, da je današnji pristop izdelave kalkulacij zelo vprašljiv, ker ne upošteva določenih dejavnikov, kot na primer krivulje učenja (produktivnost, kakovost), ki je tem bolj izrazita, čim bolj gre za nepoznano tehnologijo. Vse kalkulacije, ki se delajo v fazi snovanja ponudbe za kupca, kažejo vedno le optimalno stanje, ki ga pa dosežemo šele po določenem času od pričetka proizvodnje izdelka. Ta časovni okvir optimiranja lahko traja 20 do 30 % trajanja projekta, česar ne bi smeli zanemarjati.

4 PREDSTAVITEV PODJETJA IN IZDELKA

4.1 PREDSTAVITEV ISKRE AVTOELEKTRIKE

Podjetje je bilo ustanovljeno v letu 1960, ko je bila proizvodna dejavnost avtoelektričnih izdelkov prenesena iz Iskre Kranj v novo podjetje Poslovna enota Iskra Kranj - Tovarna Avtoelektrike Šempeter pri Gorici. Na razvoj Iskre Avtoelektrike so vplivali različni dejavniki v razvoju družbenoekonomskega in političnega sistema v nekdanji skupni državi Jugoslaviji, kakor tudi razvoj v samostojni Republiki Sloveniji. Razvoj podjetja je bil v obdobju od ustanovitve do leta 1989 v tesnem sodelovanju in povezan z razvojem jugoslovanske avtomobilske industrije. Iskra je bila največji dobavitelj alternatorjev in zaganjalnikov za osebna in industrijska vozila, ki so jih izdelovali v Zastavi, DMB, IMT, TAS in ostalih tovarnah na območju bivše Jugoslavije. Dejstvo je, da je imela Iskra Avtoelektrika monopolen položaj v tem prostoru, kar je za poslovanje pomenilo prednost.

Vendar so se že takrat kazale negativne strani takšnega statusa. Izdelki podjetja, ki bi lahko bili namenjeni izvozu, so bili nekonkurenčni, odzivnost in pripravljenost na prilagoditev ponudbe na povpraševanje pa nizka. Razvojna dejavnost je bila predvsem usmerjena v velikoserijsko proizvodnjo. Osamosvojitve Slovenije v letu 1991 je za Iskro Avtoelektriko pomenila popolno izgubo tradicionalnih trgov in s tem najbolj kritično obdobje v zgodovini podjetja. Proces sprememb se je v bistvu začel že v letu 1988, ko je bil izdelan prvi poslovnik kakovosti. Podjetje je iz leta v leto postopoma izboljševalo navedene procese in se vzpenjalo po stopnicah do poslovne odličnosti. Ta proces se je začel s pridobitvijo certifikata kakovosti ISO 9001:2000, ki ga je Iskri podelil British Standards Institution, kot prvemu podjetju v celotni vzhodni Evropi. V letu 2000 je podjetje pridobilo standard kakovosti QS 9000. V letu 2006 pa je podjetje pridobilo še standard ISO/TS 16949, ki odpira vrata v avtomobilsko industrijo. Danes je blagovna znamka Iskra mednarodno uveljavljena, podjetju predstavlja izvoz 99 % celotnih prihodkov od prodaje, večinski delež predstavljata trga EU in ZDA.

Iskra Avtoelektrika je organizirana kot koncern. Koncern se v teoriji praviloma opredeljuje kot povezovanje ene obvladujoče družbe in ene ali več odvisnih družb, pod enotnim vodstvom obvladujoče družbe (Šime, Kocbek, 1994, str. 432). Na vrhu je obvladujoča družba Iskra Avtoelektrika d. d., sledijo ji proizvodne družbe v Sloveniji, trgovske družbe v tujini in mešana proizvodna podjetja v tujini. Koncern zaposluje skupaj preko 2100 ljudi. Obvladujoča družba je bila 12. 10. 2006 uvrščena na borzno kotacijo Ljubljanske borze (predhodno so skoraj dve leti bile uvrščene na prosti trg). Izdanih je 1.608.313 delnic s celotno nominalno vrednostjo 3.216.626.000,00 SIT (13.402.608 €), z lastniško strukturo, ki je prikazana v tabeli 1.

Tabela 1: Lastniška struktura Iskre Avtoelektrike d. d. na 31. 12. 2006 (%)

Delničar	Število delnic	Delež v %
Areal d. o. o.	390.686	24,29
KAD	228.379	14,20
NFD I Delniški investicijski sklad, d. d.	191.574	11,91
Notranji lastniki - zaposleni v skupini	189.261	11,77
SOD, d. d.	113.853	7,08
Zvon ena ID, d. d.	79.179	4,92
Bivši zaposleni in upokojenci	72.759	4,52
Bazalt d. o. o.	68.149	4,24
Vzajemni sklad delniški Evropa Vip Invest	60.664	3,77
Delniški vzajemni sklad Triglav steber I	46.257	2,88
Zavarovalnica Triglav, d. d.	44.717	2,78
Vipa Holding, d. d.	36.963	2,30
Ostali	85.872	5,34

Vir: <http://www.iskra-ae.com>

Iskra Avtoelektrika d. d. proizvaja zaganjalnike in generatorje za motorje z notranjim zgorevanjem, avtonomno napajane enosmerne električne pogonske sisteme in druge zahtevnejše komponente za avtomobilsko industrijo ter hladno kovane dele. Obvladujočo družbo Iskra Avtoelektriko d. d. tvorijo strateške poslovne enote (v nadaljevanju SPE) in direkcije ter razvojni center, ki so med seboj povezane matrično. Delniška družba Iskra

Avtoelektrika d. d. zaposluje preko 1500 ljudi, vodi jo tričlanska uprava. V družbi je pet SPE in osem direkcij. Za koordinacijo dela med strokovnjaki iz direkcij, SPE in odvisnih družb so oblikovani strokovni kolegiji in sveti. Strateške poslovne enote so: SPE Avtoelektrika, SPE Pogonski sistemi, SPE Sestavni deli, SPE Trading ter od 1. 1. 2005 dalje SPE Mehatronika.

4.2 PREDSTAVITEV SPE MEHATRONIKA

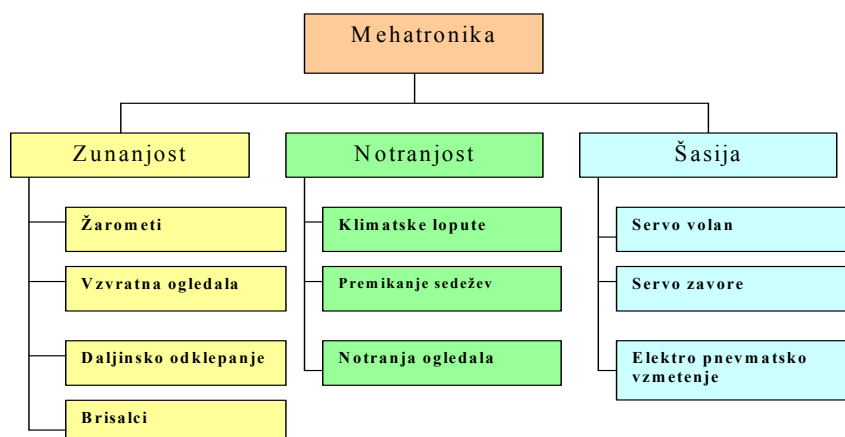
Ustanovitev nove SPE Mehatronika je posledica strateške odločitve Iskre Avtoelektrike, da ponovno aktivno vstopi na trg avtomobilske industrije. V novi SPE je predvidena proizvodnja različnih motorjev in sklopov v velikih serijah za potrebe avtomobilske industrije. V prvi fazi je planirana proizvodnja elektromotorjev za hidravlične in mehanske servovolane, kasneje pa bi lahko proizvajali tudi motorje in sklope za druge aplikacije, npr. elektromehanska zavora, vzmetenje, klima itd. Prvi projekt sega v leto 2000, ko je pričelo podjetje dobavljati enosmerni motor, ki se vgrajuje v EHPS-sistem vozila BMW Mini. Takrat je projekt potekal še znotraj SPE Pogonski sistemi. Ta projekt je bil dobro zastavljen in je podjetje postavil na trg kot ponudnika v panogi mehatronike. Podjetje ima že veliko izkušenj s tehnologijo izdelave motorjev, ki so v rabi pri aplikacijah, kot je servovolani. Prav izdelek, ki je predmet magistrskega dela, je dokončno utrdil položaj podjetja v segmentu mehatronike, in v prihodnosti so že na vidiku novi projekti, ki bodo omogočali podjetju dodatno pridobivanje tržnega deleža in nadaljnjo rast.

Izraz mehatronika (Mechatronics) je leta 1960 uvedlo japonsko podjetje Yaskawa Electric, ki je proizvajalo električne motorje za robotiko in industrijsko avtomatizacijo. Ime je v bistvu sestavljeno iz besed:

- Mechanics = motorji in aktuatorji (mehanski sklopi),
- Electronics = senzorji,
- Software.

Mehatronika je skupni izraz za mehaniko in elektroniko. V zadnjih desetletjih je prisotna v skoraj vseh industrijskih vejah, še posebno pa v avtomobilski industriji. Skoraj ni več dela avtomobila, ki ne bi poleg mehanskega dela vseboval tudi elektronski nadzor. Mehatroniko v avtomobilu delimo glede na aplikacije, ki so lahko vezane na zunanost, notranost in šasijo avtomobila (glej sl. 1 na str. 8).

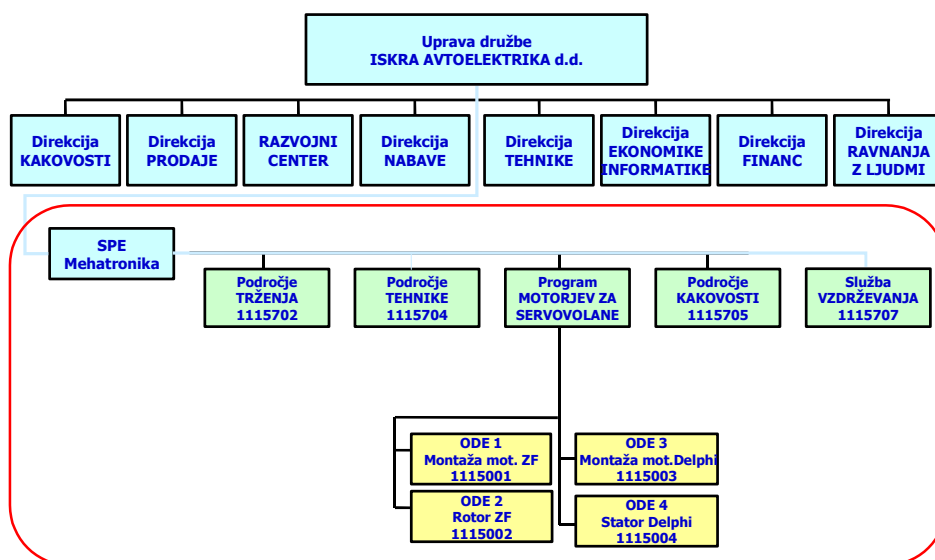
Slika 1: Segmentacija mehatronike v avtomobilski industriji



Vir: Frost & Sullivan, The European Market for Mechatronics, 2003, str. 26

Podjetje se uvršča med t. i. dobavitelje TIER2, ki dobavljajo podsisteme dobaviteljem TIER1. Slednji so direktni dobavitelji avtomobilskim proizvajalcem. Organiziranost v obliki SPE omogoča optimalno učinkovitost glede na dane razmere (glej sl. 2). Znotraj SPE so vse ključne funkcije podjetja, ki preko neposrednega sodelovanja pripomorejo k uspešnemu poslovanju.

Slika 2: Organiziranost SPE Mehatronika



Vir: PNO Iskra Avtoelektrika d. d., 2006

Vizija SPE Mehatronika (SN MEH Iskra Avtoelektrika d. d., 2004):

»Hočemo biti med vodilnimi svetovnimi dobavitelji elektromotorjev in delov za mehatronske sisteme v avtomobilski industriji.«

Strategije SPE Mehatronika (SN MEH Iskra Avtoelektrika d. d., 2004):

- graditev partnerskih odnosov z našimi odjemalci, dobavitelji in zunanjimi institucijami, kar omogoča hitro in učinkovito izvajanje nalog v procesu razvoja in industrializacije proizvodov,
- projektni pristop in timsko delo ob podpori informacijskih tehnologij,
- uvajanje sodobnih metod in orodij za doseganje višje kakovosti in poslovne odličnosti,
- stalno izobraževanje in spodbujanje inovativnosti za doseganje konkurenčnih prednosti,
- globalni pristop pri pridobivanju cenejših nabavnih virov in proizvodnja delov v deželah z nižjo ceno dela.

Glede strategij je treba poudariti, da opredeljene strategije ne izhajajo iz uveljavljenih izhodišč iz literature. Tako na primer Michael Porter opredeljuje tri generične strategije (Kotler, 2003, str. 106):

- stroškovno vodstvo,
- diferenciacija,
- osredotočenje.

Iz opisanega bi lahko sklepali, da podjetje ubira strategijo diferenciacije. Teorija pozna še natančno opredelitev strategij, ki se nanašajo na organizacijsko področje, funkcijo, tržni segment, smer razvoja in tržne odnose (Pučko, 1996, str. 176). Na podlagi opredeljenih strategij SPE bi iz nabora poznanih iz literature lahko zaključili, da gre za področje strategij rasti (razvoja) podjetja in natančneje za:

- strategijo razvoja proizvoda,
- strategijo omejene produktno/tržne diverzifikacije.

4.3 PREDSTAVITEV IZDELKA IN APLIKACIJE SERVovolANA

V predhodni točki (4.2 Predstavitev SPE Mehatronika) je bilo opredeljeno, kaj pojem mehatronika pomeni in na katere aplikacije se nanaša. Za magistrsko nalogo je smiselno izvesti kratek pregled razvoja servovolanov in trendov na tem segmentu mehatronike. Smiselno je tudi opisati delovanje obravnavanega motorja in predstaviti konstrukcijo letga, opisati proizvodni proces in splošne podatke o projektu.

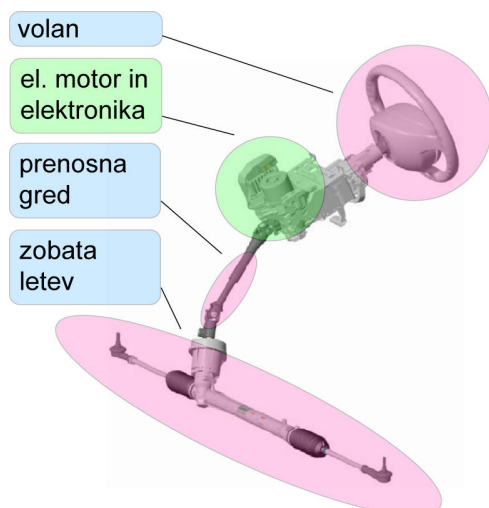
Razvoj krmilnih mehanizmov je šel podobno pot kot ostale komponente pri avtomobilih. To pomeni, da se je iz čistih mehanskih sistemov (brez servopomoči) prešlo na servomehanske sisteme (hidravlični servovolani) in nato na sisteme, ki uporabljajo kot pomoč elektromotorje. V prihodnosti se pričakujejo t. i. »steer-by-wire« sistemi (popolna odprava mehanske povezave med volanom in aktuatorjem), ki so še v fazi razvoja. Osnovni namen razvoja so seveda izboljšave sistemov z vidika koristnosti za uporabnika

(manjši napor, večja varnost), ekoloških dejavnikov in stroškovnih učinkov. Ko govorimo o čistih mehanskih sistemih, sta v prvi vrsti v uporabi dve rešitvi (pastorek z zobato gredjo in vijlačno vreteno). Prva bistvena izboljšava je uporaba hidravlične črpalke, ki uporabniku pomaga premagovati sile pri obračanju volana. Ta rešitev je še vedno primerna, kjer imamo potrebo po veliki moči (gospodarska vozila). Naslednja izboljšava odpravlja veliko pomanjkljivost, ki jo imajo hidravlični pogoni, in sicer, da je črpalka stalno gnana prek jermena (med črpalko in motorno gredjo), pa čeprav servoučinka ne potrebujemo (recimo vožnja naravnost). To pomeni nepotrebno trošenje goriva. Zato se je razvil sistem EHPS, ki odpravlja opisano problematiko. Pri tem sistemu imamo elektromotor, ki po potrebi žene hidravlično črpalko. Rešitev omogoča večjo ekonomičnost vozilu, ima pa še nekatere probleme, kot je prisotnost hidravlične črpalke (ekološki vidik) in omejene možnosti regulacije. Sistem je podobno kot čisti hidravlični servovolan še vedno nepogrešljiv pri težjih vozilih. Za srednja in majhna vozila je danes v rabi EPS-sistem, kjer hidravlične črpalke ni več. Tako pridobimo poleg stroškovnih in ekoloških prednosti tudi večjo možnost regulacije in majhnost celotne rešitve. Zanimiv je podatek, da je na prvi komercialni aplikaciji EPS-sistema v ZDA (Toyota Camry, leta 2004) bila dosežena 4 % manjša poraba goriva (West, 2006). Drugi podatki govorijo o približno 5 % prihrankih. Glavno zaslugo za uveljavitev te tehnologije ima razvoj elektronike, ključni pa so vsekakor magneti iz redkih zemelj (NdFeB; po kraticah elementov periodnega sistema, ki jih sestavljajo). Tukaj navajam zgolj informativno podatek, da imajo tradicionalni feritni magneti 10-krat manjšo magnetno gostoto kot omenjeni magneti. Posledica opisanega je, da se teža motorja zmanjša do 30 % (Albrecht, 2003, str. 38). Magnetni so del rotorja, za katerega veljajo zahteve po majhnih vztrajnostnih masah, česar pa s feritnimi magneti, glede na zahtevano moč, ni mogoče doseči.

4.3.1 EPS-SERVOVOLAN

EPS je nadgradnja servosistemov, ki so prvotno potrebovali pomoč hidravlike za delovanje. Vmesno fazo so predstavljali EHPS-sistemi, ki so pomenili določen korak naprej od čistih hidravličnih servosistemov. Danes je v rabi v segmentu malih in srednjih vozil CEPS (angl. Column mounted Electrically Powered Steering), kot ena izmed verzij EPS-sistemov. Ta sistem ne potrebuje nobene hidravlične črpalke in aktuatorjev za delovanje in je zato danes najboljša možna rešitev. Delovanje je preko elektronike optimirano tako, da se servoučinek iz elektromotorja uporablja samo takrat, ko elektronika zazna potrebo po njem, kar privede do manjše porabe vozila. Sistem je sestavljen iz klasičnega volanskega mehanizma z zobato letvijo, elektromotorja z elektroniko in senzorike, ki je nameščena na različnih mestih avtomobila (glej sl. 3 na str. 11).

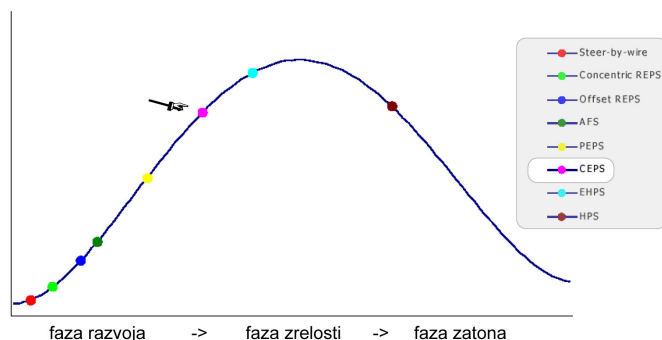
Slika 3: Prikaz sklopov CEPS-volanskega mehanizma



Vir: TRW, 2006

Med vožnjo zaznajo senzorji vrtilni moment, ki ga povzroči voznik z obračanjem volana, in ga posredujejo elektronski krmilni enoti. Ta na podlagi še ostalih parametrov, pridobljenih iz senzorjev (kot volana, hitrost vozila, pospeški), določi, kako naj elektromotor reagira. Do določene aplicirane sile na volan, ki je potrebna za upravljanje vozila, se ne zgodi nič, ko pa je le-ta nezadostna, elektronika požene elektromotor, ki nudi servoučinek. Ti prehodi so tako hitri, da razbremenitve voznik ne zazna. Elektromotorji so BLPM-izvedbe. Sam sistem je nameščen tik za armaturno ploščo, kar je glede na vse lastnosti vgrajenih komponent zelo ugodno. Trenutno je ponudnikov EPS-sistemov relativno malo. Glavni med njimi so podjetja TRW, Delphi, Koyo, Kayaba, ZFLS. Iskra dobavlja motor, ki se vgrajuje v CEPS-sistem, vendar je ob nekaterih spremembah primeren tudi za druge vrste EPS-sistemov (PEPS; angl. Pinon mounted ...). Sistem prehaja v fazo zrelosti (glej sl. 4). Iz slike je razvidno, da sledijo sistemi (levo od CEPS-sistema), ki bodo uporabljali enako vrsto elektromotorja, kar pomeni v prihodnosti veliko stopnjo rasti trga. Ta bo dosežena na račun zmanjševanja deleža hidravličnih (HPS) in EHPS-servosistemov. Vir je nekoliko star, tako da lahko trdimo, da je dejansko CEPS-sistem že v fazi zrelosti.

Slika 4: Položaj CEPS-sistema glede na življenjski cikel



Vir: Frost & Sullivan, 2002, str. 23

4.3.2 PREDSTAVITEV PROJEKTA

Projekt predstavlja začetek uresničitve strateških ciljev Iskre Avtoelektrike d.d., da vstopi ponovno v panogo avtomobilske industrije, vendar na področju mehatronike in ne avtoelektrike (zaganjalniki in alternatorji). Podjetje DELPHI, ki je eno vodilnih svetovnih dobaviteljev v avtomobilski industriji, je izbralo Iskro Avtoelektriko kot primerne partnerja. Pogodba za projekt s kupčevo oznako Opel 4400 je bila podpisana aprila 2004, začetek redne proizvodnje pa je stekel v avgustu 2006. Motor se vgrajuje v volanski mehanizem, ki je del nove Opel Corse (glej sl. 5).

Slika 5: Elektromotor in avtomobil, v katerega je elektromotor vgrajen



Vir: Interni vir Iskre Avtoelektrike

Potrebno je poudariti, da so za podjetje zahteve, ki jih postavljajo kupci, kar velik zalogaj z vidika glavnih in podpornih procesov. Samo izvajanje projekta, ki je opisano v nadaljevanju, to tudi potrjuje. Tabela 2 prikazuje količine po letih za dve izvedbi motorja, ki ga v Iskri Avtoelektriki izdelujemo. Konstrukcija tega motorja je podana v nadaljevanju.

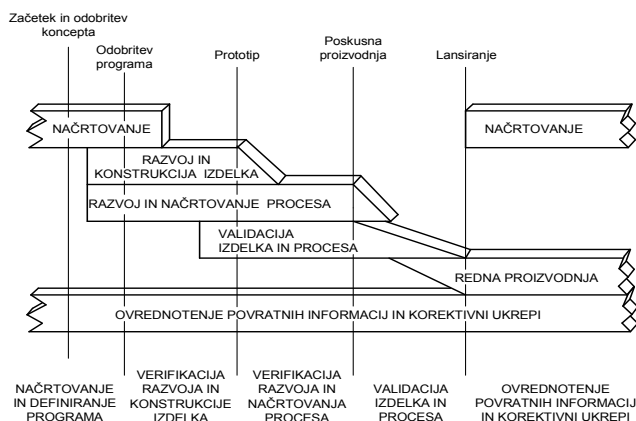
Tabela 2: Pogodbene količine

Izvedenka motorja	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Skupaj
Heavy	0	4.260	19.347	19.927	19.601	18.343	17.913	5.987	105.378
Base	0	98.080	411.126	422.773	415.999	389.357	380.087	268.413	2.385.835
Skupaj		102.340	430.473	442.700	435.600	407.700	398.000	274.400	2.491.213

Vir: Interni vir podjetja

Projekt je sledil fazam, ki jih predvideva APQP-postopek, opredeljen v posebnem priročniku, znotraj standarda kakovosti QS9000. Ta standard so postavila severnoameriška podjetja (Chrysler, Ford, GM) v devetdesetih letih prejšnjega stoletja, danes pa ga postopoma nadomešča ISO/TS 16949. Ta predvideva vzporedno izvajanje faz razvoja konstrukcije in tehnologije izdelave izdelka in ne več zaporednega, kot je bilo to v navadi (glej sl. 6 na str. 13). Gre za t. i. sočasni razvoj (concurrent engineering), katerega osnovni namen je skrajšanje potrebnega časa vstopa na trg. Tudi sestava članov projektnega tima je zato podrejena osnovnemu cilju. Ta je multidisciplinaren, to pomeni, da so vanj vključene že takoj praktično vse funkcije podjetja.

Slika 6: Zaporedje izvajanja faz razvoja in industrializacije izdelka po APQP-priročniku



Vir: APQP Iskra Avtoelektrika d. d., 1994, str. 14

Kupec je dejansko zahteval delo po priročniku in vseskozi preverjal stanje pri nas, kakor tudi pri naših dobaviteljih. Jedro priročnika sta vsekakor točki razvoja in konstrukcije izdelka ter razvoja in načrtovanja procesa. Izpostaviti je potrebno metode DFMEA (angl. Design Failure Mode and Effect Analysis), PFMEA (angl. Process Failure Mode and Effect Analysis) in NZK (načrt zagotavljanja kakovosti). Te so temeljni kamen priročnika. Postopek PPAP (angl. Part Production Approval Process) opredeljuje način izdelave in potrjevanja ustreznosti elektromotorjev s strani kupca. Potrjevanj je več. Pričnejo se na ravni prototipov, sledijo vzorci, izdelani na serijski opremi, vendar izven delovnega režima, končna faza pa so vzorci, izdelani na serijski opremi, z materiali serijskih dobav (poizkusna proizvodnja), z istimi delavci, kot bodo opravljali delo v redni proizvodnji, in z vso potrebno dokumentacijo proizvodnega procesa. Kupec poudarja pomen čistoče in kakovosti, zato so tudi organizacija dela in sami proizvodni prostori podrejeni tem zahtevam. Med izvajanjem projekta so se uporabila vsa razpoložljiva znanja v podjetju, pomoč je nudil tudi kupec.

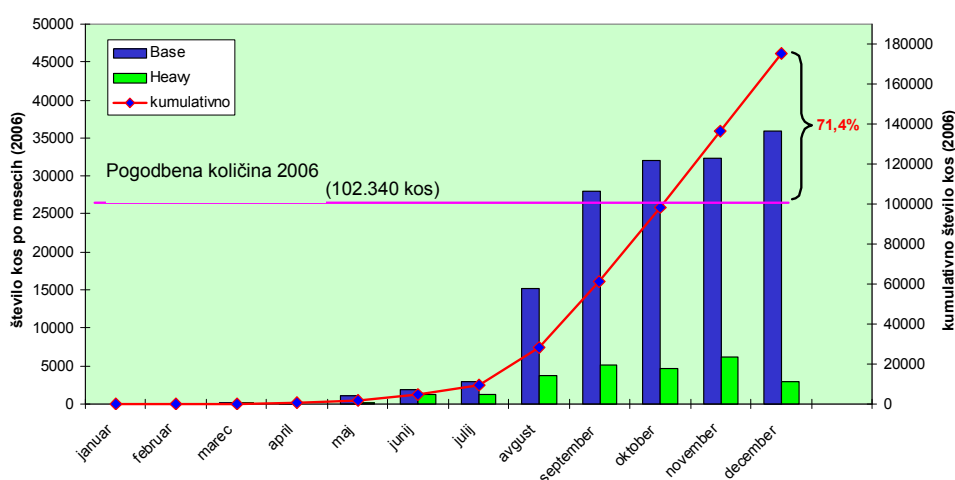
Posamezni sklopi proizvodnega procesa so bili načrtovani sočasno z nastajanjem konstrukcije izdelka, kar nam je omogočilo, da smo julija 2005, z izjemo linije zalivanja, imeli proizvodnjo praktično že postavljeno. Velika pozornost je bila in je še posvečena doseganju načrtovanih časov ciklov po operacijah, kajti ob zagonu proizvodnje so se pojavljale velike težave z vidika zanesljivosti delovanja opreme, neoptimalnih metod dela in nepriučnosti delavcev na delovne operacije. Pri zaposlovanju le-teh se je razvila posebna metoda testiranja, po zgledu podjetij v avtomobilski industriji.

Načrtovanje izdelka in proizvodnega procesa je potekalo neobičajno hitro. To je mnenje, ki ga imamo v podjetju, in tudi kupec priznava, da je to res. Običajno trajata fazi pol leta dlje, v našem primeru pa je bil ta čas zaradi zapoznele izbire dobavitelja s strani kupca za vedno izgubljen. To je predstavljalo velik pritisk na vse, tako kupca kot tudi Iskro Avtoelektriko, saj bi kasnitev dobav motorjev lahko povzročila zamude pri vstopanju novega avtomobila na trg. Posledica poznega zagona projekta je bila tudi spreminjanje konstrukcije izdelka (celo že v fazi rednih dobav kupcu!!!), ko smo dejansko že naročali opremo. Dodatne

preglavice je povzročalo nepoznavanje nekaterih tehnologij, vsi omenjeni dejavniki pa so se v končni fazi izkazali kot veliko večji stroški proizvodnje ob njenem zagonu.

Velja omeniti še velika odstopanja z vidika pogodbenih (glej tab. 2 na str. 12) in dejansko izdelanih količin (glej sl. 7) ter uvedbo nove izvedenke motorja, ki ni bila predvidena v pogodbi. Vse to je sicer dobrodošlo z vidika porazdelitve investicije na čim več poslovnih učinkov (stroškovnih nosilcev), vendar je povzročilo nemalo problemov na proizvodni in logistični strani. Podatek navajam, ker je smiselno prikazati, kakšna je lahko stopnja negotovosti pri taki vrsti projektov, saj je bil nov avtomobil očitno sprejet bistveno bolje, kot so pri proizvajalcu predvideli, vse to pa lahko močno vpliva na samo dobičkonosnost projekta (seveda tudi v primeru negativnega scenarija).

Slika 7: Pogodbene in dejansko izdelane količine v letu 2006



Vir: Podatki iz tabele 2 in dejansko izdelane količine iz poslovno-informacijskega sistema

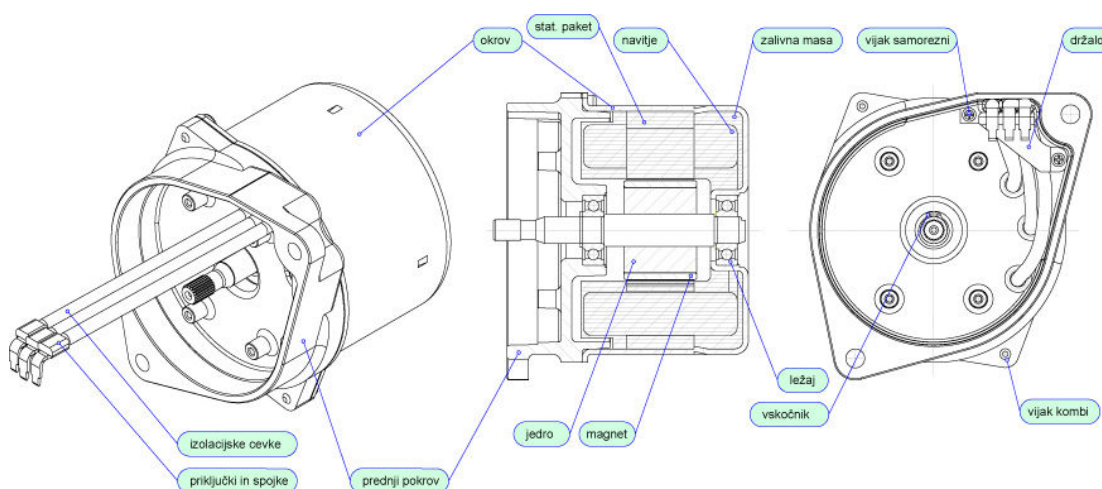
4.3.3 KONSTRUKCIJA IZDELKA

Z vidika celotnega volanskega mehanizma je treba poudariti, da je podjetje dobavitelj zgolj elektromotorja. Elektronsko vezje, ki vsebuje logiko (ključna komponenta celotnega sistema), se vgrajuje pri kupcu v obratu na Poljskem. Motor z elektroniko pa potrebuje še vse ostale mehanske dele med volanom in kolesi, da lahko deluje kot celota.

Motor je BLPM-izvedbe. Konstrukcija je klasična (glej sl. 8 na str.15), torej imamo fiksni stator (zunanji), vrtljivi rotor (notranji) in prednji pokrov. Rotor je sestavljen iz gredi (na izhodni strani je ozobljena), na katero je natisnjeno jedro in nanj zalepljeni magneti (12 segmentov). Jedro z magneti je nato zalito z zalivno maso, ki služi dimenzijski stabilnosti in preprečevanju izpadanja magnetov zaradi centrifugalnih sil. Stator je sestavljen iz navitja, ki je vtisnjeno v okrov in zalito z maso (operacija zalivanja ali t.i. »potting-a«). Žično navitje je sestavljeno iz statorskega paketa, utorovne izolacije, bakrene žice (tri različne barve – vsaka faza svoja barva) in raznih manjših komponent, ki so potrebne za kompletiranje (spojka, priključki, izolacijske cevke, vrvica). V prednji pokrov in okrov sta vtisnjena ležaja, ki sta zato, da se prepreči izpadanje, zakovana (manjša lokalna plastična deformacija okrova in statorja). Prednji pokrov in stator sta vijačena preko dveh vijakov.

Rotorju preprečuje gibanje sam način vleženja, ki predvideva uporabo vskočnika in valovite podloške, ter popolno fiksiranje v ležaju prednjega pokrova.

Slika 8: Glavni sestavni deli motorja



Vir: Interni vir podjetja

Dejansko imamo tri različne izpeljanke istega motorja z določenimi razlikami, ki pa za namen, ki ga ima magistrsko delo, niso pomembne, saj je bistvena le kumulativna količina motorjev, ki jih mora v okviru projekta podjetje dobaviti kupcu.

4.3.4 PROIZVODNI PROCES

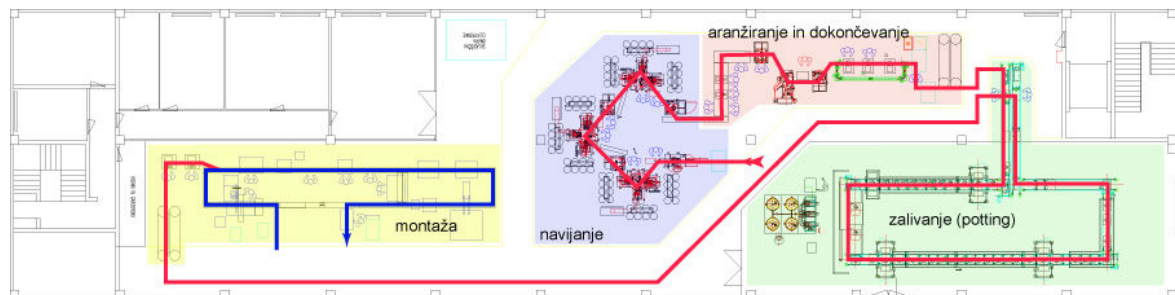
Detajlnega opisa proizvodnega procesa v delu ne navajam, ker je tehnologija poslovna skrivnost in ker je za razumevanje dela nepotrebno. Omeniti velja le pristop podjetja k organizaciji proizvodnje. Skušalo se je uvesti kar največ pristopov, ki jih poznamo pod pristopi vitke proizvodnje ali proizvodnje svetovnega razreda. Veliko vzpodbudo smo in še vedno dobivamo s strani kupca, ki ima v ta namen razvit obsežen priročnik (Delphi manufacturing system, okrog 1000 strani). Pri snovanju konstrukcije in še posebej proizvodnega procesa je kupec nudil brezplačna izobraževanja na lokaciji Iskre Avtoelektrike s strani svojih strokovnjakov, vseskozi je potekala presoja ustreznosti rešitev, tako da je podjetje s tega vidika pridobilo zelo veliko koristi. V podjetju smo na nekaterih segmentih proizvodnje dokaj dobro uspeli z implementacijo pristopov (embalažne enote, tloris proizvodnje), kar je lahko osnova za razširitev dobre prakse na ostale proizvodne lokacije.

Proizvodni proces motorja je sestavljen iz štirih ločenih delov (glej sl. 9 na str.16). Prvega predstavlja navijanje statorja. Poenostavljeno povedano, gre za vstavljanje navitja v statorski paket. Ta tehnologija je za podjetje nova in tudi ključna, saj je izredno zahtevna. V podjetju se za to skupino strojev uporablja izraz navijalna celica, ki je sestavljena iz naprave za vstavljanje izolacije in šestih naprav (3-krat navijalna + kalibrirna).

Naslednji segment predstavlja aranžiranje odcefov statorja in dokončevanje le-tega. Pri aranžiranju odcefov gre za veliko ročnega dela, torej zelo delovno intenzivne operacije, ki

so obenem tudi neprimerne z vidika ergonomije. Podjetje je zato šlo v razvoj naprav, ki bodo odpravile to problematiko in hkrati zmanjšale število izvajalcev. Po aranžiranju je potrebno odcepe na fazah in zvezdiščih še obdelati (operacije krimpanja in kompaktiranja), izvesti moramo tudi formiranja ter povezovanje navitja. Po teh operacijah se izvede kontrola in dobre statorje se vstavi v okrove.

Slika 9: Tloris proizvodnje z glavnimi podprocesi



Vir: Interni vir podjetja

Naslednji sklop predstavljajo operacije zalivanja (angl. potting), rezkanja ostankov zalivanja in nameščanja izolacijskih cevk. Tehnologija zalivanja je za podjetje nova in je v začetnih fazah povzročala veliko težav. Danes so v fazi preizkušanja rešitve z vidika tehnologije in organizacije dela. Če bodo preizkusi uspešni, se obeta racionalizacija tega dela proizvodnega procesa, s prihranki na vhodnih materialih in neposredem delu. Pri zalivanju se na palete namesti največ 12 okrovov z vstavljenimi statorji. Nanje se nato pritrdi t. i. »maska«, ki preprečuje, da bi notranjost motorja zalila zalivna masa. Tako pripravljeni okrovi gredo skozi proces zalivanja, kjer gre za faze segrevanja, vakuumiranja, zalivanja z maso in nato ohlajanja. Po teh fazah se maske odstranijo, zaliti okrovi pa prenesejo na operacijo rezkanja. Po rezkanju se na le-te namestijo termokrčljive izolacijske cevke. Z zaključkom zadnje operacije govorimo o statorju motorja. Zaradi tehnologije in samih meritev na končni montaži morajo statorji čakati 6 ur, preden se jih lahko uporabi v naslednjih fazah procesa.

Zadnja faza proizvodnega procesa je končna montaža. Na njo vstopa stator, ki ga izdelujemo v podjetju, in ostale nabavljene komponente. Montaža se prične z vtiskanjem ležaja v prednji pokrov, magnetenjem rotorja in vtiskanjem rotorja na prednji pokrov (nameščanje vskočnika). Sledi operacija videonadzora (kontrola prisotnosti sestavnih delov). Na paleto, ki transportira pokrov z vtisnjenim rotorjem, namestimo še stator z vtisnjenim ležajem (to operacijo izvedemo predhodno na napravi ob sami montaži). Sledi operacija sestavljanja obeh sklopov, ki ju nato avtomatsko vijačimo. Nato namestimo držalo odceпов, privarimo priključke in pošljemo motor skozi vse predvidene kontrole. Končna faza je pakiranje motorjev, ki se nato odpremljajo v obrat na Poljsko, kjer se namestijo na volanski sistem.

Izredno velik pomen je dan sledljivosti. Pod tem pojmom razumemo nadzor nad vsako vgrajeno komponento in nad parametri ključnih operacij. Za razumevanje vzemimo primer reklamacije. Za serijsko številko motorja moramo biti sposobni odgovoriti, pod katerimi pogoji se je izdelal in kateri materiali so vanj vgrajeni (datum dobave s strani dobavitelja).

5 TEORETSKI OKVIR

5.1 SPLOŠNO O OBRAVNAVANI TEMATIKI

Magistrsko delo ima kot svoj centralni del Monte Carlo simulacijo, vendar je za dobro pokritje celotne obravnavane problematike potrebno veliko večje poznavanje teoretičnih osnov. Odločitve sprejema vodstvo vedno na podlagi analiz. Za izdelav teh imamo v podjetjih strokovne službe. Praviloma gre za specialistične analize. Z odločanjem je povezana tudi tveganost poslovnih potez, zato želi vodstvo podjetja čim bolj kompletne informacije. Odločitev pa ni nujno tista, ki je priporočena s strani strokovnih služb, saj včasih intuicija pokrije tiste sive dele, ki jih z analizami ne zajamemo.

V okviru teoretičnih osnov je potrebno torej izhajati prav iz opisane logike izdelave podobnih analiz s strani strokovnih služb. Slediti moramo zamisli, da lahko podjetje obravnavamo kot portfelj projektov, kjer ima vsak svojo stopnjo tveganja (Brigham, Daves, 2004, str. 427). Jasno je, da predstavlja kumulativna stopnja tveganja v končni fazi tudi stopnjo tveganja podjetja.

Če privzamemo, da vsak projekt prispeva z lastno tveganostjo k skupnemu tveganju podjetja, je treba ugotoviti, kako lahko tveganje projekta obvladujemo. Pri vsakem večjem projektu je treba opredeliti predvidene denarne tokove. Nato lahko preko neto sedanje vrednosti, notranje stopnje donosa ali katere druge metode vrednotenja ocenimo tudi tveganje. Stopnja donosa mora biti dovolj zanimiva za investitorja. Normalna stopnja donosa, ki je prilagojena za stopnjo tveganja, je najnižja stopnja donosa, ki še privlači kapital v naložbo (Prašnikar, Debeljak, 1998, str. 21). Naloga ima za osnovo obvladovanje tveganja preko lastne cene izdelka. Z vidika kalkulacije lastne cene ali pa denarnih tokov projekta lahko zaključimo, da so nekateri podatki skupni. Razlika je v kompleksnejši časovni dinamiki in nekaterih dodatnih vsebinah, ki jih potrebujemo za izdelavo analize denarnih tokov. Omenjeno je že bilo, da je bila prav zaradi relativne preprostosti vzeta kot osnova za Monte Carlo simulacijo polna lastna cena izdelka. Seveda je potrebno preučiti, kaj polna lastna cena predstavlja in kako do nje pridemo.

Preučiti je potrebno tudi različne vrste analiz, ki nam omogočajo obvladovanje tveganja, in sicer analizo občutljivosti, analizo scenarijev in končno še Monte Carlo analizo. Seznaniti se je potrebno tudi z načinom vrednotenja rezultatov, kjer pridejo v poštev statistične metode.

Seveda je smiselno natančneje analizirati zgolj tiste elemente strukture lastne cene, ki predstavljajo velik del v njej, kar lahko storimo na podlagi Pareto analize in pravila 80/20.

Simulacije, ki so cilj magistrske naloge, potrebujejo vhodne podatke, vse do ravni strateških surovin. To je najtežavnejši del magistrske naloge, saj je potrebno opredeliti trende gibanja cen le-teh v prihodnosti. V ta namen je potrebno poznavanje teorije z vidika tržnega oblikovanja cen in tržnih nepopolnosti, česar pa ne bom posebej obravnaval.

Pomemben del končne simulacije bodo opredeljevale tudi krivulje učenja. Spoznati je potrebno, kaj opredeljuje ta pojem, ki je pri ocenjevanju tveganja zelo pomemben, a prepogosto prezrt. To pa je ob že tako nizkih stopnjah dobičkonosnosti projektov v avtomobilski industriji lahko zelo problematično.

Inkrementalne analize ne bom vključil v magistrsko delo. Prisotna je sicer pri zamenjavi obstoječih dobaviteljev z novimi, kjer pa se zanašam na oceno prihrankov, ki jih je izdelala SPE. Z vidika tehnologije in konstrukcije izdelka ni pričakovati sprememb, kjer bi bilo potrebno upoštevati omenjeno analizo. Razlog leži v naravi panoge, kjer radikalne spremembe niso dopustne. Na primer, zamenjava tehnologije zalivanja s tehnologijo impregniranja, ki predstavlja možen substitut, je za kupca nesprejemljiva, pa čeprav nudi stroškovne prihranke in manjše ekološke težave.

Opisano bo tudi programsko orodje, v katerem bo izdelana simulacija Monte Carlo. Gre za v slovenskem okolju praktično nepoznani Extend in upam, da bo prav ta naloga pripomogla k večji uveljavitvi tega izrednega programskega orodja tako v podjetju kakor tudi izven njega.

5.2 OPREDELITEV POLNE LASTNE CENE IZDELKA

Ta točka je pomembna, saj predstavlja osnovo oziroma izhodišče za vse simulacije. Poleg same strukture polne lastne cene in vrst stroškov je nujno opredeliti vse pojme, ki se bodo pogosto pojavljali znotraj teksta. Izhodišče za določitev polne lastne cene so stroški, povezani z izdelkom. Za same simulacije je pomembno tudi, kako se ti stroški obnašajo z vidika obsega proizvodnje. Zato navajam splošen pregled vrst stroškov in njihovo delitev.

Kaj sploh so stroški, lahko zelo nazorno izrazimo s formulacijo »v denarni enoti mere izražena poraba prvin poslovnega procesa pri nastajanju poslovnih učinkov« ali drugače »cenovno izraženi potroški delovnih sredstev, delovnih predmetov, delovne sile in tujih sprotnih storitev, ki nastajajo pri reprodukcijskem procesu v podjetju« (Tekavčič, 1997, str. 13).

Stroške lahko razvrstimo glede na različne načine. Za nalogo je važna delitev glede na prvine poslovnega procesa, saj vodi do naravnih oziroma načelnih vrst stroškov. Ločimo stroške:

- delovnih sredstev,
- predmetov dela,
- dela,
- tujih storitev.

Za nalogo najvažnejša delitev je tudi, kako stroške pripisujemo posameznim stroškovnim objektom. Stroškovni objekti so lahko proizvod (izdelek), obrat, proizvodna linija ali kako drugače opredeljeni objekti. Ločimo posredne (splošne) in neposredne stroške. Neposredni so tisti, za katere lahko brez težav ugotovimo, kateri stroškovni objekt jih povzroča. Posredne stroške moramo na stroškovne objekte razporejati prek različnih metod (najpogosteje ključi), z določeno mero arbitrarnosti. Posredne stroške delimo v dve glavni kategoriji, in sicer na:

- splošne proizvodne stroške in
- splošne nabavne, prodajne in upravne stroške.

Važna delitev stroškov je tudi na stalne in spremenljive, saj prek nje preračunavamo prag rentabilnosti. V simulacijah znotraj naloge se pojavlja primer odstopanja proizvedenih motorjev od tistih, predvidenih v pogodbi, kjer je potrebno opredeliti, kaj je stalen in kaj spremenljiv strošek. Polna lastna cena je sestavljena iz:

- dobička,
- spremenljivih stroškov na proizvod,
- stalnih stroškov na proizvod.

Za nalogo je z vidika opredelitve polne lastne cene važen tudi pomen ciljnih stroškov, ki je, nekoliko modificiran, postal v avtomobilski industriji dokaj pogost. Gre namreč za ciljno prodajno ceno, ki jo postavi kupec, na dobavitelju pa je, da preveri, ali je v stanju proizvajati z dobičkom. Literatura navaja kot enega od primerov ciljnih stroškov, ko proizvajalec ugotavlja prodajno ceno, po kateri bo kupec pripravljen kupiti izdelek. Na osnovi te proizvajalec opredeli ciljne stroške za doseganje želenega dobička (Turk, 2003, str. 191).

Polno lastno ceno oziroma celotne stroške lahko v grobem razčlenimo tudi na naslednje elemente (Hočevnar, Igličar, 1997, str. 294):

- neposredni stroški materiala,
- neposredni stroški dela,
- posredni proizvodni stroški,
- stroški prodaje,
- stroški uprave in drugi splošni stroški.

Strukturo polne lastne cene in prehod na prodajno ceno prikazuje tabela 3 na strani 20. Za razliko od predhodnega vira je nekoliko drugače opredeljena, za namen naloge pa je bistven prehod iz polne lastne cene na prodajno ceno.

Tabela 3: Struktura polne lastne cene in prodajne cene

	Stroški pravih predmetov dela
+	Stroški direktnega dela
+	Amortizacija
+	Posredni stroški izdelave (obratna režija)
+	Posredni stroški nabave, prodaje, uprave
=	Lastna cena
+	Dobiček na enoto
=	Prodajna cena
+	Prometni davek
=	Prodajna cena z vključenim prometnim davkom

Vir: Pučko, Rozman, 1996, str. 183

V nalogi bom sestavine lastne cene povzemal po Koletniku (Koletnik, 2004, str. 215).

Polno lastno ceno opredeljuje kot:

- neposredne stroške materiala,
- neposredne stroške dela,
- druge neposredne stroške,
- posredne proizvodne stroške,
- posredne stroške nabave, uprave, prodaje,
- posredne stroške obresti,
- neposredne stroške prodaje.

Material v ožjem pomenu razvrščamo kot (Koletnik, 2004, str. 215):

- surovine in osnovni material,
- nabavljeni proizvodi, sestavni deli, nadomestni deli,
- gorivo in mazivo,
- pomožni,
- nepotreben in zastarel material.

V magistrski nalogi bo namesto pojma material uporabljena besedna zveza komponente motorja, ki bo zajemala vse zgoraj opisano z izjemo surovine in osnovnega materiala, saj ga v proizvodnem procesu ni. Pod pojmom komponente motorja razumemo vse potrebne sestavne dele za izdelavo motorja in nekatere pomožne materiale, ki so nujno potrebni v tehnološkem procesu. V stroških komponent motorja je zajeta normativna poraba. Ta predvideva minimalno potrebno količino z dodanim t. i. tehnološkim izmetom, ki je pogojen s samimi lastnostmi proizvodnega procesa in dodatnim deležem izmeta, ki je posledica »nekakovosti« proizvodnega procesa in komponent motorja ter subjektivnega vpliva delavcev. Pojem strateških surovin bo uporabljen za opredelitev kovin oziroma drugih surovin, ki so osnova za izdelavo komponent motorja. Stroški dela zajemajo kosmato plačo, nadomestilo redne plače, dajatve v naravi, darila in nagrade, povračila,

odpravnine in dajatve, ki bremenijo delodajalca (Koletnik, 2004, str. 146). Neposredne stroške dela bodo predstavljali stroški, povezani z zaposlenimi v proizvodnji. Druge neposredne stroške predstavlja amortizacija. Sem spadajo vsa osnovna sredstva, zgradba in dražja orodja, ki se amortizirajo kot osnovna sredstva. Posredne proizvodne stroške vključuje pojem splošni stroški SPE, kjer predstavlja praktično celotno vrednost stroškov zaposlenih v režiji SPE. Posredne stroške prodaje, nabave in uprave opredeljuje pojem ostalo. Zaradi potrebe simulacij je posebej opredeljena kategorija energije, ki opredeljuje porabo električne energije v proizvodnem procesu, pri nabavljenih komponentah motorja pa pri proizvodnem procesu dobavitelja. Energija je preračunana na podlagi priključne moči naprav. Kalkulacija lastne cene, kjer so ti elementi uporabljeni, se nahaja v točki 7.1.1 Struktura lastne cene na strani 59.

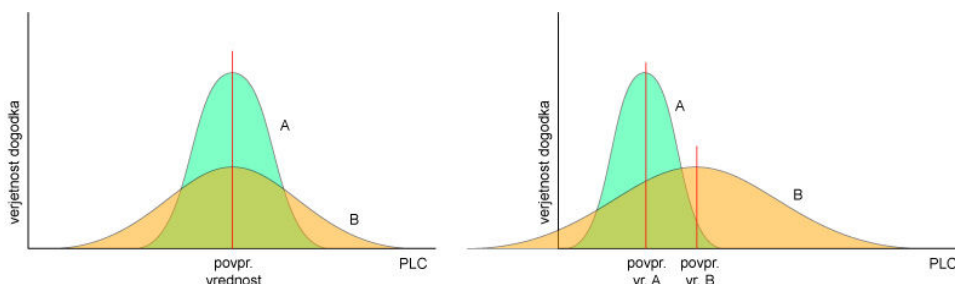
5.3 TVEGANJE

Tveganje je pri odločanju managerjev stalnica. Kako ga zmanjšati, je nedvomno eno osrednjih vprašanj pri sprejemanju odločitev o poslovanju. To se seveda da v določeni meri storiti preko odločitvenih dreves, kjer imamo za neugoden izid v določeni fazi življenjskega cikla projekta pripravljeno opcijo (alternativno pot).

Ločiti moramo pojma tveganje in negotovost. Tveganje pomeni, da smo sposobni napovedati dogodek z neko verjetnostno porazdelitvijo, negotovost pa, da niti tega nismo v stanju napovedati. Pri tveganju, povezanim s projekti in njihovim izidom, lahko na podlagi historičnih podatkov preko določene matematične funkcije napovemo rezultat v obliki verjetnostne porazdelitve (Prašnikar, Debeljak, 1998, str. 37). Ta zamisel velja za različne analize z vidika obvladovanja tveganja projekta. Lahko gre za denarne tokove ali pa, na primer, polno lastno ceno.

Pri vrednotenju tveganja je ključni element verjetnostna porazdelitev končnega rezultata. Verjetnost dogodka je stopnja pričakovanja njenega pojava, o verjetnostni porazdelitvi pa govorimo, ko smo sposobni vsakemu možnemu dogodku pripisati pričakovanje njegovega pojava (Prašnikar, Debeljak, 1998, str. 36). Če za projekt, na primer, poznamo verjetnostno porazdelitev njegove polne lastne cene, potem lahko kaj hitro postavimo ugotovitev, da tem bolj ozka in špičasta je krivulja, tem manjše je tveganje glede izida (večja je verjetnost, da bo rezultat bližje pričakovani/povprečni vrednosti).

Slika 10: Primer porazdelitve polne lastne cene projektov A in B (norm. porazdelitvi)



Vir: Lasten vir

Če imamo dva projekta (glej sl. 10 na str. 21), kjer ta pojav grafično predstavimo, je jasno, da ni vseeno, katerega naj management izbere (v primeru, ko lahko izbere samo enega). Enako pravilo velja za levi in desni del slike. Veljajo ugotovitve glede nenaklonjenosti tveganju in zakon »vrabca v roki«.

Pojavi se vprašanje, kaj bi pripravilo managerje, da bi se odločili za prevzemanje večjega tveganja. Odgovor leži v premiji, ki jo pričakujejo. Premija za tveganje je količina denarja, ki jo je nekdo pripravljen žrtvovati zato, da se izogne tveganju. Ljudje, ki niso naklonjeni tveganju, ne želijo velike variabilnosti dohodkov. Čim večja je, tem več so pripravljeni plačati, da obdržijo stabilen in nevtralen dohodek (Prašnikar, Debeljak, 1998, str. 43). V praksi se opisana teorija kaže kot višina zahtevanih donosov, ki jo zahtevajo investitorji za določeno naložbo.

Tveganje vrednotimo tako, da ocenjujemo verjetnostno porazdelitev izida preko različnih meril. Ta merila so pričakovana vrednost, standardna deviacija in koeficient variacije (Prašnikar, Debeljak, 1998, str. 36).

Verjetnostnih porazdelitev je veliko. Vprašanje je, katero izbrati, da bo opisovala razporeditev verjetnosti med minimalno in maksimalno izbrano vrednostjo, glede na naše predpostavke. V glavnem jih delimo na simetrične in nesimetrične (Savvides, 1994, str. 10). Primer simetrične je normalna distribucija, kjer preko standardne deviacije nadziramo širino spektra možnih vrednosti (ožja krivulja, večja koncentracija okrog povprečne vrednosti). Nesimetrične porazdelitve imajo podobne lastnosti kot simetrične, le da imamo tukaj opravlja še s parametri, ki definirajo obliko (nesimetrijo). Primer take porazdelitve je beta. Med koračne pa štejemo porazdelitve, kot je na primer trikotna, kjer operiramo zgolj z omejenim številom vrednosti. Porazdelitve prav glede na način podajanja verjetnosti delimo tudi na zvezne in diskretne (Geer Mountain Software, 2006).

Pričakovana vrednost (formula 1) je tehtano povprečje vrednosti, kjer uteži predstavljajo njihove verjetnosti pojava (Brigham, Daves, 2004, str. 31).

Formula 1: Pričakovana vrednost

$$\hat{r} = \sum_{i=1}^n P_i \bullet r_i$$

P_i ... verjetnos t pojava i - tega rezultata

r_i ... i - ti rezultat

n ... število vseh možnih rezultatov

Pri verjetnostni porazdelitvi, kot je normalna, lahko imamo ob isti pričakovani vrednosti, različno širino razpona med maksimalno in minimalno vrednostjo. Ta razpon okarakteriziramo s standardno deviacijo (formula 2, na str. 23), ki nam predstavlja tudi merilo tveganja. Večja kot je, večje je tveganje, da bo dobljeni rezultat ležal daleč proč od pričakovane vrednosti.

Formula 2: Standardna deviacija

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (r_i - \hat{r})^2 \cdot P_i}$$

P_i ... verjetnost pojava i - tega rezultata

r_i ... i - ti rezultat

$\hat{r}$... pričakovana vrednost

n ... število vseh možnih rezultatov

Standardna deviacija je v bistvu tehtano povprečje razlike od pričakovane vrednosti. Z razponom $\pm 3\sigma$ opišemo 99,74 % vseh možnih rezultatov pri dani normalni porazdelitvi.

Ko imamo opravka z dvema porazdelitvama z različno pričakovano vrednostjo, se pojavi problem vrednotenja tveganja, ker preko standardne deviacije ne dobimo jasnega odgovora. Zato se poslužujemo koeficienta variabilnosti (formula 3). Ta nam v bistvu definira merilo tveganja na enoto opazovane veličine.

Formula 3: Koeficient variabilnosti

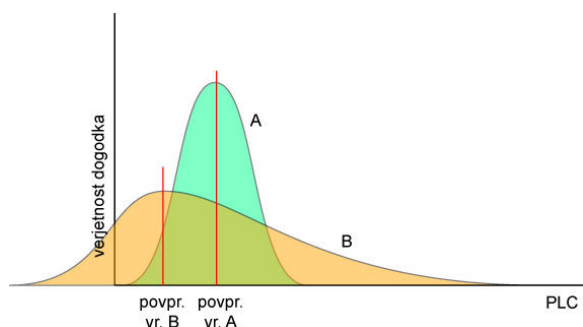
$$CV = \frac{\sigma}{\hat{r}}$$

σ ... standardna deviacija

$\hat{r}$... pričakovana vrednost

Pri vrednotenju tveganja je veliko odvisno tudi od same oblike verjetnostne porazdelitve. Ne smemo, na primer, kar enačiti beta in normalne porazdelitve (glej sl. 11). Poleg tega je potrebno v kontekstu magistrske naloge omeniti tudi pomembnost metode, ki definira, kateri verjetnostni porazdelitvi ustreza vzorec dobljenih rezultatov. Programski paket StatFit, ki je del Extenda, uporablja Kolmogorov-Smirnov in Anderson-Darling testa za ugotavljanje prileganja dobljene verjetnostne porazdelitve in vzorca podatkov.

Slika 11: Primer porazdelitve polne lastne cene projektov A in B (normalna in beta)



Vir: Lasten vir

Kolmogorov-Smirnov test uporablja vrednotenje razlike med kumulativno porazdelitvijo vzorca podatkov in verjetnostne porazdelitve, ki naj bi mu ustrezala. Anderson-Darling test poudarja ekstremske porazdelitve. Gre za test, kjer je osnova prav tako kumulativna porazdelitev vzorca podatkov in verjetnostne porazdelitve, ki naj bi mu ustrezala.

5.4 SIMULACIJA OBČUTLJIVOSTI, SCENARIJEV IN MONTE CARLO SIMULACIJA

Literatura opredeljuje simulacije zelo podobno, kar opisujejo različni viri, predstavljeni v nadaljevanju. Simulacija je po definiciji dejanje imitacije. Model je logičen opis o tem, kako se realni sistem obnaša. Načeloma poznamo tri namene uporabe modelov, in sicer pedagoške, razlagalne in napovedovalne. Ko imamo model, skušamo simulirati različne dogodke, scenarije in podobno. To počenjamo zaradi najrazličnejših dejstev, med katerimi je nedvomno zelo važno to, da bi bilo testiranje v praksi drago ali nevarno (Imagine That, Inc., 2004, str. 14). Model je definiran tudi kot preprosta zaznava realnosti. Z odmišljanjem nebitvenih posamičnosti dobimo možnost preučevanja vzorčno-posledične povezave med bistvenimi značilnostmi pojava (Imagine That, Inc., 2004, str. 21). Modeli so nujno poenostavljeni prikazi dejanskega stanja. Njihovo strukturo določimo na podlagi predpostavk, s katerimi skušamo opisati obravnavane pojave (Čibej, 1998, str. 17). Dinamika izdelovanja modela gre od preprostega algoritma, preko dopolnitev, proti vedno kompleksnejšemu stanju. Stopnja kompleksnosti je odvisna predvsem od namena, ki ga želimo doseči. Ponavadi se kaj rado zgodi, da z večanjem kompleksnosti na končni rezultat le neznatno vplivamo. Simulacije omogočajo razumevanje dogodkov, ki bi si jih sicer ne bi znali razlagati. Z vnašanjem podatkov v model dobimo dodatne informacije, ki nam omogočajo boljše razumevanje pojavov in nam dajejo napovedi, s katerimi si olajšamo sprejemanje odločitev (Sachs, 1992, str. 13).

Ločimo deterministične in stohastične modele. Kadar v modelu predpostavljamo, da so zunanje omejitve in notranji odnosi (oziroma vzročne povezave) znani, imamo deterministični model. Ker so slučajni vplivi tukaj izločeni, gre pravzaprav za mehansko računanje po znanih obrazcih za namenske funkcije, ki nam dajo točno določene rezultate (če je naloga v okviru modela rešljiva). Tipični optimizacijski modeli so (Čibej, 1998):

- klasična diferencialna optimizacija (pri kateri ugotavljamo minime in maxime namenskih funkcij ob pomoči odvajanja; na primer optimalna zaloga ali obseg proizvodnje),
- linearno programiranje,
- nelinearno programiranje.

Takšni modeli so pogosti, saj so z matematičnega vidika uporabniku prijazni, ker jih je lahko razumeti in ker dajejo točne rezultate. Za omejeno uporabo v praksi pa je kriva njihova omejitev po definiciji, ker predpostavlja popolno informiranost in izpušča slučajnostne vplive ter s tem povezano tveganje.

Za stohastične modele velja, da je vsaj ena od spremenljivk slučajna, torej nanjo delujejo slučajni vplivi. To ne pomeni, da smo obsojeni na popolno nevednost, saj lahko ugotovimo, kakšen je vzorec teh slučajnih vplivov, oziroma, v jeziku verjetnostnega računa, vsaki stohastični spremenljivki pripišemo ustrezno verjetnostno porazdelitev. To

storimo na podlagi zgodovinskih podatkov in izkušenj ter z njimi povezane intuicije strokovnjakov za področje obnašanja te spremenljivke.

Prednosti uporabe stohastičnosti so torej v boljši oceni tveganja oziroma nihanja vrednosti okoli rezultatov, ki so nam jih dali deterministični modeli (recimo statične kalkulacije). Rezultate stohastičnega modela je mogoče dobiti na dva načina:

- analitični pristop (pri njem skušamo matematično dobiti verjetnostno porazdelitev izhodne spremenljivke; zaradi kompleksnosti modelov pa je po tej poti rešitve težko oziroma včasih tudi nemogoče dobiti),
- simulacijski pristop (vsaki slučajni spremenljivki pripišemo vrednost iz pripadajoče verjetnostne porazdelitve, izračunamo in zabeležimo vrednost izhoda ter nato postopek večkrat ponovimo (iteriramo), zato da dobimo (simulirano) verjetnostno porazdelitev izhoda).

Pot do Monte Carlo simulacije gre v nalogi preko logičnih korakov. Vsako kalkulacijo izdelamo v začetni fazi kot deterministično (statično), nato sledi analiza občutljivosti rezultata na vplivne veličine. Nadalje sledi analiza scenarijev, končna faza pa je prav Monte Carlo simulacija, kakovostno najboljša analiza. Enako dinamiko opredeljujejo različni avtorji (v tekstu povzeman ugotovitve Savvides, 1994 in Brigham, Daves, 2004 str. 436).

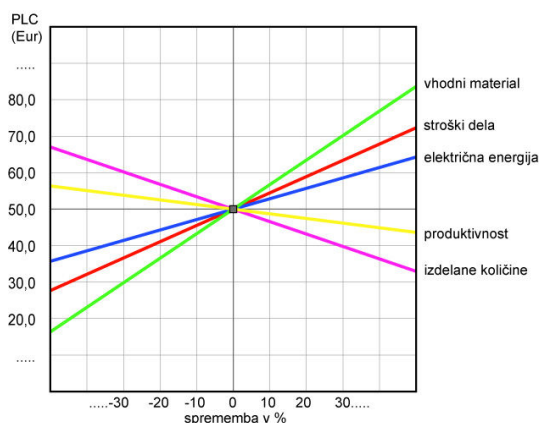
Tveganje je potrebno napovedovati, ker je poslovni izid podjetja odvisen prav od obvladovanja le-tega (Brigham, Daves, 2004, str. 427). Treba je zato predvideti negotovost opredeljenih veličin. Skupni rezultat je nato zopet predstavljen v obliki neke verjetnostne porazdelitve, z bolj ali manj izrazitim razponom (večje ali manjše tveganje, da rezultat ne bo enak načrtovanemu). Koreacija med spremenljivkami je tudi velikega pomena.

Savvakis C. Savvides (Savvides, 1994, str. 5) prav tako navaja pomembnost obvladovanja tveganja. Zgolj poznavanje vplivnih veličin v začetni fazi vrednotenja projekta ni dovolj. Poznati moramo tudi pričakovane trende v prihodnosti. Za postavitev le-teh so lahko osnova historični podatki ali pa kaka druga metoda napovedovanja. Seveda pa potrebujemo tudi primerne metode, preko katerih bomo tveganje sposobni napovedati. Problematika zgolj operiranja s konstantno vrednostjo neke spremenljivke je v tem, da privzamemo, da bo vrednost konstantna v prihodnosti, torej tudi napovedan rezultat smatramo za točen (brez neke variance). Jasno pa je, da to ni tako. Z izvedbo analize občutljivosti oziroma analize scenarijev nekoliko odpravimo nekakovosten rezultat, ki ga dobimo ob deterministični (statični) kalkulaciji.

Analiza občutljivosti nam v končni fazi pove, kako bo končni rezultat nihal, v odvisnosti od spremembe neke vhodne spremenljivke. Rezultat, ki ga dobimo, je opredelitev najvplivnejših spremenljivk na končni rezultat. Z analizo občutljivosti ugotavljamo, kako na izid vplivajo spremembe predpostavk, ki smo jih uporabili (Prašnikar, Debeljak, 1998, str. 55). Na primeru polne lastne cene lahko povemo, da analiza občutljivosti dejansko pove, koliko se bo le-ta spremenila, če se določena vhodna spremenljivka spremeni za nek

delež (Brigham, Daves, 2004, str. 428). Ta analiza se prične z izdelavo kalkulacije, kjer uporabimo pričakovane vrednosti. Nato spremenimo eno spremenljivko za določen delež ob nespremenjenih vrednostih ostalih (recimo za 10 %). Rezultat je najbolj razumljiv, če ga prikažemo v grafični obliki (glej sl. 12).

Slika 12: Primer elastičnosti polne lastne cene v odvisnosti od različnih veličin

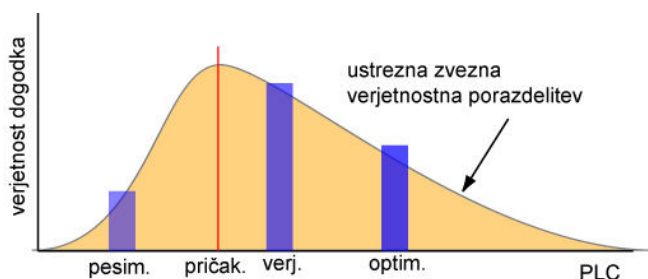


Vir: Lasten vir (izdelano glede na opredelitve v literaturi)

Že pogled na zgornjo sliko pove, da je rezultat tem bolj občutljiv na spremembo nekega vhodnega parametra, čim bolj strm je naklon daljice. Jasno je, da je tveganje prav tako večje v primeru, ko je daljica neke vplivne veličine strmejša. Analogno lahko zaključimo, da če, na primer, izdelamo podobno analizo za dva projekta, med katerima odločamo (lahko izberemo samo enega), bi tisti, kjer bi bile daljice strmejšše, predstavljal za podjetje večje tveganje (seveda je to zgolj en vidik pri odločanju, katerega sprejeti).

Analiza scenarijev nam še dodatno izboljša kakovost rezultata (napovedi), ker predvideva hkratno spreminjanje vplivnih spremenljivk napram predhodno predstavljeni metodi. Ponavadi se odločamo o pesimističnem, verjetnem in optimističnem scenariju. Rezultat za vsak scenarij dobimo tako, da ustrezno priagodimo vhodne parametre. Vsakemu od scenarijev dodelimo verjetnost dogodka. Na podlagi takih podatkov lahko izračunamo verjeten, optimistični in pesimistični izid. Iz njih lahko preko formule 1 na strani 22 preračunamo pričakovano vrednost, preko formule 2 na strani 23 standardno deviacijo in preko formule 3 na strani 23 koeficient variabilnosti. Slabost te analize je v upoštevanju zgolj par scenarijev (glej sl. 13).

Slika 13: Primer rezultata analize scenarijev



Vir: Lasten vir (izdelano glede na opredelitve v literaturi)

Monte Carlo analiza pa nam vnese pravo dinamiko v simulacijo, saj predvideva hkratno spreminjanje vseh vplivnih spremenljivk, ki smo jim opredelili verjetnostne porazdelitve. Zato je tudi rezultat neka porazdelitev, ki smo jo sposobni identificirati in oceniti stopnjo tveganja. Različni avtorji navajajo podobne opredelitve, kot na primer:

- Monte Carlo simulacija je po definiciji tista simulacija, ko statičnim spremenljivkam dodelimo naključno obnašanje in nato vrednotimo rezultate preko vzorčenja (eden ali več prehodov simulacije). Naključno obnašanje spremenljivk imenujemo tudi stohastično (Krahl, 2002).
- Monte Carlo simulacija je rešitev matematičnega problema preko naključnega spreminjanja vhodnih spremenljivk (Amelin, 2004, str. 151).
- Monte Carlo simulacije so računski algoritmi za simulacijo obnašanja različnih fizikalnih in matematičnih sistemov in ostalih preračunov. Od ostalih analiz se razlikuje, ker je po naravi stohastična (uporablja naključno ali psevdonaključno izbiro vrednosti spremenljivk). Metoda je primerna za izdelavo v različnih programskih orodjih in je pridobila na uporabnosti predvsem z razvojem računalnikov (Wikipedia, december, 2006).

Z razvojem računalnikov je metoda pridobila na uporabnosti. Danes obstajajo specializirani programi (Slam, Arena, SlimScript, Extend) ali pa programi s preglednicami, kot je Excel, prek katerih enostavno izvajamo simulacije (Marolt, junij, 2002, str. 16).

Pri izdelavi simulacije lahko že intuitivno ugotovimo, kakšno je zaporedje izvajanja korakov. Smiselno pa je navesti vir, ki te korake nazorno opredeljuje. Ti so (Marolt, junij, 2002, str. 15):

- načrtovanje predmeta preučevanja (opišemo glavne značilnosti problema, želene informacije kot rezultat preučevanja in podatke, ki jih že imamo na voljo),
- zamišljanje modela (matematičen opis modela kot najpomembnejši kreativni korak v načrtovanju),
- zbiranje podatkov (glede na prejšnji korak določimo informacije in podatke, ki jih je treba dodatno zbrati; pri tem je treba upoštevati tako vidik stroškov zbiranja kot vidik koristi, ki jih imamo v obliki natančnejših rezultatov v bolj izpopolnjenem modelu),
- izgradnja modela (prevajanje matematičnega opisa modela v naš računalniški program),
- testiranje rešitev in izpopolnjevanje modela (model preizkusimo, da bi ugotovili, če se kje v modelu, podatkih ali prikazu pojavljajo napake, in jih odpravimo ter ob predlogih uporabnikov model še dodatno izpopolnimo),
- pravilna uporaba modela (zagotoviti je potrebno ustrezno podporo uporabnikom modela, da bodo sposobni pravilno interpretirati rezultate modela).

Kot že omenjeno, pridemo pri tej simulaciji preko spreminjanja vseh vplivnih spremenljivk (določena populacija, ki izhaja iz izbrane verjetnostne porazdelitve za spremenljivko) v algoritmu do končnega rezultata, ki je prav tako v obliki neke populacije. Ob tem se je potrebno zavedati določenih dejstev.

1. Pričakovana vrednost; povprečna vrednost, ki jo dobimo na podlagi populacije rezultatov, ne ustreza popolnoma pričakovani vrednosti, ki smo jo uporabili za definicijo verjetnostne porazdelitve (na primer normalna porazdelitev s pričakovano vrednostjo in standardno deviacijo). Težiti je potrebno k čim manjši razliki med obema.
2. V večini primerov je za okarakteriziranje neke porazdelitve dovolj, če poznamo pričakovano vrednost in standardno deviacijo. Včasih pa bi želeli imeti večjo »opisnost« porazdelitve. Zato rezultate simulacije (populacijo) shranimo in med minimalno in maksimalno vrednostjo določimo primerno število intervalov. Vrednosti iz populacije nato porazdelimo po opredeljenih razredih (to pomeni, da neko kvazizvezno porazdelitev diskretiziramo).
3. Zanesljivost dobljenih rezultatov opišemo s konfidenčnim intervalom (angl. confidence interval). Ponavadi uporabljamo vrednosti 95 %, 99 % in 99,9 %. Z drugimi besedami imenujemo to vrednost tudi interval zaupanja.
4. Pomembno pri izdelavi Monte Carlo simulacije je, da skušamo zmanjšati varianco. Tehnike, kako to storiti, so poznane kot »metode zmanjševanja variance«.
5. Korelacija med spremenljivkami je zelo pomembna. Če imamo spremenljivki a in b , ki sta popolnoma pozitivno korelirani, potem je smiselno, da vzorčimo spremenljivko a , b pa okarakteriziramo kot (trenutno) vrednost spremenljivke a , povečano (zmanjšano) za razliko med a in b , namesto da vzorčimo a in b ločeno.

Pri opredeljevanju verjetnostnih porazdelitev vhodnih spremenljivk je potrebno upoštevati načelo, da je bolje, da so le-te čim ožje. Realnost pa je drugačna in analitiki morajo zato na podlagi razpoložljivih podatkov (omejena racionalnost) definirati pričakovano vrednost in arbitrarno opredeliti razpon, s katerim naj bi opisali negotovost napovedi. To je seveda povezano s postavitvijo spodnje in zgornje meje porazdelitve. Za večino spremenljivk lahko opredelimo vrednosti na podlagi historičnih podatkov, preko metod za definicijo podatkom ustreznih verjetnostnih porazdelitev. Če te možnosti nimamo, smo primorani uporabiti mnenja in analize ekspertov, v najslabšem primeru pa arbitrarne ocene ljudi, ki zgolj poznajo problematiko. Tudi izbira verjetnostne porazdelitve, ki naj bi opisovala negotovost, je ključna z vidika vhodnih podatkov. V končni fazi je pomembno, da analitik zna argumentirati, zakaj je določene vrednosti izbral, saj gre pogosto za ocenjevanje, brez neke trdne analitične osnove v ozadju (Savvides, 1994, str. 7). Isti vir poudarja pomen korelacije. Končni rezultat je v primeru neupoštevanja korelacije med vhodnimi spremenljivkami lahko kakovostno na zelo nizki ravni. Z upoštevanjem korelacije (če ta med spremenljivkami obstaja) se izognemo veliki varianci končnega rezultata.

5.5 EXTEND PROGRAMSKI PAKET ZA IZDELAVO SIMULACIJE

Extend je programski paket, ki omogoča izredno širok spekter različnih simulacij. Te lahko izdelamo zanesljivo in hitro, brez uporabe programiranja. To je možno prek standardiziranih elementov (t. i. bloki). Osnovni jezik je ModL, uporabnik lahko z njim programira lastne elemente, kar pa skoraj nikoli ni potrebno, ker so že standardni dovolj.

Potek dela pri izdelavi simulacije je vedno enak. Prvi korak je opazovanje »resničnega sveta«. To lahko storimo na zelo različne načine, pridobiti pa moramo uporabne podatke za izdelavo simulacije (algoritem in robni pogoji). Na podlagi predhodnega koraka skušamo elemente tako izbrati in povezati, da realno stanje kar najboljše opisujejo (do smiselne stopnje detajliranja). Zadnji korak je preverjanje pravilnosti modela in vrednotenje rezultatov. Oboje storimo prek večkratnih zagonov simulacije. Zaradi grafičnega izgleda simulacije postane ta razumljiva tudi neizkušenim, naključnim opazovalcem. Dodatna velika prednost Extenda je tudi njegova močna povezljivost z drugimi programskimi paketi kot na primer Excel in Access.

Glavne lastnosti Extenda so:

- t. i. primi in spusti logika (angl. »Drag and drop«),
- elementi za komunikacijo z ostalimi programskimi paketi (dll, ActiveX ...),
- možnost hierarhičnega modeliranja simulacije,
- optimizacijski elementi (možno izvajati optimiziranje parametrov),
- možnost razvoja lastnih elementov v ModL-jeziku.

Extend je bil prvi software take vrste, ki se ga je dalo uporabljati na preprostih PC-jih. Prva različica se je pojavila v letu 1988 in njegova osnovna logika (grafični vmesnik kot osnova za izdelavo simulacije) je še danes aktualna.

Simulacije (modeli) se izdelujejo z uporabo standardnih elementov, ki se nahajajo v 19 knjižnicah (elementi so v nje razvrščeni glede na sorodnost delovanja). Vsak element ima v ozadju neke matematične funkcije, ki spremenijo vhod v izhod. Elementi imajo vplivne parametre, ki jih je mogoče spreminjati prek nadzornih menijev. Iz knjižnic je na delovno polje modela mogoče elemente vključiti prek »primi in spusti« logike. Elemente povezujemo tako, da potegnemo povezavo med konektorji.

Ločimo dve vrsti pretokov informacij med elementi, in sicer tiste, pri katerih se »pretakajo« stvari (predmeti), drugi pa so tisti, kjer se pretakajo vrednosti. Ko imamo opravka s stvarmi, le-tim lahko dodeljujemo attribute, prioritete in podobno. Važno je, da se na vmesnikih elementov (vhodi ali izhodi) povezujejo med seboj kompatibilni. Povezave predstavljajo logični pretok in glede na prej definirano vrsto informacij ločimo povezavo z dvojno črto (stvari) ali pa z enojno črto (vrednosti).

Detajlno opisovanje nastajanja simulacije ni smiselno, ker predstavlja velik zalogaj. So pa omembe vredne še nekatere stvari, ki uporabniku močno olajšajo delo. Te se nanašajo

predvsem na zagon simulacije, sprotno spremljanje poteka, zajemanje podatkov in vrednotenje. Pri samem zagonu simulacije lahko uporabnik nastavi želene vrednosti, ki se nanašajo na trajanje simulacije, enote, natančnost izvajanja (povezana z zahtevnostjo strojne opreme). To se lahko stori na zelo preprost način prek vmesnika. Sprotno spremljanje izvajanja je elegantno rešeno, ker lahko simulacijo animiramo, zaustavljamo, ponovno poganjamo, skratka imamo možnost popolnega nadzorovanja poteka. Pri zajemanju podatkov je prav zaradi velike povezljivosti z ostalimi programskimi paketi zelo širok nabor možnosti, upal bi si reči, da celo prevelik, ker uporabnik išče najprimernejšega med primernimi. Imamo 5 možnosti sprotne komunikacije z ostalimi aplikacijami in še dodatnimi elementi, ki nudijo možnost izvoza in uvoza podatkov na začetku ali pa koncu simulacije. Posebno koristni elementi so t. i. tiskalniki (angl. »plotterji«), ki sprotno grafično prikazujejo rezultate simulacije. Extend je tudi programski paket odprte kode (angl. »open source«), kar omogoča poljubno prilagajanje rešitve s strani uporabnika. Omeniti velja še možnost izdelave nadzorne plošče simulacije, ker nadziramo vse parametre preko operacij kloniranja vnosnih polj elementov.

Poleg opisanih lastnosti je tu še ena, ki je za magistrsko nalogo izredno pomembna. To je komponenta programskega paketa z imenom »StatFit« (proizvajalec Geer Mountain Software), ki služi statistični obdelavi podatkov. Poudariti je potrebno, da ta aplikacija deluje znotraj same simulacije, kar uporabniku močno olajša delo pri vrednotenju. Samo delovanje bo predmet vrednotenja simulacije in zato na tem mestu ne bo posebej opisano.

5.6 KRIVULJA UČENJA IN KRIVULJA IZKUŠENOSTI

Krivulja učenja in krivulja izkušnosti sta dva sorodna pojma, ki se pojavljata v literaturi. Opredeljujeta podobno vsebino, za magistrsko nalogo uporabljam pojem krivulje učenja.

Zamisel krivulj učenja ponazarja povezavo med izkušnostjo in učinkovitostjo. Med izvajanjem pridobivajo izvajalci izkušnje in tako postajajo učinkovitejši. Koncept je prvi opredelil psiholog Hermann Ebbinghaus. Prva znana praktična uporaba sega v leto 1936, v ZDA (Wright-Patterson Air Force Base), ko so opredelili, da je vsakič, ko se proizvodnja letal podvoji, potrebno 10 do 15 % manj časa za izdelavo (algoritem, ki ustreza temu spoznanju, opisuje formula 4).

Formula 4: Formula krivulja učenja

$$y_x = K \bullet x^{\frac{\log b}{\log 2}}$$

y_x ... potrebno število ur za proizvodnjo x - te enote

K ... neposredno število ur za proizvodnjo prve enote

x ... proizvedena enota

b ... ucinek učenja

Krivulja izkušnosti je sorodna zamisel, ki pa ima širše meje kot krivulja učenja (ta govori zgolj o povprečnih stroških dela). Krivulja izkušnosti predpostavlja, da so z večanjem

kumulativnega obsega proizvodnje stroški proizvodnje naslednje enote nižji. Vsakič, ko se proizvodnja podvoji, se stroški različnih poslovnih funkcij znižajo za nek delež. V sedemdesetih letih prejšnjega stoletja je ta koncept pričel uveljavljati Bruce Henderson iz Boston Consulting Group (BCG). Raziskave so pokazale, da v odvisnosti od vrste panoge v industriji, stroški padajo za vsak proizveden kos med 10 in 25 % (zgolj ob zagonu proizvodnje). Med razloge za efekt izkušenosti vir navaja:

- učinkovitost delovne sile (priučenosť),
- standardizacija, specializacija in izboljšanje metod,
- tehnološko pogojeno učenje,
- boljša izkoriščenost opreme,
- izboljšave konstrukcije izdelkov,
- izboljšave toka dodajanja vrednosti.

Zamisel je mogoče opisati prek matematične formule (formula 5).

Formula 5: Formula krivulja izkušenosti

$$C_n = C_1 \cdot n^{-\alpha}$$

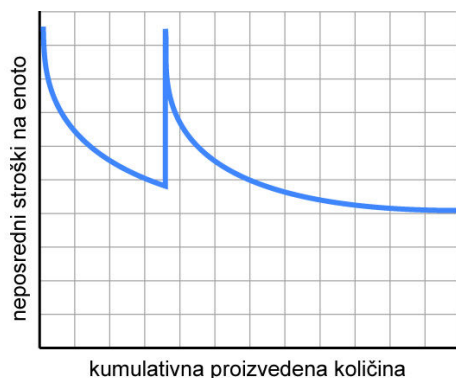
C_1 ... strošek proizvodnje prve enote

n ... kumulativna proizvedena količina

α ... elastičnost stroškov v odvisnosti od kumulativne količine

Krivulja izkušenosti ima tudi svoje posebnosti. Ko imamo opravka z močno konkurenco (proizvajalci mobilnih telefonov), krivulja učenja sploh ne doseže asimptotične vrednosti, temveč se prekine kot posledica prilagajanja podjetja konkurenci (na trg pošlje nove modele). Ta pojav je prikazan na sliki 14. Podobno se zgodi lahko tudi zaradi najrazličnejših scenarijev, povezanih z dobavitelji.

Slika 14: Grafični prikaz krivulje izkušenosti



Vir: Lasten vir

Prašnikar in Debeljak (Prašnikar, Debeljak, 1998, str. 211) opisujeta, da se učinek učenja nanaša na zmanjševanje povprečnih celotnih stroškov s kumulativnim obsegom proizvodnje določenega izdelka, od začetka proizvodnje naprej. Do tega učinka prihaja

zaradi povečevanja produktivnosti in učinkovitosti porabe proizvodnih sredstev. Pomembna je ugotovitev, ki jo ta vir navaja glede uvajanja novih tehnologij, ko pravi, da bi se morali managerji zavedati, da so stroški v začetnih fazah lahko bistveno višji. Dopolnitev vpliva krivulje učenja na stroške izdelka podaja vir (The learning curve, 2006), ki navaja, da na efekt izkušenosti vpliva:

- učenje izvajalcev,
- izboljšave metod, orodij, postopkov,
- izboljšave konstrukcije izdelka,
- izboljševanje upravljanja s strani managerjev,
- razhroščevanje inženirskih podatkov,
- proizvodni takt (izhaja iz večanja prodaje).

Zaradi opisanih izboljšav se zgodi, da potrebna poraba delovne sile na enoto proizvoda pade. Zgodi pa se tudi, da se zniža poraba materialov, kjer je vzrok boljša metoda dela (manj tehnološkega in ostalega izmeta) in izboljšave konstrukcije (manjša poraba materiala, cenejši material).

Z vidika krivulj učenja literatura omenja naslednje možnosti uporabe (Gooden, 2006):

- ocenjevanje stroškov proizvoda znotraj življenjskega cikla,
- opredeljevanje strategij trženja,
- opredeljevanje stroškov dela pri projektih z visoko stopnjo tehnološke zahtevnosti.

Krivulje učenja so pomembne pri določanju krivulj stroškov na dolgi rok. Na krivulji učenja in ostalih podatkov se lahko v primeru vstopa na nov trg odločamo, kako velik obrat naj odpremo, kar ugotovimo iz količine, ki jo želimo dati na trg (Pindyck, 1995, str. 237).

Sporočili krivulje učenja in krivulje izkušenosti sta jasni in ne glede na to, na kateri zamisli se osredotočimo, velja, da učinka nista zanemarljiva. Pri projektih tako lahko na primer predvidimo krivuljo učenja za stroške dela, kjer glede na različne parametre predpostavimo, kakšna bo. Literatura torej zamisli ne zanemarja. Kako pa je v praksi?

6 PRIPRAVA PODATKOV ZA SIMULACIJE

6.1 ZASNOVA SIMULACIJ

V magistrski nalogi bodo izdelane tri simulacije lastne cene motorja. Analiza občutljivosti bo izdelana skladno s teorijo. Osnovana bo na podlagi kalkulacije ob dejanskem polnem zagonu proizvodnje (8. 11. 2006) in dodatnih podatkih, ki so prisotni danes (prvo tromesečje 2007), ko dobave potekajo skladno z načrtom. Enako bo veljalo za Monte Carlo simulacijo, le da bo stopnja natančnosti veliko večja. Simulacija scenarijev bo osnovana na podlagi predvidevanj, ki so bila postavljena v fazi izdelave ponudbe (marec, 2004). Zakaj

sem se odločil za analize v različnih fazah življenjskega cikla proizvoda, je opredeljeno v točki 8 Primerjava simulacij na strani 77.

Monte Carlo simulacija bo izdelana v programskem paketu Extend, na podlagi kalkulacije, ki jo predvideva kupčeva metodologija. Simulacija bo izvedla 40.000 preračunov lastne cene motorja, za 20 tromesečij (5 let). To pomeni, da bo v vsakem tromesečju vzorec 2.000 rezultatov. Naredil sem poenostavitev, ker bom analiziral dve leti manj, kot sicer traja projekt, in to zaradi dveh dejstev, in sicer:

- za obdobje, daljše od 5 let, so napovedi zelo nezanesljive,
- s trajanjem 5-ih let (20 tromesečij) skozi simulacijo v Extendu pridobim robne pogoje, ki omogočajo veliko manjšo kompleksnost (predvsem za namensko izdelani element vrednotenja).

V kalkulaciji lastne cene motorja poznamo različne elemente le-te, ki bodo posebej analizirani. Ti elementi bodo razgrajeni na sestavine (baker, električna energija, stroški dela ...), kjer bo načeloma vsaka, za katero bom tako ali drugače opredelil pomembnost za končni rezultat, dobila napoved gibanja v prihodnosti (trend) in verjetnostno porazdelitev, ki bo to gibanje dopolnjevala.

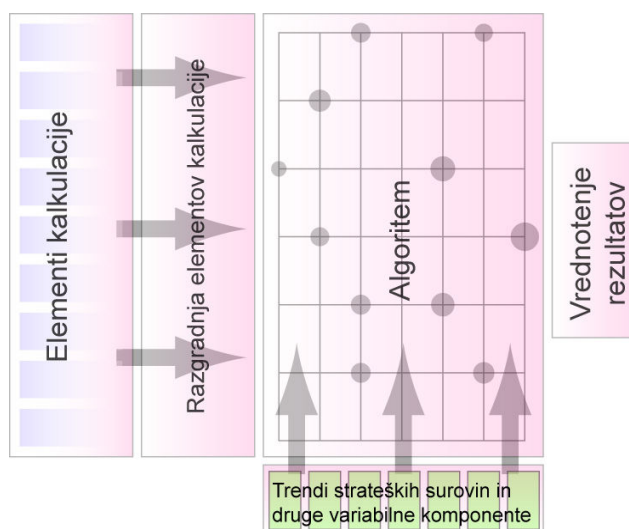
Slika 15 na strani 34 prikazuje fizičen izgled simulacije. Ta bo vizualno taka, da bodo na skrajni levi strani prisotni elementi iz obstoječe kalkulacije lastne cene. Ti so:

- komponente motorja,
- stroški neposrednega dela,
- splošni proizvodjalni stroški,
- amortizacija,
- stroški energije,
- ostali stroški.

Ti elementi se bodo razgradili na elementarne sestavine. Za primer neke komponente motorja bodo to elementarne sestavine nabavne cene, ki jo plačuje Iskra Avtoelektrika, za ostale elemente kalkulacije bo opredeljeno nekoliko drugače. Za razgradnjo na elementarne sestavine so izdelani namenski elementi v Extend-u, opisani v dodatku C.

Nato bo sledil algoritem, ki bo elementarne sestavine »opremil« s trendi, ki bodo prisotni na dnu simulacije. Algoritem bo lahko za neko elementarno sestavino bolj ali manj kompleksen, kar bo odvisno od njene pomembnosti in od števila pridobljenih trendov, ki določajo časovno gibanje stroška elementarne sestavine. Recimo, da smo pridobili trend stroškov dela v Sloveniji, ki je pomemben za kalkulacijo lastne cene motorja, saj vpliva na element neposrednih stroškov dela, splošnih proizvodjalnih stroškov in ostalih stroškov. Ta isti trend se lahko uporabi tudi na določeni komponenti motorja, ki jo Iskra Avtoelektrika nabavlja pri proizvajalcu v Sloveniji. Končna faza simulacije je seveda vrednotenje rezultatov. Slika dejanske simulacije je prisotna kot dodatek E naloge.

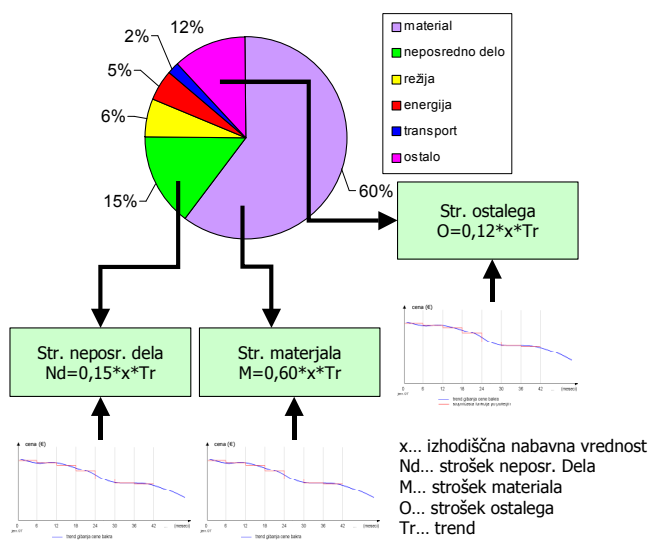
Slika 15: Struktura simulacije



Vir: Lasten vir

Kot že omenjeno, bom za vsako komponento motorja (določeno na podlagi Pareto analize in pravila 80/20) definiral strukturo nabavne cene za Iskro Avtoelektriko (glej sl. 16).

Slika 16: Struktura nabavne cene naključne komponente motorja



Vir: Lasten vir

Iz slike 16 in razlage, podane v nadaljevanju, ki opisuje trende, lahko definiramo nabavno ceno materiala X_i v i-tem trenutku kot (formula 6):

Formula 6: Nabavne cena komponente

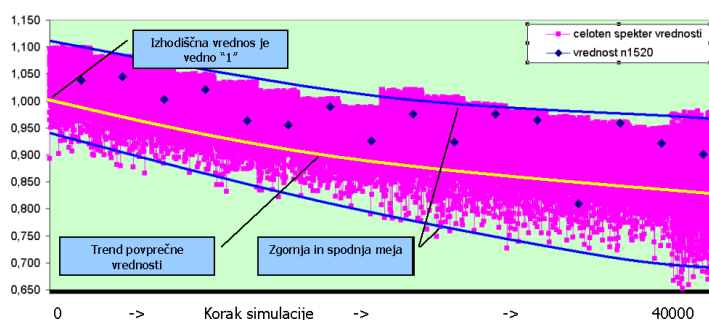
$$X_i = \sum_{j=1}^n X_0 \cdot d_j \cdot Tr_{ij},$$

kjer je X_0 izhodiščna nabavna cena komponente motorja, d_j izhodiščni delež j-te elementarne sestavine nabavne cene (vsota deležev je 100 %; deležev je n) in Tr_{ij} vrednost

trenda j-te elementarne sestavine nabavne cene v i-tem trenutku (koraku simulacije). Trend je edina veličina, ki se spreminja s časom in povzroča spremembo nabavne cene komponente motorja.

Predhodno je bilo že zapisano, da bom za elementarne sestavine elementov kalkulacije, definiral trend gibanja v prihodnosti in določeno verjetnostno porazdelitev, ki bo opredeljevala stopnjo tveganosti. Grafično obliko opisane napovedi prikazuje slika 17.

Slika 17: Trend gibanja in ključni podatki



Vir: Lasten vir

Izhodiščna vrednost večine krivulj, ki bodo opisovale trend, bo praviloma 1. Ta pristop bo v simulaciji omogočal preprosto napoved bodočega gibanja stroškov v kalkulaciji lastne cene. Navedem naj primer komponente motorja, ki jo podjetje nabavlja. Na podlagi kalkulacije bom poznal nabavno ceno. To ceno bom razgradil na različne elementarne sestavine. Za vsako od teh elementarnih sestavin bom imel opredeljen trend, kot je prikazano na zgornji sliki. Ena od elementarnih sestavin je recimo strošek materiala v dobaviteljevem proizvodstvu. Preko preprostega algoritma (formula 6 na str. 34) bom sposoben za vsako tromesečje napovedati strošek materiala (preko izhodiščne vrednosti v izdelku in trenda). Ker bom to storil tudi za ostale elementarne sestavine v strukturi nabavne cene komponente motorja, bo skupen rezultat dal pričakovano nabavno ceno te komponente v prihodnosti. Ta pristop velja za vhodne materiale. Slika 17 prikazuje spekter vrednosti, ki se bodo glede na verjetnostno porazdelitev, ki bo opredeljevala nek trend, pojavile v simulaciji. V bistvu bom imel za čas trajanja projekta 2000 različnih trendov za neko komponento motorja ali element kalkulacije. Na sliki sem želel prikazati trend za neko strateško surovino in v njem krivuljo »n1520«, ki spada v spekter vseh krivulj. V dodatku C, na sliki 3, je prisoten grafični prikaz opisane logike, ki je pridobljen direktno iz simulacije.

Kalkulacijo bom nadgradil tudi s krivuljami učenja. Pri teh bo v primeru krivulje kakovosti logika nekoliko drugačna, saj bo postavljen trend, ki se bo iz obstoječe približeval do želene (asimptotične) vrednosti, ki bo vsekakor višja od 0 %. Kot primer vzemimo, da se iz izhodiščnih 5 % izmeta spustimo po določenem času na 2 %, kar predstavlja asimptotično vrednost. To vrednost dosežemo prav zaradi učinka učenja.

V nalogi privzemam, da je podjetje sposobno proizvajati pogodbene količine in 10 % odstopanje le-teh navzgor (na letni ravni), ob trenutnem pragu kapacitet, kar pomeni, da se

ne pojavljajo dodatne investicije in/ali delo v nadurah oziroma tretji izmeni, ki bi povzročale poznan učinek omejeno stalnih stroškov (Tekavčič, 1997, str. 29). Seveda velja tudi nasprotno, torej zmanjšanje povpraševanja s strani kupca ne pomeni sprememb z vidika trenutnega praga inštaliranih kapacitet oziroma stroškov dela.

Vsi namensko izdelani elementi v programskem paketu Extend in njihovo delovanje so opisani v dodatku C. Vse vrednosti za tredne, ki so uporabljeni v Monte Carlo simulaciji, so prisotne v dodatku A. Skupni imenovalec določenega trenda je ikona, ki nastopa povsod, kjer se ta trend obravnava (glavno delo, simulacija, dodatek A in dodatek C).

6.2 ANALIZA TRENDOV CEN STRATEŠKIH SUROVIN IN OSTALIH VPLIVNIH VELIČIN

Za potrebe simulacij je potrebno raziskati trende cen strateških surovin in ostalih pomembnih elementarnih sestavin, ki nastopajo v kalkulaciji lastne cene. Pri kovinah izhajam iz vsebnosti le-teh v zlitinah, ki se uporabljajo za izdelavo komponent motorja. Predpostaviti je potrebno, da so pogodbe z dobavitelji vezane na ceno strateških surovin prek neke formule. V tem primeru je pristop Monte Carlo simulacije pravilen. V primeru, ko pogodbe niso tako sestavljene, je pristop manj natančen, vendar je jasno, da se z dobavitelji v primeru bistvenih sprememb cen strateških surovin pogajamo o popravku nabavnih cen.

Za vsako strateško surovino se bom skušal držati enotne strukture analiziranja. V prvi fazi bom prikazal proces pridobivanja le-teh, sledila bo analiza povpraševanja in ponudbe (opisano v dodatku B). Na podlagi teh dveh faktorjev bom skušal napovedati trend gibanja nabavnih cen v prihodnosti. Kjer ne bom v stanju izvesti analize na podlagi ponudbe in povpraševanja, bom zgolj opisal stanje in postavil napoved. Šlo bo za določitev matematične funkcije in še subjektivno oceno statistične porazdelitve, ki jo bom »obesil« na dobljeni trend. Statističnih porazdelitev, ki pridejo v poštev, je veliko, uporabljal bom normalno ali pa beta. Slednja je po mojem mnenju najbolj primerna, saj z njo opišemo praktično vsako stanje (poljubno prilagajanje oblike in razpona prek vhodnih parametrov).

Za nekatere strateške surovine (nafta, neodijev oksid, baker, aluminij) je potrebno pridobiti tudi pričakovano menjalno razmerje EUR/US\$. To je izredno pomembno predvsem zaradi magnetov, ki predstavljajo kar velik del stroškov izdelka, saj so vodilni svetovni proizvajalci surovin locirani na Kitajskem, kjer je tečaj lokalne valute vezan na ameriški dolar.

Napovedi bom izdelal za obdobje 2007 do 2012, narejene so na podlagi javno dostopnih podatkov. Naloga bi pridobila na teži, če bi uporabili plačane raziskave s strani strokovnih organizacij. Zavedam se, da po načelu »garbage in - garbage out« še tako dobra simulacija postane neuporabna, če vhodni podatki niso kakovostni.

Pri kovinah in energentih je potrebno že na začetku poudariti, da so trendi praktično enotni. Kot posledica ugodnih globalnih gospodarskih razmer in posledično gospodarske rasti se

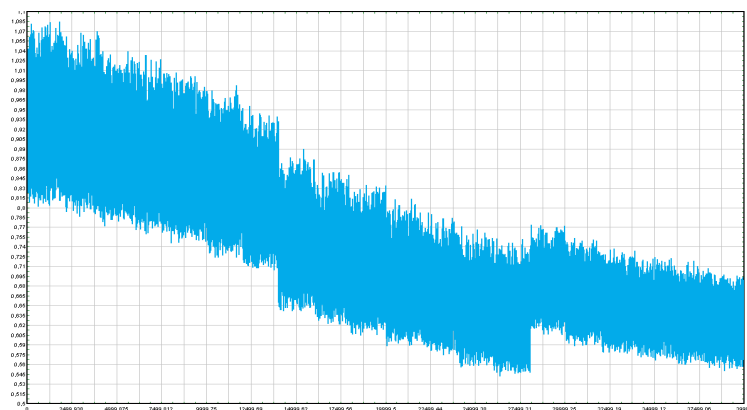
pojavlja primanjkljaj ponudbe glede na povpraševanje. V preteklosti je šlo za t. i. cikle visokih cen, ki so v kratkem roku padle spet na sprejemljive ravni, danes pa se ti dogodki (umirjanje) še niso pojavili. Ta pojav je predvsem izrazit pri bakru. Prav zato bom skušal analitične rezultate interpretirati in v simulaciji uporabiti intuitivno oceno, ki se bo lahko razlikovala od analitične. European confederation of iron and steel industries (European confederation of iron and steel industries, november, 2006) sicer ocenjuje globalne razmere v letu 2006 in napoveduje upočasnitev gospodarske rasti v letu 2007 v EU in ZDA ter dvig obrestnih mer, kar bi dejansko lahko pomenilo zasuk trendov v nasprotno smer, kar se na primeru nekaterih surovin in energentov počasi že kaže.

Glede na zgoraj opisani način nihanja nabavnih cen, kjer gre za določeno korelacijo med surovinami in opisom o tem statističnem pojavu (točka 5.4 Simulacija občutljivosti, scenarijev in Monte Carlo simulacija, str. 24), je potrebno narediti še eno predpostavko. V neki meri bo na podlagi analiz ponudbe in povpraševanja prišlo do korelacije trenda, korelacije verjetnostnih porazdelitev, ki bodo »obešene« na trende, pa ne bodo prisotne. Korelacija je ena od pomembnih veličin Monte Carlo simulacije in potrebuje razjasnitev, saj je pri mojem pristopu s tega vidika stanje nekoliko drugačno, kot je to pri običajnih Monte Carlo simulacijah. Ta odstavek bo podrobneje obravnavan v točki 7.3.2 Rezultati simulacije in interpretacija na strani 71.

Trendi bodo matematične funkcije, odvisne od koraka simulacije. Ker je model diskretne narave in ker morajo biti znotraj tromesečij vrednosti konstantne, je potrebno trende diskretizirati, kar v simulaciji pomeni, da trend za nadaljnjih 5 let opisuje 20 vrednosti (tromesečij). Uporabim lahko tri možne definicije trednov (trije namensko izdelani elementi v Extendu), vendar bom uporabil prva dva, ki sta v nadaljevanju predstavljena, ker menim, da je tretji problematičen z vidika obdelave končnih rezultatov. Ti so:

- Diskretizirana krivulja, fiksne verjetnostne porazdelitve znotraj tromesečij (glej sl. 18); pomeni, da bom dobljeno krivuljo, ki bo popisovala trend, diskretiziral in nanjo vezal največ 5 različnih verjetnostnih porazdelitev. Te so znotraj določenega tromesečja/tromesečij fiksne.

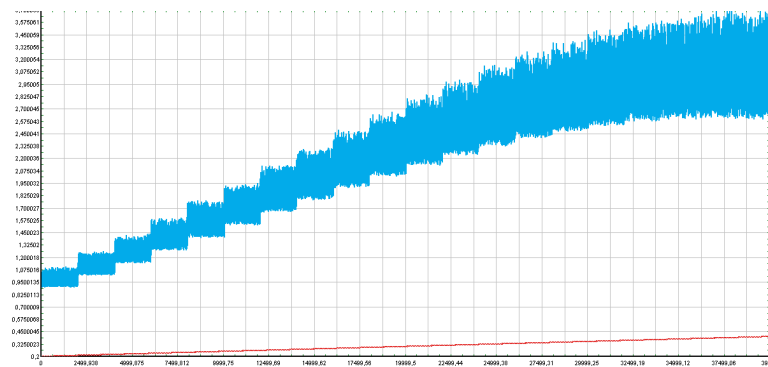
Slika 18: Diskretizirana krivulja, fiksne verjetnostne porazdelitve znotraj tromesečij



Vir: Lasten vir (izmišljeni podatki in prikaz iz simulacije)

- Diskretizirana krivulja, variabilne verjetnostne porazdelitve znotraj tromesečij (glej sl. 19); se razlikuje od predhodno opisane možnosti po tem, da ima na trend »obešeno« določeno porazdelitev, ki se ji zvezno spreminjajo parametri skozi tromesečja (korake simulacije). Za primer normalne porazdelitve pomeni, da spreminjam standardno deviacijo od izhodiščne, preko določene funkcije do končne, kar se lepo vidi na sliki 19. Pristop je kakovostno najprimernejši in bo zato v simulaciji prevladujoč.

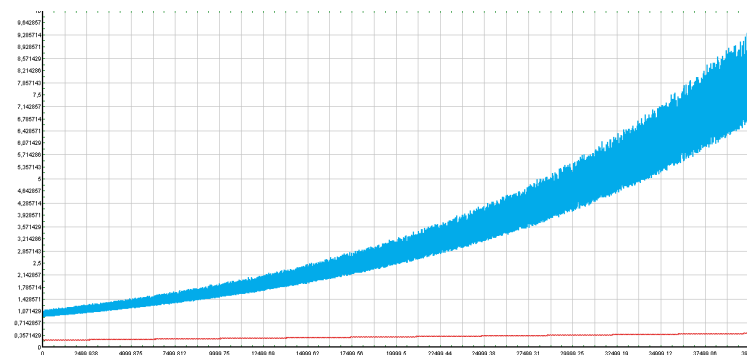
Slika 19: Diskretizirana krivulja, variabilne verjetnostne porazdelitve znotraj tromesečij



Vir: Lasten vir (izmišljeni podatki in prikaz iz simulacije)

- Zvezna krivulja, variabilne verjetnostne porazdelitve znotraj tromesečij (glej sl. 20) pomeni, da krivulje, ki popisuje trend, ne diskretiziram, temveč jo pustim zvezno, kjer so njegove vrednosti odvisne od koraka simulacije. Porazdelitev se obnaša zvezno, kot je bilo že prikazano v predhodnem primeru.

Slika 20: Diskretizirana krivulja, variabilne verjetnostne porazdelitve znotraj tromesečij



Vir: Lasten vir (izmišljeni podatki in prikaz iz simulacije)

Primer, ko bi vse spreminjal zvezno, ni najprimernejši in ga ne bom uporabil v simulaciji. Zgodilo bi se namreč, da bi znotraj nekega tromesečja dobil velik raztros vrednosti. Ta raztros bi bil posledica spreminjajoče vrednosti samega trenda znotraj tromesečja in samega raztrosa, ki je posledica »obešene« verjetnostne porazdelitve na ta trend.

6.2.1 GLOBALNI EKONOMSKI POLOŽAJ

Stanje na trgu strateških surovin je zelo odvisno od stanja gospodarstev. Zato v tem sklopu navajam nekaj relevantnih podatkov. Iz njih bo razvidno, da se, globalno gledano, pojavlja rast gospodarstev z zelo ugodnimi vrednostmi, kar postavlja pritisk na stran povpraševanja.

Podatke povzemam iz Poslovnega načrta Iskre Avtoelektrike za 2007 (PN Iskra Avtoelektrika d. d., 2006, str. 5). Visoki indeksi rasti pomembnejših svetovnih gospodarstev in visoke ravni cen energije ter strateških surovin v zadnjih letih prispevajo k relativno visoki svetovni rasti BDP (bruto domači proizvod). Za leto 2006 je bila ocenjena na globalni ravni 4,6 % rast. Podobna pričakovanja se napovedujejo tudi v letu 2007. V ZDA se v prvi polovici leta 2007 pričakuje rahlo poslabšanje gospodarske klime kot posledica nižjega domačega povpraševanja zaradi višjih cen nafte in zmanjšanja zaupanja v ameriške javne finance. Na drugi strani se v državah EU pričakuje nadaljevanje ugodne gospodarske rasti tudi v letu 2007. Ta naj bi se gibala na ravni 2,3 %. K svetovni rasti pa bo ponovno največ prispevala rast kitajskega gospodarstva. Napoveduje se nadaljnja 9 % letna rast. Visoke rasti se napovedujejo tudi v Indiji in v Rusiji. Podatke prikazuje tabela 4.

Tabela 4: Obstoječe stopnje rasti BDP in napoved za izbrane države (%)

OECD / IMF poprečja	Poročilo	Napoved	Napoved
	2005	2006	2007
ZDA	3,6	3,5	3,3
Japonska	2,6	2,4	2,1
EU	1,6	2,3	2,3
Kitajska	9,9	9,5	9,0
Indija	8,3	7,3	7,0
Latinska Amerika	4,3	4,3	3,6
Rusija	5,4	5,3	4,8

Vir: PN Iskra Avtoelektrika d. d., december, 2006

6.2.2 MENJALNO RAZMERJE EUR/US\$

6.2.2.1 DOLOČANJE MENJALNEGA RAZMERJA

Valuta odraža ekonomske razmere v državi, ki jo predstavlja. Enako kot za vse ostalo blago, ki se trži, veljajo zakonitosti povpraševanja in ponudbe. Če se povpraševanje poveča, vrednost valute naraste, in obratno, če se povpraševanje zmanjša, vrednost valute pade. Na vrednost valute vplivajo različni parametri. Med njimi velja omeniti ekonomsko rast, obrestne mere in politično stabilnost. Investitorji pri vlaganjih gledajo na stabilnost gospodarstev, v katera vlagajo premoženje. Pri tem je ekonomska rast pomemben podatek. Varnost naložb je večja, če vlagamo v stabilno gospodarstvo s stabilno rastjo.

Pri ekonomski rasti se analitiki ukvarjajo z analiziranjem nezaposlenosti, izvozu/uvozu in BDP. Jasno je, da večanje nezaposlenosti, padec BDP in zmanjšanje izvoza, negativno vplivajo na vrednost valute.

Valuta teži k sledenju obrestnim meram. Če se obrestne mere dvignejo, to privabi kapital, saj se obetajo večji zaslužki. Investitorji pri oceni dogajanja na področju obrestnih mer gledajo na inflacijo, kakor tudi na izjave vplivnih osebnosti v državi. Ponavadi se spremembe obrestnih mer dogajajo na bolj ali manj znane datume, kot na primer zasedanja centralnih bank.

Politična stabilnost je prav tako pomemben dejavnik pri določanju vrednosti valute. Obdobja pred volitvami, nezaposlenost, vojne, imajo negativen vpliv, saj vnašajo nepredvidljivost. Investitorji postanejo previdni. Geopolitične napetosti, naravne nesreče, nevarnost pred terorističnimi napadi ravno tako vplivajo na politično stabilnost in posledično na vrednost valute. Tekst iz te točke je povzet po Forex Capital Markets (Forex Capital Markets, 2006).

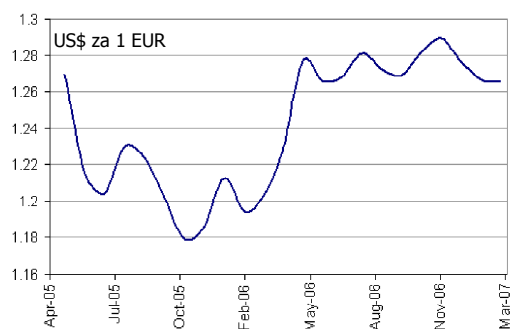
6.2.2.2 NAPOVED



Napoved je težko oblikovati, saj obstaja cela vrsta le-teh, ki pa se med seboj močno razlikujejo. V nalogi sem se odločil, da bom izdelal napoved na podlagi zgodovinskih podatkov. Metoda sicer ni najprimernejša, a za potrebe naloge dovolj dobra.

Pred mojo napovedjo pa navajam še dve, ki bosta služili kot potrditev pravilnosti izbranega trenda gibanja tečaja. Po napovedi Financial Forecast Center (Financial Forecast Center, 2006) naj bi se v prihodnje pol leta menjalno razmerje gibalo okrog 1,27 US\$ za 1 EUR (glej sl. 21).

Slika 21: Trend gibanja menjalnega razmerja US\$/EUR do marca 2007



Vir: Financial Forecast Center, september, 2006

David Watt (Watt, oktober, 2006) navaja pričakovano gibanje do septembra 2007. Razvidno je, da je tukaj nihanje tečaja večje, kot je bilo pri prejšnji napovedi (glej sl. 22, na str. 41).

V Poslovnem načrtu Iskre Avtoelektrike d. d. za leto 2007 (PN Iskra Avtoelektrika d. d., 2006, str. 5) je naveden trend za to leto, ki se popolnoma ujema z napovedjo vira (Watt, 2006).

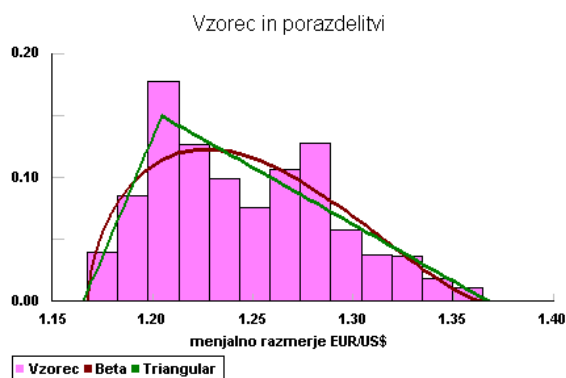
Slika 22: Trend gibanja menjalnega razmerja US\$/EUR do septembra 2007



Vir: Watt, oktober, 2006

Pri napovedi za potrebe simulacije sem vzel za osnovo zgodovinske podatke. Odločil sem se, da vzamem podatke za obdobje od 01. 01. 2004 do 01. 11. 2006, iz vira OANDA (OANDA Corporation, 2006). Pri izbiri primerne porazdelitve se pojavijo težave v zvezi z vzorcem, kar je lepo razvidno (glej sl. 23). Nobena porazdelitev razen trikotne ne ustreza (analize izdelane prek StatFit aplikacije v programskem paketu Extend, 95 % konfidenčni interval, Kolmogorov-Smirnov in Anderson-Darling testa). V simulacijo bom vnesel kot dolgoročno vrednost menjalni tečaj 1,245 US\$ za 1 EUR (povprečna vrednost iz historičnih podatkov) z izjemo napovedi, ki so navedene v poslovnem načrtu Iskre Avtoelektrike d. d. za leto 2007 (PN Iskra Avtoelektrika d. d., 2006, str. 5), in Davida Watta (Watt, 2006), ki jih bom vključil za leto 2007.

Slika 23: Menjalno razmerje EUR/US\$ za obdobje 01. 01. 2004 do 01. 11. 2006



Beta porazdelitev:

Min: 1,16

Max: 1,37

P: 1,61

Q: 2,42

Vir: Lasten vir (izdelano na podlagi predstavljenih podatkov)

Pri napovedi je potrebno poudariti, da je obravnavano obdobje petih let. Nepredvidenih dogodkov je lahko veliko in zato je napovedovanje praktično nemogoče. Temu primerno sem izbral tudi porazdelitev, ki predvideva v letu 2007 manjše odstopanje od napovedi, v nadaljevanju pa večje. Uporabil bom diskretizirano krivuljo, variabilne verjetnostne porazdelitve znotraj tromesečij, ki je opisana v točki 6.2 Analiza trendov cen strateških surovin in ostalih vplivnih veličin na strani 33. Za potrebe simulacije moram določiti matematično funkcijo, ki bo iz izhodiščne standardne deviacije 0,02, prek 40.000 korakov simulacije privedla do končne standardne deviacije 0,05. Ta funkcija je seveda enostavna:

$\sigma = \sigma_1 + (\sigma_2 - \sigma_1) * \text{korak simulacije} / 40.000$. Rezultat prikazuje slika 1 dodatka A, ki je pridobljena direktno iz simulacije. V simulaciji bo izhodiščna vrednost 1,32 US\$/EUR. Tabelarična oblika parametrov je razvidna iz tabele 1 dodatka A.

6.2.3 BAKER (NAPOVED)



Baker je zelo neugoden z vidika postavljanja napovedi. Razlog je v koncentraciji proizvajalcev, kar privede do podobnih razmer, kot velja to za nafto. Ne gre za prepovedano dogovarjanje o cenah, a razvidno je, da bi morala biti cena, glede na podobne razmere, kot jih poznamo pri aluminiju, bistveno nižja, oziroma bi morala bolj odzivno reagirati na povečanje svetovnih rezerv. Poleg tega so se pojavljali tudi neugodni dogodki, kot na primer večmesečne stavke, ki so cene še bolj potisnile v nebo. Podrobna analiza stanja se nahaja v dodatku B, točka 1.

Metalspace (Metalspace, 2006) navaja ene najnovejših podatkov, ki sem jih lahko zasledil. Ti se v primerjavi z ostalimi viri bistveno razlikujejo, predvsem zaradi obdobja, v katerem so nastali. Omenjeni vir napoveduje padanje cen bakra v letu 2007 za 29 %. Ta vir tudi navaja 19-letni zgodovinski maksimum nabavne cene za tono bakra, ki se je zgodil v maju, in sicer 8.800 US\$. Kot glavni vzrok omenja neinvestiranje v zmogljivosti za pridobivanje bakra v preteklih letih, ko je povpraševanje strmo naraščalo. Vir povzema tudi napoved Westpaca, ki predvideva, da se bo cena s povprečnih 6.744 US\$/tono za leto 2006 znižala na 4775 US\$/tono. Navaja se tudi podatek o upočasnitvi gospodarske rasti v ZDA in globalnem dvigu obrestnih mer, ki bo umiril povpraševanje, kar bo seveda ugodno vplivalo na ceno. Gibanje cene bakra na London metal exchange (v nadaljevanju LME) v zadnjem letu povzemam v spodnji sliki, ker je za izdelavo napovedi zelo dobrodošlo (glej sl. 24).

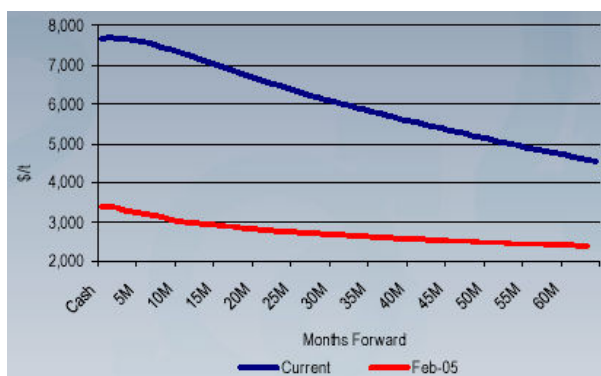
Slika 24: Cena bakra na LME med 31. 10. 2005 in 30. 10. 2006 (US\$/tono).



Vir: Thefinancials, november, 2006

Po Anni Campopiano (Campopiano, 2006) so razlogi za močan dvig cen bakra in tudi vseh ostalih kovin enaki, kot so bili že opisani. Navedene informacije so bolj detaljne, omeniti velja špekulacije s strani investorjev, ki so videli v rasti cen potencialne zaslužke, kar je povzročilo »navidezno« povečanje povpraševanja. Za odločitev o vhodnih podatkih simulacije povzemam še najnovejšo napoved s strani LME v času izdelave analiz (oktober, 2006). Gibanje cen v prihodnjih obdobjih prikazuje slika 25 na strani 43.

Slika 25: Cena bakra (LME) za prihodnje mesece, začenši z oktobrom 2006 (US\$/tono).

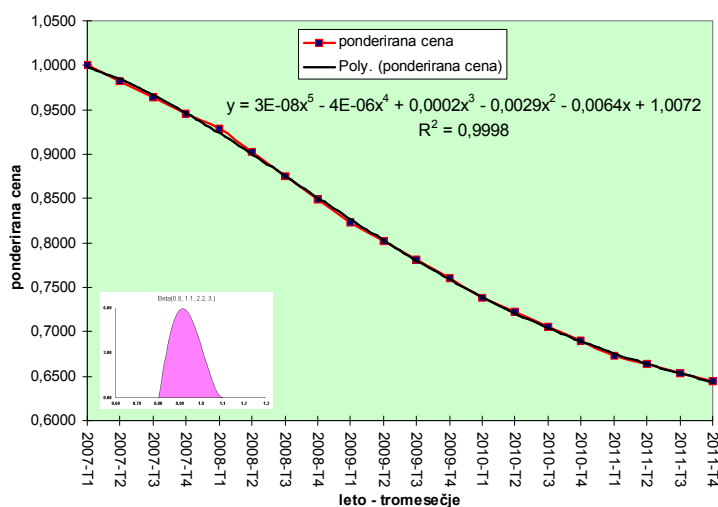


Vir: Campopiano, 2006

Podatke na sliki 25 je potrebno ustrezno obdelati in pripraviti v primerno obliko, da so za simulacijo uporabni. V ta namen je potrebno pridobiti ceno po letih, kar pa lahko storim zgolj na podlagi omenjene slike. Dobljene podatke za prvo tromesečje posameznega leta sem linearno interpoliral. Določil sem tudi, kateri polinom ustreza izbranemu trendu, a ga pri določitvi parametrov nisem potreboval. Parametri za simulacijo so prikazani v slikovni obliki v sliki 2 dodatka A, v tabelarni obliki pa v tabeli 2 dodatka A. Z vidika simulacije je uporabljen trend diskretizirane krivulje, variabilne verjetnostne porazdelitve.

Napoved dopolnjujem še z napovedjo Lawrencea Smitha in Kevina Shija (Smith, Shi, 2006). Napoved pravi, da naj bi bila povprečna cena bakra na LME v letu 2007 okrog 2,5 US\$/lb, v letu 2006 pa je bila 3,0 US\$/lb. Navedeni so tudi konkretni podatki, na osnovi katerih je osnovana napoved. Obeta se nam torej 16,6 % znižanje cene, kar je bolj radikalna številka od moje napovedi. V simulaciji se napoved tega vira odraža skozi porazdelitev, kjer sem dolgoročno dal prednost vrednostim pod izbrano trenutno nabavno ceno (beta porazdelitev). Grafično obliko izbranih parametrov dopolnjujem s prikazom v sliki 26.

Slika 26: Grafična oblika podatkov za simulacijo (baker)



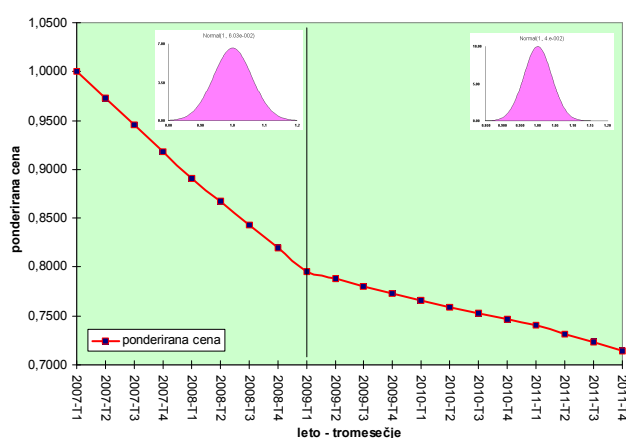
Vir: Lasten vir (izbrani vhodni podatki za simulacijo na podlagi opravljenih analiz)

6.2.4 ALUMINIJ (NAPOVED)



Natančna analiza stanja je prisotna v dodatku B, točka 2. Aluminij je kovina, ki še najbolj sledi zakonitostim povpraševanja in ponudbe, in zato ne vidim težav, da ne bi baziral svoje napovedi na podlagi izdelanih analiz. Za analizo bo uporabljena kar povprečna vrednost, ki jo navajajo različni viri (glej sl. 16 dodatka B). Dobljene podatke bom dopolnil še z dvema različnima normalnima porazdelitvama, in sicer za prvo obdobje nekoliko večjo, za nadaljnje pa manjšo, kar se tudi odraža v raztrosu različnih virov, navedenih v dodatku B, točka 2. Za prikaz izbranih parametrov glej sliko 3 dodatka A in tabelo 3 dodatka A. Ocena je arbitrarna, saj je za natančno definicijo porazdelitve na voljo premalo podatkov. Nazornejša grafična oblika izbranih podatkov je prikazana na sliki 27.

Slika 27: Grafična oblika podatkov za simulacijo (aluminij)



Vir: Lasten vir (izbrani vhodni podatki za simulacijo na podlagi opravljenih analiz)

Izbran trend padanja cen sovpada s podatki, pridobljenimi iz vira (Campopiano, 2006), ki se nanašajo na napoved s strani LME in so bili uporabljeni tudi pri izdelavi predvidevanj za baker (to so najnovejši podatki, ki so bili na voljo v času pisanja magistrske naloge). Tudi že uporabljeni vir (Smith, Shi, 2006) navaja za aluminij podobno dinamiko, in sicer znižanje povprečne cene na LME z 1,12 US\$/kg v 2006 na 0,97 US\$/kg v 2007, kar sovpada z izbrano napovedjo.

6.2.5 JEKLO (NAPOVED)

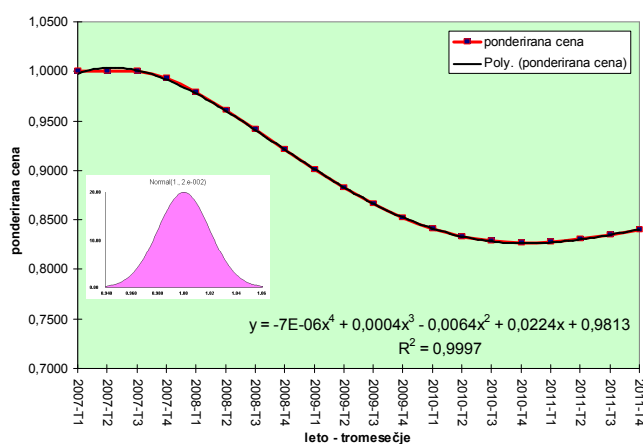


Napoved, ki jo bom rabil v simulaciji, je zaradi že opisanih težav v zvezi z jeklom izredno težko podati (opisane v dodatku B, točka 3). Še največja težava je v raznolikosti jekel in njihovih cen. Vsi viri napovedujejo padanje cen v prihodnosti. Za simulacijo bi moral definirati dva različna trenda, in sicer za jekla za elektro pločevino in navadna jekla. Eden od virov podatkov, iz katerih lahko postavim napoved, poleg predhodno izdelane analize (dodatek B, točka 3), je Poročilo o konjunktornih gibanjih (GZS, 2006, str. 4). Tam se nahaja tabela s pričakovanim trendom za kovine, med katerimi je tudi jeklo. Ta vir napoveduje praktično nespremenjeno ceno (1 % padec) v prihodnjem letu in večji padec v letu 2008 (okrog 10 % napram 2007). CRSIL (CRSIL limited, 2006)

navaja, da je stanje glede prihodnjih gibanj precej negotovo. Ta vir navaja tudi potrebne surovine in energente za pridobivanje jekla. Poleg železove rude in odpadnega jekla so zelo pomembni tudi energenti (naravni plin, premog, koks), ki jih v nalogi ne analiziram. Predpostavljam, da bodo bolj ali manj konstantni. Iz vsega opisanega lahko definiram trend. Izbrati bom moral večji razpon verjetnostne porazdelitve, ki jo bom uporabil, prav zaradi nezanesljivosti podatkov.

Podobno kot za vse ostale napovedi sem tudi pri tej določil podatke, ki jih prikazuje tabela 4 dodatka A (slika 4 dodatka A prikazuje grafične podatke iz simulacije). Podatki o trendu so pridobljeni tako, da sem na podlagi razpoložljivih virov določil pričakovano nabavno ceno za posamezno leto. Nato sem opredelil matematično funkcijo, ki jih popisuje (polinom četrte stopnje), in na podlagi le-te dobil vrednosti za vsako tromesečje. Celovito grafično obliko podatkov sem prikazal na sliki 28.

Slika 28: Grafična oblika podatkov za simulacijo (jeklo)



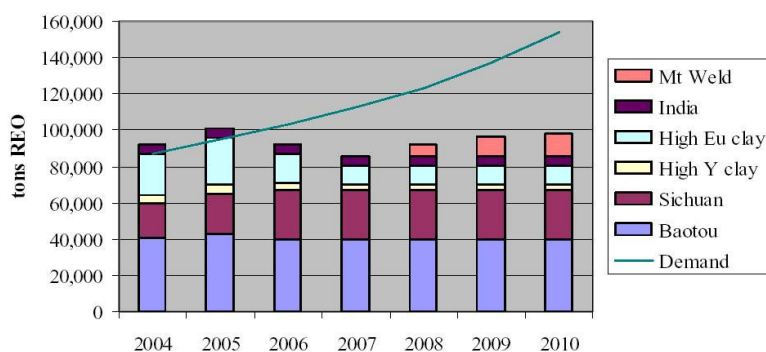
Vir: Lasten vir (izbrani vhodni podatki za simulacijo na podlagi opravljenih analiz)

6.2.6 MAGNETI IZ REDKIH ZEMELJ (NAPOVED)



Natančna analiza je prisotna v dodatku B, točka 4. Iz že predstavljenega monopolističnega položaja Kitajske se zaradi tega v prihodnosti lahko na strani ponudbe pojavi več težav, kot na primer politične, gospodarske, okoljevarstvene ... Prav z vidika varovanja okolja Christopher W. Sinton (Sinton, 2006) poudarja, da so določeni obrati v Kitajski povzročili veliko škode v obliki radioaktivnega sevanja. Glede političnih (gospodarskih) odločitev navaja ta vir podatek, da je kitajska vlada za leto 2006 omejila proizvodnjo na 86.520 ton. Prav zaradi te odločitve se bo v prihodnosti pojavljal razkorak med ponudbo in povpraševanjem (glej sl. 29, na str. 46). Ta razkorak bo nedvomno vplival na ceno na trgu, tako da nekateri proizvajalci, ki so obrate že zaprli, razmišljajo o ponovnem odprtju (Mt. Weld v Avstraliji). Primanjkljaj bo predvsem na področju oksidov, potrebnih za pridobivanje magnetov.

Slika 29: Ponudba in povpraševanje med 2004 in 2010 za okside redkih zemelj v tonah



Vir: Sinton, junij, 2006

Napovedi, ki jo ta vir navaja, gre kar verjeti, še posebej, če pogledamo porast cene med letom 2005 in 2006 za praktično vse okside (glej tab. 5).

Tabela 5: Porast cen oksidov redkih zemelj med letom 2005 in 2006 v odstotkih (%)

Ime	Enota	2006	2005	% spr.
La-oxid	US\$/t	2.150	1.400	53,6 %
Ce-oxid	US\$/t	1.600	1.200	33,3 %
Nd-oxid	US\$/t	10.350	5.900	75,4 %
Pr-oxid	US\$/t	10.300	7.550	36,4 %
Sm-oxid	US\$/t	2.500	2.600	-3,8 %
Dy-oxid	US\$/t	64	35	82,9 %
Eu-oxid	US\$/t	250	290	-13,8 %
Tb-oxid	US\$/t	410	300	36,7 %

Vir: Sinton, 2006

Študija navaja, da naj bi se cene oksidov do leta 2008 spremenile za 40 do 80 % (povprečje oksidov), poudarja pa, da je omejitev proizvodnje na Kitajskem verjetno kratkoročna, ker se je že izkazalo, da država ni bila v stanju nadzirati postavljenih omejitev. Pri napovedi za obravnavano obdobje izhajam iz tabele, kjer sem opredelil letno rast cen neodijevega oksida (glej tab. 6).

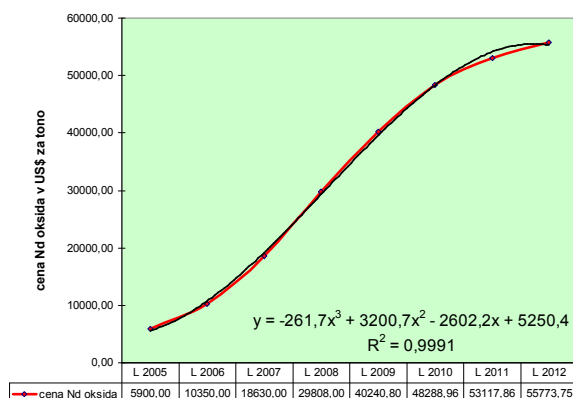
Tabela 6: Letni porast cen neodijevega oksida (%) in cena po letih (US\$ za tono)

leto	letni porast	cena Nd oksida (US\$/t)
L 2007	80,00 %	18630,00
L 2008	60,00 %	29808,00
L 2009	35,00 %	40240,80
L 2010	20,00 %	48288,96
L 2011	10,00 %	53117,86
L 2012	5,00 %	55773,75

Vir: Lasten vir (predpostavka na podlagi opravljenih analiz)

Na podlagi zgornje tabele sem izdelal graf in določil matematično funkcijo, ki opisuje izbrane podatke (glej sl. 30 na str. 47). Gre za polinom tretje stopnje.

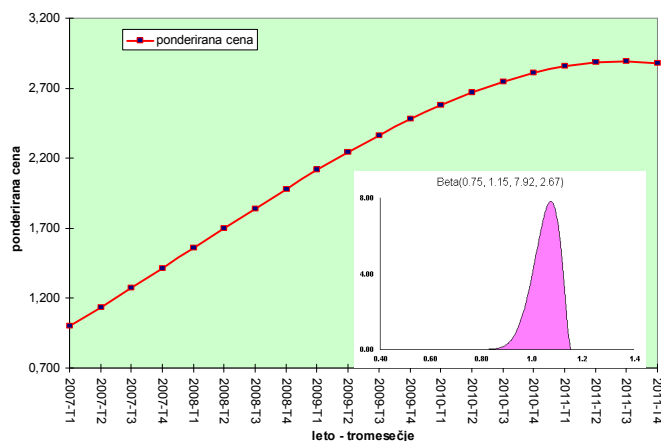
Slika 30: Določitev matematične funkcije trenda rasti cene neodijevga oksida



Vir: Lasten vir (izhodišče grafa je tabela 6 na strani 46)

Z dobljeno matematično funkcijo sem dobil gibanje cen po tromesečjih znotraj obravnavanega obdobja. V tabeli 5 dodatka A so podatki pripravljeni v taki obliki, da to ustreza simulaciji (slika 5 dodatka A prikazuje grafične podatke iz simulacije). Slika 31 prikazuje celovito obliko izbranega trenda in verjetnostne porazdelitve.

Slika 31: Grafična oblika podatkov za simulacijo (Nd-oksidi)



Vir: Lasten vir (izbrani vhodni podatki za simulacijo na podlagi opravljenih analiz)

Krivulja, ki sem jo določil, je zelo neugodna, vendar na podlagi razpoložljivih podatkov obstaja resna bojazen, da bo to realen scenarij. Tudi to, da imamo, globalno gledano, zgolj par proizvajalcev, ki se lahko gredo cenovno voditeljstvo, ne govori v prid kupcev. V prepričanje glede izbranega trenda me pelje tudi Lynas Corporation (Lynas Corporation, 2006) z najnovejšimi podatki na datum izdelave analize (03. 11. 2006), kjer navaja letno rast cene neodijevga oksida za 130 % (tretje tromesečje 2005, tretje tromesečje 2006). Prav zato sem se tudi pri izbiri porazdelitve, ki sem jo dodelil izbranemu trendu, odločil, da bo to beta porazdelitev s takimi parametri, ki privilegirajo še večjo stopnjo rasti, kot sem jo določil.

6.3 ANALIZA TRENDOV GIBANJA CEN OSTALIH VELIČIN

6.3.1 STROŠKI DELA

Trende stroškov dela je potrebno opredeliti za različne države, saj dražje komponente motorja, ki se analizirajo v simulacijah, prihajajo iz različnih koncev sveta. V prvi vrsti je seveda Slovenija, saj se poleg stroškov komponent motorja, ki se nabavljajo v Sloveniji, pojavlja tudi strošek dela, ki ga ima podjetje s proizvodnjo izdelka. V splošnem bi si upal reči, da z vidika stroškov dela ni posebnih negotovosti oziroma tveganj za države EU (iz njih prihajajo vse dražje komponente motorja). Špekulativno bi lahko rekel, da bo strošek dela sledil inflaciji posamezne države (upoštevati velja še ostale dejavnike, kot je na primer produktivnost ali pa pritisk držav z nižjimi stroški dela na pogajalsko moč sindikatov). V simulacijo je potrebno vključiti nominalno rast/upadanje plač in ne realne.

6.3.1.1 SLOVENIJA



Vsebina tega segmenta je povzeta v celoti iz Poročila o konjunktornih gibanjih (GZS, 2006, od strani 16 do strani 20). V letu 2006 je bila rast plač dokaj umirjena, tako da sta bruto in neto plača realno porastli za 2,2 %. Napoved za leto 2007 pravi, da se bo v glavnem plača usklajevala z inflacijo. Sprememba stopnje davka na izplačane plače ne bo bistveno vplivala na stroške dela, tako da naj bi bila rast bruto plač 2,1 %. Treba pa je gledati na podatke, ki so kar se da primerljivi s podjetjem, torej na predelovalno dejavnost in, še boljše, na panogo. V predelovalni dejavnosti je bila realna rast bruto plače v prvih devetih mesecih 2006 2,9 %. Panoga proizvodnje kovin in kovinskih izdelkov je imela v istem obdobju 3,1 % realno rast bruto plač. Vir napoveduje, da bo v obeh letih stopnja inflacije približno enaka (2,5 % letno).

Iz teh podatkov lahko v grobem opredelim trend gibanja stroškov dela v panogi, kjer deluje podjetje. Iz realne predvidene rasti in inflacije za leto 2007 lahko sklepam glede prihodnosti, in to do leta 2012. Kot sem že zapisal, ne gre pričakovati velikih sprememb, verjetno je realno postaviti postopno zniževanje letne stopnje rasti bruto plač (za skupaj 1 odstotno točko od 2007 do 2012). Gibanje inflacije sem opredelil na podlagi napovedi za 2007 in predvidel, da se bo z leti minimalno nižala. Rezultat, ki sem ga dobil na podlagi predpostavljenih podatkov, je nominalna rast bruto plač v Sloveniji za branžo (glej tab. 7).

Tabela 7: Nominalna rast bruto plač branže za Slovenijo med 2007 in 2012 (%)

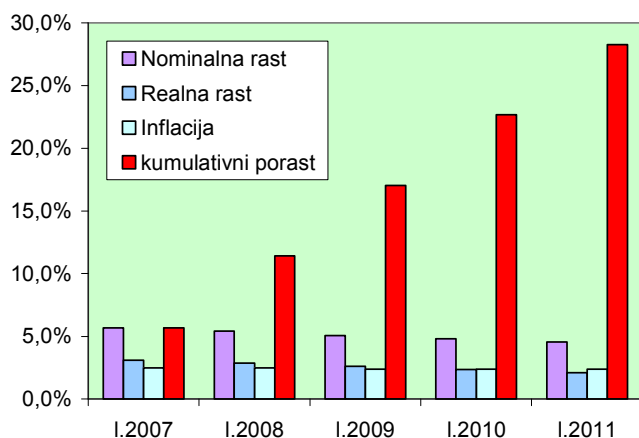
Leto	I.2007	I.2008	I.2009	I.2010	I.2011
Realna rast	3,1%	2,9%	2,6%	2,4%	2,1%
Inflacija	2,5%	2,5%	2,4%	2,4%	2,4%
Nominalna rast	5,7%	5,4%	5,1%	4,8%	4,6%

Vir: Lasten vir (predpostavka na podlagi opravljenih analiz)

Pri opredelitvi negotovosti, povezane s to vhodno veličino, ni smotrno pretiravati. Predpostavil bom normalno porazdelitev s povprečjem 1 in standardno deviacijo 0,02. Za

simulacijo je potrebno definirati še kumulativni porast stroškov dela glede na osnovo, ki je prvo tromesečje 2007. Grafično obliko podatkov prikazuje slika 32.

Slika 32: Grafična oblika podatkov za simulacijo (stroški dela Slovenija)



Vir: Lasten vir (izračun na podlagi tabele 7 na strani 48)

Pri definiranju podatkov, ki se vnesejo v simulacijo, je potrebno tiste, ki so bili predhodno predstavljeni, modificirati, kjer je osnova tromesečni in ne letni porast stroškov dela (v tabeli 6 dodatka A so podatki pripravljeni v taki obliki, da to ustreza simulaciji, prikaz dopolnjuje še slika 6 dodatka A).

6.3.1.2 ITALIJA, FRANCIJA IN NEMČIJA



Napoved trenda stroškov dela za Italijo in Francijo je potrebno opredeliti zaradi določenih komponent, ki izhajajo iz teh držav. Razpoložljivih podatkov je zelo malo. Dobro bi bilo, če bi imel natančne podatke predvsem za Italijo, ker podjetje od tam kupuje bakreno žico. V bistvu se lahko naslanjam na zgolj en vir podatkov pri opredelitvi nominalne rasti stroškov dela v teh dveh državah, in sicer na poročilo na ravni EU (European Commission - Directorate General ECFIN, 2006, str. 87), kjer je navedena nominalna rast plač za leto 2007 za članice EU. To je celotna rast in ne rast za branžo, ki bi bila primernejša za moje delo. Za Francijo velja napoved za leto 2007 o 3,2 % nominalnem letnem porastu stroškov dela, za Italijo velja napoved 2,7 % nominalnega porasta, za Nemčijo pa je ta vrednost -0,1 %. Predpostavil bom konstantne vrednosti tudi za ostala leta trajanja analize, s tem da trenda za Nemčijo sploh ne bom izdelal (na rezultat simulacije bi imelo zanemarljiv vpliv). Vsi podatki za trend stroškov dela v Franciji se nahajajo v tabeli 7 dodatka A (dodatni prikaz nudi slika 7 dodatka A), za Italijo pa glej tabelo 8 dodatka A (dodatni prikaz nudi slika 8 dodatka A).

6.3.2 STROŠKI ENERGIJ

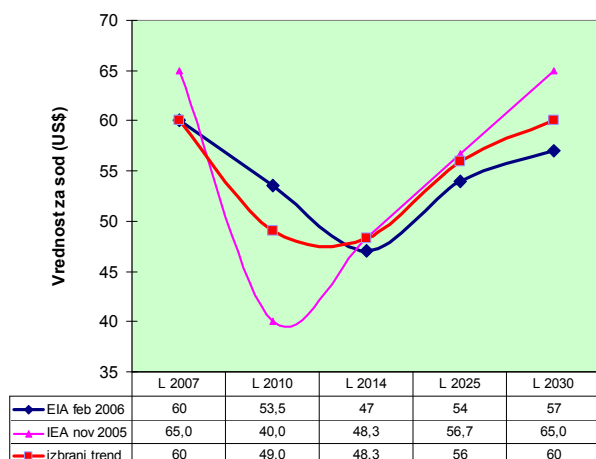
6.3.2.1.1 NAFTA (NAPOVED)



Natančna analiza stanja je prisotna v dodatku B, točka 5.1. Chris Decker (Decker, 2006) podaja projekcije glede porabe energentov do leta 2030. Obsežna analiza

predpostavlja scenarij svetovne gospodarske rasti glede na razpoložljive podatke in napoveduje povpraševanje po energentih. Analizira tudi stanje tehnologije in stanje svetovnih zalog in kapacitet pri proizvodnji različnih energentov ter vlaganjih. Za nafto, ki bo tudi v prihodnosti glavni vir pogona za transportni segment in še posebej za težja vozila, je podan ugoden trend, vsaj kar se tiče obdobja, ki ga obravnavam (glej sl. 33). V nalogi povzemam zgolj končne rezultate analize. Ista slika vključuje tudi projekcije Claudea Mandila (Mandil, 2005), ki so nekoliko bolj optimistične.

Slika 33: Napoved cene nafte za sodček (Us\$ za sodček)

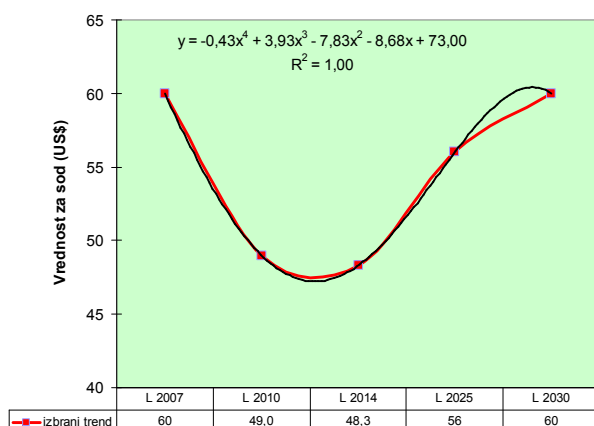


Vir: Lasten vir (predpostavka na podlagi opravljenih analiz)

Guy F. Caruso (Caruso, 2006) ocenjuje gibanje cen nafte v letu 2007 na povprečni vrednosti okrog 65 US\$ za sodček. Ta ocena je bila narejena oktobra 2006, zgornji graf pa nakazuje projekcije, narejene v februarju 2006. Razlika je okrog 5 US\$ za sodček (gledati je potrebno modro linijo). Peter Davies (Davies, 2006) napoveduje cene med 50 in 60 US\$ za sodček po letu 2006, ko bodo tudi rezervne kapacitete narastle. Do leta 2010 ocenjuje, da bodo cene ostale nad 40 US\$ za sodček. Ta ocena je podobna tisti, ki jo zagovarja Claude Mandil. Obstajajo tudi črne napovedi, ki govorijo o veliko večjem povpraševanju napram proizvodnji, vendar so postavljene bolj na špekulativnem razmišljanju (vojne, naravne nesreče ...). Teh ne bom uporabil pri napovedi.

Iz analiz, ki sem jih izdelal glede energentov, je za obdobje, ki ga obravnavam (2007-2012), uvajanje novih tehnologij relativno počasno, tako da ne bodo bistveno vplivale na ceno nafte. Jasno pa je, da če so se iz preteklih dogodkov proizvajalke nafte kaj naučile, se ne bodo okoriščale s povečevanjem povpraševanja in dvigom cen v nebo, ker bi to lahko privedlo do paradoksa, ki je bil opisan na strani 28 dodatka B. Tak pristop bi samo še pospešil uvajanje novih energentov, kakor tudi investicije v razvoj novih tehnologij, tako da predpostavljam, da bo cena nafte relativno malo nihala. Napoved sem postavil na podlagi dveh najcelovitejših predstavljenih virov (glej sl. 33). Vrednosti v posameznem obdobju sem določil arbitarno. Izhodiščno ceno sem postavil na 60 US\$ za sodček, kar je cena, ki je bila aktualna v oktobru 2006. Nato sem poiskal funkcijo, ki te vrednosti povezuje (glej sl. 34 na str. 51).

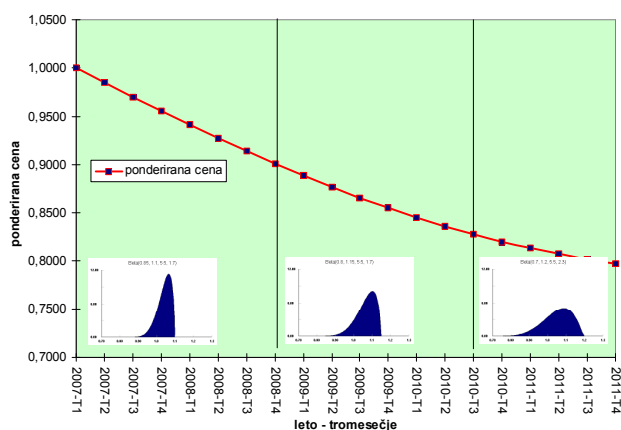
Slika 34: Določitev matematične funkcije, ki opisuje trend



Vir: Lasten vir (izračun na podlagi slike 33 na strani 50)

Sledilo je določanje vrednosti za posamezno tromesečje (na podlagi funkcije), kjer sem v funkcijo za »x« vstavljal vrednosti med 1 (prvo tromesečje 2007) in 3 (zadnje tromesečje 2011), kjer so vmesne vrednosti ustrezno interpolirane. Dobil sem vrednosti cene v US\$ za sodček po tromesečjih. Za potrebe simulacije sem nato še določil izhodiščno vrednost, ki je glede na metodologijo izdelave simulacije 1 (normaliziranih 60 EUR za sodček) in ostale vrednosti po tromesečjih, ki so prav tako normalizirane z izhodiščno vrednostjo za sodček. Končna faza je določitev verjetnostnih porazdelitev za posamezno tromesečje. Tudi to oceno sem določil arbitrarno, kar pomeni, da ni statistične metode, prek katere bi porazdelitve definirali. Izbral sem tri različne beta porazdelitve, kjer so parametri definirani nekoliko bolj pesimistično. Odločil sem se, da bo porazdelitev favorizirala vrednosti, ki so večje od določenih, preko funkcije, in sicer različno, glede na oddaljenost opazovanega tromesečja od izhodiščnega, kar je prikazano v tabeli 9 dodatka A (slika 9 dodatka A prikazuje grafične podatke iz simulacije). Grafična upodobitev vrednosti, ki bodo uporabljene v simulaciji, je prikazana na sliki 35.

Slika 35: Grafična oblika podatkov za simulacijo (nafta)



Vir: Lasten vir (izbrani vhodni podatki za simulacijo na podlagi opravljenih analiz)

6.3.2.2 ELEKTRIČNA ENERGIJA (NAPOVED)



Napovedi za trende cen električne energije bi bilo potrebno narediti za različne države (izvor dobaviteljev). Ker pa je elektrika relevanten element cene samo pri nekaterih komponentah motorja, je smiselno opredeliti napoved zgolj za Slovenijo in Nemčijo.

Na ceno električne energije poleg zakonitosti ponudbe in povpraševanja nedvomno vpliva tudi liberalizacija trga električne energije v EU. Tudi ostali dejavniki, kot napovedi gradnje jedrskih central v nekaterih državah EU, energetska odvisnost EU od drugih držav (z vidika nafte, zemeljskega plina), davek na emisije CO₂, povezan s kvotami, pomagajo pri oblikovanju cene.

Zgodovinski podatki z vidika pridobivanja električne energije kažejo, kako se je spreminjala struktura uporabljenih tehnologij za pridobivanje električne energije po letih (glej tab. 8). Razvidno je, da je nuklearna elektrarna racionalen način, čeprav smatran kot nevaren, saj je delež uporabe jedrske energije zelo narastel. Tudi z vidika emisij je zelo prijazna.

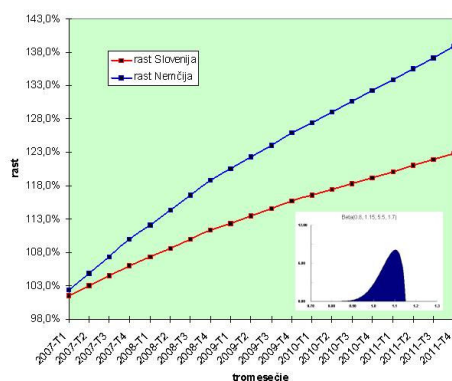
Tabela 8: Struktura tehnologij pridobivanja električne energije v letu 1973 in 2002 v %

Tehnologija	L.1973	L.2002
Nafta	25 %	7,2 %
Jedrska energija	3 %	16,6 %
Premog	38 %	39 %
Hidrocentrale	21 %	16,2 %
Zemeljski plin	12 %	19,1 %
Ostalo	0,7 %	1,9 %

Vir: Financial Forecast Center, september, 2006, str. 3

Commission Of The European Communities (Commission Of The European Communities, 2007, str. 4) prikazuje cene električne energije v EU15 od leta 1997. Iz grafa se lahko razbere, da se je v tem obdobju cena električne energije zelo malo spreminjala. Opazovana je zgolj cena za gospodinjstva, ki ni nujno korelirana s ceno za industrijo.

Slika 36: Grafična oblika podatkov za simulacijo (električna energija)



Vir: Lasten vir (izbrani vhodni podatki za simulacijo na podlagi opravljenih analiz)

Za napoved v magistrski nalogi bom vzel podatke za Slovenijo in Nemčijo, ki pravijo, da se je v letu 2005 cena električne energije v industriji povečala za 6 % v Sloveniji in 10 % v Nemčiji (Goerten, Clement, 2006). Ker ni pričakovati kratkoročnih sprememb na strani ponudbe (nove kapacitete), vsi podatki pa govorijo o umirjanju gospodarske rasti v prihodnjih letih, menim, da je historična stopnja rasti cen električne energije (leto 2005) primerna za leto 2007, v nadaljevanju pa predvidevam umirjanje (glej sl. 36 na str. 52). V simulaciji bo izbrana verjetnostna porazdelitev, ki bo rahlo bolj na »optimistični strani«. Podatki, ki jih bom uporabil v simulaciji, so prikazani v tabeli 10 dodatka A (slika 10 dodatka A prikazuje grafične podatke iz simulacije).

6.4 KRIVULJE UČENJA

Iz teorije poznan učinek krivulj učenja se v praksi, vsaj v podjetju, iz katerega izhajam, premalo upošteva. Preko uporabe tega učinka bi podjetje bolje obvladovalo tveganje, kot je to sedaj. Povsem samoumevno je, da se lahko ob zagonu projekta pojavijo težave, ki povzročijo, da so stroški višji, kot so tisti, ki smo jih načrtovali. Načrtovani stroški so osnovani na optimalnem stanju, ki se doseže šele po določenem času od pričetka proizvodnje, kar je posledica pridobivanja izkušenj vpletenih. Neko empirično obliko krivulje bi bilo moč določiti iz izkušenj na preteklih projektih. Krivuljo bi nato pri novih projektih uporabili pri kalkulacijah. Seveda bi bilo to krivuljo potrebno popraviti glede na vplivna dejstva (stopnja nepoznavanja tehnologije, trga, dobaviteljev ...). Tako bi prišli do veliko zanesljivejših ocen o stroških skozi čas trajanja projekta (v primeru moje simulacije skozi tromesečja). Uporabljene bodo štiri krivulje učenja, in sicer za:

- kakovost,
- produktivnost,
- izkoriščenost opreme,
- prihranke zaradi cenejših nabavnih virov in izboljšav tehnologije.

Zadnja od navedenih krivulj vpliva zgolj na stroške materiala. Poudariti je potrebno, da gre za popolnoma neodvisne krivulje.

Krivulje za kakovost, produktivnost in izkoriščenost opreme/dela izhajajo iz teorije, povezane s kazalnikom o celoviti izkoriščenosti opreme (angl. Overall equipment efficiency – OEE). Kazalnik je danes standard v industriji in je sestavljen iz treh členov (formula 7 na str. 53 in 54).

Formula 7: Kazalnik celovite izkoriščenosti opreme

$$OEE = \text{razpoložljivost} * \text{učinkovitost} * \text{kakovost},$$

$$\text{razpoložljivost} = \frac{\text{razpoložljiv čas} - \text{zastoji}}{\text{razpoložljiv čas}},$$

$$\text{ucinkovitost} = \frac{\text{normativna poraba ur}}{\text{dejanska poraba ur}},$$

$$\text{kakovost} = \frac{\text{vsi proizvedeni izdelki} - \text{defektni izdelki}}{\text{vsi proizvedeni izdelki}}.$$

Kazalnik je najprimernejši v količinsko intenzivni proizvodnji (Keegan, O'Kelly, 2004, str. 206). Vsaka kategorija bi zahtevala natančno razlago, če bi hoteli popolno razumevanje vsebine kazalnika, kar pa menim, da ni smiselno, saj sem podal ta teoretični vidik (sicer zelo uporabljen v praksi) zgolj zato, da je razvidno, iz česa izhajam pri opredeljevanju glavnine krivulj učenja.

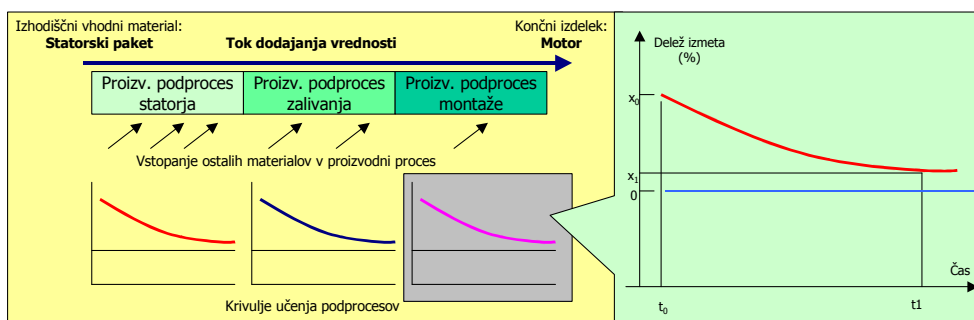
6.4.1 KRIVULJA UČENJA KAKOVOSTI



Ko govorimo o kakovosti, je potrebno jasno opredeliti ta pojem. Glede na TQM-načela je kakovost zelo širok pojem, ki se stopnjuje od nič pa do praktično vseh dogodkov v podjetju. Pojem kakovosti se tudi geografsko razlikuje. Tako je na primer v Evropi pojmovanje kakovosti drugačno kot v ZDA ali Japonski (Shiba, Graham, Walden, 1990, str. 5). Pri krivuljah učenja kakovosti je končni rezultat določitev treh različnih krivulj, ki bodo predstavljale različne velikosti nekovosti (izmet) glede na fazo proizvodnega procesa. Dejstvo je, da je potrebno za neko količino dobrih motorjev porabiti večjo ali v najboljšem primeru enako porabo materialov (na primer za 1 motor porabimo 1 rotor). Slednji scenarij je praktično nemogoč, težimo lahko le k optimalni velikosti, ki jo opredelimo kot normativno. Vedeti moramo, da je z vidika proizvodnega procesa najbolje, da odkrijemo napako čim bližje trenutku nastanka in takoj izločimo defekten kos, ne pa da nanj še dodajamo vrednost in napako odkrijemo pozneje. Proizvodni proces za obravnavani izdelek, ki je predstavljen v točki 4.3.4 na strani 15, ima tri glavne faze, kjer se ugotavlja ustreznost.

V simulaciji ne bo zajetih še morebitnih vmesnih točk nastajanja in izločanja defektnih izdelkov, kar pa predstavlja praktično neobstoječi delež. Omenjene točke so kontrola po navijanju, zalivanju in končni montaži. Skladno z navedenim bom izdelal tri parcialne krivulje kakovosti (glej sl. 37).

Slika 37: Proizvodni proces, podproces in krivulje učenja



Vir: Lasten vir (predpostavka narejena na podlagi osnov v teoriji in dejanskega stanja)

V nadaljevanju je nujno razložiti ozadje treh krivulj. Omenil sem že, da je za en dober izdelek, predvsem v zagonskih fazah, potrebna več kot le normativna poraba komponent motorja, ki jo praviloma izkazujejo kalkulacije. Predpostavimo, da je na montaži v zagonski fazi projekta x_0 , na zalivanju y_0 in na podprocesu izdelave statorja z_0 % izmeta. Ciljne vrednosti, ko smo proces izboljšali, so potem x_1, y_1, z_1 . Za montažo je prikazano na sliki 37 na strani 54, da za 1 dober izdelek potrebujemo v zagonski fazi $1/(1 - x_0)$ komponent motorja, ki se tam vgrajujejo. Ko je proces optimiran, potrebujemo $1/(1 - x_1)$ teh komponent. Enako je tudi na podprocesih. Iz povedanega lahko sklepamo, da je v zagonski fazi potrebno $1/(1 - x_0)(1 - y_0)$ komponent motorja, ki vstopajo v podproces zalivanja in $1/(1 - x_0)(1 - y_0)(1 - z_0)$ komponent motorja, ki vstopajo v podproces izdelave statorja, in skladno s predstavljenim so tudi potrebe, ko smo proces optimirali. Opisani pristop je le nekoliko spremenjen glede na tistega, ki ga predstavljata Meyers in Stephens (Meyers, Stephens, 2000, str. 20), vendar »pisan na kožo« obravnavanemu izdelku.

6.4.1.1 VHODNI PODATKI ZA KRIVULJE UČENJA KAKOVOSTI

Zagotavljanje kakovosti je pomemben dejavnik, ko govorimo o projektih v avtomobilski industriji. Pod tem pojmom razumemo aktivnosti zagotavljanja kakovosti preko delavcev, z zasnovo ustreznega proizvodnega sistema in proizvodnih metod (Hirano, 1987, str. 158).

Pod vhodne podatke za definicijo je potrebno navesti trenutne vrednosti, trend do danes in postaviti realno dosegljiv cilj za prihodnost. Trend in trenutne vrednosti sem pridobil iz poročil o proizvodnji, ki se izdelujejo tedensko. Poleg tega sem definiral dolgoročno ciljno vrednost izmeta za posamezen segment proizvodnega procesa (glej tab. 9). Poudariti moram, da so izbrane vrednosti in rok doseganja dokaj pesimistično zastavljene. Razlog tiči v potrebi po matematični definiciji krivulje, ki bo popisovala celotno stanje. V nadaljevanju bo razvidno, da so postavljeni roki neka asimptotična vrednost in da praktično enake vrednosti izmeta dosegamo že veliko prej. Uporabljene enote za izmet so PPM (angl. Parts per Milion), kar predstavlja število slabih kosov na milijon proizvedenih.

Tabela 9: Izbrani parametri za simulacijo

Koledarski teden	Podatki o trenutnem stanju (PPM)									Dolgoročni rezultati	
	i39	i40	i41	i42	i43	i44	i45	i46	i47	Mejnik	Vrednost (PPM)
Linija statorja	38433	27251	45084	39587	23873	19482	23921	23514	19803	2008-Q1	14000
Lijija zalivanja	35000	34793	22381	54523	27142	46039	30624	22000	33284	2008-Q1	10000
Montaža	70761	115240	103075	74909	61590	55961	80403	52396	38565	2009-Q2	20000

Vir: Interni vir podjetja (poročila o kakovosti)

Funkcije, ki popisujejo zgornje podatke, so prikazane v tabeli 10.

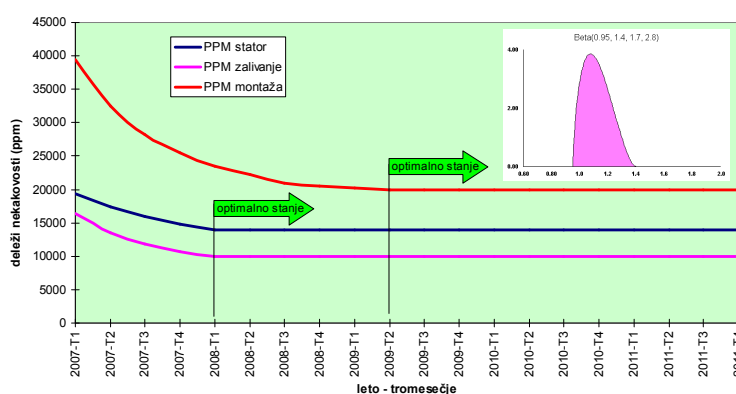
Tabela 10: Izbrani parametri za simulacijo

	Funkcija	R^2
Linija statorja	$y = 39112 \cdot x^{-0,233}$	$R^2 = 0,67$
Linija zalivanja	$y = 53388 \cdot x^{-0,3941}$	$R^2 = 0,65$
Montaža	$y = 131793 \cdot x^{-0,5077}$	$R^2 = 0,69$

Vir: Lasten vir (preračun na osnovi podatkov v tabeli 9)

Kot pri vseh analizah je bilo tudi pri kakovosti potrebno funkcije diskretizirati in tako določiti vrednosti za posamezno tromesečje (za slikovni prikaz glej sliko 11 dodatka A, v tabelarni obliki pa tabelo 11 dodatka A). Izbrana porazdelitev, s katero napovedujem tveganje, ima dokaj velik razpon, vendar menim, da je tako prav, ker je kakovost precej težko nadzorovati, sploh pa pri tako nizkih vrednostih. Ta porazdelitev je bila izbrana predvsem na podlagi poznavanja razmer v proizvodnem procesu, kjer se največ napak odkrije na montaži. Izbrani trend krivulje učenja je mogoče nekoliko preveč pesimističen in bomo v prihodnosti prej dosegli zastavljene vrednosti. Privzeti je pač potrebno, da se tu pojavlja neka rezerva, ki bo kompenzirala večja odstopanja in izredne dogodke (na primer slaba dobava s strani dobavitelja). Teh prek standardne deviacije ne zajamemo, ker je premajhna. Skupek izbranih parametrov prikazujem tudi na sliki 38.

Slika 38: Grafična oblika podatkov za simulacijo (krivulja učenja – kakovost)



Vir: Lasten vir (izbrani vhodni podatki za simulacijo na podlagi opravljenih analiz)

Pri krivuljah učenja kakovosti, ki sem jih določil za posamezne segmente proizvodnega procesa, v praksi podjetje posveča veliko pozornost temu vprašanju, saj se zaveda, da je poslovni izid, poleg same izkoriščenosti opreme in delavcev, odvisen v veliki meri tudi od kakovosti. Na cene strateških surovin se žal ne da vplivati.

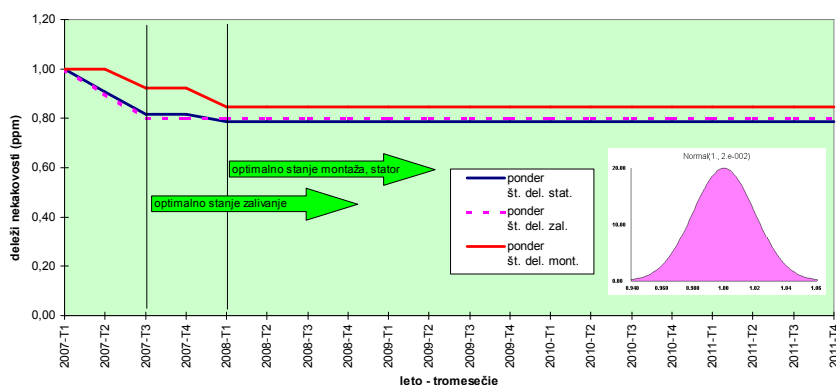
6.4.2 KRIVULJA UČENJA PRODUKTIVNOSTI



Pri tem segmentu gre v bistvu za dve ločeni krivulji. Prva se bo nanašala na optimiranje metod dela in priučitev delavcev na proizvodne operacije. Osnova za to krivuljo so predvidevanja Področja tehnike mehatronike in Področja za industrijski inženiring o bodočih racionalizacijah ter podatki, ki so bili uporabljeni za predstavitev stanja kupcu. Gre za predstavitev z naslovom OPEL4400 Project Cost Management (SPE Mehatronika, Iskra Avtoelektrika d. d., 2006, str. 12). Iz nje izhaja, da se predvideva zmanjšanje števila delavcev za vsak segment proizvodnje, skladno s tabelo 12 dodatka A (za slikovni prikaz glej sliko 12 dodatka A). Tabela prikazuje normalizirane vrednosti glede na stroške dela in ne fizičnega zmanjšanja števila delavcev. Če bolj natančno pogledamo primer statorja, je izhodiščno število delavcev na izmeno 33 (izhodiščna vrednost v simulaciji je 1). Z množenjem tega števila z asimptotično vrednostjo, ki je dosežena v prvem tromesečju 2008, pridemo do številke 26

delavcev ($33 \cdot 0,79$). Ta logika velja tudi za ostale segmente proizvodnje (izhodiščno število delavcev za montažo je 13, za zalivanje pa 10). Deleži posameznih segmentov proizvodnje glede neposrednih stroškov dela so 58,9 % stator, 17,8 % zalivanje in 23,2 % montaža. Izbrana verjetnostna porazdelitev je dokaj ozka, kar je posledica relativno velike predvidljivosti bodočih dogodkov. Grafično prikazujem skupek izbranih parametrov na sliki 39.

Slika 39: Grafična oblika podatkov za simulacijo (krivulja učenja – produktivnost)



Vir: Lasten vir (izbrani vhodni podatki za simulacijo na podlagi opravljenih analiz)

6.4.3 KRIVULJA UČENJA IZKORIŠČENOSTI NAPRAV



Ta krivulja opisuje trend gibanja razpoložljivosti opreme. To bi bil del že predstavljenega kazalnika OEE (glej točko 6.4 na strani 53), ki predstavlja, koliko časa znotraj predpisanega obratovalnega časa oprema dejansko proizvaja. Mogoče je z zanesljivostjo opredeliti končno stanje, in sicer proizvodnjo v dveh izmenah in brez nadur (celo z določeno rezervo), če seveda ostajajo pogodbene količine take, kot so v trenutku pisanja magistrske naloge (v zagonskih fazah projekta so bile prisotne nadure kot posledica povečanja povpraševanja in neučinkovitosti proizvodnje). Vse izbrane parametre prikazuje tabela 13 dodatka A (za slikovni prikaz glej sliko 13 dodatka A). Porazdelitev, ki opisuje negotovost, je izbrana tako, da v prvih fazah predvideva bolj negotovo stanje, potem pa rahlo umirjanje, ki je posledica večje priučenosti delavcev in znanja tehnologov in vzdrževalcev.

6.4.4 KRIVULJA UČENJA NABAVNIH VIROV IN TEHNOLOGIJE



Ta krivulja se nanaša zgolj na tehnološke izboljšave, ki bodo privedle do prihrankov na komponentah motorja (stroških materiala). Dodatno zajema še potencialne prihranke zaradi zamenjave nabavnih virov oziroma nabavnih sinergij s prihodnjimi projekti (realno pričakovani za leto 2008) ter prihodnjih povezovanj med podjetji (Rotomatika – projekt izdelave sorodnega motorja teče tudi v tem podjetju). Nastopanje pred dobavitelji z boljšimi pogajalskimi izhodišči (bakrena žica ali statorski paket), ki se odražajo v obsegu skupne nabave, nedvomno pomeni nižanje nabavnih cen za kos. Za ovrednotenje prihrankov je potrebno seveda poznati načrte, ki jih ima SPE in ki jih

povzemam iz vira OPEL4400 Project Cost Management (SPE Mehatronika, Iskra Avtoelektrika d. d., 2006). Konkretna izboljšave na tehnologiji zalivanja bodo privedle do manjše porabe zalivne mase. Dodatno so tu še možnosti izboljšave tehnologije izdelave zaščitnih mask in tamponov. Pri zamenjavi virov je predvsem z vidika magnetov izredno velik potencial (zamenjava evropskega s kitajskim dobaviteljem). Tudi pri bakru so predvideni prihranki z zmanjšanjem skupnega števila žic statorja za eno. Skupni prihranki na materialu bi z implementacijo vseh sprememb bili 1 EUR/kos (2008), do sredine leta 2007 pa vir ocenjuje zmanjšanje stroškov materiala s 15,82 na 15,26 EUR/kos. Na te ocene je potrebno dodati še potencialen prihranek, vezan na skupno nabavo bakrene žice (zelo realna predpostavka), ki ga ocenjujem na 5 % prihranka napram obstoječim nabavnim cenam (0,222 EUR/kos). To lahko predvidim le od konca leta 2008 dalje. Izbrana verjetnostna porazdelitev, s katero bom okarakteriziral negotovost, bo beta, z v začetnih fazah majhnim razponom, zaradi velike predvidljivosti obravnavane vsebine. V bolj oddaljenih obdobjih bo razpon nekoliko večji (glej tabelo 14 dodatka A, za slikovni prikaz glej sliko 14 dodatka A).

6.5 SPREMEMBA POGODBENIH KOLIČIN



Pogodbene količine so po mojem mnenju pri takih projektih, kot je ta, zelo važen vplivni parameter. Ker je motor sestavni del avtomobila, kjer je napoved prodaje sicer izdelana, vendar ji ni moč popolnoma zaupati, je jasno, da povpraševanje trga lahko pomeni razliko med dobičkom ali pa izgubo. Enako velja za trajanje projekta, ki posledično vpliva na amortizacijsko dobo (podjetje ima s tem že pozitivne izkušnje s predhodnim projektom EHPS za kupca BMW). Narava izdelka je taka, da je po prenehanju proizvodnje oprema praktično neuporabna za druge izdelke. To pomeni, da za opremo ne moremo iztržiti prihodkov z njeno prodajo ali jo že amortizirano uporabiti za izdelavo drugih izdelkov.

Dinamika projekta z vidika pogodbenih in dejansko izdelanih količin je bila že predstavljena (glej sl. 7 na str. 14) in kaže na nenormalno odstopanje (71,4 %). Takega razkoraka v prihodnjih letih ni pričakovati, tako da se bodo dejansko izdelane količine gibale bližje pogodbenim. Vseeno pa je pričakovati določena odstopanja. Kupec sicer predpisuje zgolj kratkoročno odstopanje od dnevnih potreb (+15 %) in pričakuje pripravljenost dobavitelja, da proizvaja v tretji izmeni ali med vikendi. Stroški dela se lahko v tem primeru smatrajo kot variabilni, saj proizvajajo isti delavci v podaljšanem času.

Trenutna slika proizvodnje je taka, da bi podjetje lahko povečalo sposobnost dobav kupcu. To poganja posledice v strukturi stroškov. V simulaciji se držim predpostavke iz točke 6.1 Zasnova simulacij, na strani 30 (prag preskoka fiksnih stroškov še ni dosežen, povečanje ne predstavlja spremembe v strukturah izmen, rezerva je 10 %). Pri amortizaciji je izračun preprost, saj se investicija razdeli na več poslovnih učinkov. Stroški dela so zaradi narejene predpostavke obravnavani kot fiksni strošek. Če se povpraševanje zmanjša za 10 %, lahko obravnavamo delo ravno tako kot fiksni strošek, saj odpuščanja zaposlenih

ni, potrebno je še vedno proizvajati ob trenutni strukturi izmen. Večja zmanjšanja pa bi že pomenila potrebo po racionalizaciji proizvodnje (zmanjšanje števila zaposlenih).

V simulaciji bom predpostavil, da se lahko pogodbene količine znotraj predvidenega trajanja projekta zaradi opisanega spremenijo za $\pm 10\%$, kar bom okarakteriziral z normalno porazdelitvijo s povprečno vrednostjo 1 in standardno deviacijo 0,03. Predpostavil bom, da so amortizacija in stroški neposrednega dela fiksni (glej tabelo 15 dodatka A, za slikovni prikaz glej sliko 15 dodatka A). To pomeni, da se bo amortizacija delila na več/manj poslovnih učinkov. Enako bo veljalo za skupne stroške dela, ki so opredeljeni kot stroški neposrednega dela in stroški režije.

Z vidika podaljšanja trajanja projekta (povečanja kumulativno izdelanih količin v primerjavi s pogodbenimi) se investicija razdeli na več poslovnih učinkov, stroški dela pa ostanejo nespremenjeni znotraj strukture stroškov (za skrajšanje trajanja projekta je z vidika investicije slika obratna). Monte Carlo simulacija bo upoštevala povečanje povpraševanja znotraj predvidenega trajanja projekta.

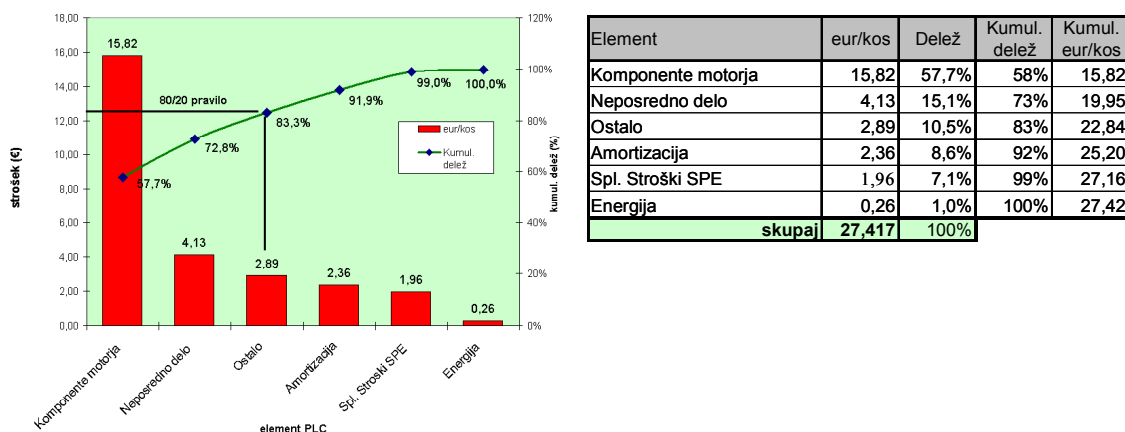
7 IZDELAVA SIMULACIJ

7.1 KALKULACIJA NA IZHODIŠČNI DAN (08. 11. 2006)

7.1.1 STRUKTURA LASTNE CENE

Za izhodiščne vrednosti je vzeta kalkulacija lastne cene izdelka na dan 8. 11. 2006. Narejena je po metodologiji, ki jo je predpisal kupec in ta kalkulacija se bo v nadaljevanju uporabila za izdelavo simulacije občutljivosti in Monte Carlo simulacije. Posamezni elementi lastne cene in vsebina teh elementov je definirana v točki 5.2 Opredelitev polne lastne cene izdelka na strani 18.

Tabela 11: Elementi lastne cene izdelka z grafom



Vir: Lasten vir (osnova je kalkulacija lastne cene po kupčevi metodologiji)

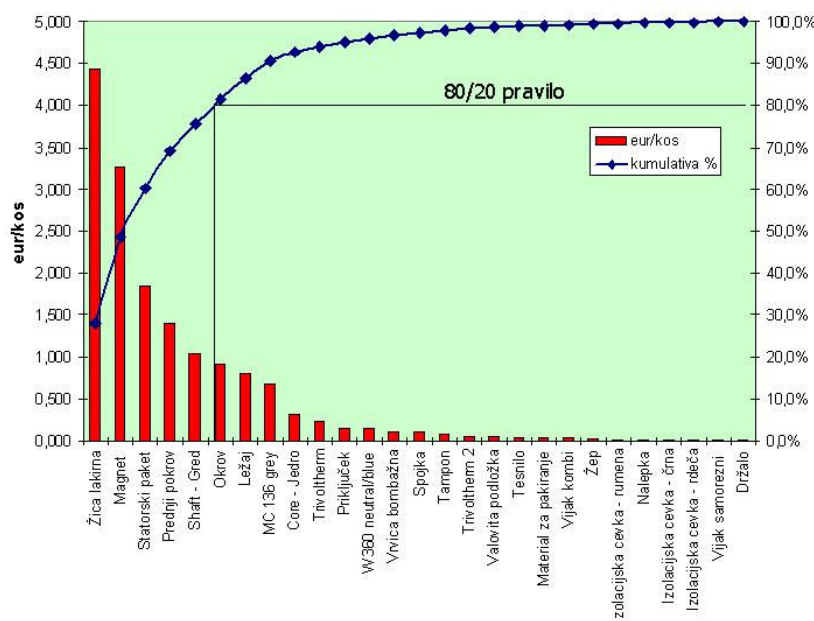
Tabela 11 prikazuje elemente lastne cene in Pareto diagram. Razvidno je, da je delež komponent motorja dokaj visok. Elementi, ki ustrezajo Pareto pravilu, so trije, in sicer

komponente motorja, neposredno delo in ostalo. Razvidno pa je, da tudi komponent amortizacije in splošnih stroškov SPE ne gre zanemarjati, saj so po vrednostih dokaj visoki. Zanemarljiv je zgolj delež energije.

7.1.2 ANALIZA KOMPONENT MOTORJA

Z analizo posameznih komponent motorja želim opredeliti tiste, ki jim je potrebno posvetiti večjo pozornost pri nadaljnjih analizah. Stroški vseh komponent motorja so bili že predstavljeni in dejstvo, da znašajo 57,7 % lastne cene, vsiljuje nadaljnjo razčlenitev.

Slika 40: Pareto diagram stroškov sestavnih delov



Vir: Lasten vir (osnova je kalkulacija lastne cene po kupčevi metodologiji)

Na sliki 40 je prikazan Pareto diagram za komponente motorja. Razvidno je, da je razmejitev po pravilu 80/20 komponenta okrova, vendar menim, da je pomembno natančneje analizirati vse komponente, do vključno jedra. Tem komponentam je potrebno določiti strukturo nabavne cene za Iskro Avtoelektriko d. d.

7.1.3 NATANČNA ANALIZA »PARETO« KOMPONENT

Ta točka je za Monte Carlo simulacijo zelo pomembna. Ključen problem je pridobitev zanesljivih podatkov. To je praktično nemogoče, saj nimamo vpogleda v kalkulacije dobaviteljev. Zato bom moral predvideti strukturo glede na tehnologije v uporabi pri dobavitelju, državo izvora, velikost in organizacijo podjetja, oddaljenost od Iskre Avtoelektrike d. d. in podobne dejavnike, kjer je potrebna določena mera kreativnosti. V nekaterih primerih bo šlo za subjektivno oceno. Definiral bom deleže vhodnega materiala, skupne stroške dela (režija in neposredno delo), amortizacije, energije, ostalega (splošni stroški nabave, prodaje, uprave) in nenazadnje tudi dobička, ki ga ima dobavitelj. Vsi podatki so zbrani v tabeli 12 na strani 61. Opredeljeno je tudi, kakšna je relativna stopnja

zanesljivosti podatkov (na podlagi razpoložljivih virov). Posamezne komponente so v tabeli prikazane z zaporedno točko številčenja poglavij.

Tabela 12: Struktura nabavne cene v %

Element	7.1.3.1	7.1.3.2	7.1.3.3	7.1.3.4	7.1.3.5	7.1.3.6	7.1.3.7	7.1.3.8	7.1.3.9
Stopnja zanesljivosti	↑↑↑	↑↑	↑↑	↑↑↑	↑↑	↑↑	//	↑	↑↑
Material	80 %	25 %	65 %	35 %	45 %	50 %	/	40 %	60 %
Amortizacija	6 %	10 %	8 %	5 %	15 %	10 %	/	5 %	10 %
Stroški dela	7 %	40 %	17 %	30 %	20 %	25 %	/	35 %	12 %
Stroški energije	1 %	10 %	1 %	7 %	1 %	2 %	/	5 %	5 %
Ostalo	1 %	10 %	4 %	18 %	6 %	8 %	/	10 %	3 %
Dobiček	5 %	5 %	5 %	5 %	13 %	5 %	/	5 %	10 %

↑↑↑... visoka stopnja zanesljivosti predvidevanja

↑↑... srednja stopnja zanesljivosti predvidevanja

↑... nizka stopnja zanesljivosti predvidevanja

Vir: Lasten vir (osnova so predpostavke opisane v nadaljevanju)

7.1.3.1 ŽICA LAKIRANA

Sama tehnologija izdelave žice je preprosta in široko dostopna. Ocenjujem, da so potrebne investicije v opremo dokaj visoke (primerljive s sorodnimi tehnologijami preoblikovanja), z vidika amortizacije pa menim, da je tu močan vpliv ekonomij obsega. Zato menim, da v žici, ki jo podjetje nabavlja pri dobavitelju, amortizacija ni prevladujoči strošek. To je vhodni material. Energija ne more biti relevanten strošek, dobiček pa je verjetno na ravni dobičkov panoge (5 %). Izdelava bakrene žice različnih premerov in oplasčenj je komplementarna dejavnost podjetja dobavitelja. Za definicijo strukture si lahko pomagam z dvema viroma, in sicer formulo iz poslovnoinformacijskega sistema, ki opredeljuje nabavno ceno (ta je funkcija materiala in fiksnega pribitka na strošek materiala), in podatkov iz SPE. Glede na večjo zanesljivost podatkov iz poslovnoinformacijskega sistema sem se odločil, da privzamem slednje. Materiala (bakra) je približno 80 %, ostalih 20 % pa je potrebno porazdeliti med opredeljene kategorije.

7.1.3.2 MAGNETI

Magneti se izdelujejo s tehnologijo sintranja. Tehnologija je prisotna na trgu že veliko časa, z leti pridobiva na veljavnosti, saj se je toliko izboljšala, da so komponente, izdelane s sintranjem, za določene izdelke nepogrešljive. Material se naknadno še brusi, da se doseže potrebna dimenzijska oblika. Delež amortizacije opreme je verjetno dokaj nizek. Delež stroškov dela je nedvomno visok, saj gre za zelo napredne tehnologije priprave materialov (velika vlaganja v razvoj). Predvidevam, da je dobavitelj pod zelo hudim pritiskom kitajske industrije in ne dosega pozitivnih ekonomskih dobičkov. Delež materiala je po podatkih SPE nizek (20 %). Energija, potrebna za izdelavo magnetov, je tudi pomemben dejavnik, saj tehnologija sloni na stiskanju prahu pri povečani temperaturi.

7.1.3.3 STATORSKI PAKET

Statorski paket je v bistvu sestav. Sestavljen je iz lamel (statorski listi), ki so med seboj spojene. Tehnologij spajanja je več. Najstarejša je kovičenje, sodobni pa sta varjenje in »interlocking«. Dobavitelj uporablja tehnologijo »interlockinga«, kjer gre za spajanje elementov brez dodajanja materiala. Tehnologija je široko dostopna na trgu. Menim, da je amortizacija pri dobavitelju v rangu tiste, ki jo ima Iskra Avtoelektrika na segmentu hladnega kovanja. Sami stroški materiala so nedvomno največja postavka pri statorskem paketu. To so elektrojekla, ki v našem primeru potrebujejo še žarjenje (vrsta toplotne obdelave jekla), da se izboljšajo elektromagnetne lastnosti pločevine. Poleg tega je pločevina še dodatno lakirana. Stroški dela so relativno nizki glede na samo tehnologijo, organizacijo podjetja in državo izvora. Energija ni relevanten del strukture stroškov. Za dobičke pa velja splošno pravilo v avtomobilski industriji, in sicer, da pri taki tehnologiji, ki je široko dostopna in ne trži znanja, nadpovprečnih dobičkov ni. Oceno baziram na podatkih, ki so na razpolago v SPE.

7.1.3.4 PREDNJI POKROV

Dobavitelj prednjega pokrova je Livarna Komen d. o. o., ki je del Skupine Iskre Avtoelektrike. Tehnologiji izdelave pokrova sta tlačno litje in naknadna mehanska obdelava. Tlačno litje zahteva uporabo električne energije za raztaljevanje zlitine in ta strošek znotraj izdelka ni zanemarljiv. Podatke, iz katerih ugotavljam strukturo, iščem v več virih, in sicer:

- kalkulacija iz Livarne Komen: podatki so na voljo v Iskri Avtoelektriki d.d. in so najprimernejši za uporabo,
- bilanca stanja Livarne Komen: iz nje bi dobil okvirno strukturo »povprečnega« izdelka,
- podatki SPE: najmanj natančni,
- poslovnoinformacijski sistem: pridobim lahko strukturo nabavne cene, ki se preračunava enako kot bakrena žica (formula).

Pri primerjanju podatkov iz bilance stanja in tistih iz poslovnoinformacijskega sistema sem prišel do praktično enakega deleža materiala (35 % oziroma 36 %). Zato bom v simulacijo vnesel kar strukturo, ki jo dobim iz bilance stanja.

7.1.3.5 GRED

Gred je izdelana iz jekla. Tehnologij izdelave je več. Prva je razrez, sledijo struženje, rebričenje in brušenje. Dobavitelj ni veliko podjetje in zato verjamem, da je zelo učinkovit pri obvladovanju stroškov dela. Država izvora dobavitelja ima relativno nizke urne postavke dela. Material v tem primeru ni prevladujoč strošek. Zelo verjetno je amortizacija dokaj visoka, saj gre za več tehnologij, za katerimi so sicer univerzalni stroji. Stroški

energije niso relevantni, ravno tako ne stroški ostalega. Težko pa je reči, kakšen je dobiček. Špekulativno bi lahko rekel, da dosega pozitivne dobičke (na račun majhnosti in fleksibilnosti).

7.1.3.6 OKROV

Okrov je izdelan iz jekla. Prevladujoča tehnologija je globoki vlek. Vhodni material je jeklena pločevina, ki se nato v posebnem orodju vleče. Običajno gre za več faz vlečenja, preden pridemo do končne oblike. Tehnologija globokega vleka je poznana že veliko let. Je široko dostopna in stroški dela, povezani z njo, niso visoki. Dobavitelj sicer izhaja iz države EU, ki ima relativno visoke urne postavke. Amortizacija je primerljiva z nekatero opremo v Iskrinem programu hladnega kovanja. Stroški energije niso visoki. Ključno je orodje, ki omogoča trženje znanja (zahtevna izdelava). Vseeno pa menim, da je proizvajalec v radiju 1000 km od Iskre Avtoelektrike kar veliko, tako da se dosegajo nulti ekonomski dobički.

7.1.3.7 LEŽAJI

Ležaji so sicer zajeti znotraj Pareto pravila, a jih ne bom analiziral z vidika strukture stroškov. Dejstvo je, da je na tem področju izredna konkurenca in se še večja z vstopom novih ponudnikov (predvsem Kitajska). Tudi če bi strukturo razčlenil na elemente, je dejstvo, da, recimo, trenda za zelo specifičen material (posebno jeklo) nimam.

7.1.3.8 ZALIVNA MASA

Največji problem je določitev strukture za zalivno maso. Na voljo nimam praktično nič podatkov, tako da moram podati subjektivno oceno. K sreči gre za komponento, ki v simulaciji nima velike teže.

7.1.3.9 JEDRO

Jedro se izdeluje iz jekla. Tehnologiji izdelave sta struženje in vrtanje. Glede na samo konstrukcijo tega sestavnega dela bi lahko sklenil, da je material dokaj visoka postavka v strukturi nabavne cene. Tehnologija to ne more biti, ker je splošno poznana in cenovno zelo dostopna. Dobavitelj je relativno majhen, urne postavke države izvora so nizke, tako da so stroški dela nekje enakovredni amortizaciji. Stroški energije niso relevantni, stroški ostalega prav tako ne. Glede dobička pa velja zelo verjetno enako kot velja za gred.

7.2 SIMULACIJA OBČUTLJIVOSTI, SIMULACIJA SCENARIJEV

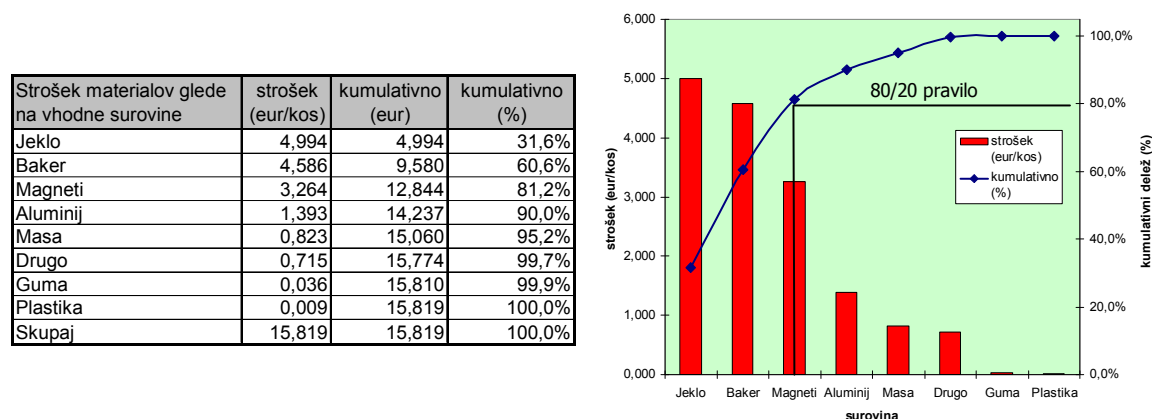
Že v točki 6.1 Zasnova simulacij na strani 32, je bilo opredeljeno, kako bodo izdelane simulacije. Simulacija scenarijev bo narejena tako, kot jo običajno izdelamo v fazi pripravljanja ponudbe. To pomeni, da se kalkulacija lastne cene vzame kot osnova za predvidevanje različnih možnih dogodkov, ki bi lahko vplivali nanjo. Pri komponentah motorja bo za deleže materialov v njih vzeta ocena, ki bi jo lahko podal v fazi izdelave

ponudbe za kupca. To pomeni, da so podatki izkustveni in niso natančni, kot je to pri Monte Carlo simulaciji, kjer izhajam iz različnih virov, ki natančnost omogočajo. Kot osnova bo uporabljena kalkulacija lastne cene v mesecu marcu 2004. Simulacija občutljivosti bo za osnovo vzela isto kalkulacijo lastne cene kot Monte Carlo simulacija (na datum 08. 11. 2006). Pri simulacijah scenarijev in občutljivosti ne bo prisotne časovne komponente, kot bo to pri Monte Carlo simulaciji. Prav tako ne bodo upoštevane vse zamisli, ki so zajete le znotraj Monte Carlo simulacije. Možno bi bilo Monte Carlo simulacijo, izdelano v programu Extend, spremeniti tako, da bi ustrezala ostalim simulacijam, kar pa ni namen te naloge.

7.2.1 SIMULACIJA OBČUTLJIVOSTI

Glavni namen te simulacije je prikazati spremembo polne lastne cene, ko spreminjamo določeno veličino v določenem območju (v mojem primeru $\pm 10\%$), ob konstantni vrednosti ostalih. Veličine se lahko razdelijo v dve glavni skupini, in sicer v komponente motorja in ostale elemente (stroški dela, amortizacija ...). Za komponente motorja je potrebno vsaki definirati, iz katere surovine je izdelana, in v končni fazi združiti tiste, ki spadajo skupaj, kar prikazuje tabela 13. Zaradi dejstva, da surovina ne predstavlja 100 % nabavne cene komponente motorja za Iskro Avtoelektriko, je potrebno opredeliti, kolikšen je v povprečju delež posamezne surovine prisoten v nabavljenih komponentah, kar je prikazano v tabeli 14, na strani 65 (polje delež).

Tabela 13: Strošek komponent glede na vhodne surovine z grafom (EUR/kos)



Vir: Lasten vir (osnova je kalkulacija lastne cene po kupčevi metodologiji)

Poleg komponent motorja je potrebno, kot že omenjeno, identificirati še ostale elemente, ki vplivajo na spremembo polne lastne cene. Kot prvi dodaten element sem izbral pogodbene količine. Predpostavil sem, da na enak način, kot je to pri Monte Carlo simulaciji, vplivajo na amortizacijo in stroške dela. V tabeli 13 se opisana predpostavka kaže kot osnova (8,45 EUR/kos), ki sestoji iz:

- neposrednega dela 4,13 EUR/kos
- splošnih stroškov SPE 1,96 EUR/kos
- amortizacije 2,36 EUR/kos

Bistvena je predpostavka o omejeno fiksnih stroških, opredeljena v točki 6.5 Sprememba pogodbenih količin na strani 58. Ta pravi, da se znotraj vzetih meja za analizo občutljivosti obnašajo opredeljeni stroški kot fiksni. To pomeni, da bodo v primeru večjih dejanskih količin od načrtovanih podeljeni na več poslovnih učinkov. Seveda velja tudi obratno. Variabilni stroški, kot na primer tisti, povezani s komponentami motorja, znotraj strukture lastne cene ne spremenijo vrednosti.

Dodatno sem se odločil še za kakovost in stroške dela v Sloveniji. Pri kakovosti sem predpostavil, da vpliva samo na stroške komponent motorja, kar seveda v praksi ni popolnoma res. Glede na to, da se odpadni materiali prodajo, lahko predpostavim, da to zmanjšuje napako (krije del variabilnih stroškov dela, ki so posledica slabe kakovosti). Dodatna predpostavka, ne spremeni pa bistveno analize, je, da sem pri kakovosti privzel, da trenutno predstavlja izmet 7 % stroškov nabavljenih komponent motorja. To privede do tega, da so stroški komponent motorja v analizi občutljivosti $15,82 \text{ EUR/kos} \cdot 107 \% = 16,93 \text{ EUR/kos}$. Zaradi tega znaša polna lastna cena izdelka $28,524 \text{ EUR/kos}$. V primeru +10 % spremembe vhodnega parametra kakovosti to pomeni, da bi imeli 7,7 % izmet, pri spremembi -10 % pa 6,3 % izmet. Predpostavko sem naredil zato, da lahko realno prikažem, kako vpliva kakovost na polno lastno ceno. Sprememba stroškov dela vpliva na skupne stroške dela v izdelku, ki so sestavljeni iz:

- neposrednega dela 4,13 EUR/kos
- splošnih stroškov SPE 1,96 EUR/kos

Dodatno je smiselno zajeti še vpliv menjalnega razmerja med EUR in US\$, saj so določene surovine (baker, aluminij, neodijev oksid) vezane na US\$. S tega vidika sem za te surovine seštel vrednosti iz tabele 13 na strani 64. Osnova, na katero menjalno razmerje vpliva, je 5,5 EUR/kos. V simulaciji je predvideno, da se tečaj spreminja za določen delež (kot vse ostale veličine). Izhodiščna vrednost, ki niti ni bistvena za simulacijo, je 1,32 US\$/EUR.

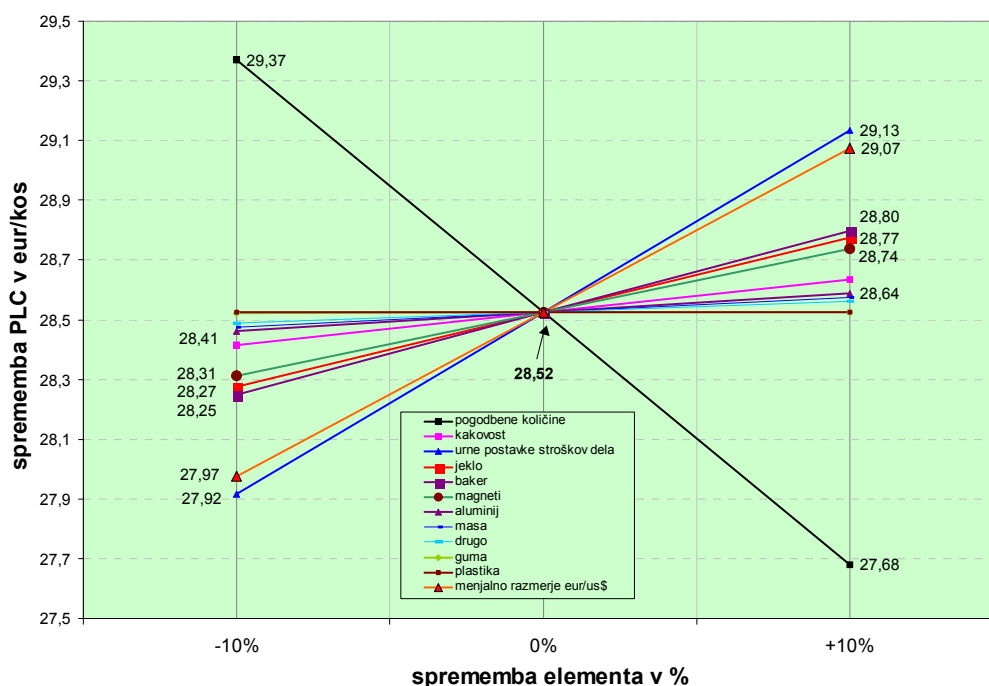
Pri izdelavi analize sem izbral možno odstopanje od izhodiščnega stanja za -10 % in +10 %. Nato sem glede na predpostavke izračunal, kolikšna bi bila polna lastna cena izdelka, in to prikazal v tabeli 14, grafično obliko rezultatov prikazuje slika 41, na strani 65.

Tabela 14: Analiza občutljivosti (EUR/kos)

Vplivni dejavniki	delež	vrednost eur/kos	Spr.PLC kot posledica spr. elementov (Eur/kos)		
			0%	+10%	-10%
Pogodbene količine	100%	8,450	28,524	27,679	29,369
Kakovost	7%	16,926	28,524	28,636	28,415
Urne postavke stroškov dela	100%	6,088	28,524	29,133	27,916
Menjalno razmerje Eur/US\$	/	5,500	28,524	29,074	27,974
Jeklo	50%	2,497	28,524	28,774	28,275
Baker	60%	2,752	28,524	28,799	28,249
Magnetni	65%	2,122	28,524	28,736	28,312
Aluminij	45%	0,627	28,524	28,587	28,462
Masa	60%	0,494	28,524	28,574	28,475
Drugo	50%	0,357	28,524	28,560	28,489
Guma	40%	0,014	28,524	28,526	28,523
Plastika	40%	0,004	28,524	28,525	28,524

Vir: Lasten vir (analiza narejena na podlagi že predstavljenih predpostavk)

Slika 41: Diagram občutljivosti (EUR/kos)



Vir: Lasten vir (osnova prikaza je tabela 14 na strani 65)

Analiza pokaže, kaj pomeni negotovost o uresničitvi pogodbenih količin. Zgolj z majhnim razponom vrednosti dobimo veliko spremembo v lastni ceni izdelka. Ta primer velja zgolj za razmere, ko količine zadovoljimo s trenutnimi kapacitetami (človeške, strojne), kar je bila že ena izmed temeljnih predpostavk. V primeru, da bi kupec podaljšal pogodbo za eno leto, bi se ta vpliv poznal zgolj na amortizaciji. To bi predstavljalo 20 % povečanje količin in bi močno spremenilo sliko.

Takoj za pogodbenimi količinami so stroški dela. Tukaj bi lahko obravnavali dve situaciji. Prva predstavlja konstantno porabo človeškega dela in spremembo stroškov dela v Sloveniji, druga pa spremenljivo porabo človeškega dela ob konstantnih stroških dela v Sloveniji. V obeh primerih je rezultat enak. Sporočilo je, da je vsaj v faktor produktivnosti smiselno vlagati energijo za doseganje izboljšanja (če se le da, brez dodatnih investicij, drugače pa se preveri smiselnost investiranja). Treba pa je upoštevati še dejstvo, da je pod stroški dela upoštevano 4,13 EUR/kos neposrednega dela (na ta del preko izboljševanja produktivnosti lahko vplivamo) in 1,96 EUR/kos režije (težje vplivati).

Menjalno razmerje EUR/US\$ tudi relativno močno vpliva na spremembo polne lastne cene. Za podjetje je seveda s tega vidika ugodno, če je US\$ relativno šibak, saj ima prodajno stran vezano na EUR, glavne strateške surovine pa se tržijo v US\$. Primer bakrene žice pojasni ta pojav. Dobavitelj žice nabavlja surovino (baker), ki se na LME trži v US\$. Iskra Avtoelektrika ima z njim pogodbo o nabavi, sklenjeno v EUR. Ta nabavna cena sestoji v 80 % iz stroškov surovine za dobavitelja. Enako velja za aluminij in za neodijev oksid.

Naslednji elementi, ki nekoliko manj vplivajo na spremembo stroškov izdelka, so surovine

(baker, jeklo, magneti). Surovine so problematične, ker je njihova cena na svetovnih trgih zelo volatilna (bistveno bolj kot tista od ostalih dveh do sedaj obravnavanih elementov). Zato bi bilo priporočljivo, da bi podjetje pri naslednjih projektih upoštevalo napovedi gibanja cen surovin.

Kakovost je naslednji element, ki sodi med tiste, ki še močneje vplivajo na ceno. Kaj pomeni 10 % izboljšanje tega elementa (s 7 na 6,3 %; v bistvu gre za majhno izboljšanje), je najenostavneje prikazati skozi prihranke, ki jih dosežemo na letni osnovi. Če letno proizvedemo 450.000 motorjev in prihranimo 0,11 EUR/kos (28,524 EUR/kos - 28,415 EUR/kos), znaša skupni prihranek okrog 50.000 EUR. Izgubili bi sicer del oportunitetnih prihodkov (prodaja izmeta), a sem že predhodno opredelil, da privzamem, da se to izničuje z dodatnimi neposrednimi stroški dela, ki so potrebni zaradi izmeta. Ostali elementi ne vplivajo bistveno na stroške izdelka in niso podrobneje analizirani.

Ta analiza daje dobro podlago za odločanje, kateremu področju posvetiti največjo pozornost, glede na to, da imamo v podjetju omejene vire. Če vodstvo na primer oceni, da je v največji meri možno izboljšati produktivnost, obenem pa stroški dela spadajo med tiste dejavnike, na katere je lastna cena izdelka najbolj občutljiva, potem je nedvomno smiselno delovanje na tem področju.

7.2.2 SIMULACIJA SCENARIJEV

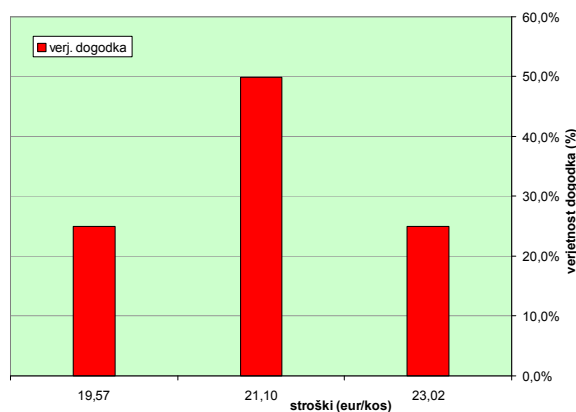
Pri analizi občutljivosti se pojavlja problem, ker spreminjamo zgolj eno vhodno veličino ob konstantni vrednosti vseh ostalih. Smisel analize je pokazati intenzivnost vpliva posameznih veličin. Simulacija scenarijev privzema, da spreminjamo istočasno vse parametre in tako dobimo sliko o verjetnem, najboljšem in najslabšem scenariju. Analizo običajno izvedemo tako, da izdelamo verjeten scenarij in na podlagi tega, preko analiz ali pa mnenj različnih odgovornih v podjetju, pridemo do pesimističnega ali pa optimističnega stanja. Običajno se pesimističnemu scenariju dodeli verjetnost dogodka 0,25, verjetnemu 0,5 in optimističnemu 0,25.

Problem pri izdelavi te analize je podoben kot pri analizi občutljivosti. Postavljena je v nek trenutek in ne predvideva časovne komponente (trenda). Simulacijo bom postavil v čas, ko smo podpisali pogodbo s kupcem, to je bilo v marcu 2004. Takrat je bilo še precej nedorečenih in nepoznanih stvari, tako da menim, da bo tak način izdelave simulacije zanimiv in nenazadnje tudi zelo realen, saj bi pri novih projektih imeli točno take pogoje. Pri definiranju scenarijev bom namenoma skušal pozabiti na analize trendov strateških surovin (za primer bakra glej sliko 5 na strani 5 dodatka B) in na poznana dejstva v zvezi z zagonom proizvodnje.

Podatke sem združil v tabeli 15 na strani 68. V času, ki ga opisuje stanje »verjetno« v tabeli, smo že razpolagali s podatki o komponentah motorja in dobaviteljih. Tudi vsebnost teh v izdelku je bila znana. Strateške surovine, z izjemo jekla, še niso pričele z nenormalno rastjo, tako da bi se pri optimističnem in pesimističnem scenariju opredelil za zmerne spremembe. Pri neposrednem delu sem dejansko razmišljal tako, kot je prikazano v tabeli.

Menil sem, da obstajajo možnosti racionalizacij, vendar sem bil zaradi velike količine ročnega dela na statorju, glede na »verjetne« ocene, nekoliko bolj pesimističen. V praksi pa se je zgodilo kar nekaj sprememb, ki so sliko z vidika neposrednega dela popolnoma porušile (dejanske količine, problemi pri zaposlovanju in priučevanju zaposlenih, nedoseganje načrtovanih časov ciklov, veliko zastojev in neakovosti).

Tabela 15: Analiza scenarijev (EUR/kos)



Element	Scenariji (eur/kos)			Dejansko (08.11.2006)
	Pesim.	Verjetno (17.03.2004)	Optim.	
Material	13,30	12,11	11,00	15,82
Neposredno delo	1,80	1,52	1,45	4,13
Ostalo	3,10	2,89	2,70	2,89
Amortizacija	2,36	2,36	2,36	2,36
Splošni stroški SPE	2,20	1,96	1,80	1,96
Energija	0,26	0,26	0,26	0,26
skupaj	23,02	21,10	19,57	27,42
verj. dogodka	0,25	0,50	0,25	

Vir: Lasten vir (osnova je kalkulacija lastne cene po kupčevi metodologiji)

Moja ocena bi takrat kazala odstopanje od lastne cene za približno 9 % navzgor in 7 % navzdol. Iz predpostavljenih podatkov sem lahko na podlagi formule 1 na strani 22 in formule 2 na strani 23 izračunal še povprečno vrednost (formula 8) in standardno deviacijo (formula 9). Vhodni podatki se nahajajo v tabeli 15.

Formula 8: Povprečna vrednost

$$\hat{r} = 0,25 \cdot 23,02 + 0,50 \cdot 21,10 + 0,25 \cdot 19,57$$

$$\hat{r} = 21,20 \text{ eur/kos}$$

Formula 9: Standardna deviacija

$$\sigma = \sqrt{0,25 \cdot (23,02 - 21,20)^2 + 0,50 \cdot (21,10 - 21,20)^2 + 0,25 \cdot (19,57 - 21,20)^2}$$

$$\sigma = 1,22 \text{ eur/kos}$$

Že omenjena slabost te analize je v neupoštevanju časovne dinamike in v zgolj par referenčnih scenarijih. Osebnostno pa vidim še največjo slabost v neupoštevanju učinkov učenja (vidik kakovosti, produktivnosti, razpoložljivosti opreme) in dejanskih količin napram predvidenim. Te veličine bi morale biti zajete v vsaki resni oceni tveganja takega ranga, kot je obravnavani projekt. Pri analizi občutljivosti sem do določene mere upošteval tudi te veličine, pri analizi scenarijev pa jih nalašč nisem vključil (tako bi verjetno zgledala analiza scenarijev v podjetju). Hotel sem poudariti problematiko neupoštevanja vseh relevantnih faktorjev, ki vplivajo na rezultate projekta. Če bi te učinke zajel, bi dobil večji razpon med verjetnim in ekstremnim scenarijem, kar bi bilo bolj realno, vendar se ne bi približal tistim vrednostim, ki jih poznamo danes (mislim, da so bile praktično za vse v podjetju nepojmljive).

7.3 MONTE CARLO SIMULACIJA

V točki 6.1 Zasnova simulacij na strani 32 sem prikazal, kako naj bi izgledal model. To je v bistvu vsiljena logika, saj je najenostavneje tvoriti vse potrebne povezave, ki opredeljujejo algoritem. Na osnovi vsega predhodno opravljenega dela na vhodnih podatkih (velika večina je opisana v dodatku B) in predpostavkah sem generiral model, ki po mojem mnenju zadovoljivo opisuje dinamiko z vidika vseh vplivnih veličin. Ta model je veliko bolj kompleksen kot tisti, ki bi ga generiral ob pripravi ponudb za določen izdelek, če bi se v prihodnosti pojavila taka zahteva. Omenjeno je tudi že bilo, da je eden glavnih ciljev magistrske naloge prav izdelava modela Monte Carlo simulacije, in to na tak način, da bo v prihodnosti omogočeno hitro izdelovanje podobnih simulacij. Namesto sami arhitekturi modela in snovanju namenskih elementov v Extendu se bo raje posvečala pozornost algoritmu in trendom strateških surovin in ostalih elementov. Poudarim naj, da s pristopom lahko izvajamo kakršnokoli Monte Carlo simulacijo, saj je le malo bolj zamudna, kot če izvajali navadne analize v Excelu.

Negotovost glede rezultatov simulacije je bila vseskozi dokaj velika. Ob taki kompleksnosti si je pravzaprav nemogoče predstavljati, kaj dobimo kot rezultat. Pravzaprav sem pri sebi pričakoval le to, da bom imel v prvih fazah projekta manjši raztros rezultatov kot v kasnejših, kar je posledica stopnje predvidljivosti dogodkov. Po prvi simulaciji in obdelavi nepopolnih podatkov sem videl, da je zamisel dobra. Pričel sem lahko z optimiranjem simulacije in ugotavljanjem pravilnosti delovanja posameznih sklopov (kompleksnost sili v obravnavanje posameznih segmentov ločeno in šele nato grupiranje v končno simulacijo). Na moje presenečenje sem ugotovil napake softwara (t. i. buge), ki so bile tako zahrbtne in neopazne, da je trajalo kar nekaj časa, da sem jih odpravil. Ampak model je na koncu le prišel na dan izpopolnjen do tiste mere, da sem z njim zadovoljen.

Z vidika rezultatov simulacije je pomemben Dodatek D. Ta vsebuje prikaz »robnih pogojev« za različne prehode simulacije in obdelane podatke, ki jih dobimo iz simulacije. Dodatek E je v bistvu samo slikovni prikaz celotne arhitekture simulacije.

7.3.1 GENERIRANJE MODELA

Izdelava modela je z vidika porabe časa predstavljala 1/3 časa izdelave magistrskega dela. Sami začetki so bili dokaj trivialni in površni. Nepopolnosti sem odpravljal do take mere, kot se mi je zdelo še primerno. Omenjeno je že bilo, da je model zastavljen tako, da ima 40.000 korakov (vrednosti), ki predstavljajo 5 let (20 tromesečij). Te vrednosti pridobimo znotraj ene simulacije (enega prehoda). Za vsako tromesečje imamo torej 2.000 podatkov, iz katerih lahko sklepamo o tveganju. Vsi izdelani elementi modela in tudi vsi zbrani podatki sledijo tej logiki (opis elementov se nahaja v dodatku C). Model je po definiciji programskega paketa diskreten.

Na skrajni levi strani modela so po vertikali razporejene komponente motorja in druge veličine, ki so pomembne za simulacijo. Važno je razumeti, kako pridemo od skrajne leve do skrajne desne strani simulacije, ki predstavlja rezultat. To je v bistvu algoritem simulacije. V osnovi lahko rečem, da za najpodrobnejše obravnavane komponente motorja velja, da:

- je vnesena fiksna nabavna vrednost iz kalkulacije na dan 08. 11. 2006,
- se ta vrednost razdeli na opredeljene elemente nabavne cene (glej dodatek C, elemente delitve na deleže in točko 7.1.3 Natančna analiza »pareto« komponent na strani 60),
- se posamičen element nabavne cene opremi s pripadajočim trendom, če le-ta obstaja (za izdelane namenske elemente, ki generirajo trende, glej dodatek C, za grafičen in tabelaričen prikaz trendov, uporabljenih v simulaciji, glej dodatek A),
- za komponente motorja, ki vstopajo v določen segment proizvodnega procesa, velja, da se njihova vrednost sešteje in nato »opremi« s trendom kakovosti (skladno z opisanim v točki 6.4.1 Krivulja učenja kakovost na strani 54),
- se vse komponente motorja nato seštejejo v skupno vrednost, ki predstavlja strošek materiala v izdelku, ki je »opremljen« še s trendom o nabavnih virih in tehnoloških izboljšavah (točka 6.4.4 Krivulja učenja nabavnih virov in tehnologije na strani 57).

Za ostale komponente motorja je lahko uporabljenih zgolj par od opisanih točk (glavna razlika je v delitvi na osnovne elemente nabavne cene).

Stroški energije (električna energija) znotraj polne lastne cene izdelka so opremljeni s pripadajočim trendom za Slovenijo. Privzeto je, da čeprav proizvedene količine nihajo, ostaja skupen strošek enak, saj proizvajamo ob konstantni strukturi delovnega časa (ni nadur ali dodatnih izmen). Stroški amortizacije so ravno tako vzeti iz kalkulacije lastne cene izdelka in predvidevajo njeno spremembo v izdelku, kot posledico razlike v pogodbenih in dejansko izdelanih količinah (glej točko 6.5 Sprememba pogodbenih količin na strani 58). Pri stroških dela je potrebno ločiti dve komponenti, in sicer splošne stroške SPE (režija) in neposredne stroške dela. Pri režiji se predvideva porast stroškov dela skladno z rastjo plač v Sloveniji. Pri neposrednem delu pa moramo upoštevati naslednje dejavnike:

- izboljšanje produktivnosti kot posledico racionalizacij in priučenosti delavcev (opisano v točki 6.4.2 Krivulja učenja produktivnost na strani 56),
- spremembo stroškov neposrednega dela kot posledico razlike med dejanskimi in pogodbenimi količinami, kjer so stroški neposrednega dela obravnavani kot fiksni (opisano v točki 6.5 Sprememba pogodbenih količin na strani 58),
- spremembo stroškov dela zaradi povečanja učinkovitosti opreme, kjer se pojavi optimalno stanje proizvodnje, ko zagotavljamo pogodbene količine z delom v dveh izmenah (opisano v točki 6.4.3 Krivulja učenja izkoriščenost naprav na strani 57),

- spremembo, ki je posledica rasti plač v Sloveniji (opisano v točki 6.3.1.1 Slovenija na strani 48).

V simulaciji so vrednosti surovin, ki kotirajo v US\$, pretvorjene v EUR, skladno s trendom menjalnega razmerja, ki je opisan v točki 6.2.2 Menjalno razmerje EUR/US\$ na strani 39. Zakaj je to potrebno, je nazorno opisano v točki 7.2.1 Simulacija občutljivosti na strani 64 pri vrednotenju rezultatov.

Vse veličine so nato seštete in poslane v obdelavo v element vrednotenja, katerega delovanje je opisano v dodatku C.

7.3.2 REZULTATI SIMULACIJE IN INTERPRETACIJA

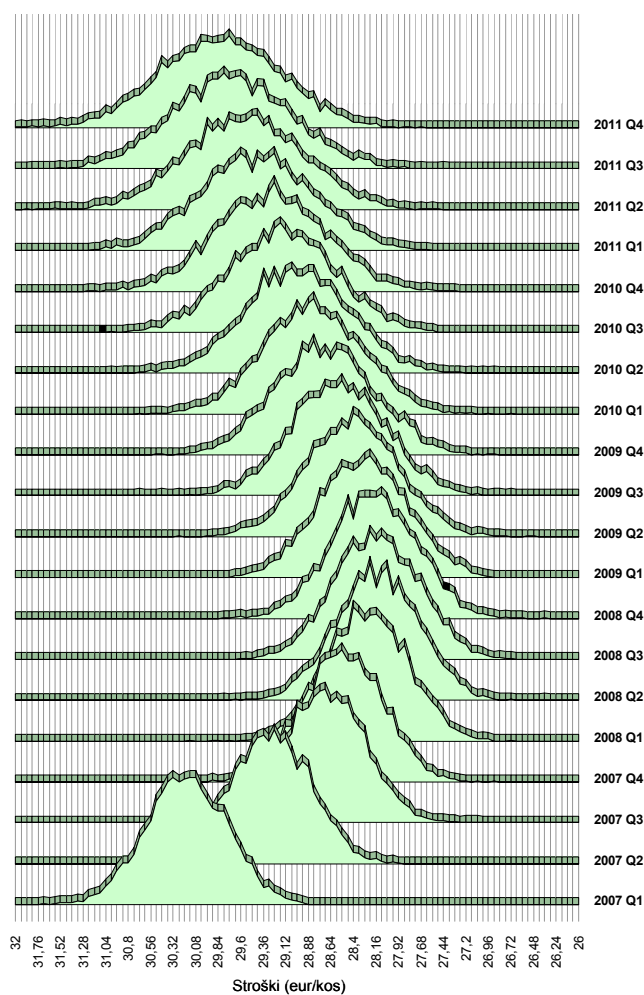
Kot prvi del analize rezultatov je obravnavana Monte Carlo simulacija. Še preden pričnemo s samim vrednotenjem, moramo odgovoriti na par vprašanj, ki so ključna za kakovost simulacije. Prvo med njimi je, ali smo pridobili dovolj zanesljive in kakovostne informacije o vplivnih veličinah (vrednosti, trendi, porazdelitve ...). Želim namreč še enkrat opozoriti na načelo »garbage in – garbage out«. Še tako dobro tehnično izdelana simulacija je neuporabna, če so vhodni podatki nezanesljivi ali netočni. Takoj seveda sledi vprašanje o sami simulaciji. Ali smo zajeli dejansko vse vplivne veličine in jih pravilno vključili v algoritem? Menim, da je ta problem vsekakor manjši kot problem vhodnih podatkov. Menim tudi, da sem dejansko zajel 95 % teh veličin (gledano skozi vpliv na polno lastno ceno izdelka). Tretje vprašanje se nanaša na časovno ažurnost podatkov, saj se le-ti v času nastajanja simulacije spremenijo in bi bilo potrebno sprotno popravljanje.

Pri simulaciji in vrednotenju sem se odločil za štiri prehode, kjer v vsakem pridobim 2.000 vrednosti za tromesečje (skupaj 40.000 vrednosti za 20 tromesečij). Tako je torej vrednotenje rezultatov izvedeno na osnovi 160.000 vrednosti ali 8.000 za tromesečje. Rezultati simulacije, ki jo dobimo s programskim paketom Extend, so prikazani v dodatku D, na sliki 1. Ta izpis se pridobi z uporabo enega od standardnih blokov programskega paketa. Vsaka barva pomeni enega izmed izvedenih prehodov. Veliko časa, ki ga je bilo namenjeno razvoju namenskega elementa vrednotenja, se je izkazalo kot odveč, ker je preprosteje obdelati vse podatke v Excelu. Tega v začetnih fazah ni bilo mogoče predvideti. Podatke izvozimo v Excel prek enega izmed standardnih elementov. Tako pridobljene podatke je bilo potrebno razvrstiti v tromesečja, saj so v izvorni obliki kar zaporedno navedeni (to se z nekoliko programiranjem v Visual Basic for Applications, ki je del Excela, doseže na zelo enostaven način). Za vsako tromesečje sem nato prek aplikacije StatFit, ki je del programskega paketa Extend, izvajal vrednotenje, ki se kaže v opredelitvi, kateri verjetnostni porazdelitvi ustreza vzorec. Izhajam iz dveh omejitev, in sicer 95 % konfidenčnega intervala in natančnosti 0,003 (vrednosti, ki jih predlaga aplikacija na podlagi vzorca). Za možni porazdelitvi sem izbral beta in normalno. Testiranje se izvaja preko Kolmogorov-Smirnov in Anderson-Darling testa (slednji je zelo strog z vidika vrednotenja ekstremov porazdelitve in ga je treba zato jemati z rezervo).

Rezultati vrednotenja so prikazani v dodatku D, v tabeli 1. Obe izbrani porazdelitvi

ustrezata vzorcu, ob danih pogojih vrednotenja (rezultatov obeh testov, po katerih se izvaja ustreznost, ne navajam). Slika 2 dodatka D, ki je narejena na podlagi zgoraj omenjene tabele, jasno pokaže, da polna lastna cena pada do minimuma, ki se doseže v drugem tromesečju leta 2008. Od te vrednosti dalje (28,117 EUR/kos) polna lastna cena narašča. Tako obliko krivulje se da razložiti in bodo razlogi zanjo prikazani v nadaljevanju naloge. Druga ugotovitev je, da se standardna deviacija s časom veča. Tudi to je povsem sprejemljivo, saj dogodke v bližnji prihodnosti lažje napovemo kot tiste bolj oddaljene. Naknadno sem izdelal še vsebinsko najpopolnejši prikaz rezultatov, ki ga prikazuje slika 42 (v povečanem merilu se ista slika nahaja v dodatku D - slika 4). Vsi predhodno opisani pojavi so na tej sliki lepo vidni. Ta prikaz je narejen tako, da vzorec iz vsakega tromesečja razvrstim v 150 intervalov znotraj območja od 26 EUR/kos do 32 EUR/kos. Rezultat je prikazan s pomočjo grafa, ki ima na x-osi polno lastno ceno, na y-osi tromesečje, na z-osi pa verjetnost dogodka (tega podatka ne prikazujem). Slika 3 dodatka D je uporabljena zgolj za prikaz nadaljnjih vrednotenj, da je že na prvi pogled jasno, kaj se znotraj simulacije spremeni napram končni Monte Carlo simulaciji.

Slika 42: Rezultat Monte Carlo simulacije



Vir: Lasten vir

Obliko krivulje definirata v osnovi dve kategoriji trendov, in sicer trendi:

- krivulj učenja in
- cen strateških surovin in ostalega.

Ta dva pojava je smiselno analizirati ločeno, kar pomeni, da je potrebno izdelati dodatni dve simulaciji, kjer bomo pri prvi privzeli odsotnost vpliva krivulj učenja, pri drugi pa odsotnost vpliva trendov cen strateških surovin in ostalega. Dobljeni rezultati bodo pokazali individualen vpliv posamezne kategorije. Povsem samoumevno je, kakšen je kumulativni vpliv krivulj učenja, ker že iz teorije izhaja, da z večanjem kumulativne količine izdelanih kosov povprečni stroški na enoto padajo. Pri trendih cen strateških surovin in ostalega pa ni preproste logike. Kumulativni učinek je odvisen od:

- izrazitosti (naklona) posameznega trenda in
- deleža znotraj strukture polne lastne cene, na katerega ima trend vpliv.

Pri analizi rezultatov simulacije, ko »zamrznemo« trende strateških surovin in ostalega, sem nadomestil trende le-teh s konstantno vrednostjo 1 (glej dodatek D, sliko 6). Dobljene rezultate v tabelarični obliki prikazuje tabela 2 v dodatku D. Izvedel sem samo en prehod simulacije, kar pomeni, da sem vrednotenje opravil na podlagi 40.000 podatkov ali 2.000 podatkov za tromesečje. Glede na predhodne analize sem se odločil za izbiro beta porazdelitve kot najprimernejše za preverjanje ustreznosti in obdelavo rezultatov, enako, kot je bilo to storjeno pri končni Monte Carlo simulaciji (že predhodno opisano). Rezultate prikazujeta slika 5 in slika 7 dodatka D. Razliki med obema slikama sta dve. Prva je v samem programskem paketu, v katerem sta bili izdelani. Slika 5 je pridobljena direktno iz simulacije v Extendu, slika 7 pa je izdelana v Excelu, na enak način, kot je bilo to storjeno za izdelavo slike 4 dodatka D (končni rezultati Monte Carlo simulacije; predhodno opisano). Druga razlika pa je v vrednostih. Na y-osi je pri sliki 5 prikazana polna lastna cena v EUR/kos, pri sliki 7 pa sem vse vrednosti delil s povprečno vrednostjo v prvem tromesečju 2007 (izhodiščna vrednost polne lastne cene), ki znaša 29,7 EUR/kos, in te vrednosti prikazal na x-osi. Učinek krivulje učenja se na koncu obravnavanega obdobja kaže kot 89 % izhodiščne vrednosti polne lastne cene. Čeprav se mogoče zdi, da je delež prenizek, to ni tako. Treba je imeti v mislih, da krivulje učenja vplivajo zgolj na nekatere elemente polne lastne cene in ne vsaka na vse elemente. V tem primeru bi bil učinek nedvomno veliko večji. Oblika krivulje je popolnoma pričakovana, saj se po začetnem izrazitem naklonu umiri na konstantni vrednosti.

Druga analiza, ko so »zamrznjeni« trendi krivulj učenja, je bila izdelana po popolnoma enaki metodologiji kot predhodna. Izbral sem normalno porazdelitev kot tisto, ki najboljše opisuje vzorce rezultatov za tromesečja. Na sliki 9 dodatka D je prikazano, kako so se nadomestili trendi krivulj učenja s konstantnimi vrednostmi (namesto namenskega elementa je prisoten standarden element »konstanta«; zelen krogec z vrednostjo 1 v njem). Vsi rezultati so prikazani v tabeli 3, slikah 8 in 10 dodatka D. Rezultat pokaže, da se stroški zaradi vpliva trendov strateških surovin in ostalega na koncu obravnavanega

obdobja povečajo za 13,5 %. Tudi tukaj je potrebno opozoriti, da trendi vplivajo zgolj na nekatere elemente strukture polne lastne cene in ne na vse, zato je učinek manjši, kot bi lahko pričakovali. Že pri analizi občutljivosti (točka 7.2.1 Simulacija občutljivosti, na strani 64) je razvidno, s kakšno intenzivnostjo posamezni trendi učinkujejo na stroške izdelka. Lahko bi zaključili, da je krivulja polne lastne cene pri simulaciji ob »zamrznjenih« krivuljah učenja relativno konstantna pri svojem trendu. Sam naklon je posledica predvsem gibanja stroškov dela, energije in neodijevega oksida.

Krivulja polne lastne cene je »seštevek« dveh opisanih kategorij. Ne glede na obliko kumulativnega trenda surovin in ostalega lahko zaključim, da zaradi krivulj učenja, v prvih fazah simulacije, kumulativni učinek le-teh pripomore, da skupni rezultat manj strmo narašča oziroma intenzivneje pada. V kasnejših fazah je skupen rezultat odvisen zgolj od kumulativnega trenda strateških surovin in ostalega.

Z izdelano Monte Carlo simulacijo je mogoče v par minutah izolirati eno krivuljo učenja in »zamrzniti« ostale tako, da ne vplivajo na simulacijo. Trende strateških surovin in ostalega prav tako »zamrznemo«. Tako lahko simuliramo, kakšen je vpliv izbrane krivulje učenja na polno lastno ceno izdelka. Odločil sem se, da v primeru krivulj učenja produktivnosti KU(p) in kakovosti KU(q) opazujem skupni učinek treh ločenih krivulj, ki opredeljujejo vsako kategorijo (glej točko 6.4.2 Krivulja učenja produktivnosti na strani 56, točko 6.4.1 Krivulja učenja kakovosti na strani 54). Ostali dve krivulji učenja (trend A in trend T) sem analiziral posebej. Tako sem dobil v bistvu še štiri dodatne simulacije, kjer pa je potrebno poudariti odsotnost verjetnostnih porazdelitev, tako da so v simulaciji upoštevane zgolj diskretizirane krivulje. Menim, da je na tak način dovolj kakovostno prikazan vpliv posameznih krivulj učenja. Rezultate prikazuje tabela 4 dodatka D, v grafični obliki pa slika 11 dodatka D. Absolutno in relativno spremembo prikazuje tabela 5 dodatka D.

Iz rezultatov lahko potegnemo par zanimivih ugotovitev in priporočil. Največji učinek imata krivulja učenja tehnologije in nabavnih virov in krivulja učenja produktivnosti. Torej bi bilo smiselno delovati na področju nabave in racionalizacij proizvodnje. Krivulja učenja kakovosti že manj vpliva, kar je mogoče na prvi pogled nekoliko presenetljivo, vendar je potrebno razčistiti naslednje. Predpostavljeno je, da kakovost vpliva zgolj na stroške komponent motorja, torej ne vpliva na primer na stroške dela. Dodatno »osiromašenje« učinka na skupne stroške predstavlja vpliv parcialnih krivulj učenja kakovosti, kjer vsaka ne vpliva na vse stroške komponent motorja, temveč zgolj na tiste, ki so prisotne v določenem delu proizvodnega procesa. Primer je krivulja učenja kakovosti za stator, ki ne vpliva na komponente motorja, ki vstopajo na montaži in zalivanju.

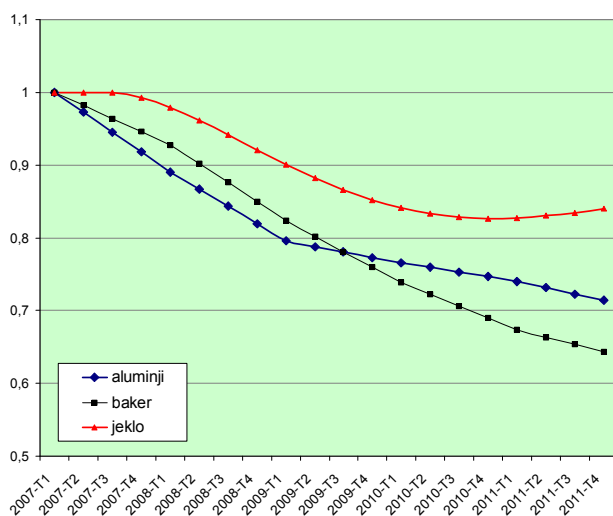
Posebno poglavje terja opredelitev korelacije trendov, čemur se zaradi želje po strokovno pravilnem pristopu ni moč izogniti. Teorija pravi, da moramo pri Monte Carlo simulacijah pri opravi z več vhodnimi veličinami posvetiti veliko pozornost korelacijam spremenljivk. Če sta na primer dve spremenljivki popolnoma pozitivno korelirani, potem ne smemo dopustiti, da se v simulacijah obnašata neodvisno. V takem primeru je smiselno varirati samo prvo spremenljivko in drugo opredeliti kot vsoto prve in »izhodiščne Δ «. Pri

izdelani Monte Carlo simulaciji je z vidika uporabljenih trendov treba ločiti dve vrsti korelacije, in sicer korelacijo:

- trendov (vrednosti skozi čas),
- verjetnostnih porazdelitev, ki so na trend »obešene«.

Vzemimo primer bakra, aluminija in jekla. Korelacija samih trendov ni problematična, saj se ti obnašajo po svoji logiki, ki izhaja iz napovedi. V tem primeru korelacijo lahko zgolj ugotavljamo (ni nadzorovana). Omenjene tri surovine so, gledano iz historičnih podatkov, do neke mere korelirane. Govorimo o cikličnih trendih strateških surovin. Slika 43 prikazuje časovno koreliranost v izdelani simulaciji.

Slika 43: Časovna korelacija trendov za baker, aluminij in jeklo



Vir: Lasten vir (osnova so diskretizirane krivulje uporabljene v simulaciji)

Ko pa obravnavamo verjetnostne porazdelitve, ki so »obešene« na posamezen trend, je slika drugačna. Ker je rezultat, ki je posredovan v simulacijo, zmnožek vrednosti trenda in vrednosti naključno generiranega števila (verjetnostna porazdelitev), je v določenem koraku simulacije možno naslednje:

- uporaba enotnih verjetnostnih porazdelitev za vse trende (so ali pa niso korelirane),
- uporaba različnih verjetnostnih porazdelitev med trendi (nekorelirane vrednosti).

Odvisno od ciljev simulacije lahko izberemo popolno korelacijo porazdelitev in s tem manjšo varianco končnega rezultata ali pa nekorelirane verjetnostne porazdelitve in večjo varianco. V moji simulaciji sem se odločil za slednji scenarij, ki mi omogoča večji nadzor nad predvidevanji. Za aluminij sem na primer smatral, da je v prihodnosti bistveno večja predvidljivost dogodkov kot pa za baker, zato sem temu ustrezno tudi izbral verjetnostne porazdelitve.

Ker imam v prvem tromesečju leta 2007 za vse strateške surovine enako izhodiščno vrednost (ena od ključnih predpostavk simulacije), lahko vidik korelacije dodatno obdelam. Osnovna vrednost za trend je v omenjenem tromesečju 1. Ta vrednost se pri

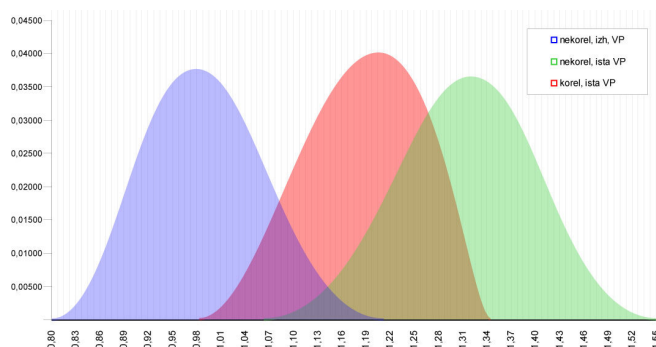
vsakem od trendov (aluminij, baker, jeklo) množi z naključno generiranim številom. Predpostavil bom tri scenarije, in sicer:

- izhodiščne verjetnostne porazdelitve (glej dodatek; uporabljene so v Monte Carlo simulaciji), popolnoma nekorelirane,
- popolnoma enake verjetnostne porazdelitve, nekorelirane,
- popolnoma enake verjetnostne porazdelitve, popolnoma korelirane.

Do rezultatov sem prišel tako, da sem v določenem koraku simulacije množil vrednosti posameznih trendov med sabo, kar je približek tega, kar se dogaja v pravi simulaciji (tam je algoritem od vhodnih veličin do rezultata bolj kompleksen). Tako sem lahko izvedel vrednotenje na podlagi 2000 rezultatov, kjer je razviden koncept zmanjševanja variance.

Slika 44 prikazuje rezultate v grafični obliki, ki so za oko najbolj razumljivi. Podatkovni del je prikazan v tabeli 16, kjer lahko glede na razpon ustrezne porazdelitve (razlika med minimalno in maksimalno vrednostjo) sklepamo o uspešnosti zmanjševanja variance. Najslabši rezultat je s tega vidika dosežen, ko se uporabi za vse trende ista verjetnostna porazdelitev, vendar se obnaša nekorelirano. To pomeni, da v nekem koraku simulacije ta izbere naključno vrednost opredeljene porazdelitve, vendar za vsak trend ločeno (glej tabelo 17 na strani 76, levi del tabele). Najboljši rezultat je dosežen, kot bi lahko pričakovali, ko imamo neko verjetnostno porazdelitev, kjer so vrednosti korelirane. To pomeni v določenem koraku simulacije isto vrednost za vse tri trende (glej tabelo 17, desni del tabele).

Slika 44: Grafičen prikaz rezultatov (gostota porazdelitev)



Vir: Lasten vir (osnova je tabela 16)

Tabela 16: Analiza zmnožkov vrednosti posameznih trendov surovin

	nekorel, izh, VP	nekorel, ista VP	korel, ista VP
porazdelitev	beta	beta	beta
min	0,793236	0,975868	0,98615
max	1,22846	1,59339	1,32752
p	3,68145	6,70285	2,94963
q	4,89482	5,53092	2,24179
razlika max-min	0,435224	0,617522	0,34137

Vir: Lasten vir (obdelani rezultati simulacije na podlagi opredeljenih predpostavk)

Tabela 17: Prikaz koreliranosti/nekoreliranosti trendov v simulaciji

korak simulacije	nekorelirane vrednosti iste VP			korelirane vrednosti iste VP		
	aluminij	baker	jeklo	aluminij	baker	jeklo
korak 1	1,203434	1,039088	1,040818	1,063671	1,063671	1,063671
korak 2	1,145997	1,058156	1,043182	1,046473	1,046473	1,046473
korak 3	1,102369	1,055128	1,071309	1,033021	1,033021	1,033021

Vir: Lasten vir (obdelani rezultati simulacije na podlagi opredeljenih predpostavk)

Stanje, ko imamo opravka z verjetnostnimi porazdelitvami, ki so uporabljene v Monte Carlo simulaciji in popolnoma nekorelirane, je nekje vmes med obema predhodno opisanimi.

Zaključek z vidika zmanjševanja variance bi se lahko glasil, da je zamisel dobro poznati, saj omogoča kakovostnejše rezultate, vendar je za mojo simulacijo njegova uporabnost omejena zaradi same strukture le-te.

Kot zaključek analiz bi rad poudaril, da je zaradi izdelane arhitekture simulacije mogoče zelo hitro izdelovati različne simulacije. Za analizo vseh simulacij (sprememba simulacije, izvedba simulacije z izvozom podatkov v Excel in vrednotenje podatkov), preko katerih sem »izoliral« učinek posamezne krivulje učenja, sem tako potreboval dobro uro. Upal bi si trditi, da poraba časa ni bistveno večja kot pri izdelavi kalkulacij v Excelu. Omenim naj še, da so se hipoteze, ki sem jih naredil skozi nalogo, v tej točki tudi potrdile. Seveda je to zgolj simulacija, dejansko stanje je toliko bolj blizu simulaciji, kolikor boljši so podatki vplivnih veličin in kolikor bolj sem uspel »zadeti« algoritem simulacije.

8 PRIMERJAVA SIMULACIJ

Analiza rezultatov simulacije občutljivosti oziroma scenarijev je bila že izvedena prej, tako da tukaj ne bom ponovno navajal ugotovitev. Prikazati pa je potrebno, kakšne so bistvene razlike med vsemi izdelanimi simulacijami, ker rezultati zaradi samih predpostavk niso neposredno primerljivi. Povzema jih tabela 18. Prvo razliko sem namenoma uvedel, da sem prikazal, kako močno se razlikuje stanje v času priprave ponudbe za kupca (marec, 2004) in danes. Analizi Monte Carlo in občutljivosti imata za osnovo obstoječo kalkulacijo lastne cene, za razliko od analize scenarijev, ki uporablja »staro«. Poleg tega je Monte Carlo simulacija edina, ki uporablja časovno dinamiko, krivulje učenja in trende cen strateških surovin.

Tabela 18: Primerjava robnih predpostavk simulacij

	MC Simulacija	Analiza občutljivosti	Analiza scenarijev
Kalkulacija PLC	08.11.2006	08.11.2006	Marec 2004
Časovna dinamika	☑	☒	☒
Krivulje učenja	☑	☒	☒
Trendi cen surovin	☑	☒	☒

Vir: Lasten vir

Izluščil bi tri problematična dejstva. Prvi so načrtovani stroški dela. Analiza simulacije občutljivosti ne upošteva časovne dinamike in učinkov učenja. Ti so bili zaradi nepoznavanja tehnologije postavljeni veliko prenizko, če to primerjamo s stanjem danes (1,52 EUR/kos proti 4,13 EUR/kos). Ta razlika izhaja iz večjega števila potrebnih delavcev, ki je posledica tehnologije izdelave in uvedbe dodatne izmene na nekaterih segmentih proizvodnje. Drugo dejstvo so stroški nekakovosti, ki so bili zaradi enakih razlogov kot stroški dela prav tako bistveno podcenjeni. Tretje dejstvo se nanaša na problematiko, povezano s strateškimi surovinami, ki jim je potrebno pri takih projektih nedvomno posvečati več pozornosti. Vsakdo lahko, na primer, pogleda na LME ceno za tono bakra na dan 08. 11. 2006 ali pa v marcu 2004 in vidi, kolikšna je.

Za simulacijo občutljivosti bi rad opozoril predvsem na napačno predpostavko, ki jo ponavadi delamo v podjetju (to svarilo podajam, ker sem napačno izdelano analizo tudi videl). Ne bi smeli privzeti, na primer, da je nabavna cena bakrene žice sestavljena zgolj iz bakra, in v simulaciji upoštevati kot variabilen kar celoten delež nabavne cene žice kot posledico spremembe cene bakra na trgu. Opredeliti bi morali delež materiala (bakra) v ceni žice in operirati z vrednostjo bakra v žici, ki izhaja iz tega podatka.

Simulacijo scenarijev je nedvomno smiselno izvajati, saj nam nudi kakovostnejše podatke kot pa zgolj statično izdelana kalkulacija. Vendar je potrebno opozoriti, da če se izdelata na tak način, kot je prikazano v magistrskem delu, je kakovost močno vprašljiva. Da bi vse simulacije izdelali kar se da realistično, bi morali opredeliti učinke učenja in upoštevati napovedi cen strateških surovin in ostalih važnih elementov polne lastne cene.

V primerjavi s simulacijo občutljivosti ali simulacijo scenarijev je Monte Carlo simulacija precej bolj kakovostna. Bistvena razlika v izdelani analizi je upoštevanje časovne dinamike prek krivulj učenja in trendov cen strateških surovin in ostalega. Možno je tudi pri ostalih dveh simulacijah upoštevati omenjena faktorja, vendar bi ob enakem vložku sredstev za izdelavo vsak manager raje videl Monte Carlo simulacijo. Ta vzbuja večje zaupanje od ostalih dveh, ki sta obravnavani v magistrskem delu. Stohastičnost in prikazi, ki iz nje izhajajo (prikazani v dodatku D), dajejo bolj »plastično« informacijo, katere sporočilo je enostavno razumljivo.

9 SKLEP

Temo za magistrsko nalogo sem izbral, ker sem želel imeti opravka s simulacijami. Ker sem po naravi bolj tehnično naravnan, sem želel najti simulacijo iz okvira poslovnih ved, ki bi dopuščala svobodo in kreativnost. Med študijem v programu KMBA sem spoznal Monte Carlo simulacijo (to je sicer simulacija, ki je ni mogoče uvrstiti v točno določeno kategorijo), že od prej pa sem poznal programsko orodje (Extend), v katerem bi jo lahko izdelal. Menil sem, da bi bilo relativno enostavno izdelati tako simulacijo, kar se je s pretečenim časom in zastavljenimi cilji izkazalo kot zmota.

Naloga se dotika ocenjevanja tveganja. Potreba po obvladovanju tveganja v podjetju je posledica strateških odločitev po razširitvi dejavnosti v prvo vgradnjo avtomobilske

industrije, saj boljše obvladovanje pomeni enega od pomembnih dejavnikov uspeha. Za izhodišče je vzeta kalkulacija lastne cene izdelka, ki sem jo nadgradil s tremi simulacijami (občutljivost, scenariji, Monte Carlo). Izdelavo simulacij sem zastavil tako, da se s primerjavo lahko izlušči bistvo moje trditve glede obvladovanja tveganja na novih projektih v Iskri Avtoelektriki d. d. Trdim namreč, da glede na rast podjetja in obseg novih projektov nezadostno vključujemo metode obvladovanja tveganja v odločanje. S tveganjem v nalogi razumemo verjetnost, da dejanski rezultat (polna lastna cena) ne ustreza načrtovanemu. Izhodiščna kalkulacija je edini dokument, ki govori o lastni ceni, na podlagi katerega je podjetje podpisalo pogodbo s kupcem (edina osnova za odločanje). Vedeti moramo, da je bila prodajna cena za motor določena s strani kupca, v podjetju smo določali le ciljne stroške in ugotavljali dobiček. Ker kupec na podlagi lastnih izkušenj dobro ve, kolikšni so stroški proizvodnje, ni bilo pričakovati velikega dobička. Metode obvladovanja tveganja bi zato prišle še kako prav.

V ospredje je postavljena Monte Carlo simulacija, ki je po naravi edina med izdelanimi popolnoma stohastične narave. V nalogi je bilo vse podrejeno tej simulaciji, kjer sem želel izdelati pristop, za katerega bi želel, da bi se pričel v podjetju s strani strokovnih služb uporabljati. Zato sem moral opredeliti jasen in merljiv cilj glede uporabnosti pristopa. To sem storil s formulacijo, da »bo podjetje za primerljive simulacije v prihodnosti potrebovalo 1/2 dneva« (glej točko 3 Cilji dela na strani 5). Doseganje zastavljenega cilja gre preko pristopa izdelane simulacije, ki mora omogočati veliko fleksibilnost.

S samega vidika izdelave kalkulacij sem želel opozoriti še na neupoštevanje učinkov učenja. Krivulje učenja predstavljajo pomemben vidik analiziranja stroškov proizvodnje in mnenja sem, da lahko povzročijo veliko razliko med doseženo in načrtovano donosnostjo projekta. Zato je velik del naloge posvečen definiranju vseh vrst krivulj učenja, za katere menim, da so pri obravnavanem izdelku relevantne.

Dodaten vidik, ki ga v podjetju zanemarjamo in je pravzaprav eden od temeljnih kamnov obvladovanja tveganja projektov, je časovna komponenta. Smiselno jo je upoštevati, kar je v primeru Monte Carlo simulacije tudi storjeno.

Struktura magistrske naloge je podrejena opredeljenemu namenu in ciljem. V začetnih fazah magistrskega dela, po opisu problematike, namena in ciljev, sem izvedel nekaj splošnih predstavitev (podjetje, SPE Mehatronika, konstrukcija izdelka in proizvodni proces). Te so nujne za razumevanje naloge. Nato se delo nadaljuje z obravnavanjem teoretskih izhodišč, ki so v nalogi močno zastopane in ki omogočajo nadaljnje praktično delo. Sledila je opredelitev zamisli Monte Carlo simulacije, kar je z vidika ciljev magistrske naloge ključna točka. Naloga nato opredeli trende cen za strateške surovine in obravnava krivulje učenja, oboje na podlagi razpoložljivih podatkov. Sledi izdelava samih simulacij na podlagi kalkulacij lastne cene na dva različna datuma, kjer so opredeljeni še dodatno potrebni podatki za same simulacije. Po analizah rezultatov Monte Carlo simulacije je izvedena primerjava med vsemi izdelanimi simulacijami, nato sledi še zaključni del naloge (sklep) z analizo in priporočili. Da glavno delo ni preveč nasičeno,

sem izdelal štiri dodatke, vsakega za svoje specifično področje (trendi, izdelani elementi, vhodni podatki, rezultati Monte Carlo simulacije).

Menim, da je glavni cilj magistrske naloge dosežen. Izdelava simulacije je preprosta in hitra. Fleksibilnost, ki omogoča hitre modifikacije in izdelavo različnih scenarijev, je prav tako dosežena. Izkazalo se je, da je predpostavka, narejena v točki 6.1 na strani 32, kjer sem omejil trajanje projekta na 5 let (20 tromesečij), pomembna. Prvotni namen je bil omogočanje preprostejšega elementa vrednotenja. Kasneje sem ugotovil, da je ta element nepotreben, ker je smotrneje izvajati vrednotenje direktno v Excelu, ostala pa je osnova 40.000 rezultatov na en prehod simulacije. Ta nabor je mogoče razdeliti na poljubno število območij, kjer je zgornja meja pogojena z zahtevano velikostjo vzorca za območje.

Krivulje učenja so problem zase. Upošteval sem različne možne učinke učenja in dokazal, da niso zanemarljiv dejavnik. Ker sem imel opravka z realnimi podatki obstoječega projekta, ki je v polnem teku, in ker je razvidno, kakšen je razkorak med predvidevanji in dejanskim stanjem (primerjava rezultatov simulacije scenarijev in Monte Carlo simulacije), menim, da je tukaj potrebno nekaj ukreniti. Predlagal bi, da se v prihodnosti vključi v analize tveganj tudi to zamisel, kjer bi najmanj za produktivnost in kakovost morali opredeliti krivulje učenja. Lahko bi se opredelila krivulja, ki bi bila tem bolj izrazita, čim večje bi bilo nepoznavanje tehnologij.

Smiselno je upoštevati tudi nepoznavanje višine investicije (amortizacijo) in možno odstopanje pogodbenih količin. Ti dve veličini je potrebno vključiti na enak način, kot je bilo storjeno z vidika pogodbenih količin pri analizi občutljivosti.

Da sem prikazal stanje v podjetju, sem same simulacije naravnal tako, da je bilo možno vključiti razne pomanjkljivosti in predpostavke, ki se danes uporabljajo. Želel sem opozoriti, kam to pripelje. Najbolj moteče je neupoštevanje časovnega vidika. Seveda bi lahko kdo rekel, da je to odveč, če imamo pogodbo s kupcem vezano preko formule za prodajno ceno. Ta pristop pri nekaterih poslih pomeni, da se kupec in dobavitelj dogovorita, da bo prodajna cena funkcija cene relevantnih vhodnih surovin, ki so prisotne v izdelku, katerega prodaja kupcu. Tako se dobavitelj zavaruje pred volatilnostjo cen na svetovnih trgih in je voljan sprejeti posel ob relativno nizki a stabilni dobičkonosnosti.

Za nadaljnje delo predlagam, da bi podjetje pričelo tudi z izdelovanjem ocene tveganja denarnih tokov. Uporabil bi se nekoliko modificiran pristop, ki je rezultat te magistrske naloge (obvezno upoštevanje krivulj učenja in vseh potencialno zelo variabilnih vplivnih veličin). Samo izdelavo simulacije bi lahko z dodatno avtomatizacijo določenih korakov še poenostavili. Mogoče bi podjetje lahko razmislilo o uvedbi specialista za izdelavo tehnično zahtevnejših simulacij. V mislih nimam zgolj Monte Carlo simulacije, ampak tudi ostalih, ki se lahko izdelujejo v programskem paketu Extend.

Kot po vsakem opravljenem delu se je tudi tukaj treba ozreti nazaj in narediti poračun. Priprava naloge je trajala veliko časa. Dejstvo je, da pomoči v obliki že izdelanih podobnih analiz v programskem paketu Extend, ni. Tudi sam uporabljeni koncept Monte Carlo simulacije je svojevrsten, vendar zaradi točno določenih namenov. Menim, da je šlo preveč

časa za definiranje trendov gibanja cen strateških surovin, saj to nikakor ni bistven del naloge. Lahko bi naredil predpostavko, da se ti dajo v vsakem trenutku pridobiti (kupiti) in nekoliko preoblikovati za potrebe naloge. Večji del ostalega časa je vložen predvsem v snovanje same simulacije, kjer sem preko PDCA-kroga (Plan Do Check Act) kar velikokrat zakrožil. Preučevanje teoretskih osnov in priprava izhodiščnih točk naloge nista bila časovno potratna. Ko so bila izhodišča in vsi potrebni podatki za Monte Carlo simulacijo izdelani, sta simulaciji občutljivosti in scenarijev nastali hipoma.

Samo pridobivanje podatkov za simulacije bi lahko razdelil v dva sklopa. Prvi so podatki, ki sem jih pridobil v podjetju. Na zbiranje in kakovost podatkov nimam pripomb, saj sem s tega vidika imel dokaj enostavno delo. Drugi sklop podatkov so tisti, ki sem jih potreboval za definicije trendov cen strateških surovin in sem jih v glavnem pridobil prek svetovnega spleta. Gre za javno dostopne podatke, ki izhajajo iz veliko različnih virov in so do neke mere vprašljivi.

Na koncu lahko rečem, da sem v izdelavi magistrske naloge užival. Tema me je privlačila že od samega začetka in doživljal sem veliko razburljivih trenutkov, ko je že izgledalo, da sem zašel v slepo ulico, vendar sem po prespani noči našel pravi izhod. Če bi se naloge še enkrat lotil, bi na podlagi pridobljenih izkušenj že v začetku posvetil težo sami simulaciji, ker se je zaradi izgubljenega časa pri definiranju trendov naloga precej zavlekla. Upam, da bo izdelani pristop zaživel, kakor tudi upam, da sem izpolnil pričakovanja tistih, ki so me podpirali skozi celoten čas mojega študija.

10 LITERATURA IN VIRI

LITERATURA

1. Albreht Mateja: 42-Voltna tehnologija v avtomobilih in njen vpliv na razvoj komutatorskih elektromotorjev. : Magistrsko delo. Ljubljana: Ekonomska Fakulteta, 2003. 89 str.
2. Amelin Mikael: Monte Carlo Simulation and Analysis of Electricity Markets. Royal Institute of Technology - Department of Electrical Engineering. [URL: http://www.diva-portal.org/diva/getDocument?urn_nbn_se_kth_diva-26-1__fulltext.pdf], 2004
3. APQP Iskra Avtoelektrika d.d.: Vnaprejšnje načrtovanje kakovosti izdelka (APQP) in načrt zagotavljanja kakovosti - Referenčni priročnik. Interni vir, 2000
4. Bonsor Kevin, Grabianowski Ed: How Gas Prices Work. Howstuffworks. [URL: <http://money.howstuffworks.com/gas-price.htm> (howstuffworks.pdf)], oktober, 2006
5. Brigham F. Eugene, Daves R. Phillip: Intermediate financial management. Mason, Ohio, South-Western: 2004. 1037 str.
6. Čibej Jože Andrej: Sistemi za podporo poslovnemu odločanju, Zapiski predavanj. Ljubljana: Ekonomska fakulteta, 1998. 141 str.
7. Forex Capital Markets: What Moves Rates. [URL: <http://www.fxcmtr.com/education/what-moves-rates.html>], oktober, 2006
8. Geer Mountain Software: Navodila za rabo aplikacije StatFit, 2006
9. Gooden Eric: Learning Curves Tutorial. [URL: http://www.freequality.org/sites/www_freequality_org/Documents/knowledge/Learning%20Curves.pdf], 2006
10. Hirano Hiroyuki: JIT factory revolution - A pictorial guide to factory design of the future. Portland, Productivity press: 1987. 208 str.
11. Hočevar Marko, Igličar Aleksander: Osnove računovodstva. 2. dopolnjena izdaja. Ljubljana: Ekonomska fakulteta, 1997. 268 str.
12. Imagine That, Inc.: Extend 6, Professional simulation tools User's Guide, 2004
13. Ivanjko Šime, Kocbek Marijan: Pravo družb. Časopisni zavod, Uradni list Republike Slovenije. 1994
14. Keegan Richard, O'Kelly Eddie: Applied benchmarking for competitiveness. Cork, Ireland, Oak tree press: 2004. 237 str.
15. Koletnik Franc: Računovodstvo za notranje uporabnike informacij. Ljubljana: Zveza računovodij, finančnikov in revizorjev, 2004. 487 str.

16. Kotler Philip: Management trženja. New Jersey: Prentice-Hall inc., 2003. 718 str.
17. Krahel David: THE EXTEND SIMULATION ENVIRONMENT. Imagine That, Inc.. [URL: http://www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs_gtr143/rmrs_gtr143_011_016.pdf], 2002
18. Learning curve. [URL: www.directives.doe.gov/pdfs/doe/doetext/neword/430/g4301-1chp21.pdf], 2006
19. Marolt Damijan: Obvladovanje tveganja s simulacijami. Diplomsko naloga. Ljubljana: Ekonomska Fakulteta, junij, 2002. 46 str.
20. Meyers Fred E., Mathew P. Stephens: Manufacturing facilities design and material handling. New Jersey, Prentice-Hall inc.: 2000. 415 str.
21. Milčinovič Anica: Kontroling polne lastne cene izdelka. Magistrsko delo. Ljubljana: Ekonomska Fakulteta, marec, 2006. 88 str.
22. Prasad Biren: Concurrent Engineering Fundamentals. New Jersey: Prentice-Hall inc., 1996. 478 str.
23. Prašnikar Janez, Debeljak Žiga: Ekonomski modeli za poslovno odločanje. Ljubljana, Gospodarski vestnik: 1998. 435 str.
24. Pučko Danijel, Rozman Rudi: Ekonomika podjetja. Ljubljana: Ekonomska fakulteta, 1996. 334 str.
25. Pučko Danijel: Strateško upravljanje. Ljubljana: Ekonomska fakulteta v Ljubljani, 1996, 394 str.
26. Pindyck R.S., Rubinfeld L.D: Microeconomics. 5. izdaja. New Jersey: Prentice-Hall, 1995. 687 str.
27. Sachs Lothar: Angewandte Statistik. Siebente Auflage. Berlin: Springer-Verlag, 1992. 848 str.
28. Savvides C. Savvakis: Risk Analysis in Investment Appraisal. Beech Tree Publishing 1994: 1994. 33 str.
29. Sekine Kenichi: One-piece flow Cell design for transforming the production process. Portland, Productivity press: 1992. 286 str.
30. Shiba Shoji, Graham Alan, Walden David: A new American TQM Four practical revolutions in management. Portland, Productivity press: 1990. 574 str.
31. Tekavčič Metka: Obvladovanje stroškov. Ljubljana: Gospodarski vestnik, 1997. 193 str.
32. The Elsmar Cove: APQP Elsmar.com Advanced Quality planning. [URL: http://elsmar.com/pdf_files/APQP_Q.pdf], 2003
33. The learning curve. [URL: http://ax.losangeles.af.mil/se_revitalization/aa_functions/manufacturing/Atta

chments/18.%20The%20Learning%20Curve.htm

34. TRW: Electrically Powered Steering - Column Drive EPS. [URL: http://www.trw.com/images/cha_steering_suspension_english.pdf], 2006
35. Turk Ivan, Kavčič Slavka, Kokotec-Novak Majda: Poslovodno računovodstvo. 3. izdaja. Ljubljana: Zveza računovodij, finančnikov in revizorjev Slovenije, 2000. 620 str.
36. Wikipedia: Experience curve effects. [URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Learning_curve], 2006
37. Wikipedia: Monte Carlo method. [URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Monte_Carlo_Simulation], december, 2006
38. www.wtrg.com/prices.htm: Oil Price History and Analysis. WTRG. [URL: <http://www.wtrg.com/prices.htm>], 2005

VIRI

1. ABARE: Enhancing ASEAN Minerals Trade and Investment. Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics. [URL: www.aadcp-repsf.org/docs/04-009b-ExecutiveSummary.pdf], december, 2005
2. Alternative Fuels Contact Group: Market development of alternative fuels. Alternative Fuels Contact Group. [URL: www.ecrin.asso.fr/?q=system/files&file=2003AFCG.pdf], december, 2003
3. AME Mineral Economics 2: LME Metals and Gold 2006. [URL: www.ame.com.au/pdf/coalferrous/Metals%20Catalogue%202006.pdf], november, 2006
4. AME Mineral Economics 3: Prospectus - Aluminium 2006 - Strategic Market Service. [URL: www.ame.com.au/pdf/nonferrous/Aluminium%20Strategic%2006.pdf], november, 2006
5. AME Mineral Economics: Coal, Steel and Iron Ore 2006. [URL: www.ame.com.au/pdf/coalferrous/Coal%20Ferrous%20Catalogue%202006.pdf], november, 2006
6. AME Mineral Economics: Iron Ore 2006. [URL: www.ame.com.au/pdf/coalferrous/Iron%20Ore%20Strategic%2006.pdf], junij, 2006
7. Benecki Walt: How Much Change Can the Magnetism Industry Endure?. [URL: http://www.waltbenecki.com/uploads/How_Much_Change_Can_the_Magnetism_Industry_Endure.pdf], oktober, 2005

8. Benecki Walt: Magnetics Industry Overview. [URL: http://www.waltbenecki.com/uploads/2004_china_symposium_highlights_recent_industry_trends.pdf], 2004
9. Bhar Robin: Aluminium market outlook: Going from strength to strength. UBS. [URL: www.isriconvention.org/2006/presentations/Spotlight%20on%20Aluminum/BharAloutlookISRI.ppt#927,3,Growing%20interest%20in%20commodity%20indices], april, 2006
10. Campopiano Anna: LME minis - Base metals trading made simple. London Metal Exchange Limited . [URL: <http://www.lme.co.uk/downloads/LMEminiWeb.pdf>], november, 2006
11. Caruso F. Guy: EIA Short Term and Winter Fuels Outlook. Energy Information Administration. [URL: <http://www.eia.doe.gov/emeu/steo/pub/2006%20winter%20fuels.ppt>], oktober, 2006
12. Charles River Associates: Crude Oil Supply and Pricing Issues. Charles River Associates. [URL: <http://www.ftc.gov/bc/gasconf/presentations/020508monttgomery.pdf>], 2002
13. China Economic Net: Chinese steelmakers to continue to demand greater say in future iron ore talks. [URL: http://en.ce.cn/Industries/Basic-industries/200606/21/t20060621_7459797.shtml], junij, 2006
14. Commission Of The European Communities: Prospects for the internal gas and electricity market. Commission Of The European Communities. [URL: http://ec.Europa.eu/energy/energy_policy/doc/09_internal_gas_and_electricity_market_en.pdf], januar, 2007
15. Considine Mary-Lou: Demand for aluminium to boost alumina exports. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation . [URL: www.csiro.au/news/newsletters/0604_metals/story2.htm], maj, 2006
16. Coulas Maureen: Nonferrous Metals Outlook - December 2005 - Copper. Natural Resources Canada. [URL: www.nrcan.gc.ca/mms/pdf/nfo/nfo05/copp_e.pdf], december, 2005
17. CRSIL limited: Global and Indian Trends in Metal Industry. [URL: http://www.assocam.org/events/recent/event_72/Global_and_Indian_trends_in_Metal_industry_Ashutosh_Satsangi.ppt], december, 2006
18. Davies Peter: Oil Markets into 2006. British Institute of Energy Economics. [URL: www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/STAGING/global_assets/downloads/R/RP_oil_markets_into_2006.ppt], januar, 2006

19. De Miguel Ramón: OUTLOOK FOR BIOETHANOL IN EUROPE. European Bioethanol Fuel Association (eBIO). [URL: http://www.ebio.org/downloads/publications/060509_eBIO_WBC_Seville_2006_def.pdf], maj, 2006
20. Decker Chris: The Price of Gasoline: Trends and Open Research Questions. University of Nebraska Omaha. [URL: cba.unomaha.edu/faculty/cdecker/WEB/The%20Price%20of%20Gasoline%20presentation.ppt], marec, 2006
21. Dickson Andrew, Hogan John, Huggan Keith: Commodity outlook to 2010-11. Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics. [URL: www.abareconomics.com/australiancommodities/pdfs/AC_March06_CommodityOutlook.pdf], marec, 2006
22. Dortmans J. Peter: Alternative Fuels and Propulsion Systems: Some Technology Trends and Possible Implications for the Future Army. DSTO Systems Sciences Laboratory. [URL: <http://www.dsto.defence.gov.au/publications/2666/DSTO-TN-0551.pdf>], maj, 2004
23. European Commission - Directorate General ECFIN: Statistical Annex off European Economy. European Commission - Directorate General ECFIN. [URL: http://ec.Europa.eu/economy_finance/publications/European_economy/2006/statannex0106_en_str87.pdf], april, 2006
24. European confederation of iron and steel industries: Report on the economic and steel market situation. [URL: <http://www.Eurofer.org/marketReport/marketReport.pdf>], november, 2006
25. Exxon mobil: A report on energy trends, greenhouse gas emissions and alternative energy. [URL: http://downloader.fw-notify.net/00000003531424671648/Energy_Brochure.pdf], februar, 2004
26. Financial Forecast Center: Euro Currency Exchange Forecast. [URL: <http://www.forecasts.org/exchange-rate/Euro-exchange-rate.htm>], september, 2006
27. Frost & Sullivan: EUROPEAN MARKET DYNAMICS FOR ELECTRIC POWER STEERINGS. London: Frost & Sullivan, 2002. 70 str.
28. Frost & Sullivan: The European Market for Mechatronics in Passenger Cars. London: Frost & Sullivan, 2003. 184 str.
29. Goerten John, Clement Emmanuel: Electricity prices for EU households and industrial consumers on 1 January 2006. Eurostat. [URL: http://epp.Eurostat.ec.Europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-71-05-392/EN/KS-NQ-06-011-EN.pdf], november, 2006
30. GZS: Konjunktorna gibanja - ocena in analiza tekočih gospodarskih gibanj, november, 2006

31. Haid Alfred, Wettig Eberhard: Weltrohstoffmärkte: Intensiver Wettbewerb trotz zunehmender Konzentration. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung. [URL: www.diw.de/deutsch/produkte/publikationen/wochenberichte/docs/00-03-1.html#HDR3], maj, 2004
32. Harris Rex, Williams A.J.: Rare Earth Magnets. Materials World. [URL: <http://www.azom.com/details.asp?ArticleID=637>], august, 1999
33. India Infoline Ltd.: [URL: <http://trade.indiainfoline.com/Commexwebsite/mcx/pdf/copper.pdf>], 2004
34. Internationaal ondernemen en samenwerken: World Commodity Forecast Industrial Raw Materials. [URL: www.evd.nl/info/zoeken/ShowBouwsteen.asp?bstnum=159103&location=/info/landen/Wereld.asp?land=wrl], maj, 2006
35. International aluminium institute: LME High-Grade Aluminium Inventories. [URL: www.world-aluminium.org/iai/stats/historical.asp?altForm=9&altDataType=129&altPeriod=4&fromYear=1992&fromQuarter=1&fromMonth=1&toYear=&toMonth=1&submitSearch=Find+Stats], november, 2006
36. International Copper Study Group: International Copper Study Group - Forecast 2005-2007. [URL: www.icsg.org/News/Press_Release/PressReleaseStatsApr06.pdf], april, 2006
37. Karayannopoulos E. Constantine: MEETING THE NEEDS OF A GROWING MARKET: Will there be Enough Rare Earths?. Roskill - Metal Events Conference. [URL: www.amr-ltd.com/pdfs/Roskill_HK_Paper.pdf], oktober, 2004
38. Lennon Jim: Copper outlook: The outlook for the global copper market and the impacts of China. Macquarie bank limited. [URL: www.shfe.com.cn/528/2.pdf], maj, 2005
39. London Metal Exchange Limited: Aluminium Industry usage - High Grade Primary Aluminium. [URL: www.lme.co.uk/aluminium_industryusage.asp], november, 2006
40. London Metal Exchange Limited: Copper Industry usage - Copper Grade A. [URL: www.lme.co.uk/copper_industryusage.asp], november, 2006
41. Lynas Corporation: What Are Rare Earths? What are their prices?. [URL: http://www.lynascorp.com/page.asp?category_id=1&page_id=25], november, 2006
42. Mandil Claude: Long-term Energy Security in the Context of High Energy Prices . International Energy Agency. [URL: <http://www.oecd.org/dataoecd/41/6/35757860.ppt>], november, 2005
43. Metal Bulletin. [URL: http://www1.metalbulletin.com/welcome_2003.asp], 2006

44. Metalspace. [URL: <http://metalsplace.com/metalsnews/?a=6779>], november, 2006
45. Morgan Stanley: Metals & Mining: Global Insights. Morgan Stanley. [URL: www.alberta-star.com/morganstanley.pdf], april, 2005
46. OANDA Corporation: Historical currency exchange rates. [URL: <http://www.oanda.com/convert/fxhistory> (podatki za graf od 2002 do 2006)...], 2006
47. Östensson Olle: THE OUTLOOK FOR IRON ORE SUPPLIES. Organisation for Economic Co-operation and Development. [URL: www.oecd.org/dataoecd/17/55/34356741.pdf], januar, 2005
48. Parry W.H. Ian, Anderson J.W.: Petroleum - energy independence is unrealistic. [URL: http://www.rff.org/Documents/RFF_Resources_156_petrol.pdf], 2005
49. PN Iskra Avtoelektrika d.d.: Poslovni načrt Iskre Avtoelektrike d.d. 2007, december, 2006
50. PNO Iskra Avtoelektrika d.d.: Pravilnik o notranji organizaciji in poslovanju Iskre Avtoelektrike d.d.. Iskra Avtoelektrika d.d., 2006
51. Pochettino Nicola: World Oil Demand: Key Trends and Uncertainties Key Trends and Uncertainties. International Energy Agency. [URL: http://www7.nationalacademies.org/bees/Nicola_Pochettino_Oil_demand.pdf], november, 2005
52. Sinton W. Christopher: Study of the Rare Earth Resources and Markets for the Mt. Weld Complex. BCC Research. [URL: http://www.lynascorp.com/content/upload/files/press_releases/BCC_FINAL_REPORT.pdf], junij, 2006
53. Smith Lawrence, Shi Kevin: Commodity Update: Déja Vu All Over Again. Blackmont. [URL: <http://www.mustangminerals.com/pages/articles/Metal%20Price%20Predictions-%20BaseMetals%202006.07.17.pdf>], november, 2006
54. SN MEH Iskra Avtoelektrika d.d.: Strateški načrt SPE Mehatronika 2005-2010. Iskra Avtoelektrika d.d., 2004
55. Soeldner D.: Alternative Fuels - EU Policy. European Commission, Directorate-General Energy and Transport. [URL: <http://www.eujapan.com/japan/Dr.%20Soeldner%20Alternative%20Fuels%20EC%20Policy.pdf>], februar, 2006
56. SPE Mehatronika, Iskra Avtoelektrika d.d.: OPEL4400 Project Cost Management, december, 2006
57. Stourton Harry: Don't overlook aluminium. MoneyWeek. [URL: www.moneyweek.com/file/5053/aluminium-2511.html], november, 2005

58. Syddell Mike: Metals Outlook 2006. Reed Business Information. [URL: www.ferret.com.au/articles/59/0c038959.asp], december, 2005
59. Thefinancials. [URL: www.thefinancials.com], november, 2006
60. Tzimas E., Soria A., Peteves S. D.: Technical Report EUR 21173. European Commission, Directorate General Joint Research Centre (DG JRC). [URL: http://ie.jrc.cec.eu.int/publications/scientific_publications/2004/Eur21173en%20FINAL.pdf], 2004
61. USGS: Rare Earth Elements-Critical Resources for High Technology. [URL: http://walrus.wr.usgs.gov/infobank/programs/html/factsheets/pdfs/2002_0087_FS.pdf], april, 2006
62. Watt David: Mr. Paulson Goes Back to China. BMO Nesbitt Burns Inc.. [URL: <http://www.forex-markets.com/bmo.htm>], oktober, 2006
63. West G. W. John: Design of automotive electrical machines. Cranfield University, DCMT [URL: <http://www.dcm.t.cranfield.ac.uk/daps/plenary/John%20G%20W%20West>], 2006
64. Westervelt Eileen T., Fournier Donald F.: Energy Trends and Implications for U.S. Army Installations. U.S. Army Engineer Research and Development Center. [URL: www.peakoil.net/Articles2005/Westervelt_EnergyTrends__TN.pdf], september, 2005
65. Wiener zeitung: Rohstoffpreise: Ende des Booms? [URL: www.wienerzeitung.at/DesktopDefault.aspx?TabID=3924&Alias=wzo&cob=235193¤tpage=0], junij, 2006
66. Williams L. James: Oil Price History and Analysis. WTRG. [URL: <http://www.wtrg.com/prices.htm>], 2005
67. Yagnik R.: Fuels trends/ alternate fuels/ fuels of the future. GAIL (INDIA) LIMITED. [URL: www.ficci.com/media-room/speeches-presentations/2005/jan/petrotech/Gail.pdf], 2005

11 SLOVARČEK POJMOV IN OKRAJŠAV

€	evro; uradna plačilna valuta v evropski uniji
ANWR	Arctic National Wildlife Refuge
APQP	Advanced product quality planning
BDP	Bruto domači proizvod
BLPM	Brushless permanent magnet motor
BTE	BTExact Technologies
CEPS	Column mounted electric power steering
DC motor	Direct current motor
DFMEA	Design failur mode and effect analysis
EIA	Energy Information Administration; ameriška vladna organizacija
EPS	Electric power steering
EU	Evropska unija
GWU	George Washington University
IEA	International Energy Agency
LME	London Metal Exchange
Mtoe	Mega ton energijskega ekvivalenta nafte
NISTEP	Japanese National Institute for Science and Technology Policy
NZK	Načrt zagotavljanja kakovosti
NPV	Net present value
OEE	Overall Equipment Efficiency
OPEC	Organization of the Petroleum Exporting Countries
PEPS	Pinnon mounted electric power steering
PFMEA	Process failur mode and effect analysis
PPAP	Production Part Approval Process
PPM	Parts Per Milion (enot na milion – enota za merjenje kakovosti)
QS9000, ISO 9001:2000, ISO/TS 16 949	Standard kakovosti v avtomobilski industriji
Snovi periodnega sistema elementov	Glej periodni sistem elementov
Sodček nafte	159 litrov
SPE	Strateška poslovna enota v Iskri Avtoelektriki d.d.
T	Tona (metrična enota za težo)
US\$	ameriški dolar
WACC	Weighted average cost of capital
ZDA	Združene države amerike

DODATEK A: Trendi uporabljeni v simulaciji

Kazalo vsebine

1	TRENDI STRATEŠKIH SUROVIN IN OSTALEGA	1
1.1	EUR/US\$	1
1.2	BAKER	2
1.3	ALUMINIJ	3
1.4	JEKLO	4
1.5	ND OKSID	5
1.6	STROŠKI DELA SLOVENIJA	6
1.7	STROŠKI DELA FRANCIJA	7
1.8	STROŠKI DELA ITALIJA	8
1.9	NAFTA	9
1.10	ELEKTRIČNA ENERGIJA	10
2	TRENDI KRIVULJ UČENJA	11
2.3	KRIVULJA UČENJA KAKOVOST	11
2.4	KRIVULJA UČENJA PRODUKTIVNOST	12
2.5	KRIVULJA UČENJA IZKORIŠČENOST NAPRAV	13
2.6	KRIVULJA UČENJA NABAVNI VIRI IN TEHNOLOGIJA	14
2.7	SPREMEMBA POGODBENIH KOLIČIN	15

Kazalo slik

Slika 1: Grafična oblika podatkov simulacije (menjalno razmerje EUR/US\$)	1
Slika 2: Grafična oblika podatkov simulacije (baker)	2
Slika 3: Grafična oblika podatkov simulacije (aluminij)	3
Slika 4: Grafična oblika podatkov simulacije (jeklo)	4
Slika 5: Grafična oblika podatkov simulacije (Nd oksid)	5
Slika 6: Grafična oblika podatkov simulacije (stroški dela Slovenija)	6
Slika 7: Grafična oblika podatkov simulacije (stroški dela Francija)	7
Slika 8: Grafična oblika podatkov simulacije (stroški dela Italija)	8
Slika 9: Grafična oblika podatkov simulacije (nafta)	9
Slika 10: Grafična oblika podatkov simulacije (električna energija)	10
Slika 11: Grafična oblika podatkov simulacije (krivulja učenja kakovost)	11

Slika 12: Grafična oblika podatkov simulacije (produktivnost).....	12
Slika 13: Grafična oblika podatkov simulacije (izkoriščenost naprav).....	13
Slika 14: Grafična oblika podatkov simulacije (krivulja učenja nab. viri in tehnologija).....	14
Slika 15: Grafična oblika podatkov simulacije (sprememba pogodbenih količin)	15

Kazalo tabel

Tabela 1: Izbrani parametri za simulacijo (Eur / US\$).....	1
Tabela 2: Izbrani parametri za simulacijo (baker).....	2
Tabela 3: Izbrani parametri za simulacijo (aluminij)	3
Tabela 4: Izbrani parametri za simulacijo (jeklo).....	4
Tabela 5: Izbrani parametri za simulacijo (Nd oksid)	5
Tabela 6: Izbrani parametri za simulacijo (stroški dela Slovenija)	6
Tabela 7: Izbrani parametri za simulacijo (stroški dela Francija)	7
Tabela 8: Izbrani parametri za simulacijo (stroški dela Italija)	8
Tabela 9: Izbrani parametri za simulacijo (nafta).....	9
Tabela 10: Izbrani parametri za simulacijo (električna energija)	10
Tabela 11: Izbrani parametri za simulacijo (krivulja učenja kakovost)	11
Tabela 12: Izbrani parametri za simulacijo (krivulja učenja produktivnost).....	12
Tabela 13: Izbrani parametri za simulacijo (izkoriščenost naprav).....	13
Tabela 14: Izbrani parametri za simulacijo (krivulja učenja naba. viri in tehnologija).....	14
Tabela 15: Izbrani parametri za simulacijo (sprememba pogodbenih količin)	15

Vsi podatki prikazani v nadaljevanju so osnovani na dodatku B in vsebini v glavnem delu (napovedi). Slikovni prikaz je pridobljen direktno iz simulacije.

1 Trendi strateških surovin in ostalega

1.1 Eur/US\$

Simbol v simulaciji:



Vrsta trenda: Diskretizirana krivulja, variabilne verjetnostne porazdelitve znotraj kvartalov

Slika 1: Grafična oblika podatkov simulacije (menjalno razmerje EUR/US\$)

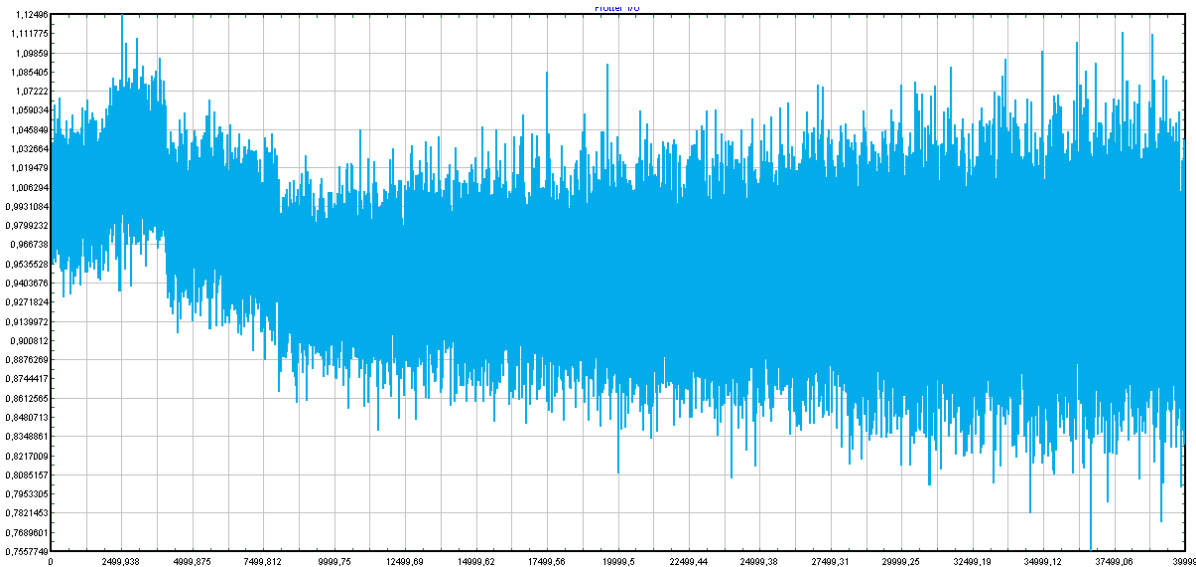


Tabela 1: Izbrani parametri za simulacijo (Eur / US\$)

obdobje	korak simulacije		določitev ponderiev menjalnega razm.		podatki porazdelitve				
	korak od	korak do	vrednost Eur v US\$	ponderir. vrednost	vrsta distribucije	input v model	min / mean	stdev začetna	stdev končna
2007-T1	0	1999	1,320	1,000	normalna	1	1,00	0,02	0,05
2007-T2	2000	3999	1,350	1,023					
2007-T3	4000	5999	1,300	0,985					
2007-T4	6000	7999	1,280	0,970					
2008-T1	8000	9999	1,245	0,943					
2008-T2	10000	11999	1,245	0,943					
2008-T3	12000	13999	1,245	0,943					
2008-T4	14000	15999	1,245	0,943					
2009-T1	16000	17999	1,245	0,943					
2009-T2	18000	19999	1,245	0,943					
2009-T3	20000	21999	1,245	0,943					
2009-T4	22000	23999	1,245	0,943					
2010-T1	24000	25999	1,245	0,943					
2010-T2	26000	27999	1,245	0,943					
2010-T3	28000	29999	1,245	0,943					
2010-T4	30000	31999	1,245	0,943					
2011-T1	32000	33999	1,245	0,943					
2011-T2	34000	35999	1,245	0,943					
2011-T3	36000	37999	1,245	0,943					
2011-T4	38000	39999	1,245	0,943					

1.2 Baker

Simbol v simulaciji:



Vrsta trenda: Diskretizirana krivulja, variabilne verjetnostne porazdelitve znotraj kvartalov

Slika 2: Grafična oblika podatkov simulacije (baker)

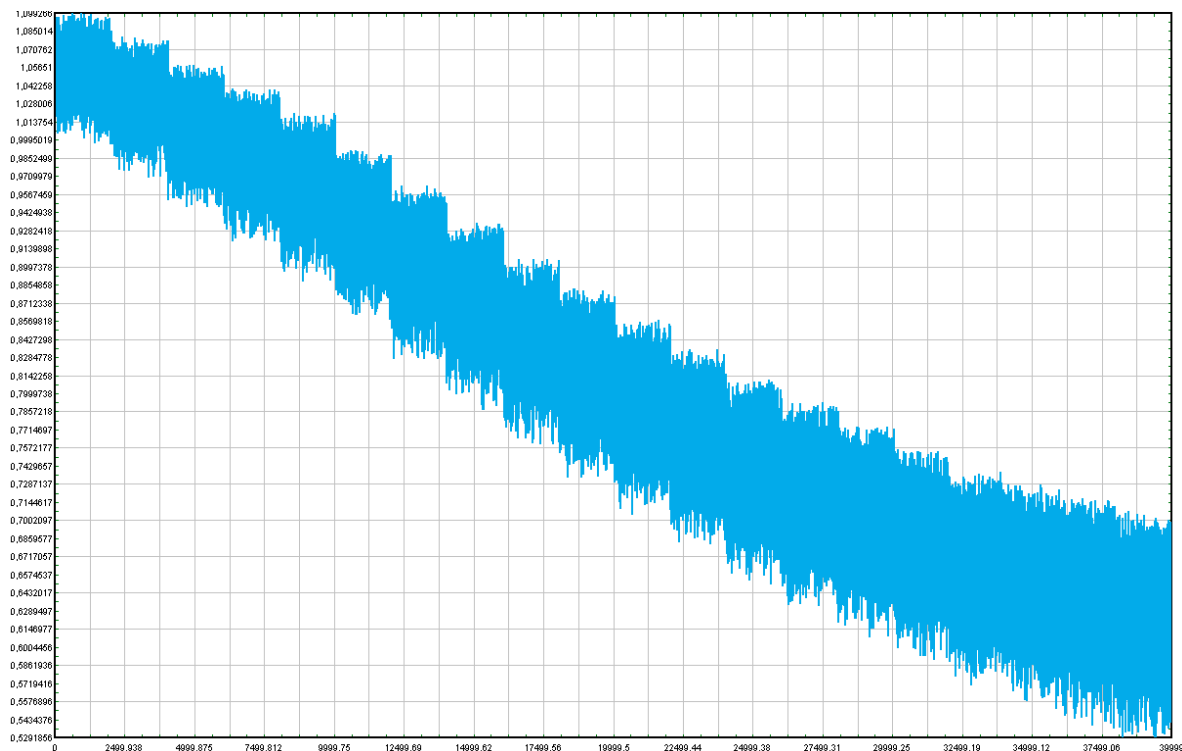
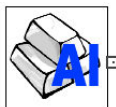


Tabela 2: Izbrani parametri za simulacijo (baker)

obdobje	korak simulacije		določitev ponderjev cene		podatki porazdelitve					
	korak od	korak do	cena (US\$)	ponderirana cena	vrsta distribucije	input v model	min	max	p	q
2007-T1	0	1999	7650,00	1,0000	beta	1	0,90	1,10	2,20	3,00
2007-T2	2000	3999	7512,50	0,9820						
2007-T3	4000	5999	7375,00	0,9641						
2007-T4	6000	7999	7237,50	0,9461						
2008-T1	8000	9999	7100,00	0,9281						
2008-T2	10000	11999	6900,00	0,9020						
2008-T3	12000	13999	6700,00	0,8758						
2008-T4	14000	15999	6500,00	0,8497						
2009-T1	16000	17999	6300,00	0,8235						
2009-T2	18000	19999	6137,50	0,8023						
2009-T3	20000	21999	5975,00	0,7810						
2009-T4	22000	23999	5812,50	0,7598						
2010-T1	24000	25999	5650,00	0,7386						
2010-T2	26000	27999	5525,00	0,7222						
2010-T3	28000	29999	5400,00	0,7059						
2010-T4	30000	31999	5275,00	0,6895						
2011-T1	32000	33999	5150,00	0,6732						
2011-T2	34000	35999	5075,00	0,6634						
2011-T3	36000	37999	5000,00	0,6536						
2011-T4	38000	39999	4925,00	0,6438						
							0,70			

1.3 Aluminij

Simbol v simulaciji:



Vrsta trenda: Diskretizirana krivulja, fiksne verjetnostne porazdelitve znotraj kvartalov

Slika 3: Grafična oblika podatkov simulacije (aluminij)

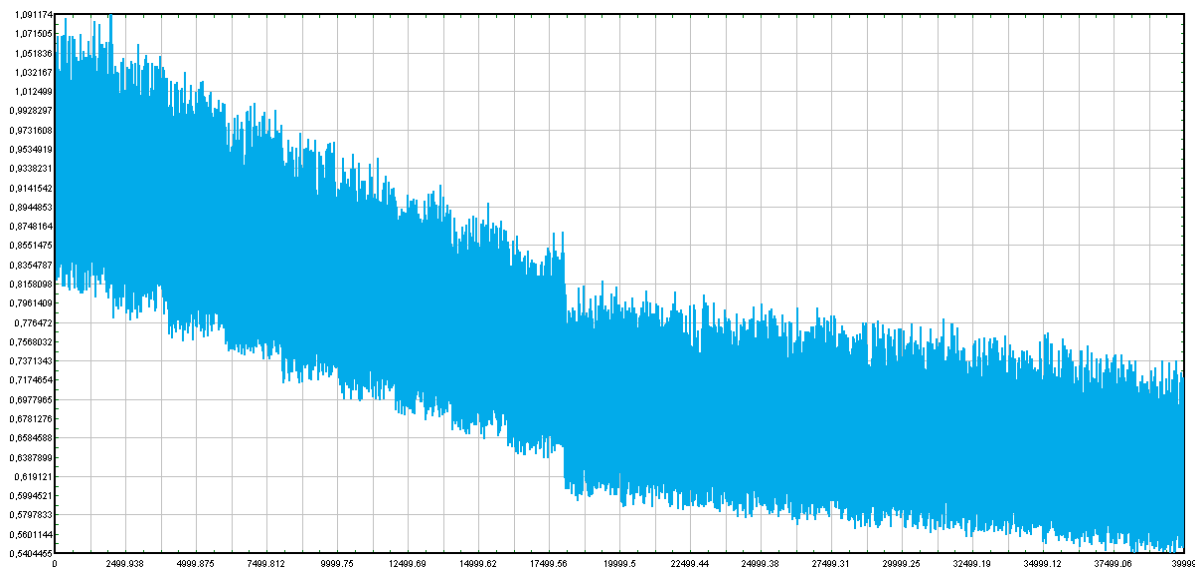


Tabela 3: Izbrani parametri za simulacijo (aluminij)

obdobje	korak simulacije		določitev ponderjev cene		podatki porazdelitve					
	korak od	korak do	cena (US\$)	ponderirana cena	vrsta distribucije	input v model	min / mean	max / stdev	p	q
2007-T1	0	1999	1967,00	1,0000	normalna	1	1,00	0,06	/	/
2007-T2	2000	3999	1913,25	0,9727						
2007-T3	4000	5999	1859,50	0,9453						
2007-T4	6000	7999	1805,75	0,9180						
2008-T1	8000	9999	1752,00	0,8907						
2008-T2	10000	11999	1705,25	0,8669						
2008-T3	12000	13999	1658,50	0,8432						
2008-T4	14000	15999	1611,75	0,8194						
2009-T1	16000	17999	1565,00	0,7956	normalna	2	1,00	0,04	/	/
2009-T2	18000	19999	1550,25	0,7881						
2009-T3	20000	21999	1535,50	0,7806						
2009-T4	22000	23999	1520,75	0,7731						
2010-T1	24000	25999	1506,00	0,7656						
2010-T2	26000	27999	1493,50	0,7593						
2010-T3	28000	29999	1481,00	0,7529						
2010-T4	30000	31999	1468,50	0,7466						
2011-T1	32000	33999	1456,00	0,7402						
2011-T2	34000	35999	1439,00	0,7316						
2011-T3	36000	37999	1422,00	0,7229						
2011-T4	38000	39999	1405,00	0,7143						

1.4 Jeklo

Simbol v simulaciji:



Vrsta trenda: Diskretizirana krivulja, variabilne verjetnostne porazdelitve znotraj kvartalov

Slika 4: Grafična oblika podatkov simulacije (jeklo)

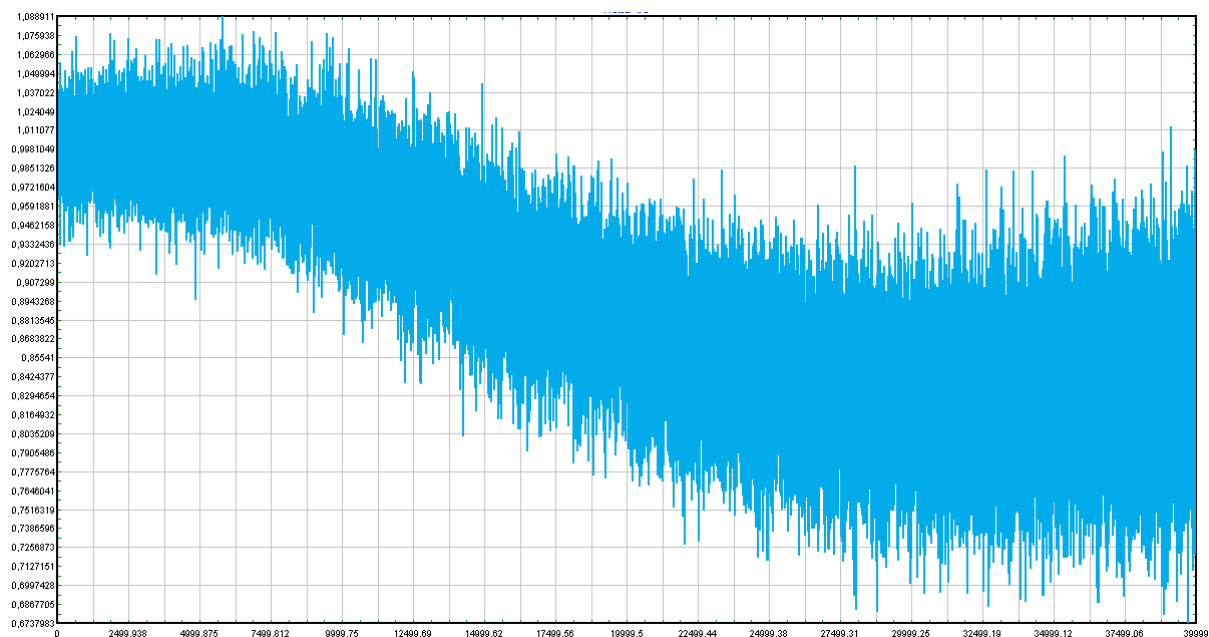


Tabela 4: Izbrani parametri za simulacijo (jeklo)

obdobje	korak simulacije		določitev ponderjev cene		podatki porazdelitve				
	korak od	korak do	cena (US\$)	ponderirana cena	vrsta distribucije	input v model	min / mean	stdev začetna	stdev končna
2007-T1	0	1999	1,0000	1,0000	normalna	1	1,00	0,02	0,06
2007-T2	2000	3999	1,0000	1,0000					
2007-T3	4000	5999	1,0000	1,0000					
2007-T4	6000	7999	0,9933	0,9933					
2008-T1	8000	9999	0,9786	0,9786					
2008-T2	10000	11999	0,9608	0,9608					
2008-T3	12000	13999	0,9412	0,9412					
2008-T4	14000	15999	0,9209	0,9209					
2009-T1	16000	17999	0,9012	0,9012					
2009-T2	18000	19999	0,8827	0,8827					
2009-T3	20000	21999	0,8662	0,8662					
2009-T4	22000	23999	0,8523	0,8523					
2010-T1	24000	25999	0,8412	0,8412					
2010-T2	26000	27999	0,8333	0,8333					
2010-T3	28000	29999	0,8285	0,8285					
2010-T4	30000	31999	0,8266	0,8266					
2011-T1	32000	33999	0,8274	0,8274					
2011-T2	34000	35999	0,8304	0,8304					
2011-T3	36000	37999	0,8349	0,8349					
2011-T4	38000	39999	0,8401	0,8401					

1.5 Nd oksid

Simbol v simulaciji:



Vrsta trenda: Diskretizirana krivulja, variabilne verjetnostne porazdelitve znotraj kvartalov

Slika 5: Grafična oblika podatkov simulacije (Nd oksid)

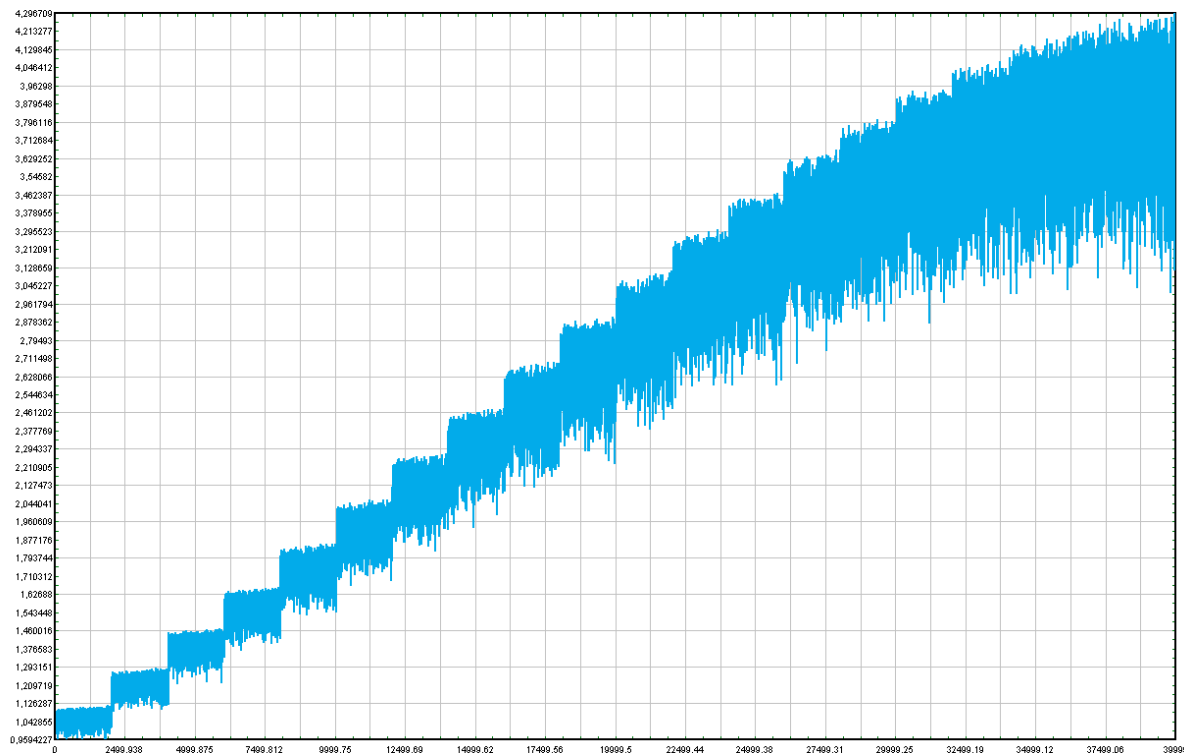


Tabela 5: Izbrani parametri za simulacijo (Nd oksid)

obdobje	korak simulacije		določitev ponderjev cene			podatki porazdelitve					
	korak od	korak do	vrednost x	cena (US\$)	ponderirana cena	vrsta distribucije	input v model	min / mean	max / stdev	p	q
2007-T1	0	1999	3	19184,20	1,0000	beta	1	0,90	1,1 I I I V	7,90	2,70
2007-T2	2000	3999	3,263158	21747,48	1,1336						
2007-T3	4000	5999	3,526316	24399,23	1,2718						
2007-T4	6000	7999	3,789474	27110,84	1,4132						
2008-T1	8000	9999	4,052632	29853,70	1,5562						
2008-T2	10000	11999	4,315789	32599,18	1,6993						
2008-T3	12000	13999	4,578947	35318,68	1,8410						
2008-T4	14000	15999	4,842105	37983,58	1,9799						
2009-T1	16000	17999	5,105263	40565,25	2,1145						
2009-T2	18000	19999	5,368421	43035,10	2,2433						
2009-T3	20000	21999	5,631579	45364,49	2,3647						
2009-T4	22000	23999	5,894737	47524,82	2,4773						
2010-T1	24000	25999	6,157895	49487,46	2,5796						
2010-T2	26000	27999	6,421053	51223,81	2,6701						
2010-T3	28000	29999	6,684211	52705,25	2,7473						
2010-T4	30000	31999	6,947368	53903,16	2,8098						
2011-T1	32000	33999	7,210526	54788,92	2,8559						
2011-T2	34000	35999	7,473684	55333,93	2,8843						
2011-T3	36000	37999	7,736842	55509,56	2,8935						
2011-T4	38000	39999	8	55287,20	2,8819				1,5		

1.6 Stroški dela Slovenija

Simbol v simulaciji:



Vrsta trenda: Diskretizirana krivulja, fiksne verjetnostne porazdelitve znotraj kvartalov

Slika 6: Grafična oblika podatkov simulacije (stroški dela Slovenija)

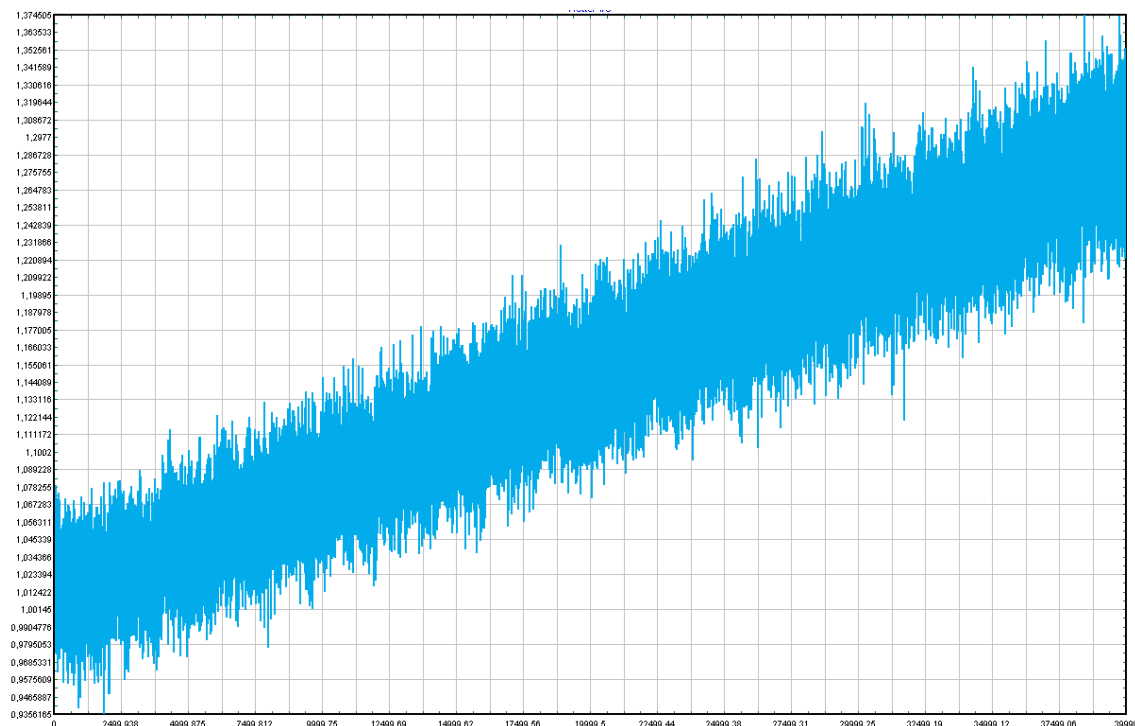
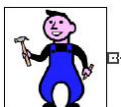


Tabela 6: Izbrani parametri za simulacijo (stroški dela Slovenija)

obdobje	korak simulacije		določitev nomin. rasti		vrsta distribucije	podatki porazdelitve		
	korak od	korak do	nomin. rast	kumulativno		input v model	min / mean	stdev
2007-T1	0	1999	1,390%	1,01390	normalna	1	1,00	0,02
2007-T2	2000	3999	1,390%	1,02800				
2007-T3	4000	5999	1,390%	1,04229				
2007-T4	6000	7999	1,390%	1,05677				
2008-T1	8000	9999	1,329%	1,07082				
2008-T2	10000	11999	1,329%	1,08504				
2008-T3	12000	13999	1,329%	1,09946				
2008-T4	14000	15999	1,329%	1,11407				
2009-T1	16000	17999	1,242%	1,12790				
2009-T2	18000	19999	1,242%	1,14192				
2009-T3	20000	21999	1,242%	1,15610				
2009-T4	22000	23999	1,242%	1,17046				
2010-T1	24000	25999	1,181%	1,18428				
2010-T2	26000	27999	1,181%	1,19826				
2010-T3	28000	29999	1,181%	1,21241				
2010-T4	30000	31999	1,181%	1,22672				
2011-T1	32000	33999	1,119%	1,24044				
2011-T2	34000	35999	1,119%	1,25432				
2011-T3	36000	37999	1,119%	1,26835				
2011-T4	38000	39999	1,119%	1,28254				

1.7 Stroški dela Francija

Simbol v simulaciji:



Vrsta trenda: Diskretizirana krivulja, fiksne verjetnostne porazdelitve znotraj kvartalov

Slika 7: Grafična oblika podatkov simulacije (stroški dela Francija)

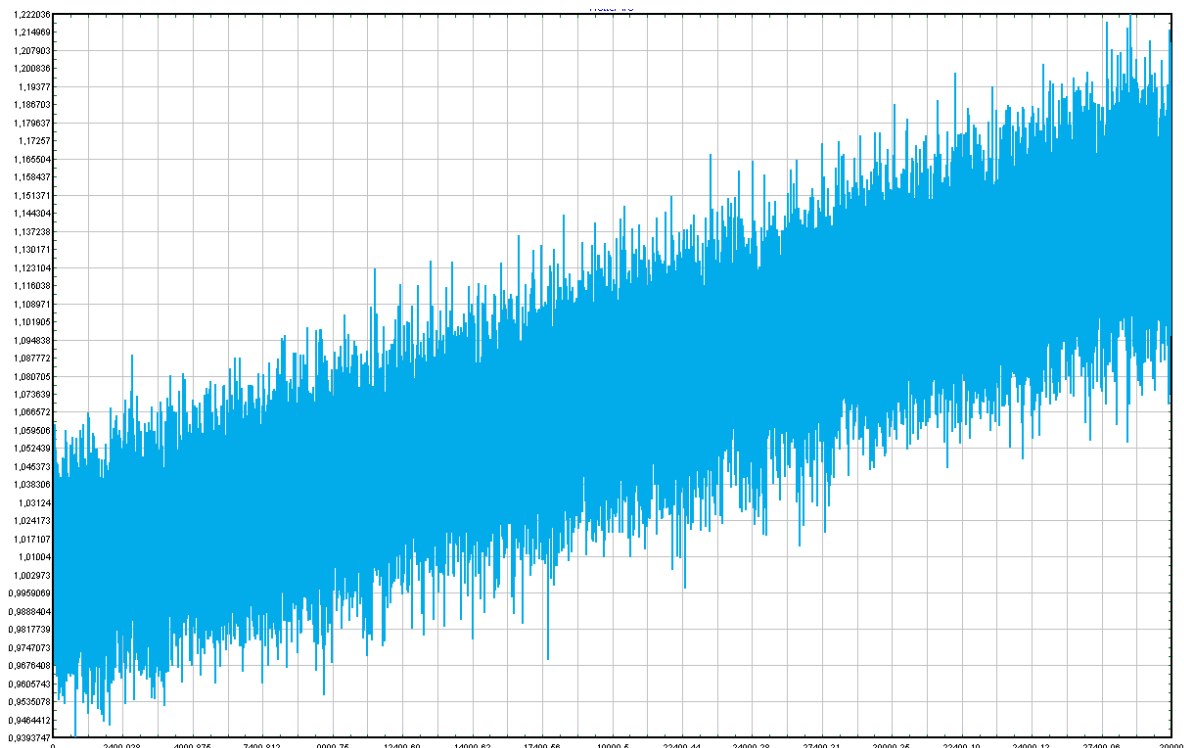


Tabela 7: Izbrani parametri za simulacijo (stroški dela Francija)

obdobje	korak simulacije		določitev nomin. rasti		podatki porazdelitve			
	korak od	korak do	nomin. rast	kumulativno	vrsta distribucije	input v model	min / mean	stdev
2007-T1	0	1999	0,791%	1,00791	normalna	1	1,00	0,02
2007-T2	2000	3999	0,791%	1,01587				
2007-T3	4000	5999	0,791%	1,02391				
2007-T4	6000	7999	0,791%	1,03200				
2008-T1	8000	9999	0,791%	1,04016				
2008-T2	10000	11999	0,791%	1,04838				
2008-T3	12000	13999	0,791%	1,05667				
2008-T4	14000	15999	0,791%	1,06502				
2009-T1	16000	17999	0,791%	1,07344				
2009-T2	18000	19999	0,791%	1,08193				
2009-T3	20000	21999	0,791%	1,09048				
2009-T4	22000	23999	0,791%	1,09910				
2010-T1	24000	25999	0,791%	1,10779				
2010-T2	26000	27999	0,791%	1,11655				
2010-T3	28000	29999	0,791%	1,12538				
2010-T4	30000	31999	0,791%	1,13428				
2011-T1	32000	33999	0,791%	1,14324				
2011-T2	34000	35999	0,791%	1,15228				
2011-T3	36000	37999	0,791%	1,16139				
2011-T4	38000	39999	0,791%	1,17057				

1.8 Stroški dela Italija

Simbol v simulaciji:



Vrsta trenda: Diskretizirana krivulja, fiksne verjetnostne porazdelitve znotraj kvartalov

Slika 8: Grafična oblika podatkov simulacije (stroški dela Italija)

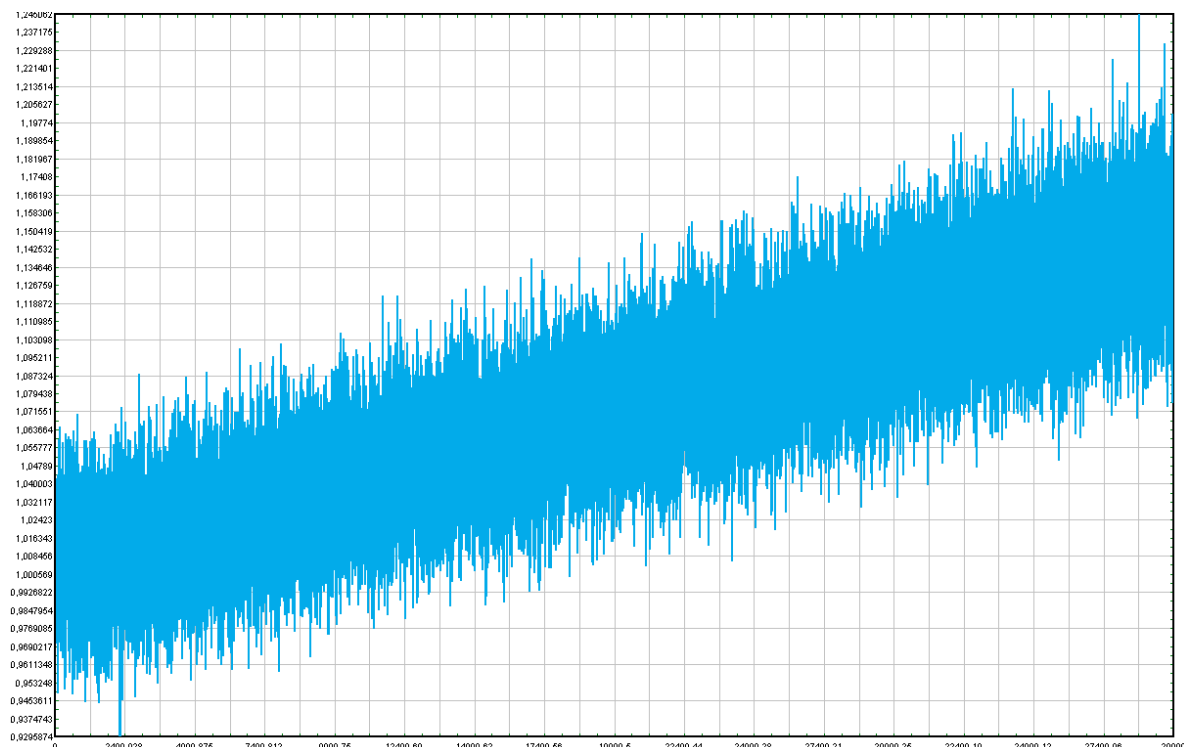


Tabela 8: Izbrani parametri za simulacijo (stroški dela Italija)

obdobje	korak simulacije		določitev nomin. rasti		podatki porazdelitve			
	korak od	korak do	nomin. rast	kumulativno	vrsta distribucije	input v model	min / mean	stdev
2007-T1	0	1999	0,668%	1,00668	normalna	1	1,00	0,02
2007-T2	2000	3999	0,668%	1,01341				
2007-T3	4000	5999	0,668%	1,02018				
2007-T4	6000	7999	0,668%	1,02700				
2008-T1	8000	9999	0,668%	1,03386				
2008-T2	10000	11999	0,668%	1,04077				
2008-T3	12000	13999	0,668%	1,04773				
2008-T4	14000	15999	0,668%	1,05473				
2009-T1	16000	17999	0,668%	1,06178				
2009-T2	18000	19999	0,668%	1,06887				
2009-T3	20000	21999	0,668%	1,07602				
2009-T4	22000	23999	0,668%	1,08321				
2010-T1	24000	25999	0,668%	1,09045				
2010-T2	26000	27999	0,668%	1,09773				
2010-T3	28000	29999	0,668%	1,10507				
2010-T4	30000	31999	0,668%	1,11245				
2011-T1	32000	33999	0,668%	1,11989				
2011-T2	34000	35999	0,668%	1,12737				
2011-T3	36000	37999	0,668%	1,13491				
2011-T4	38000	39999	0,668%	1,14249				

1.9 Nafta

Simbol v simulaciji:



Vrsta trenda: Diskretizirana krivulja, fiksne verjetnostne porazdelitve znotraj kvartalov

Slika 9: Grafična oblika podatkov simulacije (nafta)

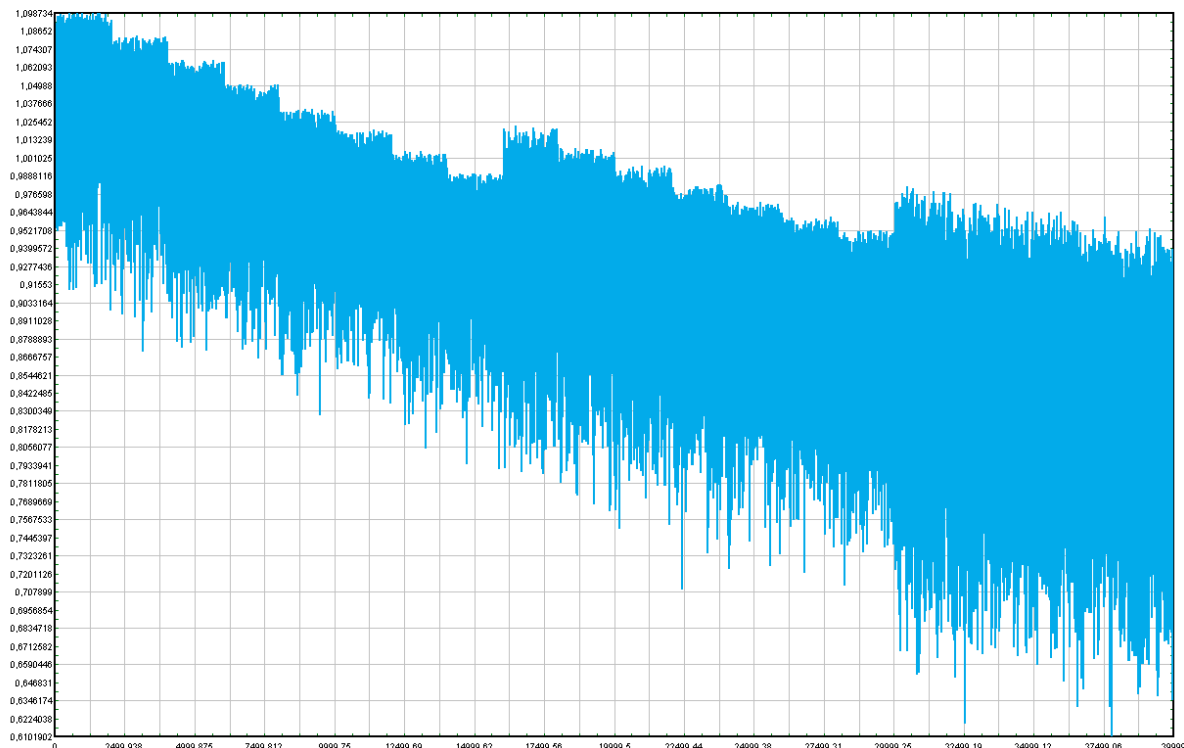


Tabela 9: Izbrani parametri za simulacijo (nafta)

obdobje	korak simulacije		določitev ponderjev cene			podatki porazdelitve					
	korak od	korak do	vrednost x	cena (US\$)	ponderirana cena	vrsta distribucije	input v model	min / mean	max / stdev	p	q
2007-T1	0	1999	1	60,00	1,0000	beta	1	0,85	1,10	5,50	1,70
2007-T2	2000	3999	1,06451613	59,09	0,9848						
2007-T3	4000	5999	1,12903226	58,19	0,9699						
2007-T4	6000	7999	1,19354839	57,31	0,9552						
2008-T1	8000	9999	1,25806452	56,46	0,9410						
2008-T2	10000	11999	1,32258065	55,63	0,9271	beta	2	0,80	1,15	5,50	1,70
2008-T3	12000	13999	1,38709677	54,82	0,9137						
2008-T4	14000	15999	1,4516129	54,05	0,9008						
2009-T1	16000	17999	1,51612903	53,31	0,8885						
2009-T2	18000	19999	1,58064516	52,60	0,8767						
2009-T3	20000	21999	1,64516129	51,94	0,8656	beta	3	0,70	1,20	5,50	2,30
2009-T4	22000	23999	1,70967742	51,31	0,8551						
2010-T1	24000	25999	1,77419355	50,72	0,8453						
2010-T2	26000	27999	1,83870968	50,17	0,8362						
2010-T3	28000	29999	1,90322581	49,67	0,8278						
2010-T4	30000	31999	1,96774194	49,21	0,8202	beta	3	0,70	1,20	5,50	2,30
2011-T1	32000	33999	2,03225806	48,80	0,8133						
2011-T2	34000	35999	2,09677419	48,43	0,8072						
2011-T3	36000	37999	2,16129032	48,12	0,8020						
2011-T4	38000	39999	2,22580645	47,85	0,7975						

1.10 Električna energija

Simbol v simulaciji:



Vrsta trenda: Diskretizirana krivulja, fiksne verjetnostne porazdelitve znotraj kvartalov

Slika 10: Grafična oblika podatkov simulacije (električna energija)

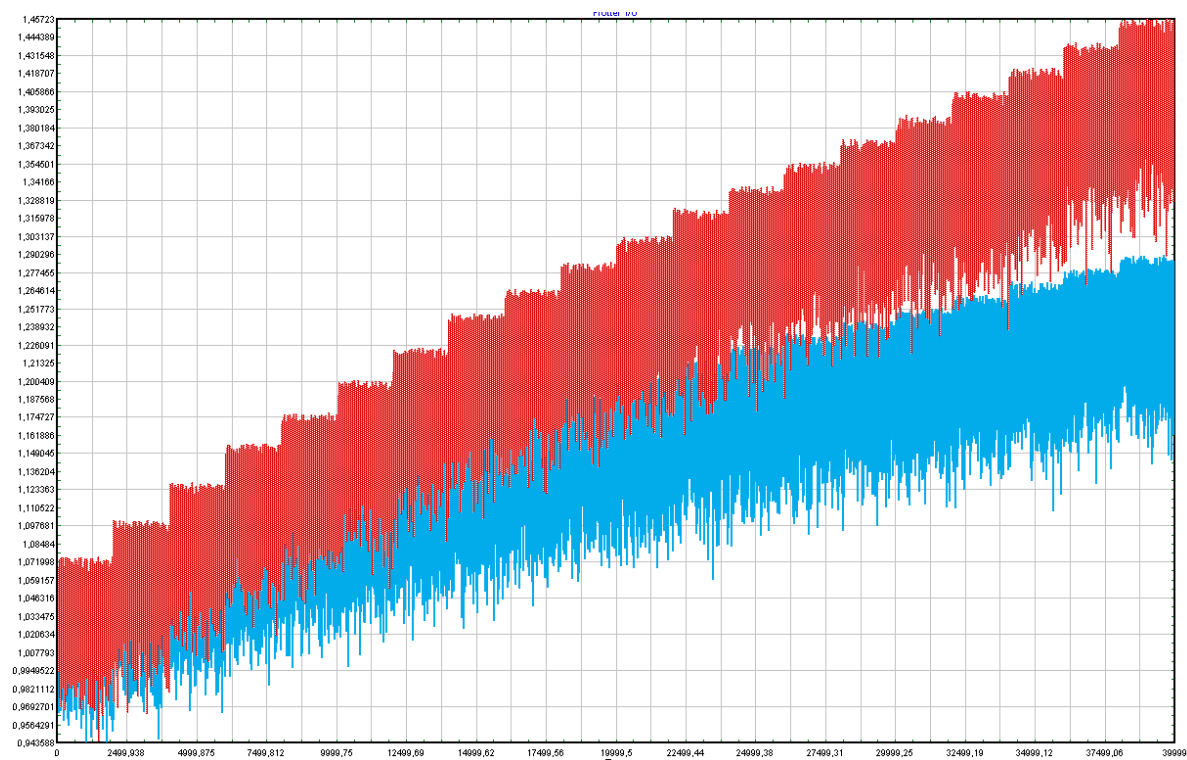


Tabela 10: Izbrani parametri za simulacijo (električna energija)

obdobje	korak simulacije		določitev rasti		vrsta distribucije	input v model	podatki porazdelitve			
	korak od	korak do	Rast Slovenija	Rast Nemčija			min	max	p	q
2007-T1	0	1999	1,01467	1,02411	beta	1	0,9	1,05	5,50	1,70
2007-T2	2000	3999	1,02956	1,04881						
2007-T3	4000	5999	1,04467	1,07410						
2007-T4	6000	7999	1,06000	1,10000						
2008-T1	8000	9999	1,07301	1,12137						
2008-T2	10000	11999	1,08618	1,14315						
2008-T3	12000	13999	1,09951	1,16536						
2008-T4	14000	15999	1,11300	1,18800						
2009-T1	16000	17999	1,12397	1,20543						
2009-T2	18000	19999	1,13504	1,22312						
2009-T3	20000	21999	1,14623	1,24107						
2009-T4	22000	23999	1,15752	1,25928						
2010-T1	24000	25999	1,16611	1,27473						
2010-T2	26000	27999	1,17475	1,29038						
2010-T3	28000	29999	1,18347	1,30621						
2010-T4	30000	31999	1,19225	1,32224						
2011-T1	32000	33999	1,20109	1,33847						
2011-T2	34000	35999	1,21000	1,35490						
2011-T3	36000	37999	1,21897	1,37152						
2011-T4	38000	39999	1,22801	1,38836						

barva	Država
—	Nemčija
—	Slovenija

2 Trendi krivulj učenja

2.3 Krivulja učenja kakovost

Simbol v simulaciji:



Vrsta trenda: Diskretizirana krivulja, fiksne verjetnostne porazdelitve znotraj kvartalov

Slika 11: Grafična oblika podatkov simulacije (krivulja učenja kakovost)

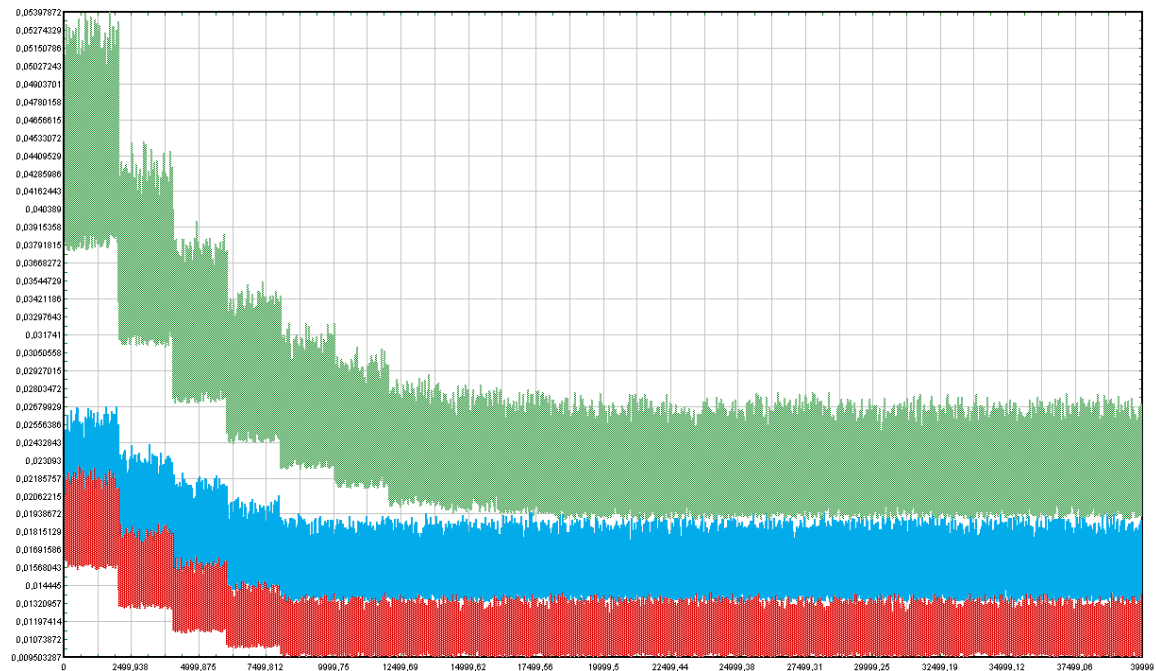


Tabela 11: Izbrani parametri za simulacijo (krivulja učenja kakovost)

obdobje	korak simulacije		določitev deleža nekovosti (PPM)			podatki porazdelitve					
	korak od	korak do	PPM stator	PPM zalivanje	PPM montaža	vrsta distribucije	input v model	min / mean	max / stdev	p	q
2007-T1	0	1999	19431	16367	39457	beta	1	0,95	1,40	1,70	2,80
2007-T2	2000	3999	17350	13507	32468						
2007-T3	4000	5999	16005	11782	28263						
2007-T4	6000	7999	14840	10645	25497						
2008-T1	8000	9999	14000	10000	23565						
2008-T2	10000	11999	14000	10000	22169						
2008-T3	12000	13999	14000	10000	20939						
2008-T4	14000	15999	14000	10000	20500						
2009-T1	16000	17999	14000	10000	20250						
2009-T2	18000	19999	14000	10000	20000						
2009-T3	20000	21999	14000	10000	20000						
2009-T4	22000	23999	14000	10000	20000						
2010-T1	24000	25999	14000	10000	20000						
2010-T2	26000	27999	14000	10000	20000						
2010-T3	28000	29999	14000	10000	20000						
2010-T4	30000	31999	14000	10000	20000						
2011-T1	32000	33999	14000	10000	20000						
2011-T2	34000	35999	14000	10000	20000						
2011-T3	36000	37999	14000	10000	20000						
2011-T4	38000	39999	14000	10000	20000						

barva	segment proizvodnje
—	montaža
—	zalivanje
—	stator

2.4 Krivulja učenja produktivnost

Simbol v simulaciji:



Vrsta trenda: Diskretizirana krivulja, fiksne verjetnostne porazdelitve znotraj kvartalov

Slika 12: Grafična oblika podatkov simulacije (produktivnost)

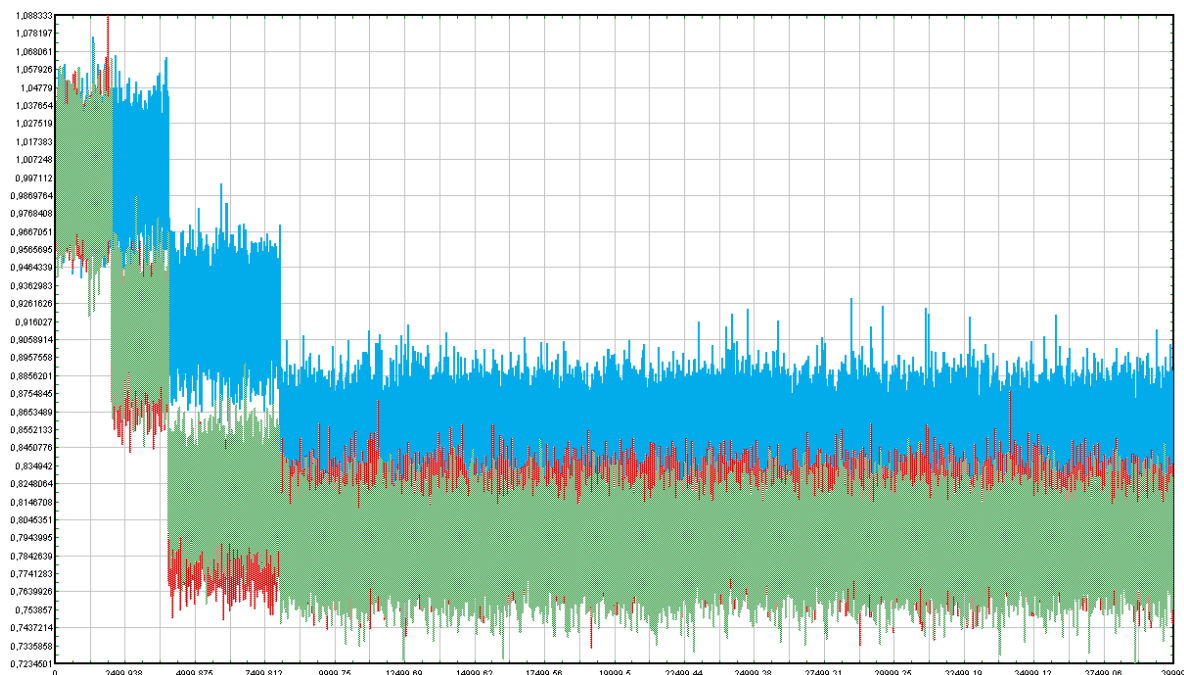


Tabela 12: Izbrani parametri za simulacijo (krivulja učenja produktivnost)

obdobje	korak simulacije		določitev števila delavcev po segmentih			podatki porazdelitve					
	korak od	korak do	ponder št. del. stat.	ponder št. del. zal.	ponder št. del. mont.	vrsta distribucije	input v model	min / mean	max / stdev	p	q
2007-T1	0	1999	1,00	1,00	1,00	normal	1	1,00	0,02	/	/
2007-T2	2000	3999	0,91	0,90	1,00						
2007-T3	4000	5999	0,82	0,80	0,92						
2007-T4	6000	7999	0,82	0,80	0,92						
2008-T1	8000	9999	0,79	0,80	0,85						
2008-T2	10000	11999	0,79	0,80	0,85						
2008-T3	12000	13999	0,79	0,80	0,85						
2008-T4	14000	15999	0,79	0,80	0,85						
2009-T1	16000	17999	0,79	0,80	0,85						
2009-T2	18000	19999	0,79	0,80	0,85						
2009-T3	20000	21999	0,79	0,80	0,85						
2009-T4	22000	23999	0,79	0,80	0,85						
2010-T1	24000	25999	0,79	0,80	0,85						
2010-T2	26000	27999	0,79	0,80	0,85						
2010-T3	28000	29999	0,79	0,80	0,85						
2010-T4	30000	31999	0,79	0,80	0,85						
2011-T1	32000	33999	0,79	0,80	0,85						
2011-T2	34000	35999	0,79	0,80	0,85						
2011-T3	36000	37999	0,79	0,80	0,85						
2011-T4	38000	39999	0,79	0,80	0,85						

barva	segment proizvodnje
—	stator
—	zalivanje
—	montaža

2.5 Krivulja učenja izkoriščenost naprav

Simbol v simulaciji:



Vrsta trenda: Diskretizirana krivulja, variabilne verjetnostne porazdelitve znotraj kvartalov

Slika 13: Grafična oblika podatkov simulacije (izkoriščenost naprav)

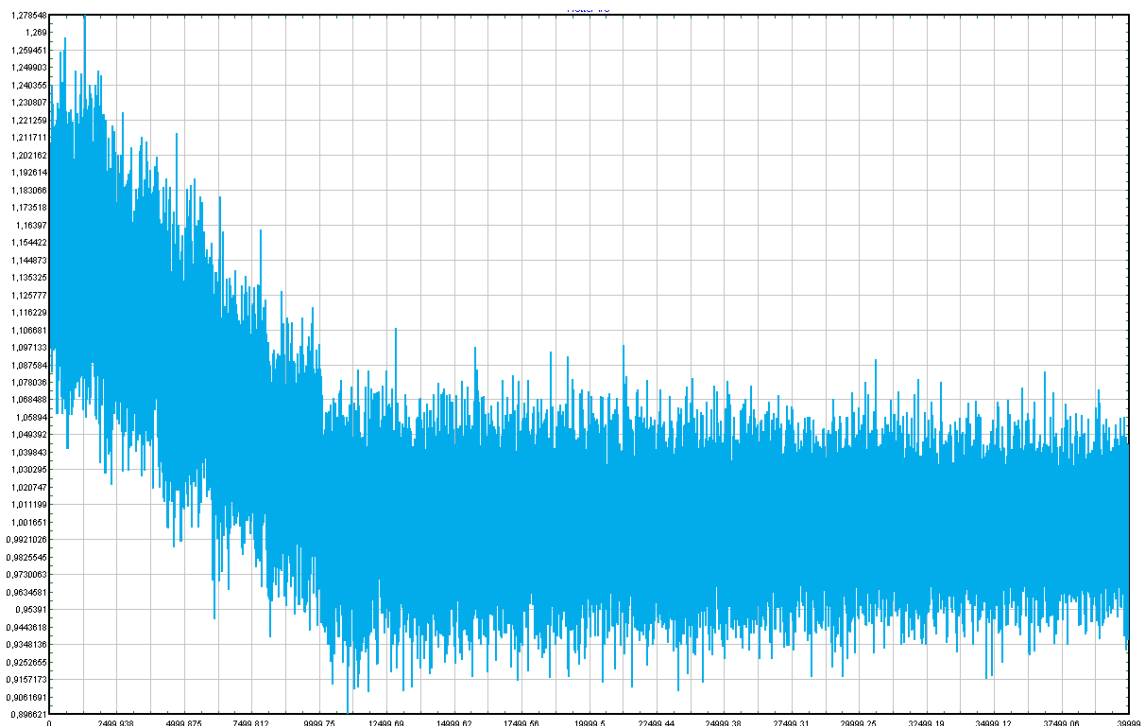
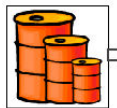


Tabela 13: Izbrani parametri za simulacijo (izkoriščenost naprav)

obdobje	korak simulacije		določitev trenda		podatki porazdelitve			
	korak od	korak do	neučinkov.	kumulativno	vrsta distribucije	input v model	min / mean	stdev
2007-T1	0	1999	115,000%	115%	normalna	1	1,00	0,03 I I I V
2007-T2	2000	3999	112,000%	112%				
2007-T3	4000	5999	109,000%	109%				
2007-T4	6000	7999	106,000%	106%				
2008-T1	8000	9999	103,000%	103%				
2008-T2	10000	11999	100,000%	100%				
2008-T3	12000	13999	100,000%	100%				
2008-T4	14000	15999	100,000%	100%				
2009-T1	16000	17999	100,000%	100%				
2009-T2	18000	19999	100,000%	100%				
2009-T3	20000	21999	100,000%	100%				
2009-T4	22000	23999	100,000%	100%				
2010-T1	24000	25999	100,000%	100%				
2010-T2	26000	27999	100,000%	100%				
2010-T3	28000	29999	100,000%	100%				
2010-T4	30000	31999	100,000%	100%				
2011-T1	32000	33999	100,000%	100%				
2011-T2	34000	35999	100,000%	100%				
2011-T3	36000	37999	100,000%	100%				
2011-T4	38000	39999	100,000%	100%				0,02

2.6 Krivulja učenja nabavni viri in tehnologija

Simbol v
simulaciji:



Vrsta trenda: Diskretizirana krivulja, variabilne verjetnostne porazdelitve znotraj kvartalov

Slika 14: Grafična oblika podatkov simulacije (krivulja učenja nab. viri in tehnologija)

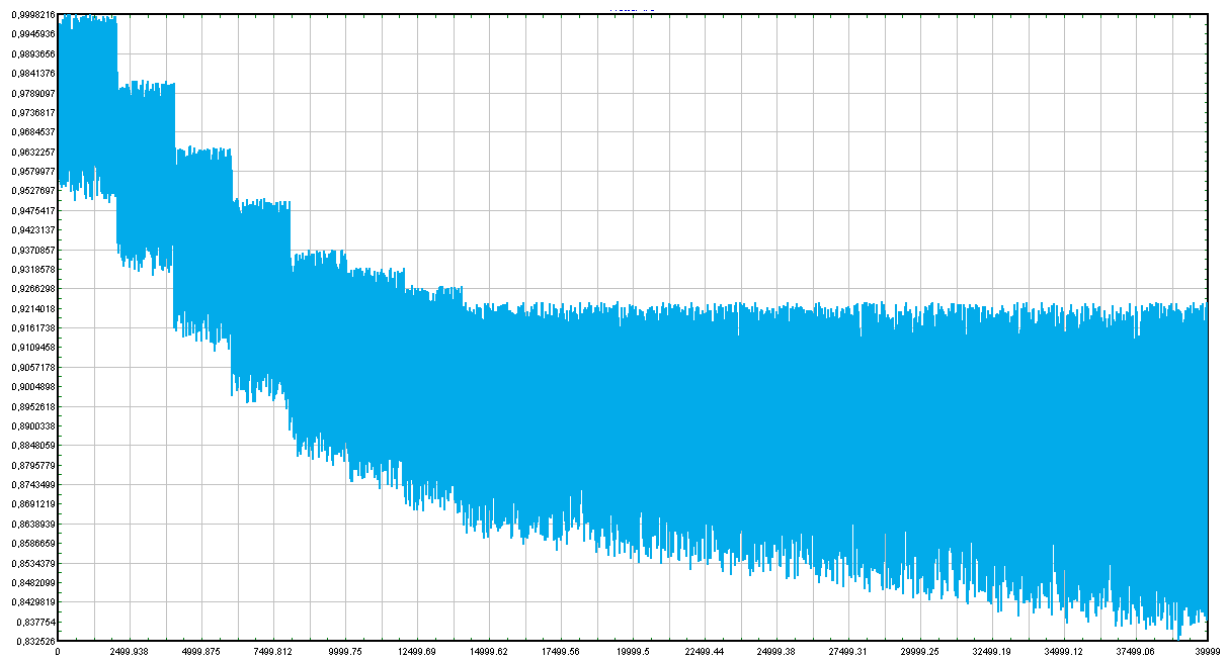


Tabela 14: Izbrani parametri za simulacijo (krivulja učenja naba. viri in tehnologija)

obdobje	korak simulacije		Stroški materiala	Ponderirani stroški materiala	podatki porazdelitve					
	korak od	korak do			vrsta distribucije	input v model	min	max	p	q
2007-T1	0	1999	15,82	1,0000	beta	1	0,95	1,00	2,00	1,50
2007-T2	2000	3999	15,54	0,9823						
2007-T3	4000	5999	15,26	0,9646						
2007-T4	6000	7999	15,04	0,9507						
2008-T1	8000	9999	14,82	0,9368						
2008-T2	10000	11999	14,75	0,9322						
2008-T3	12000	13999	14,67	0,9275						
2008-T4	14000	15999	14,60	0,9229						
2009-T1	16000	17999	14,60	0,9229						
2009-T2	18000	19999	14,60	0,9229						
2009-T3	20000	21999	14,60	0,9229						
2009-T4	22000	23999	14,60	0,9229						
2010-T1	24000	25999	14,60	0,9229						
2010-T2	26000	27999	14,60	0,9229						
2010-T3	28000	29999	14,60	0,9229						
2010-T4	30000	31999	14,60	0,9229						
2011-T1	32000	33999	14,60	0,9229						
2011-T2	34000	35999	14,60	0,9229						
2011-T3	36000	37999	14,60	0,9229						
2011-T4	38000	39999	14,60	0,9229						
						0,9				

2.7 Sprememba pogodbenih količin

Simbol v simulaciji:



Vrsta trenda: Diskretizirana krivulja, fiksne verjetnostne porazdelitve znotraj kvartalov

Slika 15: Grafična oblika podatkov simulacije (sprememba pogodbenih količin)

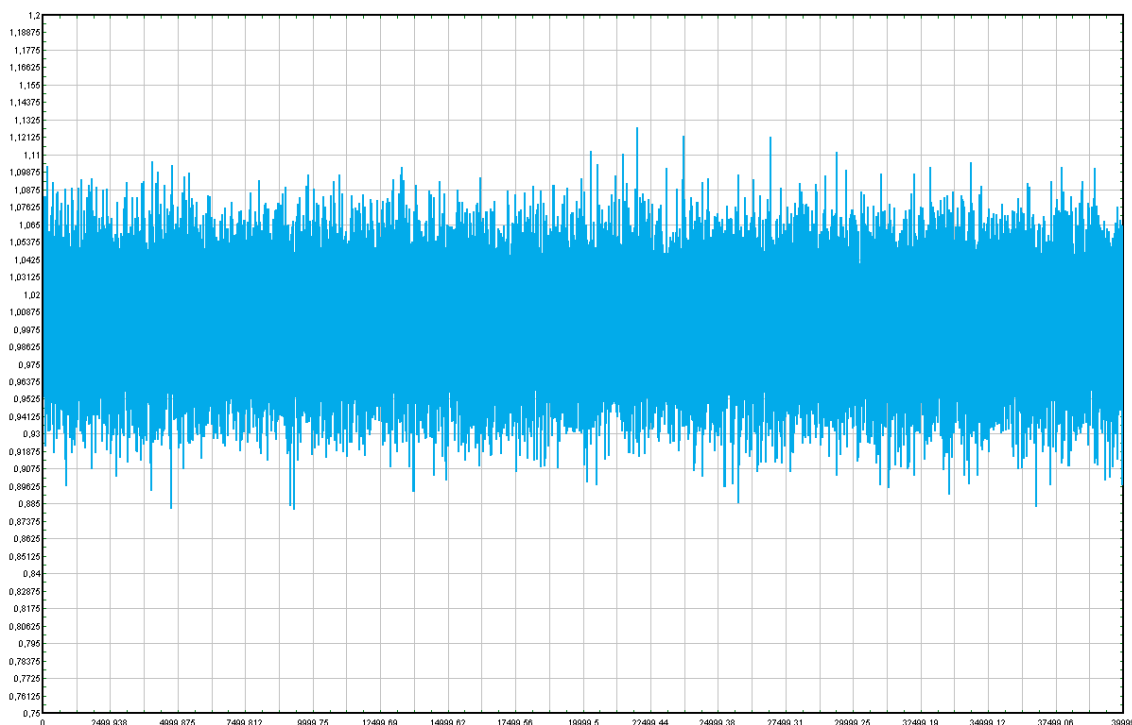


Tabela 15: Izbrani parametri za simulacijo (sprememba pogodbenih količin)

obdobje	korak simulacije		določitev trenda količin		podatki porazdelitve			
	korak od	korak do	nomin. rast	kumulativno	vrsta distribucije	input v model	min / mean	stdev
2007-T1	0	1999	0,000%	1,00000	normalna	1	1,00	0,03
2007-T2	2000	3999	0,000%	1,00000				
2007-T3	4000	5999	0,000%	1,00000				
2007-T4	6000	7999	0,000%	1,00000				
2008-T1	8000	9999	0,000%	1,00000				
2008-T2	10000	11999	0,000%	1,00000				
2008-T3	12000	13999	0,000%	1,00000				
2008-T4	14000	15999	0,000%	1,00000				
2009-T1	16000	17999	0,000%	1,00000				
2009-T2	18000	19999	0,000%	1,00000				
2009-T3	20000	21999	0,000%	1,00000				
2009-T4	22000	23999	0,000%	1,00000				
2010-T1	24000	25999	0,000%	1,00000				
2010-T2	26000	27999	0,000%	1,00000				
2010-T3	28000	29999	0,000%	1,00000				
2010-T4	30000	31999	0,000%	1,00000				
2011-T1	32000	33999	0,000%	1,00000				
2011-T2	34000	35999	0,000%	1,00000				
2011-T3	36000	37999	0,000%	1,00000				
2011-T4	38000	39999	0,000%	1,00000				

DODATEK B: Analiza trendov strateških surovin in ostalega

Dodatek B je namenjen detajlni analizi različnih surovin, energentov in podobnega, na podlagi katerega so v nalogi izvedene napovedi. Napovedi za nekatere vplivne veličine so narejene brez detajlne analize v tem dodatku.

Kazalo vsebine

1	BAKER.....	1
1.1	PRIDOBIVANJE.....	1
1.2	PONUDBA IN POVPRASEVANJE.....	1
2	ALUMINIJ	7
2.1	PRIDOBIVANJE.....	7
2.2	PONUDBA IN POVPRASEVANJE.....	7
3	JEKLO	12
3.1	PRIDOBIVANJE.....	12
3.2	PONUDBA IN POVPRASEVANJE.....	12
4	MAGNETI IZ REDKIH ZEMELJ	15
4.1	PRIDOBIVANJE.....	15
4.2	STANJE.....	16
5	STROŠKI ENERGIJE	21
5.1	NAFTA.....	26
5.1.1	PRIDOBIVANJE.....	26
5.1.2	STANJE.....	27

Kazalo slik

Slika 1: Uproaba bakra po kontinentih in panogi (%).....	1
Slika 2: Globalna proizvodnja bakra med 2000 in 2012 (mio ton)	4
Slika 3: Globalno povpraševanje po bakru med 2000 in 2012 (mio ton).....	4
Slika 4: Uravnoteženje povpraševanja/ponudbe med 2000 in 2012 (mio ton).....	4
Slika 5: Cena bakra na podlagi zaloge na LME (US\$/tono)	5

Slika 6: Cena bakra na podlagi zaloge na LME (US\$/tono)	5
Slika 7: Velikost globalne zaloge bakra po letih (mio ton)	6
Slika 8: Cena bakra po letih glede na različne napovedi (US\$/tono)	6
Slika 9: Uporaba bakra po kontinentih in panogi (%)	8
Slika 10: Globalna proizvodnja aluminija med 2006 in 2012 (mio ton)	9
Slika 11: Globalno povpraševanje po aluminiju med 2006 in 2012 (mio ton)	9
Slika 12: Uravnoteženje povpraševanja/ponudbe med 2006 in 2012 (mio ton)	9
Slika 13: Uravnoteženje povpraševanja/ponudbe med 2000 in 2012 v mio tonah	10
Slika 14: Cena aluminija na podlagi zaloge na LME (US\$/tono)	10
Slika 15: Pričakovana velikost zaloge na LME po letih (mio ton)	11
Slika 16: Cena aluminija po letih glede na različne napovedi (US\$/tono)	11
Slika 17: Povpraševanje po železovi rudi od 2003 do 2010 (mio ton)	13
Slika 18: Izvoz železove rude preko morja od 2004 do 2011 (mio ton)	13
Slika 19: Uvoz železove rude preko morja od 2004 do 2011 (mio ton)	14
Slika 20: Uvoz železove rude preko morja od 2004 do 2011 (mio ton)	15
Slika 21: Trend proizvodnje oksidov redkih zemelj od l. 1950 do l. 2000 v kilotonah (kt)	16
Slika 22: Trend proizvodnje oksidov redkih zemelj od leta 1995 do leta 2005 v kilotonah (kt) in sestava surovine, iz katere se pridobivajo oksidi	17
Slika 23: Povpraševanje in ponudba po Neodim oksidu po letih v tonah (Mton)	17
Slika 24: Zgodovinsko gibanje cen v US\$ za kilogram oksida redkih zemelj (US\$/kg)	21
Slika 25: Struktura svetovnih rezerv tradicionalnih energentov (%)	21
Slika 26: Gibanje cen nafte med letoma 1989 in 1999 po različnih državah (US\$ za sodček)	27
Slika 27: Gibanje cen nafte od leta 1947 do septembra 2006 (v \$ za sod)	28
Slika 28: Pričakovana struktura energentov v EU (%)	30
Slika 29: Napoved porabe energentov (Mtoe)	31

Kazalo tabel

Tabela 1: Pričakovane potrebe aplikacij, ki uporabljajo okside redkih zemelj v tonah	19
Tabela 2: Pričakovane potrebe po kovinskih oksidih v tonah	20
Tabela 3: Pričakovane potrebe po kovinskih oksidih v tonah	20
Tabela 4: Pričakovana zrelost izbranih tehnologij (leto zrelosti)	30

1 BAKER

1.1 PRIDOBIVANJE

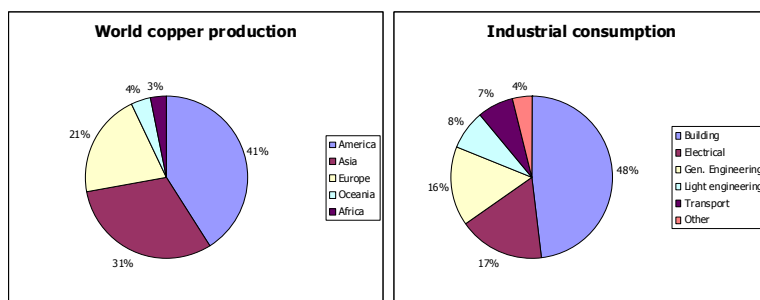
Baker (Cu) pridobivamo iz sulfidnih rud, ki ga vsebujejo običajno le 1-2 %. S flotacijo pridobimo iz njih koncentrate s 15 do 35 % Cu. Zaradi ekonomskih in tehničnih razlogov tehnično čistega bakra ne pridobivamo s praženjem in redukcijo. Najprej baker obogatimo v sulfidnem medproduktu (bakrov kamen). Ta medprodukt vsebuje 30-35 % bakra, železo in žveplo. Za ta postopek so primerne plamenske peči, ki jih kurimo z naravnim plinom, premogovim prahom ali pa oljem. Raztaljen material se spušča mimo kanalov (konverter), kamor vpihujemo zrak, ki pomaga pri izločanju žvepla in železa (oksidacija). Dimne pline, ki pri tem nastanejo in so bogati z žveplovim dioksidom, izkoristimo za proizvodnjo žveplene kisline. V konverterju smo pridobili surovi baker, ki ga imenujemo tudi črni baker. Tega rafiniramo v manjših plamenskih pečeh, da bi odstranili nečistoče (kisik, žveplo, ostale kovine). Pri tem postopku se v talino vstavijo sveža debela, ki poleg odprave nečistoč naredijo baker tudi bolj žilav in koven. Nadaljnji postopek je rafinacija skozi elektrolizo, kjer odstranimo plemenite kovine in nikelj. Končni rezultat elektrolize je t. i. elektrolizni baker (99,97 %). Iz elektrolita pridobivamo nikljev sulfat, anodno blato pa vsebuje plemenite kovine, ki jih pridobivamo naknadno, po posebnem postopku. Elektrolizni baker ponavadi prodajajo v obliki razrezanih elektrod, pretaljenega v bloke za nadaljnje valjanje, pa tudi v drugih oblikah.

Obstajajo tudi postopki pridobivanja bakra iz revnejših rud z mokrimi postopki, luženjem in obarjanjem. Oksidne rude lahko lužimo neposredno, sulfidne pa je potrebno posebej pripraviti. Iz raztopine (luženje) pridobivamo cementni baker. Za pridobivanje čistega bakra uporabimo običajne postopke rafinacije.

1.2 PONUDBA IN POVPRASEVANJE

Baker je bila prva kovina, ki jo je pričel človek pridobivati v bronasti dobi. Zaradi izrednih lastnosti je glede prevodnosti električnega toka zelo uporabljen v industriji vodnikov in električnih naprav vseh vrst. Poleg tega je močno prisoten tudi v gradbeništvu (glej sl. 1).

Slika 1: Uporaba bakra po kontinentih in panogi (%)



Vir: London Metal Exchange Limited, november, 2006

Glavni vir podatkov za baker je vsekakor London Metal Exchange (LME). Na LME je leto 2006 baker začel pri vrednosti 4.537 US\$/tono, postavil pa je tudi zgodovinski maksimum v povprečni vrednosti v letu (2005) v zadnjih 40-ih letih (AME Mineral Economics 2, november, 2006). Zaradi velikega deficita leta 2004, ki je znašal 855.000 ton, so se zadeve nekoliko umirile pozno leta 2005, ko je deficit znašal le še 86.000 ton. V začetku leta 2006 pa so se cene pričele višati, tako da so kmalu presegle 5.000 US\$/tono. Zaloge so dosegle minimum v avgustu 2005 in se v začetku leta 2006 dvignile na 100.000 ton. Povpraševanje narekuje v veliki meri Kitajska, ki prevzema pobudo pred Evropo in Ameriko. Med letoma 1998 in 2004 je letno povpraševanje po čistem bakru rastlo s stopnjo 14,5 %, v istem obdobju pa je na primer Evropa dosegala 1,6 %-letno rast povpraševanja. ZDA so imele negativno rast povpraševanja, ki je znašala -2,9 %. Za Kitajsko velja, da so razvoj infrastrukture, generatorjev elektrike in elektroomrežja, nove železnice, telekomunikacijska omrežja in rast proizvodnje dobrin poglavitni vzroki večanja povpraševanja. Pojavlja se povečano povpraševanje tudi s strani sosednjih držav, kot so Taivan, Južna Koreja in Japonska, ki proizvajajo izdelke z višjo dodano vrednostjo, ki se izvažajo na Kitajsko. Le-ta je največja država porabnica bakra in potencial za prihodnjo rast povpraševanja ni zanemarljiv. Iz vira AME (AME Mineral Economics 2, november, 2006) povzemam podatek, da bo leta 2015 predstavljala Kitajska 24,6 % celotnega povpraševanja, kar je v primerjavi z letom 1996, ko je predstavljala le 10,6 %, veliko več.

Wiener zeitung (Wiener zeitung, 2006) meni, da se bo cena po petih letih vztrajne rasti (posledica rasti povpraševanja na Kitajskem) počasi umirila in trend se bo obrnil navzdol. V ozadju naj bi bilo globalno povečanje obrestnih mer, ki bo upočasnilo gospodarsko rast in posledično povpraševanje po dobrinah.

Maureen Coulas (Coulas, 2005) navaja, da v Braziliji vlaga Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) sredstva v izgradnjo obrata s kapaciteto 10.000 ton letno, za katerega se pričakuje pričetek obratovanja v drugem tromesečju leta 2007. Testno obratovanje naj bi trajalo dve leti. Če se bo izkazalo za potencialno dobro naložbo, namerava CVRD uporabiti postavljeno tehnologijo za pridobivanje bakra iz veliko obsežnejšega nahajališča bakrove rude (Salobo). Načrtujejo pričetek obratovanja za leto 2009, kjer naj bi bila letna kapaciteta 100.000 ton. Isti vir navaja, da je v Čilu družba Codelco razkrila načrte za razširitev proizvodnje v svojem rudniku v El Teniente na 300 ton na dan. To bo za predelavo bakra pomenilo, da se bo z ocenjenih 424.000 ton na leto proizvodnja dvignila na 563.000 ton letno v letu 2020. V Mongoliji je družba Ivanho mines pričela z izvajanjem projekta za odprtje obrata za predelavo bakra in zlata. Ocene kažejo, da bo letna kapaciteta proizvodnje bakra okrog 454.000 ton. Proizvodnja bi se lahko pričela v dobrem letu. V Peruju je Phelps Dodge Corporation in Compania de Minas Buenaventura S.A.A. zaključila z investicijo 850 mio US\$ v razširitveni projekt v rudniku Cerro Verde SX/EW. Kapaciteta pridobivanja bakra bo tako 180.000 ton letno.

Obstaja tudi podatek, da je trenutno samo na Kitajskem 18 projektov za obrate za pridobivanje bakra s skupno kapaciteto 2.000.000 ton bakra letno. Napoved pravi, da če bi se vsi ti projekti uresničili, bi skupna kapaciteta Kitajske narastla na 3.700.000 ton letno, in

to že konec leta 2007. Na Japonskem Dowa Mining Co. načrtuje investicijo v obrat s kapaciteto 150.000 ton letno.

V Zambiji se prav tako pričenjajo investicije, ki bodo pomenile 350.000 ton letne kapacitete. Poleg tega že potekajo investicije za 150.000 ton letno.

Maureen Coulas (Coulas, 2005) navaja, da bo od leta 2005 do leta 2010 povpraševanje po bakru rastlo s povprečno 4,4 % letno rastjo na 20,4 mio ton. International Copper Study Group (International Copper Study Group, 2006) ocenjuje, da bo globalna proizvodna kapaciteta v letu 2006 narastla na 17,56 mio ton bakra, kar bo v primerjavi z letom 2005 predstavljalo 1,11 mio ton porasta (6,8 %). V letu 2007 bo ta številka 18,6 mio ton, kar bo napram letu 2006 predstavljalo 630.000 ton povečanja (3,6 %).

Po drugi strani pa isti vir navaja podatek o povpraševanju po bakru, ki se je v letu 2005 zmanjšalo za 1,3 % (16,5 mio ton). Povečanje povpraševanja se pričakuje za leto 2006, in to na 17,3 mio ton (4,9 % letni porast). Največji delež bo pri tem imela Azija, najmanjši pa EU. Za leto 2007 napoveduje ta vir porast povpraševanja za 820.000 ton letno, kar bo globalno pomenilo 18,13 mio ton letno (4,7 % letna rast).

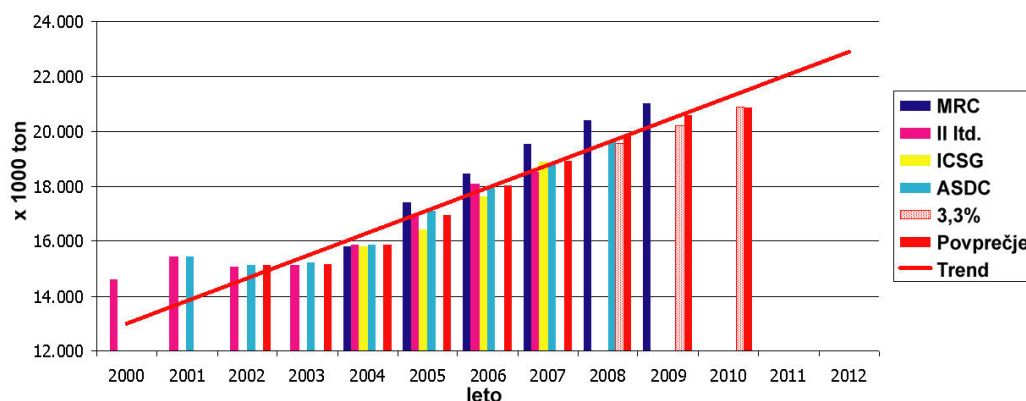
Jim Lennon (Lennon, 2005) napoveduje letno rast proizvodnje bakra med 2006 in 2009 s stopnjo 4,2 %. Isti vir navaja, da bo tako leta 2009 proizvodnja dosegla 21 mio ton. Na strani povpraševanja pa je pričakovati letno rast 4,5 %, kar bi pomenilo leta 2009 okrog 20,7 mio ton.

India Infoline Ltd (India Infoline Ltd, 2004) navaja proizvodnjo 18,5 mio ton in povpraševanje 18,4 mio ton za leto 2007. Zelo kompetentno oceno daje International Copper Study Group (International Copper Study Group, 2006), ki napoveduje proizvodnjo 17,6 mio ton v letu 2006 in porast na 18,9 mio ton v letu 2007. V istem obdobju ta vir navaja, da bo povpraševanje 17,3 mio ton in 18,1 mio ton.

Morgan Stanley (Morgan Stanley, 2005) napoveduje, da se bo v letu 2006 razmerje med ponudbo in povpraševanjem izenačilo. Navaja tudi, da se bo v letu 2008 proizvodnja povzpela na 19,6 mio ton.

Glede na različne vire je mogoče izdelati graf, ki kaže globalno proizvodnjo bakra (glej sl. 2, na str. 4). Od leta 2009 do 2012 je zaradi nerazpoložljivosti podatkov bilo potrebno napovedati proizvodnjo glede na trend med leti 2006 in 2009. Trend bazira na povprečnih vrednostih po letih. Stolpci, ki imajo oznako 3,3 %, predstavljajo napoved vira ABARE (ABARE, 2005), ki napoveduje 3,3 % letno rast proizvodnje (osnova je leto 2007). Ta številka je uporabljena tudi pri napovedi povpraševanja po bakru.

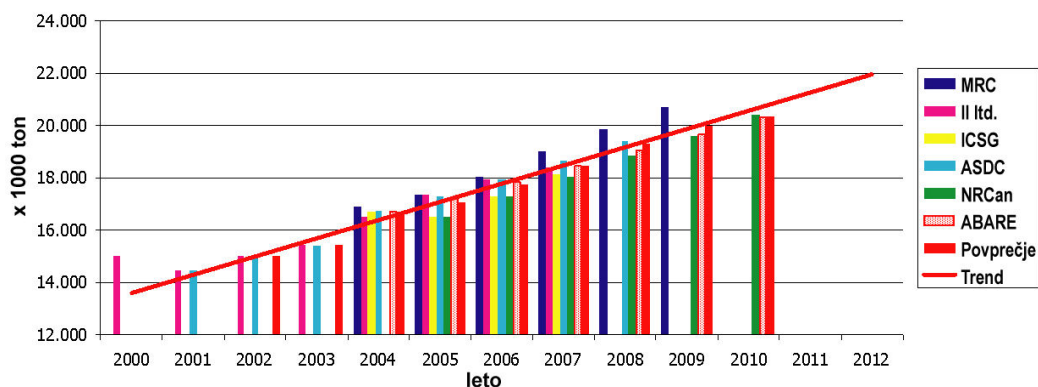
Slika 2: Globalna proizvodnja bakra med 2000 in 2012 (mio ton)



Vir: Lasten vir (osnova so podatki iz teksta)

Na podlagi napovedi različnih virov je bila izdelana tudi prognoza povpraševanja po bakru (glej sl. 3).

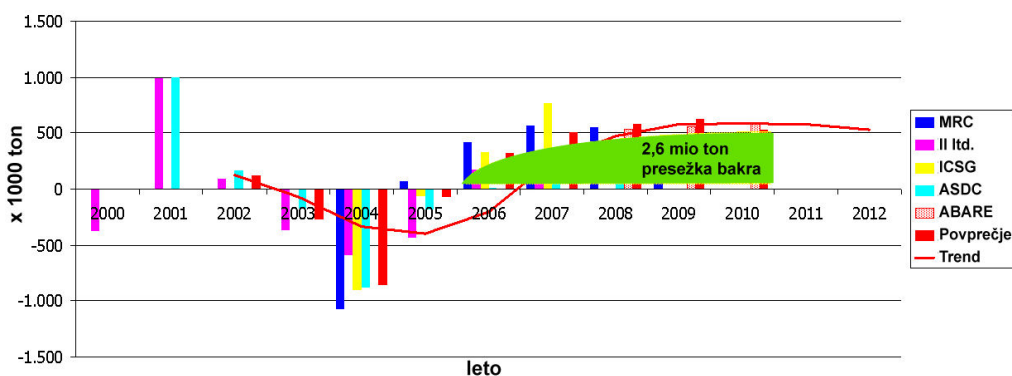
Slika 3: Globalno povpraševanje po bakru med 2000 in 2012 (mio ton)



Vir: Lasten vir (osnova so podatki iz teksta)

Iz napovedi povpraševanja in ponudbe lahko izdelamo analizo uravnoveženja povpraševanje/ponudba po letih (glej sl. 4). Razvidno je, da se napoveduje presežek količin, kar je dober obet za podjetja, katerih velik delež stroškov predstavlja prav baker. Med nje nedvomno sodi tudi Iskra Avtoelektrika.

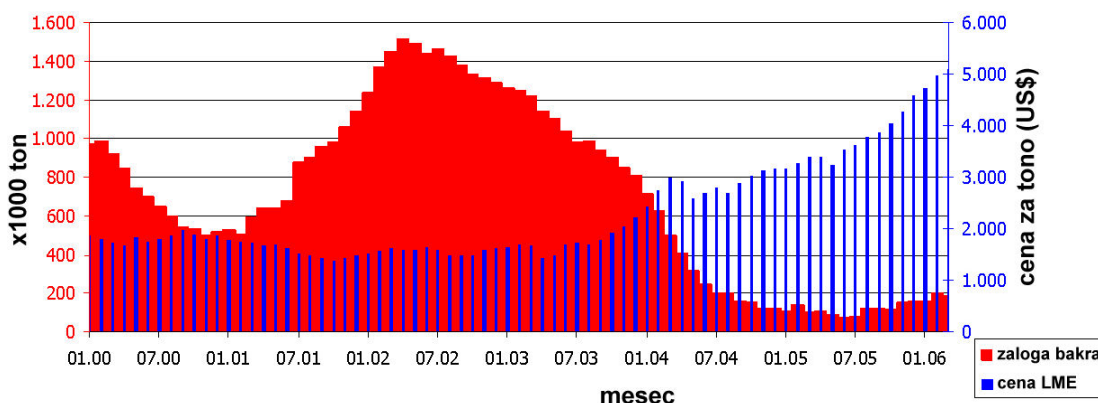
Slika 4: Uravnoveženje povpraševanja/ponudbe med 2000 in 2012 (mio ton)



Vir: Lasten vir (osnova so podatki iz teksta)

Na podlagi podatkov je bilo izračunano, da je moč pričakovati presežek 2,6 mio ton bakra v letu 2010. Razmerje med povpraševanjem in ponudbo pa je le eden od dejavnikov, ki vplivajo na ceno. V preteklosti se je izkazalo, da ta zakonitost v primeru bakra ne drži. Zato je smiselno pogledati ceno na LME v odvisnosti od velikosti zalog. Na voljo so zgodovinski podatki, iz katerih se lahko razbere dinamiko (glej sl. 5). Razvidno je, da neka povezava očitno obstaja, vendar je vidna tudi zakasnitev med velikostjo zaloge in ceno bakra. Graf je lahko osnova za določanje cene bakra glede na velikost zaloge tudi v prihodnosti. Ta korak je koristen, ker je predhodno bilo že analizirano, kakšne naj bi bile zaloge v prihodnjih letih.

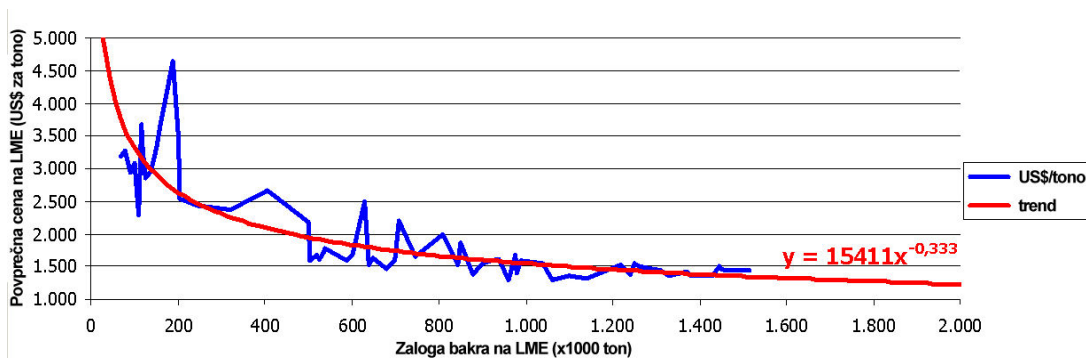
Slika 5: Cena bakra na podlagi zaloge na LME (US\$/tono)



Vir: Lastno delo (osnova so podatki LME)

Skladno s teorijo je v primeru večjih zalog cena za tono bakra manjša. Tej soodvisnosti je potrebno določiti zakonitost, ki je v grafični obliki razvidna iz slike 6.

Slika 6: Cena bakra na podlagi zaloge na LME (US\$/tono)

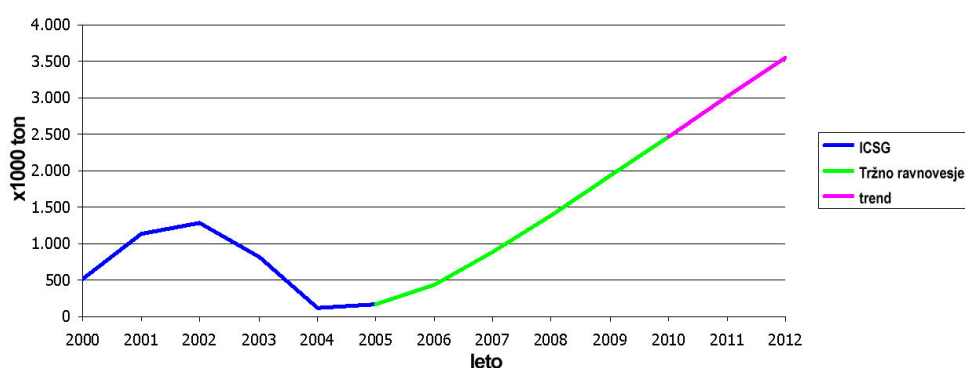


Vir: Lasten vir (osnova so podatki iz teksta)

Dobimo eksponentno funkcijo $y = 15411 \cdot x^{-0.333}$, kjer predstavlja x velikost zaloge, y pa ceno za tono bakra v US\$.

Iz dobljene enačbe in napovedanega gibanja zalog v prihodnosti (glej sl. 7, na str. 6), ki je sestavljeno iz treh segmentov, lahko napovemo ceno bakra za tono v US\$.

Slika 7: Velikost globalne zaloge bakra po letih (mio ton)



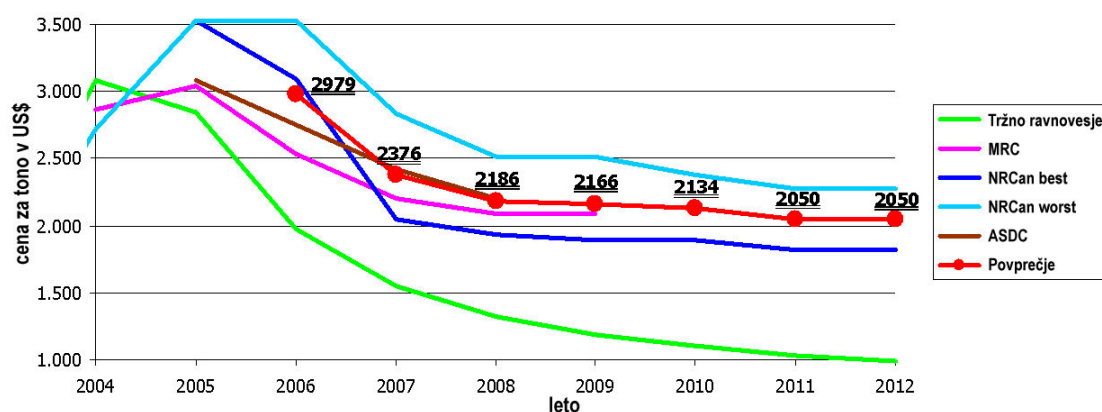
Vir: Lasten vir (osnova so podatki iz teksta)

Kot že omenjeno, lahko iz vseh izdelanih analiz zaključimo, da bo cena bakra v prihodnosti padala. V tem koraku je smiselno primerjati napovedi različnih virov, in tisto, ki izhaja iz predstavljene analize.

Jim Lennon (Lennon, 2005) napoveduje padec cen, tako da bo za tono bakra v letu 2008 potrebno odšteti 2094 US\$, za leto 2009 pa naj bi se cena ustalila na tem nivoju. Maureen Coulas (Coulas, 2005) navaja dva scenarija. V najboljšem primeru naj bi cena bakra v letu 2007 padla na 2045 US\$/tono in na 1824 US\$ za tono v letu 2011. V najslabšem primeru napoveduje isti vir, da bo cena v letu 2011 padla na 2275 US\$/tono in se v 2012 ustalila na tem nivoju. Morgan Stanley (Morgan Stanley, 2005) pričakuje ceno 2205 US\$/tono v letu 2008.

Na podlagi predstavljenih napovedi sem za leto 2008 izračunal povprečje 2186 US\$/tono, za leto 2011 pa 2050 US\$/tono. Na podlagi izdelane analize in dobljene funkcije, po kateri bi morala cena v odvisnosti od velikosti zalog padati, pa dobimo dokaj nerealne rezultate, saj bi cena padla pod 1000 US\$/tono (glej sl. 8).

Slika 8: Cena bakra po letih glede na različne napovedi (US\$/tono)



Vir: Lasten vir (osnova so podatki iz teksta)

2 ALUMINIJ

2.1 PRIDOBIVANJE

Aluminijev oksid je tako razširjen v glini, kaolinu in ostalih kamninah, da so surovine za pridobivanje aluminija praktično neizčrpne. Iz ekonomskih razlogov pa je primerna surovina izključno boksit. To je preperela kamnina, ki poleg 55-65 % aluminijevega oksida vsebuje še železov oksid, kremen in titanov oksid, v različnih količinah. Priprava boksita je dvostopenjska. Najprej izdelamo čisti aluminijev oksid (Al_2O_3), ki ga z elektrolizo razstavimo v aluminij in kisik.

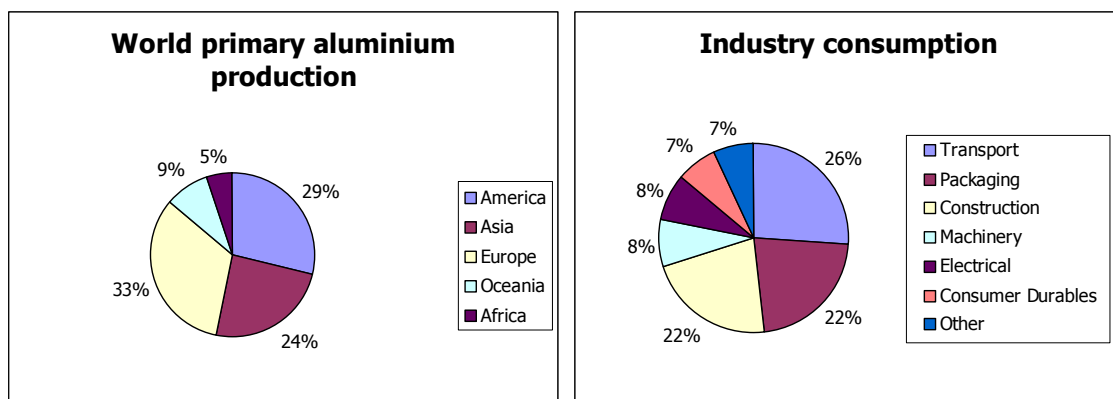
Najvažnejši način pridobivanja aluminija je Bayerjev postopek. Boksit sušimo, fino zmeljemo in ga v avtoklavah raztapljamo v natrijevem lugu. Rezultat je čisti oksid, ki ga imenujemo tudi glinica. Ta je, kot že omenjeno, nujen v nadaljnjem postopku pridobivanja, ker bi v nasprotnem primeru dobili v aluminiju tudi železo, silicij in titan. Pridobivanje poteka v nadaljevanju v elektrolitskih pečeh, ki imajo stene obzidane z grafitnimi zidaki. Notranjost peči tvori kopel, z vrha imamo v njo spuščene anode, dno pa predstavlja katodo (prav tako sestavljeno iz grafitnih zidakov). Poznamo dve vrsti anod, obe iz grafita. To so žgane (najčistejši grafit) in take, ki se same žgejo (Soderbergove anode). Celoten postopek pridobivanja je zapleten (gre za elektrolizo), rezultat pa je aluminij, ki se nalaga na dnu kopeli in ki ga občasno odstranjujemo. Poleg tega nastaja še CO_2 . Da postopek elektrolize poteka nemoteno, dodajamo v kad aluminijev oksid ob enakomernih presledkih. Zanimiv podatek je, da se iz štirih ton boksita pridobi 2 toni aluminijevega oksida in skozi elektrolizo eno tono čistega aluminija (99,5-99,9 %). Za skoraj vse primere uporabe je čistoča zadostna, če pa ni, potrebujemo dodatno rafinacijo. To je postopek elektrolize, ki poteka v treh fazah, za razliko od samega postopka, s katerim pridobimo manj čist aluminij, pa imamo tu nekoliko drugačno konstrukcijo peči. Pri tem ali pa predhodno opisanem postopku iz kadi občasno odstranjujemo aluminij in ga vlivamo v različne oblike.

Aluminij se danes uporablja predvsem zaradi majhne specifične teže, mehanskih in električnih lastnosti in odpornosti na rjo. Danes postaja ta barvna kovina vse bolj moderna in uporabljena, tako da je na LME največji borzni promet ustvarjen prav z njo.

2.2 PONUDBA IN POVPRASEVANJE

Največja proizvajalka aluminija je danes Evropa, kar je po eni strani precej presenetljivo (glej sl. 9 na str. 8). Stanje je takšno predvsem zaradi predstavljenega dejstva, da je ruda za proizvodnjo aluminija prisotna praktično povsod. Na strani porabe izstopa sektor transporta.

Slika 9: Uporaba bakra po kontinentih in panogi (%)



Vir: London Metal Exchange Limited, november, 2006

AME Mineral Economics (AME Mineral Economics 3, 2006) navaja podatke glede pričakovanih trendov v prihodnjih letih, ki pravijo, da se bo povpraševanje dvignilo na 40 mio ton, do leta 2010. Kot pri vseh strateških surovinah igra tudi pri aluminiju zelo veliko vlogo Kitajska. Delež globalnega povpraševanja s strani le-te naj bi se do leta 2010 dvignil na 27 % z 22 % iz leta 2005. Največji porast proizvodnih kapacitet se pričakuje s strani Azije, z največjo koncentracijo v Indiji in Arabskem zalivu. Za Kitajsko vir napoveduje, da bo leta 2010 imela primanjkljaj 5 mio ton.

Mary-Lou Considine (Considine, 2006) napoveduje globalno rast povpraševanja s 4,3 %, ki bo leta 2011 dosegla nivo 40,7 mio ton. Tudi ta vir navaja vodilno vlogo Kitajske. Ta vir, podobno kot prejšnji, ugotavlja, da bo Kitajska občutila primanjkljaj in tako postala močna uvoznica te kovine.

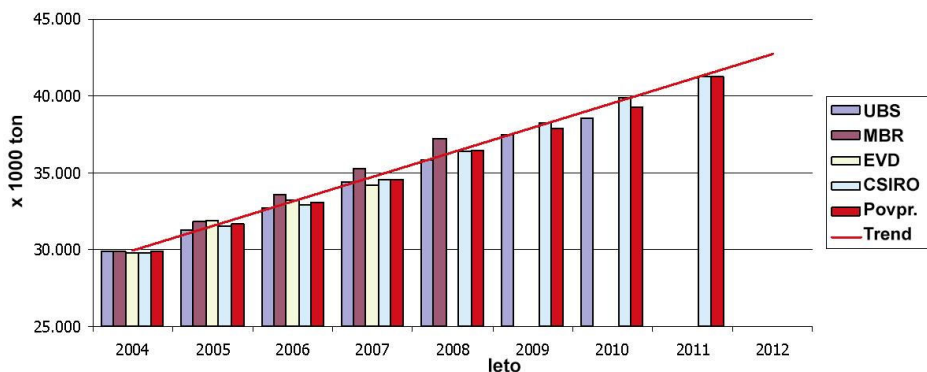
Kitajska je po navajanju ABARE (Dickson, Hogan, Huggan, 2006) močno povečevala povpraševanje v prejšnjih letih. Podatki, ki se nanašajo na leto 2005, navajajo, da je bil globalni delež porabe jekla, aluminija, bakra in cinka nad 20 %.

Harry Stourton (Stourton, 2005) napoveduje več kot podvojitev povpraševanja s strani Kitajske v naslednjih 10 letih (20 mio ton v letu 2015). Med letoma 2022-2028 pa pričakujejo umiritev povpraševanja. AME Mineral Economics (AME Mineral Economics 2, 2006) navaja globalno letno rast povpraševanja okrog 5 % med letoma 2004 in 2010. Ponudba bo sposobna kriti povpraševanje predvsem zaradi novih kapacitet, tako da se pričakuje, da bodo težave s primanjkovalom te kovine odpravljene. Med letoma 2007 in 2009 naj bi bili ponudba in povpraševanje uravnoteženi. Zaradi rasti cene elektrike v določenih svetovnih regijah bodo verjetno določene obrate zaprli, vendar to ne bo bistveno spremenilo stanja na trgu. Vir navaja, da je prav primanjkoval v preteklih letih sprožilo velik val investicij v pridobivanje aluminija, in če bo samo polovica od načrtovanih tudi realizirana, se po letu 2007 ne obeta več primanjkljaj.

Na podlagi različnih virov kot Robin Bhar (Bhar, 2006), Metal Bulletin (Metal Bulletin, 2006), Internationaal ondernemen en samenwerken (Internationaal ondernemen en

samenwerken, 2006) in Harry Stourton (Stourton, 2005) je mogoče izdelati graf, na katerem so navedeni bodoči trendi v globalni kapaciteti proizvodnje aluminija med 2006 in 2012 (glej sl. 10).

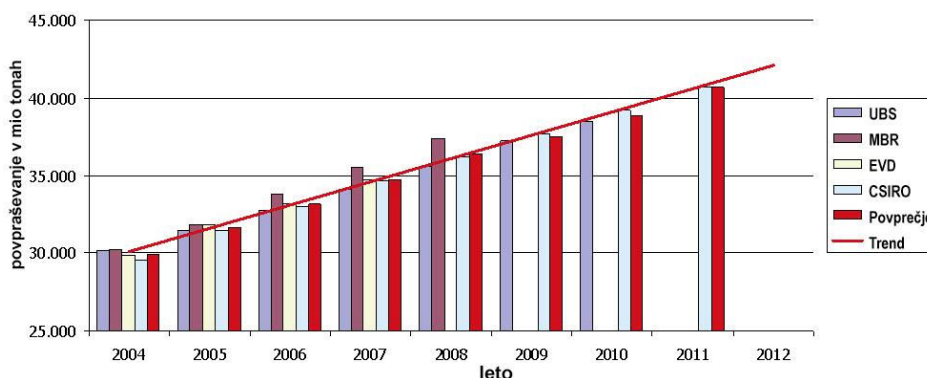
Slika 10: Globalna proizvodnja aluminija med 2006 in 2012 (mio ton)



Vir: Lasten vir (osnova so podatki iz teksta)

V nadaljevanju je podobno kot za stran ponudbe izdelan graf tudi za stran povpraševanja (glej sl. 11).

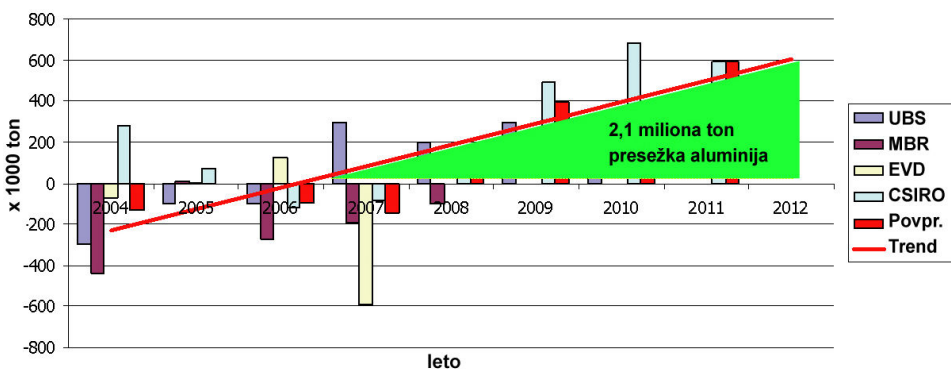
Slika 11: Globalno povpraševanje po aluminiju med 2006 in 2012 (mio ton)



Vir: Lasten vir (osnova so podatki iz teksta)

Podobno kot za baker lahko tudi pri aluminiju izdelamo primerjavo med povpraševanjem in ponudbo in prikažemo, kakšno bo razmerje med obema (glej sl. 12).

Slika 12: Uravnoteženje povpraševanja/ponudbe med 2006 in 2012 (mio ton)

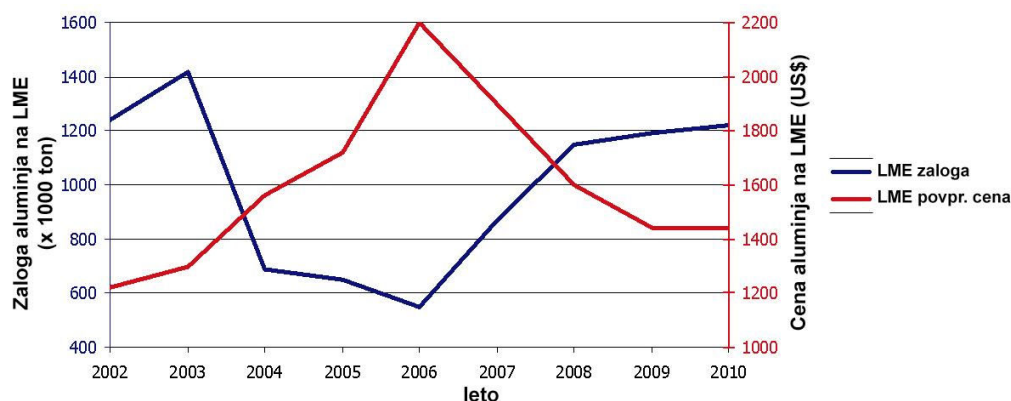


Vir: Lasten vir (osnova so podatki iz teksta)

Iz predstavljenega grafa lahko razberemo, da vsi viri po letu 2008 pričakujejo večjo ponudbo od povpraševanja. Kot rezultat 0,2 odstotne točke večje rasti ponudbe od povpraševanja lahko pričakujemo v letu 2012 presežek 2,1 mio ton.

Tudi za aluminij je smiselno, podobno kot za baker, izdelati analizo preteklega dogajanja z vidika odnosa velikost zaloge – cena. Vir je LME. Zakonitost, ki je v preteklosti obstajala, pravi, da je cena obratno sorazmerna z velikostjo zaloge, kar je povsem v skladu s teorijo ponudbe in povpraševanja (glej sl. 13).

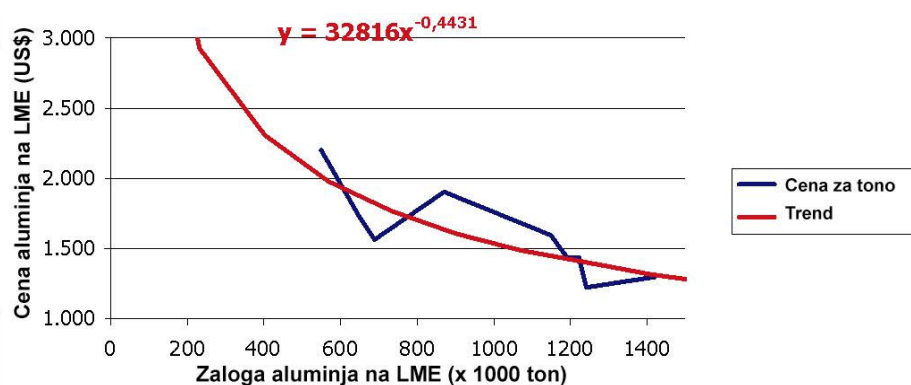
Slika 13: Uravnoteženje povpraševanja/ponudbe med 2000 in 2012 v mio tonah



Vir: Lastno delo (osnova so podatki iz LME)

Iz analiziranja podatkov lahko potegnemo zaključek, da je na podlagi zaloge mogoče napovedati ceno na LME. Kot primer navajam, da če bi zaloga padla pod 200.000 ton, bi trg reagiral s ceno, ki bi bila nad 3000 US\$ za tono povpraševanja (glej sl. 14).

Slika 14: Cena aluminija na podlagi zaloge na LME (US\$/tono)

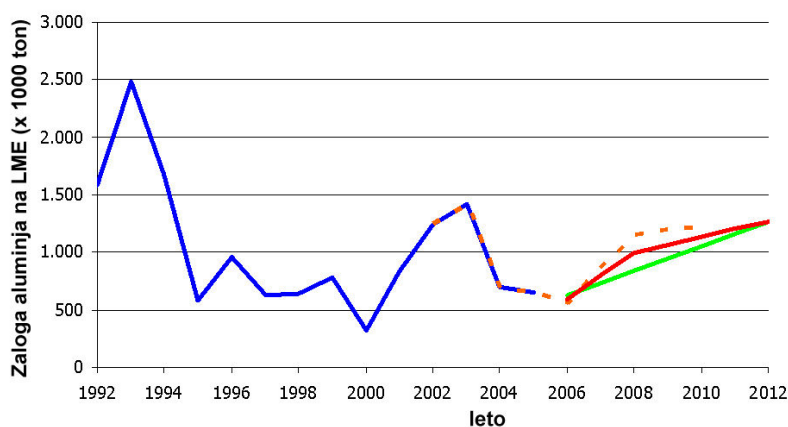


Vir: Lasten vir (osnova so podatki iz teksta)

Nadaljnji korak je določitev cene za tono po letih, na podlagi vseh predhodno predstavljenih podatkov. Ugotovljeno je bilo, da bo presežek na trgu v letu 2012 znašal 2,1 mio tone, kar bi za LME pomenilo 1,260 mio ton (aluminij se ne trži zgolj na LME). Robin Bhar (Bhar, 2006) navaja, da bo v letu 2010 presežek na LME znašal 1,220 mio ton.

Iz vseh navedenih podatkov lahko sestavimo pričakovano velikost zaloge na LME, na podlagi katere bomo določili ceno za tono aluminija (glej sl. 15).

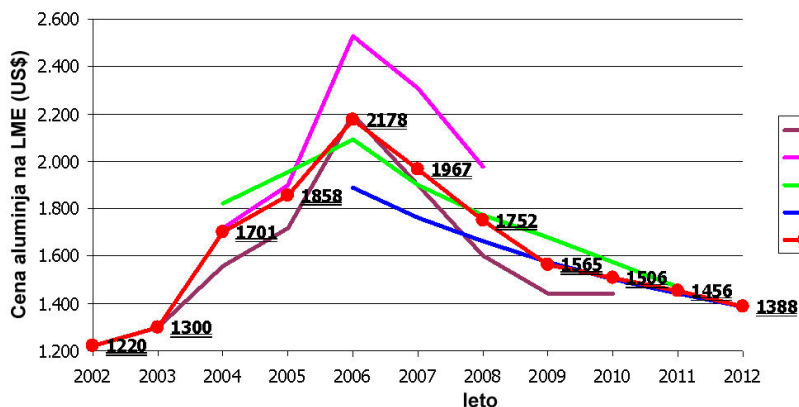
Slika 15: Pričakovana velikost zaloge na LME po letih (mio ton)



Vir: Lastno delo (osnova so podatki iz teksta)

Zadnji korak analize pričakovane cene aluminija je določitev slednje na podlagi pričakovane velikosti zalog po letih. Kot je bilo že omenjeno, se bo zaradi povečevanja velikosti le-te cena aluminija nižala. Robin Bhar (Bhar, 2006) napoveduje dokaj enako dinamiko gibanja cene (glej sl. 16). Tudi dinamika, ki izhaja iz predhodno pridobljenih podatkov, kaže praktično enako sliko (modra krivulja).

Slika 16: Cena aluminija po letih glede na različne napovedi (US\$/tono)



Vir: Lastno delo (osnova so podatki iz teksta)

3 JEKLO

3.1 PRIDOBIVANJE

Pridobivanje jekla je v bistvu postopek razogljíčevanja grodlja (material, katerega dobimo iz plavža). Poleg tega dodajamo še razne legirne elemente, da jeklo pridobi zanj značilne lastnosti, kot sta elastičnost in trdnost.

Grodelj pridobivamo v plavžu. To je posebna jaškasta peč v obliki dveh presekanih stožcev. Ta peč je visoka okrog 30 m in je v notranjosti obzidana s šamotno opeko, v talilniku (najbolj obremenjen del plavža) pa se uporablja koksna opeka. Zunaj je jekleni plašč, ki je hlajen. Način polnjenja plavža in same dogodke v njem ne bom posebej opisal, omejil se bom zgolj na rezultat, ki ga dobimo iz talilnika, in to je grodelj. Tega občasno spuščamo v ponve ali jaške, od koder gre na ohlajanje. Sestavljen je iz železa, ogljika, mangana, fosforja, silicija in žvepla. Poleg grodlja nastaja tudi žlindra, ki jo uporabljamo za različne namene. Ta je sestavljena iz oksidov in silikatov. Za pridobivanje jekla se uporablja t. i. beli grodelj, ki ima ogljik izločen kot železov karbid.

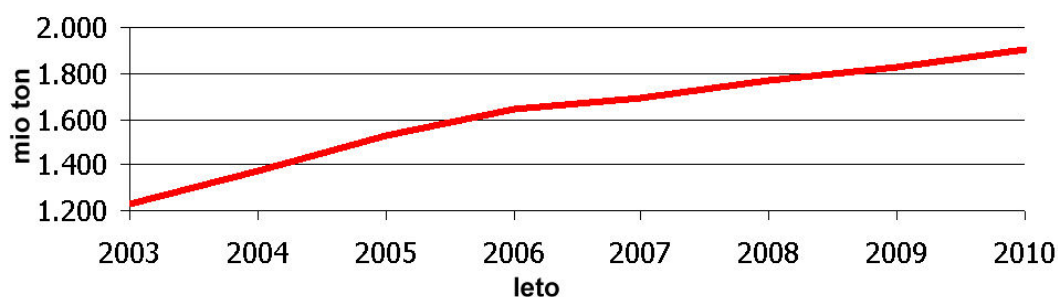
Jekel je veliko. Tudi postopki pridobivanja so različni. Prvi razširjen postopek je z uporabo Siemens-Martinove peči. Polnimo jo z belim grodljem in odpadnim jeklom. V peč se dovaja posebna mešanica plina in zraka. Postopek taljenja se dogaja pri 1800 °C, iz peči pridobimo žlindro, ki je bogata s fosforjem. Ta se uporablja za umetna gnojila ter, jasno, tudi za jeklo. Drugi način pridobivanja je skozi Thomasovo hruško. V njo lahko spravimo 20 do 60 ton grodlja. Hruška je jeklena, v notranjosti ima pol metra debelo obzidavo z opeko. Posebnost tega postopka je vpihovanje zraka pod pritiskom skozi spodnji del peči. Imenujemo ga tudi žilavljenje s prepihovanjem. Postopek je primeren predvsem za predelavo grodljev, ki vsebujejo veliko fosforja. Po končanem prepihovanju peč obrnemo (peč je uležajena). Pri tem najprej steče iz nje žlindra, kasneje pa jeklo, ki ga spuščamo v kokile. Velja omeniti še postopek pridobivanja jekel za uporabo v elektroindustriji. Ta poteka v obločnih elektropečeh, vhodna surovina pa je jeklo, ki smo ga pridobili pri Siemens-Martinovem postopku. Dodamo lahko še grodelj ali pa staro jeklo, vendar v manjših količinah. Potrebno toploto ustvarimo z elektriko preko elektrod, ki ustvarjajo oblok. V peč dodajamo železove okside, ki dajejo potreben kisik, ki omogoča oksidacijo.

3.2 PONUDBA IN POVPRASEVANJE

Podatke je za jeklo zelo težko najti, ker je te zlitine izredno veliko različnih vrst. Poleg tega ni neke borze materialov, kot je to LME, kjer bi se z jekli trgovalo. Zato je treba pri izdelavi analize vzeti kot merilo železovo rudo in tako zavestno narediti neko napako.

Alfred Haid in Eberhard Wettig (Haid, Wettig, 2004) navajata, da je povpraševanje po železovi rudi izključno s strani jeklarske industrije. Do leta 2006 naj bi se po tem viru trg razširil do 1300 mio ton železove rude (glej sl. 17 na str. 13).

Slika 17: Povpraševanje po železovi rudi od 2003 do 2010 (mio ton)



Vir: Haid, Wettig, 2004

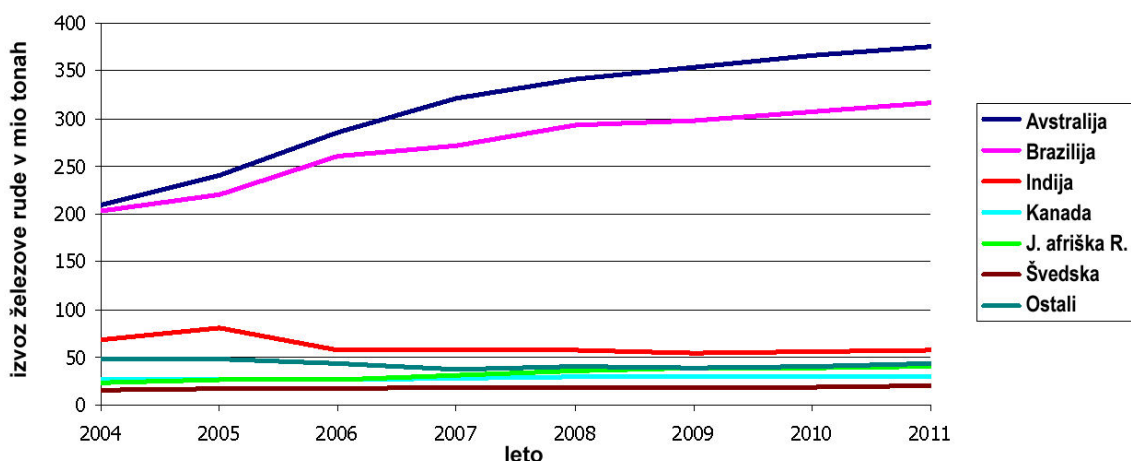
Napoved, ki jo daje AME Mineral Economics (AME Mineral Economics, 2006), pravi, da bo do leta 2010 doseglo povpraševanje nivo 1900 mio ton, kar bi pomenilo 4,4 % letno stopnjo rasti.

Morgan Stanley (Morgan Stanley, 2005) ocenjuje, da bo v 2006 povpraševanje doseglo nivo 1437 mio ton in do leta 2008 okrog 1513 mio ton.

Olle Östensson (Östensson, 2005) navaja podatek o letnem povečanju kapacitet za 254 mio ton med letoma 2004 in 2007. V tem obdobju bo povpraševanje rastlo 217 mio ton na leto.

Po AME Mineral Economics (AME Mineral Economics, 2006) bo povpraševanje po železovi rudi krito s strani ponudbe. V poročilu je zapisano, da bo količina trgovanja z železovo rudo rastla s 5% letno stopnjo, do 883 mio ton (govora je zgolj o tistem delu, ki se transportira preko morja, torej gre dejansko za izvoz iz določenih držav), ta številka pa nudi drugačen pogled od predhodnih virov (glej sl. 18). Pri tem viru je smiselno povzeti 5 % stopnjo letne rasti.

Slika 18: Izvoz železove rude preko morja od 2004 do 2011 (mio ton)

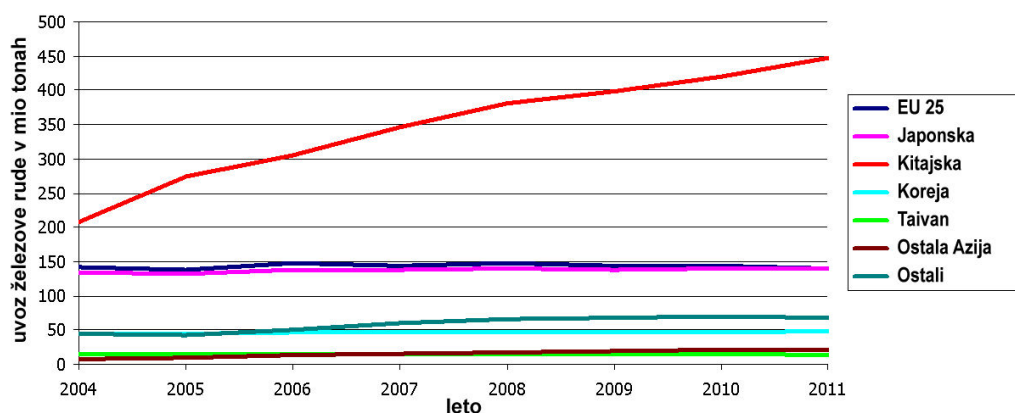


Vir: AME Mineral Economics, 2006

Isti vir navaja tudi sliko uvoza železove rude, kjer prednjači Kitajska (glej sl. 19 na str. 14). Zanimiv je trend EU in Japonske, kjer je kljub gospodarski rasti poraba bolj ali manj konstantna, kar kaže na spremembo strukture gospodarstva (iz pretežno proizvodne v

pretežno storitveno). Na drugi strani pa je Kitajska, ki prevzema vedno večji del proizvodnje iz omenejnih držav.

Slika 19: Uvoz železove rude preko morja od 2004 do 2011 (mio ton)



Vir: AME Mineral Economics, 2006

Iz obeh predstavljenih analiz se lahko zaključi tudi, da sta Brazilija in Avstralija največji izvoznici med državami. Njihova letna rast izvoza železove rude bo 7,8 % do leta 2011. Ostale izvoznice bodo imele bolj ali manj konstanten izvoz. V letu 2004 je Kitajska predstavljala 35 % delež vseh transportov železove rude po morju (to še ne predstavlja uvoza). Do leta 2011 bo ta delež narasel na 50 %. Ostale države bodo bolj ali manj konstantne pri tej kategoriji.

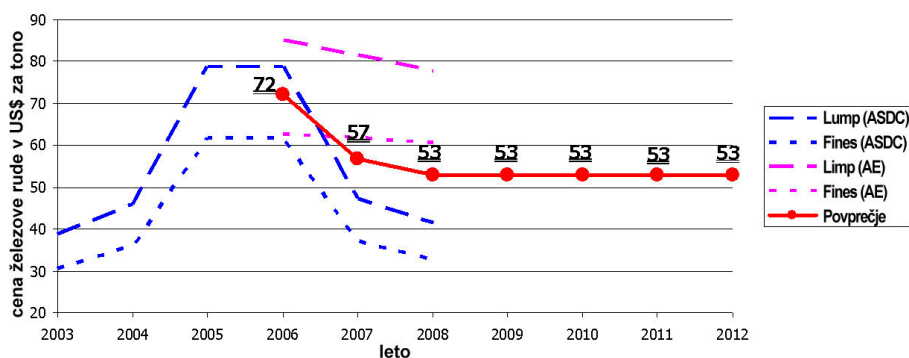
Železova ruda je doživela, podobno kot ostale kovine, izredno veliko rast cene v bližnji preteklosti. V letu 2005 je po Miku Syddellu (Syddell, 2005) doživela 71,5 % povečanje cene. Ta vir navaja tudi podatke o trgovanju z železovo rudo preko morja, ki naj bi v letu 2006 imela 7 % rast (699 mio ton). Za ceno železove rude velja napoved, da bo s 85,14 US\$/tono v letu 2006 padla na 77,68 US\$/tono v letu 2008 (lump). Za železovo rudo (fine) bo cena z 62,62 US\$/tono v letu 2005 padla na 60,57 US\$/tono. Pri tem pomenita izraza lump in fine določeno granulacijo rude.

China Economic Net (China Economic Net, 2006) navaja, da je v letu 2006 cena železove rude narastla za 19 %, kar je sledilo 71,5 % rasti v letu 2005.

AME Mineral Economics (AME Mineral Economics, 2006) napoveduje nadaljnjo rast cen v tem in prihodnjem letu, kot posledico povečanega povpraševanja. Navaja tudi, da bo v naslednjih letih, do izteka desetletja, obstajala možnost večje ponudbe od povpraševanja in posledično padanje cene.

Morgan Stanley (Morgan Stanley, 2005) pričakuje, da bo cena železove rude (lump) padla z 79 US\$/tono v 2006 na 41 US\$/tono v 2008. V tem istem obdobju naj bi cena za (fine) padla z 62 US\$/tono na 33 US\$/tono (glej sl. 20 na str. 15).

Slika 20: Uvoz železove rude preko morja od 2004 do 2011 (mio ton)



Vir: Morgan Stanley, april, 2005

European confederation of iron and steel industries (European confederation of iron and steel industries, 2006) navaja 4,5 % rast sektorja jeklarske industrije za leto 2006. Za leto 2007 napovedujejo manjšo rast (različno za različne sektorje). Ta vir pa navaja tudi nevarnost za jeklarsko industrijo v Evropi, ki se bo kazala skozi velikost zaloga, ki so v letu 2006 konstantno rastle. Ta vir navaja tudi podatek o izvozu jekla kitajskih proizvajalcev. Gre za jeklo, ki izhaja iz odvečnih kapacitet in na trgu EU povzroča padanje cen, saj se pojavlja presežek, tudi spričo dejstva, da je od aprila 2006 povpraševanje praktično konstantno.

4 MAGNETI IZ REDKIH ZEMELJ

4.1 PRIDOBIVANJE

Redke zemlje so izraz, ki ga rabimo za elemente oziroma kovine, ki jih je v periodnem sistemu 17. To so skandij, itrij in lantanidi. Ti elementi so poimenovani po svojih oksidih (to so pravzaprav redke zemlje). Elementi, ki tvorijo t. i. redke zemlje, so sivkaste barve, drobljivi, mehki in reaktivni, še posebej pri povišanih temperaturah. Vsi elementi se topijo v kislinah in tvorijo oksidno stanje, kjer imajo ione s +3 oksidacijskim stanjem. Najprimernejše rude, iz katerih pridobivamo redke zemlje, so minerali bastnazit, monazit in loparit. V teh rudah so najpogostejši materiali lantan, cerij, prazeodim, neodim, ki tvorijo 80 do 99 % vsebnosti (USGS, 2006). Kot že omenjeno, ti materiali niso med najredkejšimi na Zemlji, temveč obstajajo velika nahajališča (zaradi v preteklosti relativno nezanimive panoge verjetno tudi ne dovolj raziskani potencialni naravni viri). Izraz redke zemlje se nanaša predvsem na zgodnje faze pridobivanja, ko se je smatralo, da so te kovine praktično neprisotne v zemeljski skorji. Kot zanimivost naj navedem, da sta najpogostejša elementa lantan in cerij prav tako razširjena kot baker. Najmanj razširjen med materiali redkih zemelj je še vedno 200-krat bolj pogost kot zlato (USGS, 2006). Sami začetki spoznavanja redkih zemelj segajo v prejšnje stoletje. Raziskava G. W. Urbaineja leta 1935 je pokazala, da je eden izmed elementov, ki tvorijo redke zemlje, feromagneten. Nadaljevalo se je s projektom Manhattan, kjer so postopek (tehnologijo) pridobivanja urana izvedli testno z materiali redkih zemelj, ki niso tako nevarne kot uran. Sledile so

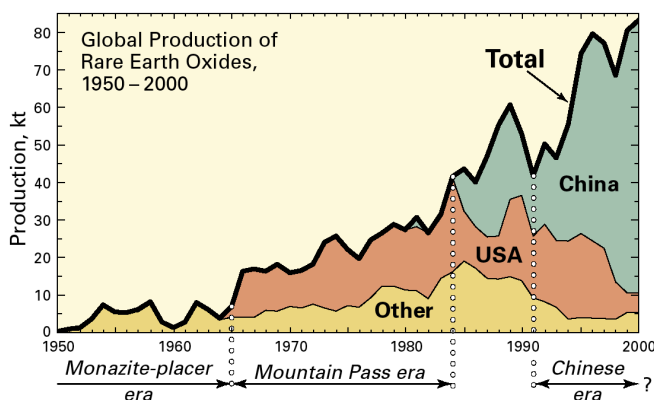
raziskave o GdCo_5 , ki so dokazale, da je ta spojina feromagnetna (1960). Nadaljnje raziskave so pokazale, da je za industrijsko rabo najprimernejša spojina SmCo_5 . V osemdesetih je vse do tedaj poznane magnetne zasenčil t. i. NdFeB (kemična spojina $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ ali s polnim imenom neodymium-iron-boron). Z izrednimi lastnostmi in že poznano tehnologijo izdelave je postopoma izrinil ostale rešitve. V nadaljevanju bo opisano, da so sicer segmenti aplikacij, kjer se to ni zgodilo.

Postopek od rude do končnega izdelka iz redke zemlje je opisan v nadaljevanju. Prvi korak je izkop ustrezne rude. Sledi mu izločanje nečistoč, tako da dobimo koncentrirane minerale. V nadaljnjem postopku pridobimo karbonat iz redkih zemelj, ki mu sledi separacija, kjer pridobimo posamezne okside. Po separaciji se izločijo kovine, ki so potrebne za razne aplikacije, končna faza je izdelava izdelka.

4.2 STANJE

Konstantine E. Karayannopoulos (Karayannopoulos, 2004) navaja, da je zaradi hitrega razvoja tehnologij, ki potrebujejo redke zemlje, v devetdesetih prihajalo do velikih debalansov med ponudbo in povpraševanjem, kar je povzročalo nihanja v sami ceni surovin. Po letu 2001 se je trend gibanja cen obrnil navzdol. V letu 2004 je zopet prišlo do debalansa, ker se je povpraševanje povečalo, nekaj, sicer manjših, proizvajalcev surovin iz redkih zemelj pa je pred tem že zaprlo obrate. Cena je strmo narasla. Isti vir v nadaljevanju še navaja gibanje proizvodnje v preteklih desetletjih, kjer je jasno vidno, kako je Kitajska (nahajališča Baotou, Sichuan, Guangdong, Jiangxi, Fujian) kot proizvajalka te surovine pridobila vodilno vlogo v svetu (glej sl. 21 na str. 16). Mountain Pass je nahajališče v ZDA, ki pa se počasi zapira, predvsem zaradi neprofitnosti. Z vidika proizvodnje je potrebno navesti še dejstvo, da moramo za predelavo redkih zemelj v separatorju ločiti vseh 14 elementov, ki jih surovina vsebuje. Vseh 14 moramo tudi prodati, a do tega ne pride, posledično se zaloge neprodanih materialov kopičijo. To predstavlja problem tudi glede skladiščenja. Problem je najti ravnovesje, ki pa je seveda v prvi vrsti odvisno od sestave zemlje. Vir navaja podatek, da so patenti na področju tehnologije izdelave magnetov pred zapadlostjo. To lahko vpliva na ceno v prihodnosti.

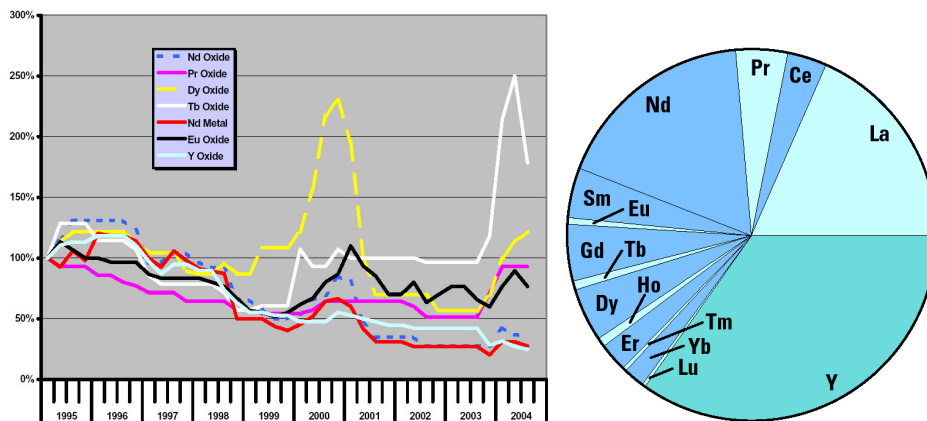
Slika 21: Trend proizvodnje oksidov redkih zemelj od l. 1950 do l. 2000 v kilotonah (kt)



Vir: Karayannopoulos, 2004

V nadaljevanju zasledimo trend gibanja cen v preteklosti za glavne okside, ki se pridobivajo iz redkih zemelj (glej sl. 22, levi del slike). Cena je normalizirana na leto 1995, podatki pa se nanašajo na cene, ki so jih dosegala kitajska podjetja (rečeno je že bilo, da so le-ta praktično monopolisti).

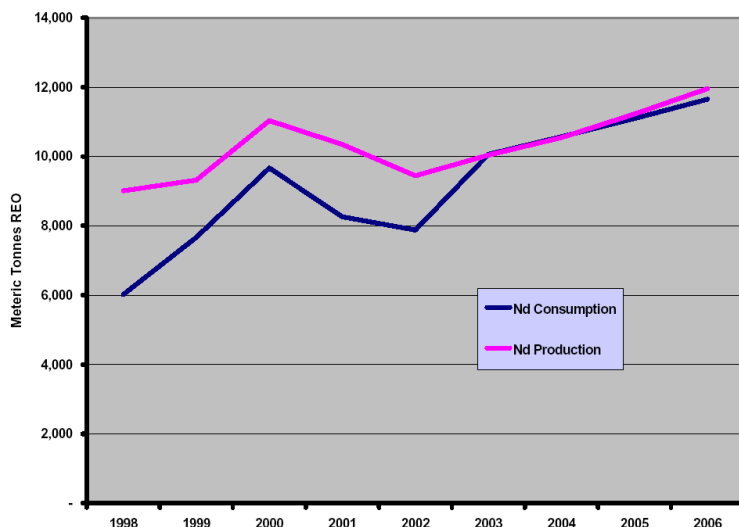
Slika 22: Trend proizvodnje oksidov redkih zemelj od leta 1995 do leta 2005 v kilotonah (kt) in sestava surovine, iz katere se pridobivajo oksidi



Vir: Karayannopoulos, 2004

Proizvajalci oksidov in kovin iz redkih zemelj stavijo vse na neodim, ker nadaljnje aplikacije uporabljajo praktično samo ta material. Separacija je torej smiselna za surovine, ki imajo kar se da veliko tega elementa. Žal pa delež ni dovolj visok, da bi že s samo surovino dosegali uravnoteženje med proizvodnjo in povpraševanjem (glej sl. 22, desni del slike). Vir navaja, da je za proizvajalce neodim oksida nujno, da cena ostane nad 5 US\$/kg. To pomeni, da mora čisti neodim imeti ceno okrog 8 US\$/kg (pozor na leto navedbe podatka – oktober, 2004). Trend povpraševanja in ponudbe se je skozi leta uravnovesil (glej sl. 23). Cena pa v letu 2003 zaradi tega ni pretirano narastla zaradi velikih zalog, ki so bile predhodno ustvarjene, in napovedi odpiranja novih obratov.

Slika 23: Povpraševanje in ponudba po neodim oksidu po letih v tonah (Mton)



Vir: Karayannopoulos, 2004

V prihodnjih letih vir napoveduje, da bo proizvodnja magnetov rastla 15 % letno. V preteklosti so cene neodim oksida dosegale tudi 18 US\$/kg, neodim kovine pa 30 US\$/kg, vendar se ne napovedujejo podobne razmere za prihodnost. Nekaj pa vendarle govori v prid zmerne povečevanja cene. To je dejstvo, da proizvajalci (v glavnem Kitajska) s proizvodnjo ne dosegajo dobičkov (v preteklosti so na ta način izničili vso svetovno konkurenco), ker so cene na trgu prenizke. Omenejno je že bilo, da se v bistvu celotno proizvodnjo bazira na neodim in da se preko le-tega krije izgubo, ki nastaja pri separaciji vseh ostalih elementov, s cerijem na čelu (50 % vsega), kar pa ni dovolj. To lahko pomeni zapiranje obratov in posledično manjšo ponudbo.

Walt Benecki (Benecki, 2005) navaja, da so se razmere po letu 2001 v tej panogi umirile, da proizvajalci poslujejo profitabilno in da se zdijo kratkoročna pričakovanja ugodna (podatki se nanašajo na leto 2005). Z vidika Nd₂Fe₁₄B-magnetov obstaja par proizvajalcev, ki so svetovni voditelji (Advanced Technology & Materials Co., Beijing Jingci Magnetism Technology Co., Beijing Tsinghua Innovation Technology Co., San Huan New Material High-Tech. Inc., Yunsheng Company, Ltd.). Vir navaja, da Kitajska obvladuje praktično celotno svetovno proizvodnjo oksidov iz redkih zemelj, kar vpliva na industrijo magnetov, katalizatorjev, baterij in stekla. Ta vir navaja tudi zelo mogočo rast cen v prihodnosti, kot logično posledico rasti kitajske ekonomije (predvsem stroški dela se bodo višali).

Po Rexu Harrisu in A. J. Williamsu (Harris, Williams, 1999) je letna rast povpraševanja po magnetih iz redkih zemelj (praktično predstavlja vse Nd₂Fe₁₄B) 12 % za sintrane in okrog 20 % za kompozitne (prah, ki je spojen v končno obliko z vezivom - polimeri). Največji porabnik teh magnetov je še vedno industrija osebnih računalnikov (60 %). Potencial za nadaljnjo rast obstaja na segmentu avtomobilske proizvodnje, mobilnih telefonov in medicinske opreme. Avtor navaja, da če je imel avtomobil v petdesetih letih prejšnjega stoletja en magnet, jih imajo današnji okrog 50. Ti niso Nd₂Fe₁₄B, vendar se vse bolj pogosto zamenjujejo z njimi. Smiselno je omeniti tudi ostale segmente, kjer je prisotnost omenjenih magnetov močna. Ti so industrija bele tehnike, robotov, elektronike in vesoljska ter vojaška industrija.

Cena za magnet iz redkih zemelj je po Johnu Westu (West, 2006) 60 US\$/kg za sintrane Nd₂Fe₁₄B-magnete, 90 US\$/kg za kompozitne, kar je občutna razlika s podatki, ki jih navaja Constantine E. Karayannopoulos (Karayannopoulos, 2004). Slednji navaja stroške vhodne surovine (neodim oksid), torej nastane vsa razlika v ceni za kg kot posledica tehnologije izdelave magneta. Ta podatek bi lahko prišel prav pri določitvi strukture cene magneta, vendar zaradi različnosti virov in po mojem mnenju nedopustno velike razlike v vrednostih ne dopušča realne ocene. Vir navaja, da je na segmentu avtomobilske industrije povpraševanje po omenjenih magnetih za sintrane 13 %, za kompozitne pa 30 %. Pomemben podatek, ki je bil glede patentov že naveden, je, da so osnovni patenti glede sintranih magnetov (Sumitomo) ravno kar prenehali biti veljavni, z izjemo ZDA, kar bi lahko sprostilo nastanjanje novih obratov in posledično ugodno razmerje povpraševanje/ponudba. Poleg tega bodo tudi proizvajalci, ki so trenutno plačevali licenčnino, postali bolj konkurenčni.

Po Waltu Beneckiju (Benecki, 2004) je svetovnih rezerv oksidov iz redkih zemelj 88 milijonov ton. Od tega jih je 31 % na Kitajskem, 22 % pa v Rusiji. Če vemo, da Rusija praktično še ni prisotna med proizvajalci oksidov, lahko napoveduje prihodnjo konkurenco s strani te države, v primeru, ko bi cene zaradi nezadostne ponudbe narastle. Ta vir tudi navaja podatek, da je v letu 2003 bila sposobnost proizvodnje Kitajske 18.000 ton, do leta 2010 pa naj bi narastla na 90.000 ton. Ocenjuje, da je bila letna rast v preteklosti 10 %. Podane so tudi ocene o ceni magnetov na Kitajskem in v državah Zahoda. Razlike so očitne (110 US\$/kg v primerjavi s 160 US\$/kg za najkakovostnejše magnetne). Vir navaja, da je od leta 1999 do leta 2004 cena magnetov padla za 40 %. USGS (USGS, 2006) navaja problematiko Kitajske kot edinega proizvajalca oksidov in magnetov. Težava je v stagnaciji oziroma nazadovanju stroke izven Kitajske in tako izguba know-how-a.

Po Christopherju W. Sintonu (Sinton, 2006) je razvoj novih tehnologij privedel do vedno večjega povpraševanja po obravnavanem tipu magnetov, kar bo trend tudi v prihodnosti. Navaja, da je bilo globalno povpraševanje v letu 2005, 95.000 ton oksidov, do leta 2010 pa se pričakuje povpraševanje 150.000 ton. Kitajska je po tem viru, z 90 % tržnim deležem v proizvodnji oksidov, praktično monopolist. Navedeno je tudi, da Kitajska pripravlja regulativo, na podlagi katere bo omejila proizvodnjo oksidov. To pomeni, da se bodo cene v prihodnosti povišale, saj bo povpraševanje presegalo ponudbo. Ocena kaže, da naj bi se cena povišala za 40 do 80 %. Največje povpraševanje se pričakuje s strani avtomobilske industrije (hibridna vozila in ostale komponente avtomobilov), proizvodnje trdih diskov in DVD-jev. Pomemben podatek za simulacijo je vsebnost neodima v magnetu, ki se ocenjuje na 33 %. Med letoma 2003 in 2005 je bila rast segmenta na Kitajskem 54 %, tudi zato, ker so zahodni proizvajalci selili proizvodnjo tja, v prihodnosti pa se od 2005 do 2010 napoveduje 10 do 15 % letno rast. Christopher W. Sinton (Sinton, 2006) navaja tudi napovedi o globalnih potrebah po redkih zemljah, glede na aplikacijo in sam oksid (glej tab. 1).

Tabela 1: Pričakovane potrebe aplikacij, ki uporabljajo okside redkih zemelj v tonah

Aplikacija	2004	2005	2005 (%) skpunih potreb	2010	2005-2010 povpr. letna rast
NdFeB-magneti	13.650	17.150	18,0 %	31.100	12,64 %
NiMH-baterije	6.200	7.200	7,6 %	27.300	30,55 %
Katalizatorji	20.440	21.230	22,3 %	25.960	3,78 %
Fosfor	3.652	4.007	4,2 %	7.512	13,00 %
Steklo	13.440	13.590	14,3 %	13.990	0,57 %
Polirne paste (sestavine)	14.100	15.150	15,9 %	23.500	9,2 %
Ostalo	15.365	16.935	17,8 %	24.950	8 %
Skupaj	86.847	95.262	100 %	154.312	10,1 %

Vir: Sinton, 2006

Iz predhodne tabele so izpeljane količine oksidov, potrebne za realizacijo povpraševanih aplikacij (glej tab. 2 na str. 20).

Tabela 2: Pričakovane potrebe po kovinskih oksidih v tonah

Kovinski oksid	2004	2005	2005 (%) skupnih potreb	2010	2005-2010 povpr. letna rast
Lantanov oksid	26.030	28.041	29,4 %	47.197	11,0 %
Cerijev oksid	35.893	37.736	39,6 %	53.272	7,1 %
Prazeodimov oksid	4.862	5.705	6,0 %	11.972	16,0 %
Neodimov oksid	13.039	15.915	16,7 %	28.331	12,2 %
Evropijev oksid	238	258	0,3 %	459	12,2 %
Terbijev oksid	214	259	0,3 %	547	16,1 %
Disprozijev oksid	1.365	1.715	1,8 %	3.110	12,6 %
Ostalo	5.207	5.633	5,9 %	9.424	10,8 %
Skupaj	86.847	95.262	100 %	154.312	10,1 %

Vir: Sinton, 2006

Iz vodilnega oksida (neodimijev) je preračunano, da bi glede na povprečno vsebnost v rudah morali imeti letno kapaciteto izkopa okrog 175.000 ton leta 2010. Avtor poudarja, da te količine zaenkrat ni na voljo.

Isti avtor navaja podatke za leto 2005, kjer je celotna svetovna proizvodnja dosegla 103.000 ton oksidov, kar 95 % vseh količin pa je bilo proizvedenih na Kitajskem. Izvoz je znašal 55.300 ton. Treba je poudariti, da se je veliko končnih proizvajalcev preselilo blizu predelovališč rude, kar je privedlo do koncentracije industrije. To se je zgodilo zaradi nizkih fiksnih stroškov, ki so potrebni za obratovanje in ekoloških zahtev na Kitajskem.

Svetovne rezerve so razporejene dokaj »monopolistično« (glej tab. 3). Bilo je že omenjeno, da to predstavlja iz več vidikov dokaj neugoden položaj za industrijsko razvite države. Kljub predstavljenim količinam pa je iz ekonomskih razlogov moč računati le s 6.200.000 tonami rezerv.

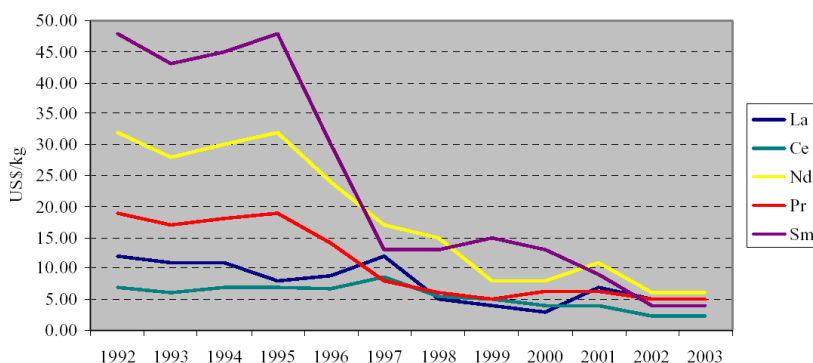
Tabela 3: Pričakovane potrebe po kovinskih oksidih v tonah

Država	Rezerve (t)
Kitajska	43.000.000
ZDA	13.000.000
Indija	1.100.000
Avstralija	5.200.000
Braziliya	109.000
Rusija	19.000.000
Kanada	940.000
Južna Afrika	390.000
Malezija	30.000
Vietnam	9.000.000
Ostale države	9.000.000
Skupaj	100.769.000

Vir: Sinton, 2006

Isti vir navaja tudi trend gibanja cen za tono oksida redke zemlje (glej sl. 24 na str. 21). Padanje cene v preteklosti je bilo posledica vstopanja kitajskih proizvajalcev na trg (do leta 2003), vendar s takim trendom v prihodnosti ne gre računati.

Slika 24: Zgodovinsko gibanje cen v US\$ za kilogram oksida redkih zemelj (US\$/kg)



Vir: Sinton, 2006

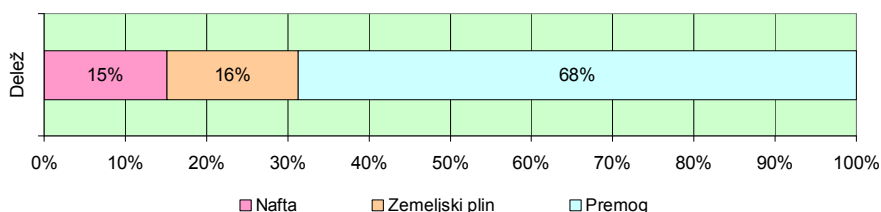
5 STROŠKI ENERGIJE

Pod energijo sta analizirana dva najpomembnejša vira. To sta nafta in električna energija. Pred samo analizo pa je smiselno obdelati še alternativne vire energije, ki bodo v prihodnosti nedvomno močno zaznamovali trende gibanja cen na svetovnem trgu. Dejstvo je, da so viri energije razporejeni neenakomerno po planetu. Na njih moramo gledati skozi štiri vidike, in sicer (Westervelt, Fournier, 2005):

- razpoložljivost
- cenovna dostopnost
- stabilnost dobav
- varnost

Ocena o svetovni rasti porabe energije je 2,1 % letno (Westervelt, Fournier, 2005). Struktura rezerv tradicionalnih energentov (fosilna goriva) kaže, da je daleč največ premoga, ki pa je problematičen iz ekoloških vidikov, vendar se z napredovanjem tehnologije problematika počasi odpravlja (glej sl. 25). Po istem viru je stanje na področju energentov zelo problematično. Goriva za jedrske centrale naj bi bilo za 20 do 40 let, nafta je za obdobje nastanka poročila problematična, ker povpraševanje presega ponudbo, poleg tega pa naj bi bilo rezerv še za kakih 40 let.

Slika 25: Struktura svetovnih rezerv tradicionalnih energentov (%)



Vir: Westervelt, Fournier, september, 2005

Energenti, ki niso obravnavani v nadaljevanju

Te vire je potrebno navesti, ker bo cena nafte in zelo verjetno tudi električne energije v prihodnosti nedvomno močno odvisna od njih. Predvsem alternativni viri energije, na čelu z vodikom, bodo v prihodnosti diktirali porabo nafte. Napovedi so, da naj bi se v 10 letih tehnologije za predelavo, hranjenje in uporabo toliko izpopolnile, da bo postal vodik eden glavnih energentov z daleč največjim potencialom. Ne smemo pa pozabiti na jedrsko energijo, ki jo nekatere države vidijo kot rešitev z vidika energetske neodvisnosti.

Premog

To je dokaj stabilen energent, katerega cena bo rastla, podobno kot ostalim energentom (Westervelt, Fournier, 2005). Težava je v pridobivanju, ker gre za nevarne postopke (rudniki), in v sami uporabi, kajti ta energent je med vsemi fosilnimi gorivi najbolj ekološko nesprejemljiv. Problem predstavljajo emisije plinov, ki nastajajo pri zgorevanju. Pričakovane rezerve zadoščajo za 109 let ob predpostavki 1,4 % letne rasti.

Jedrska energija

Ta vir energije je s stališča onesnaževanja in varnosti zelo vprašljiv (Westervelt, Fournier, 2005). Nekatere države, kot sta Francija in Japonska, vidijo v tem energentu edino pot do neodvisnosti. Tudi ZDA obnavljajo nekatere že odslužene reaktorje in načrtujejo nove. Napredovanje razvoja na tem področju bo dalo dobre rezultate, a ne na kratek rok. Gorivo, potrebno za jedrske elektrarne (Uran), je v preteklih letih doživljalo dokaj veliko volatilnost cene. Ta vir energije postaja vse bolj zanimiv, tudi zaradi omejevanja izpustov ogljikovega dioksida, ker jedrske reakcije le-tega ne sproščajo. Je tudi najzanesljivejši vir, najcenejši (poleg elektrarn na naravni plin) in z najmanj nihanji v ceni vhodnega materiala. Ta tehnologija pa je zelo zanimiva še za potrebe pridobivanja vodika, ki se omenja kot gorivo prihodnosti. Peter J. Dortmunds (Dortmans, 2004) navaja, da je potrebno za enak učinek porabiti 6 gramov urana ali pa 1 tono premoga. Isti vir navaja še dodatna dejstva, ki govorijo v prid temu energentu, kot na primer edinemu sposobnemu zagotavljanju dovolj energije za pridobivanje vodika. Trenutno se 16 % električne energije v svetu generira s tem energentom, v razvitih državah je ta delež precej večji. Problem z odpadki ostaja še nerešen in napovedi pravijo, da naj bi se količina odpadkov v dvajsetih letih podvojila. Argumentu glede svetovnih rezerv tega energenta študija nasprotuje in navaja, da so napovedi pesimistične. Napoveduje se, da bo fuzija jeder nadomestila fizijo. Ta je danes osnovni proces v jedrskih elektrarnah. Seveda pa je ta čas zaradi tehničnih težav še daleč, nekateri napovedujejo celo, da do komercialne rabe ne bo prišlo nikoli. Tehnologija bi omogočila veliko pozitivnih učinkov z vidika generirane energije in emisij. Poleg tega je jedrskih odpadkov zanemarljivo malo. Ker je tehničnih težav veliko, se je v nekaterih državah pozornost preusmerila na izboljševanje postopkov fizije, ki je že prisotna v komercialnih aplikacijah.

Obnovljivi viri energije

To področje energentov je zanimivo, predvsem zaradi tendence stalnega padanja cen, kar je ravno v nasprotju s cenami tradicionalnih energentov (Westervelt, Fournier, 2005). Med

energente štejemo etanol, vodik, biomaso, veter, vodno, geotermalno in sončno energijo. Z vidika prihodnosti in potenciala za nadomeščanje fosilnih goriv je vodik tisti, na katerega se polaga največjo pozornost. Pričakovati je velik porast povpraševanja v naslednjih 10 letih. Problem pa je varnostna problematika ter že omenjeni način pridobivanja (v osnovi se lahko pridobiva s fosilnimi gorivi ali pa jedrsko energijo). Vodik se bo največ uporabljal v gorivnih celicah.

Naravni plin

Trenutno je z vidika naravnega plina večja ponudba od povpraševanja, ki pa nenehno narašča. Na svetovni ravni naj bi se ponudba in povpraševanje izenačila v roku desetih let (Westervelt, Fournier, 2005). Proizvodnja naj bi po istem viru dosegla maksimalno raven med letoma 2030 in 2035, potem pa počasi padala. Porast do leta 2020 bo do 50 %, kar predstavlja 2,5 % letno rast. Glede na ta podatek naj bi bilo svetovnih rezerv za 39 let.

Alternative Fuels Contact Group (Alternative Fuels Contact Group, 2003) v prihodnosti napoveduje, da bo ta energent prehitel diesel gorivo. Energent ima pri zgorevanju bistveno manjše emisije CO₂ (16 % manj od bencinskih in 13 % manj od diesel). Z napredovanjem tehnologije pri motorjih z notranjim zgorevanjem se bo delež še povečal. V današnjih razmerah se zdi, da je to edini energent, ki lahko brez velikih vložkov bistveno konkurira tekočim fosilnim gorivom (za vodik na primer ni tako). Zdi se, da je edina težava v infrastrukturi, ki bi omogočala večje izkoriščanje. Zato bi bila ena od možnosti, ki jo imajo države, da se stimulira vpeljavo preko olajšav. Pod infrastrukturo si je potrebno razlagati celotno verigo od proizvodnje do končnega potrošnika in šele tako si lahko predstavljamo, za kakšno vrsto posega gre. Primernost tega energenta se kaže predvsem v urbanih naseljih, kjer že obstaja plinifikacija. Po Alternative Fuels Contact Group (Alternative Fuels Contact Group, 2003) ocene kažejo, da bi ta energent v segmentu vozil lahko do leta 2020 dosegel ob primerni podpori držav tudi 10 % delež.

Peter J. Dortmans (Dortmans, 2004) navaja, da se trenutno posveča pozornost možnostim, da bi naravni plin v prihodnosti kot energent nadomestil tekoča fosilna goriva. Za stimulacijo prehoda bi morale države oblikovati strategije uvajanja, ki bi temeljile na olajšavah. Ta energent naj bi bil vmesna stopnja med fosilnimi gorivi in vodikom.

Vodik

To je po Alternative Fuels Contact Group (Alternative Fuels Contact Group, 2003) najbolj obetaven energent prihodnosti, tako da bi z njim popolnoma zadovoljevali potrebe. Postopek pridobivanja pa je ključen pri nastajanju toplogrednih plinov in je zaenkrat trud posvečen prav temu segmentu. V kombinaciji z naravnim plinom bi lahko v prihodnosti imeli skupne terminale, namesto zdajšnjih bencinskih servisov. Načina pridobivanja vodika sta v osnovi dva (elektroliza in kemične reakcije, kjer je glavna razogljčenje kemičnih spojin), sredstvo pa je praktično vsaka spojina na zemlji. Že danes ga lahko pridobimo iz fosilnih goriv ali iz elektrolize vode. Ključna je velika poraba energije pri proizvodnji in razmerje energija/pridobljeni vodik, ki je odvisno od tipa tehnologije. Najobetavnejše so proizvodnja iz biomase, naravnega plina in elektroliza vode.

Najekonomičnejši način danes je proizvodnja iz naravnega plina, za katero se napoveduje, da bo ostala glavna tehnologija do okrog leta 2020. Tudi vodna elektroliza je že raziskan in poznan proces, stroški proizvodnje pa so vezani na ceno električne energije (danes je strošek pridobivanja najmanj dvakrat večji kot pri metodi z naravnim plinom). Stroške procesa elektrolize bi lahko znižali s koriščenjem jedrskih elektrarn med obdobji, ko ni velikega povpraševanja, in z gradnjo velikih industrijskih objektov za proizvodnjo vodika z elektrolizo vode. Vodik pa lahko, poleg iz tekočih fosilnih goriv in naravnega plina, pridobimo tudi z razogljčenjem premoga, kar daje temu procesu privlačnost, saj se ocenjuje, da je premoga v naravi še največ med vsemi fosilnimi gorivi. Omeniti je potrebno tudi razvoj tehnologij za izničenje emisij CO₂ pri razogljčevanju, kjer je ostal še problem skladiščenja, vendar je moč v prihodnosti pričakovati tudi rešitev tega problema. V celotni verigi pridobivanja in porabe vodika je prav pridobivanje tisto, kateremu je potrebno v tem trenutku posvetiti največ pozornosti zaradi že omenjenih emisij.

Problem predstavlja tudi način skladiščenja in distribucije vodika, kakor tudi sama varnost pri uporabi. Danes ni zadovoljivih odgovorov na ta vprašanja. Načina uporabe sta dva, in sicer motorji z notranjim zgorevanjem ali pa gorivne celice. Pozornost je potrebno posvetiti slednjemu, ker bi imel bistvene prednosti z vidika emisij. Treba je tudi opozoriti, da so motorji na notranje zgorevanje, ki uporabljajo vodik, že razviti, kar ni zanemarljivo dejstvo. Poudariti moramo tudi podatke, da se pri gorivnih celicah danes dosega 37 % izkoristek (to je tehnologija v razvoju, torej smo še daleč od optimalnih performans, ki se ocenjujejo na okrog 50 %), kar je v primerjavi z diesel (24 %) in bencinskim (20 %) bistveno bolje. Študija Alternative Fuels Contact Group (Alternative Fuels Contact Group, 2003) ocenjuje, da bodo sistemi gorivnih celic leta 2010 dosegali porabo 0,94 MJ/km, kar je ekvivalent 2,6 l/100 km diesel goriva. Za motorje z notranjim zgorevanjem na vodik je ta ocena slabša (4,7 l/100 km). Isti vir navaja tudi podatek, da je uporaba gorivnih celic smiselna za motorje z manjšimi moči, motorji z notranjim zgorevanjem z vodikom so primernejši za večje moči. Glede na stopnjo zrelosti obeh tehnoloških rešitev je pričakovati, da se bodo gorivne celice toliko izpopolnile, da bodo tudi te primerne za večje moči. Poudariti velja, da so motorji z notranjim zgorevanjem lahko zasnovani tako, da omogočajo delovanje z vodikom ali pa bencinom, kar bo omogočalo mehak prehod na ta tip energenta (rešijo se infrastrukturni problemi, ker ne bo avtomobil odvisen zgolj od vodika). Za široko potrošnjo naj bi sistemi z gorivnimi celicami prišli v uporabo med letoma 2015 in 2020, glede na napovedi (Alternative Fuels Contact Group, 2003). Isti vir podaja stroške pridobivanja vodika, ki so med 10 GJ/€ (iz naravnega plina) in 20 GJ/€ (elektroliza vode). Za isto energijo s strani bencina je potrebno ob ceni nafte 25 US\$ za sodček odšteti 7 GJ/€. Ta podatek daje misliti, ker nam pove, da je sam strošek pridobivanja goriva na osnovi vodika že nižji kot tisti za bencin (za končnega uporabnika je po tem scenariju bencin še vedno pol cenejši, in to zaradi faktorjev, ki so vezani na distribucijo). V zagonski fazi, bi potrebovali olajšave s strani držav, ko pa bi se enkrat tehnologije uveljavile in bi bili priča ekonomijam obsega, bi teh olajšav ne bilo treba več. Omenjeno je že bilo, da so izkoristki zgorevanja motorjev z vodikom že sedaj boljši in zato poraba manjša. Vse to so argumenti, zakaj se v bližnji prihodnosti lahko zgodi preobrat.

Seveda pa je pričakovati ukrepanje s strani držav proizvajalk nafte z OPEC-om na čelu, ki bodo pazile, da cena nafte ne poskoči v nebo.

Peter J. Dormans (Dormans, 2004) navaja podobne ugotovitve, kot so bile v tej temi že predstavljene. Dodatno pa je potrebno navesti še ugotovitve glede trenda uvajanja vodika. ZDA vlagajo velika sredstva v razvoj tehnologij, povezanih z vodikom, in imajo strategijo na državni ravni, kako postati neodvisne od dobav nafte (so pretežno uvoznica). Strokovnjaki ocenjujejo, da je edini način zagotavljanja zadostne količine vodika, da se za njegovo proizvodnjo uporabi jedrsko energijo. To bi pomenilo tudi drastično zmanjšanje emisij CO₂. Podobne trende je zaznati v EU. Najkonkretnjša pa je Japonska, ki napoveduje 50.000 vozil, ki bodo uporabljala vodik do leta 2010 in 5 milijonov do leta 2020. Fokus je na gorivnih celicah.

Bioetanol

Poznamo dve glavni vrsti biogoriv, in sicer biodiesel in bioetanol (Tzimas., Soria., Peteves, 2004). Bioetanol proizvajamo iz poljščin, ki vsebujejo sladkor (trs, koruza), biodiesel pa se prideluje iz olj (sončnice, redkvice). Strokovnjaki dajejo prednost bioetanolu, ker je pri postopku predelave izkoristek večji.

Ta energent je zelo zanimiv v EU. Obstaja direktiva (biofuels directive) o tem energentu, kjer se opredeljuje prihodnji pomen. Po Ramónu de Miguelu (De Miguel, 2006) se bo v letu 2007 ta direktiva drastično prenovila, predvsem zato, ker se s sedanjo ne dosegajo zeleni cilji. Ti cilji so bili določeni tudi na podlagi zahtev Kyotskega sporazuma o zmanjševanju emisij. Isti avtor podaja prikaz o letni rasti količin, ki je 40 % (od leta 2001 do 2005). Največja proizvajalka v EU je Španija, kar ni naključje, če vemo, da se ga proizvaja tudi iz surovin, kot je recimo vinski alkohol. Glede porabe prednjačijo Nemčija, Švedska in Velika Britanija, cilje EU pa zaenkrat dosega le Švedska (2 %, 98 % tekočih fosilnih goriv). Ciljev, ki so bili v EU postavljeni do 2010 (5,75 %), s takim trendom ne bo mogoče doseči. V svetu sta še dve državi, kjer se ta energent močno razvija, in sicer ZDA in Brazilija. Cilji teh držav pa so različni. EU ima kot pglavitni cilj postavljeno zmanjševanje onesnaženja (manjše emisije CO₂ do 15 %), ostali dve omenjeni državi pa predvsem neodvisnost od preskrbe s fosilnimi gorivi (sta pretežno uvoznici). Poudariti je potrebno tudi dejstvo, da je bioetanol ekonomsko bolj sprejemljiv od biodiesla in da se poraja potreba po spremembah pri proizvajalcih avtomobilov z vidika delovanja motorjev. Poleg tega je potrebno vedeti, da tukaj ni govora o bioetanolu kot čistem sredstvu za pogon, temveč pomešanem v določenem razmerju s tekočimi fosilnimi gorivi. Pričakovati je še večjo prodornost te vrste goriva zaradi napredujoče tehnologije (bioetanol druge generacije). Surovina za to vrsto goriva je lahko koruza, odpadni papir, debla dreves, neuporaben les ... Sprememba že omenjenega dekreta EU se zdi nujna, če se hoče doseči smiselno postavljene cilje. Govora je o obligacijah za države in proizvajalce. To naj bi se storilo pretežno na podlagi davkov in penalov. Alternative Fuels Contact Group (Alternative Fuels Contact Group, 2003) ocenjuje, da je potencial tega energenta maksimalno 15 % tržni delež.

Po raznih avtorjih (Tzimas., Soria., Peteves, 2004) naj bi bioetanol in biodiesel predstavljala 0,3 % porabe bencina in derivatov znotraj EU v letu 2002 (1.400.000 ton). Za doseganje ciljev, ki jih je EU postavila do leta 2010, naj bi bilo po ocenah potrebnih med 6 % in 25 % obdelovane zemlje, da bi bil delež 5,75 % biogoriv med vsemi pogonskimi gorivi (bencin in nafta). Ta številka poraja znotraj stroke vprašanje, ali je EU sposobna zagotavljati take pogoje. Avtorji pa poudarjajo, da je z biogorivi druge generacije mogoče pričakovati ekonomsko bistveno boljše pogoje. Postopki pridobivanja so zaenkrat še laboratorijski, napovedi pa pravijo, da bodo do 2010 že zreli za komercialno uporabo.

5.1 NAFTA

5.1.1 PRIDOBIVANJE

Pogoj za pridobivanje nafte so bila drobna živa bitja in alge, ki so pred 300 milijoni let bivala v morjih. Zaradi klimatskih sprememb so nekatera morja izhlapela. Blato, ki je nastalo iz ostankov, zaradi pomanjkanja kisika ni moglo normalno gniti. V več milijonih let, ki so sledili, je to plast blata prekrila glina in zemlja, tako da je bilo izpostavljeno ogromnim pritiskom. Zaradi takih pogojev so sestavine kemijsko reagirale in nastale so različne spojine (alkani, aromati, žveplene spojine ...). Ker pogoji niso bili povsod enaki, poznamo danes posledično zelo različne vrste nafte.

Danes je nafta najvažnejša naravna sestavina, ki jo uporabljamo v najrazličnejše namene. Najvažnejši je vsekakor zadostitev energetskega potreb. Največje količine nafte se porabijo za pridobivanje pogonskih goriv in kurilnega olja. Nafta je tudi vir za pridobivanje plastičnih mas, umetnega kavčuka, detergentov, sintetičnih vlaken in podobnega. Intenzivno pridobivanje nafte se je začelo v večjem razmahu v zadnjih treh desetletjih, črpa pa se jo že več kot stoletje.

Surovo nafto najprej očistijo, tako da iz nje izločijo sol, vodo in žveplovodik (izpiranje s trietanolaminom). Nato se izloči metan in v nadaljevanju sledijo postopki rafiniranja. V rafineriji se nafta najprej destilira pri atmosferskem pritisku. Destilacija se dogaja ob različnih temperaturah in glede na to se iz nafte izločajo različne sestavine (lahek bencin, težek bencin, plinsko olje). Stranski produkti so še metan, etan, propan in butan. Možno je tudi nadaljnje pridobivanje nekaterih drugih tekočin. Tekočine, ki so se pridobile v prvih fazah, nato še dodatno rafiniramo z namenom zadostitve po določenih kriterijih, kot je to barva ali sestava.

Za pogon reaktivnih motorjev se uporablja težki petrolej, plinsko olje pa se uporablja kot gorivo za dieselske motorje. Za pridobivanje kvalitetnih bencinov se uporabljajo postopki t. i. kreiranja. To so postopki termičnega in katalitičnega cepljenja ogljikovodikov.

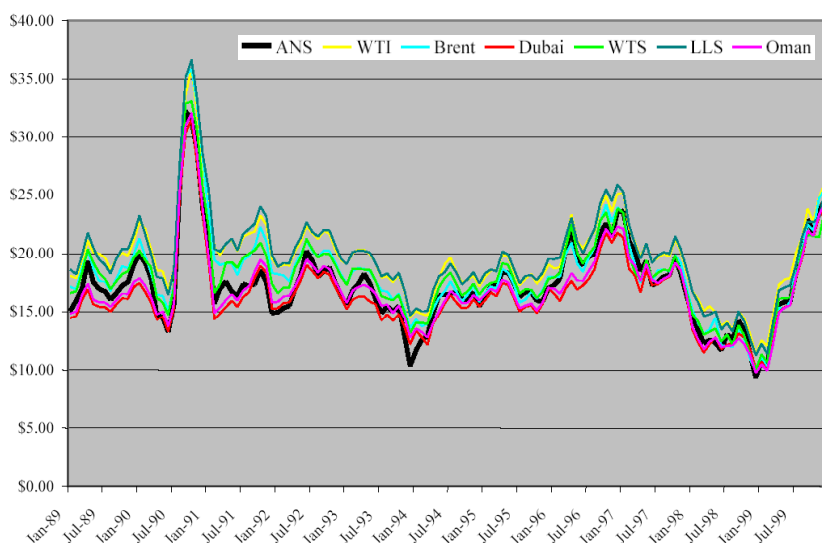
5.1.2 STANJE

Cena se ponavadi določa za sodček nafte, ki predstavlja 159 litrov in je izražena v ameriških dolarjih (US\$). Določa se na podlagi zakonitosti ponudbe in povpraševanja, kjer je odločilen dejavnik velikost zalog (t. i. strateške naftne rezerve, ki jih imajo posamezne države). Cena nafte je zgolj del cene, ki jo uporabniki plačajo na bencinskih črpalkah. To pomeni, da razmerje med ceno na črpalki in ceno nafte na svetovnem trgu ni 1 : 1, temveč manjše.

Pri oblikovanju cene nafte na trgu ima veliko besedo OPEC (Organization of the Petroleum Exporting Countries), v katero je vključenih 11 držav. EIA (Energy Information Administration) ocenjuje, da OPEC predstavlja 40 % kapacitet na svetovnem trgu in 2/3 svetovnih rezerv nafte. Poleg OPEC-a predstavljajo Kitajska, ZDA, Rusija, Kanada, Mehika, Ekvatorialna Gvineja in Angola še večino preostalega dela svetovnih kapacitet. Glede na vse opisano je normalno pričakovati, da če so strateške naftne rezerve nizke in če se OPEC odloči, da bo zmanjšal dnevno črpanje nafte, bodo cene na svetovnem trgu narastle. Tako se tudi zgodi, vendar je s tem v zvezi kup stranskih učinkov, ki bodo predstavljeni v nadaljevanju (predvsem značilno je prilagajanje potrošnikov in problematika discipline med državami članicami).

Trg nafte je po Charles River Associates (Charles River Associates, 2002) dejansko globalen. Kot dokaz navaja gibanje cene za sodček od leta 1989 do 1999 na različnih lokacijah (glej sl. 26). Razlika v ceni nastaja zaradi različne kakovosti nafte in transportnih stroškov. Naslednji podatek, ki je za analitike pomemben, je primerjava napovedi od leta 1985 do 1999, ki jih je delala EIA, in dejanskih rezultatov. Vse napovedi so temeljile na zviševanju cene v prihodnosti. Dejansko pa cena nikoli ni sledila napovedim, temveč neki svoji logiki, ki je bila praktično vedno pod napovedjo.

Slika 26: Gibanje cen nafte med letoma 1989 in 1999 po različnih državah (US\$ za sodček)

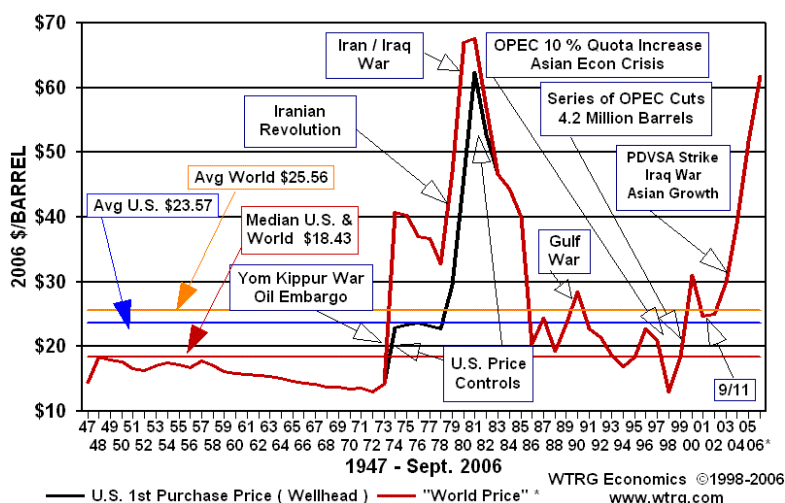


Vir: Charles River Associates, 2002

Podvojitev cen nafte v zadnjih letih ni nič nenormalnega (Westervelt, Fournier, 2005). V prihodnosti ni videti nekega občutnega porasta ponudbe in povpraševanje bo povzročalo nadaljnjo rast. Trend gibanja cene je negotov, ker je veliko dejavnikov, ki se jih ne da predvideti (vojne za nafto, geopolitičen položaj). Napoveduje se 31 % porast povpraševanja od leta 2004 do 2020 (2,1 % letna rast). Zalog je na podlagi teh podatkov za 28 do 37 let.

Cena nafte je v preteklosti kazala velika nihanja (glej sl. 27). Pri ponudbi sodelujejo članice OPEC-a in ostali proizvajalci. Pred letom 2000 je OPEC uravnaval ceno nafte med 22 in 28 US\$, ko pa se je povpraševanje večalo in so kapacitete postale vprašljive, je to politiko opustil. V preteklosti se je že zgodil paradoks ponudbe in povpraševanja v osemdesetih letih. Zaradi nesposobnosti nadzorovanja cene nafte se je povpraševanje kot posledica prilagajanja potrošnikov (varčnejši avtomobili, boljše hišne izolacije ...) in svetovne recesije zmanjšalo. Cena je pričela padati, povpraševanje pa se ni več večalo, in to je pripomoglo k manjšim zaslužkom. To sporočilo je lahko obet za prihodnost (Williams, 2005).

Slika 27: Gibanje cen nafte od leta 1947 do septembra 2006 (v \$ za sod)



Vir: <http://www.wtrg.com/prices.htm>

Uravnavanje cene ni preprosto zaradi različnih dejavnikov, med katerimi izstopata disciplina članic in vojne. Regulacija cene nafte je delno uspela, ko so se po letu 2000 k oblikovanju cene pridružile tudi nekatere nečlanice OPEC. Dobro stanje svetovnih gospodarstev je še pripomoglo k trendu višanja cen. Med letoma 2004 in 2005 so bile kapacitete črpaljšč praktično popolnoma izkoriščene, cene pa so šle v nebo tudi zaradi majhnih zalog. V zadnjih letih je sposobnost črpanja tudi zaradi napredujoče tehnologije narastla (lokalizacija in metode črpanja).

Ian W. H. Parry in J. W. Anderson (Parry, Anderson, 2005) podajata zelo zanimiv vidik dogajanja v preteklosti, ki kaže na izredno nestabilnost cen nafte. Predhodno opisane pojave navaja tudi ta vir. Kot prvo ugotovitev avtorja navajata gospodarsko rast in rast blaginje Kitajske in Indije, ki bo onemogočala padanje cene (povečanje prodaje osebnih vozil). Na primeru ZDA navajata, da kar 2/3 porabe predstavljajo transportna sredstva.

Svetovne rezerve so močno koncentrirane v Perzijskem zalivu (66 %), ki velja za zelo nestabilnega, kar predstavlja težavo pri svetovnih cenah, ker ne govorimo o lokalnem trgu (nafta je resnično globalni proizvod in cena na sodček v Venezueli je približno enaka kot v Savdski Arabiji). Prihodnost vidita v trendu zmanjševanja odvisnosti od nafte. Napredek se lahko naredi z varčnejšimi motorji na notranje zgorevanje in hibridnimi vozili (kombinacija motorja z notranjim izgorevanjem in elektromotorja). Vendar smiselnost hibridnih vozil, zaradi še vedno visoke nabavne cene napram klasičnim, vidita zgolj v primeru večjega povečanja cene nafte. Poudarjata koncept neodvisnosti od energentov in hibridno vozilo je eden od načinov zmanjševanja tveganja. Poudarjata tudi, da volatilnost cene nafte, na katero ima večina držav izredno malo vpliva, lahko ustavi gospodarsko rast in pahne gospodarstva v recesijo. Posledice le-te se čutijo v višjih stroških kapitala in presežku kapacitet, ki vodi v brezposelnost. V ta namen predlagata povečanje davka na goriva, ki bi vzpodbudil investicije v alternativne vire energije. Zaradi povečanja davka na goriva pa bi države lahko tudi znižale ostale davke. Na primeru Rusije lepo prikažeta nepredvidljivost energenta glede nabavne cene. V letu 2002 se je Rusija trudila privabiti tuji kapital za investicije v črpališča. Ko je cena pričela na svetovnem trgu naraščati in se povzpela do 50 \$ za sod, so lahko iz ustvarjenih dobičkov sami financirali investicije. Takoj za tem so pričeli podjetja zopet spravljati pod državni nadzor. Primer Irana je zelo podoben, le da je tu Evropska unija ponujala sredstva za investicije v Iranu, če se le-ta odpove jedrskemu programu. Zaradi nadpovprečnih dobičkov Iran teh sredstev dejansko ne potrebuje.

Kevin Bonsor in Ed Grabianowski (Bonsor, Grabianowski, 2006) podajata ugotovitve, ki se na prvi pogled lahko zdijo znanstvena fantastika, vendar imajo ozadje. Zagovarjata stališče, da bodo z zmanjševanjem svetovnih rezerv (približevanje svetovnih rezerv vrednosti 0) in zapiranjem obstoječih črpališč proizvajalci iskali preostala nahajališča. To bo povzročilo vedno večje cene nafte, ki bo postala praktično nekonkurenčen energent. Odvisnost od nafte se bo tako morala zmanjšati, in to na račun novejših tehnologij (gorivne celice, električna vozila), ki so sedaj še v povojih. Druga navedba se nanaša na odločitev ameriške administracije, da omogoči črpanje v ANWR (Arctic National Wildlife Refuge) na Aljaski. To je sprožilo burne odzive s strani naravovarstvenikov. Ocene t. i. »1002 area« so, da se tam nahaja 7 milijard sodov nafte in da bi bilo črpanje smiselno, če se za sodček dosega cena nad 16 US\$ (pod to ceno je črpanje neprofitabilno). V današnjih razmerah se seveda zdi črpanje zelo smiselno z ekonomskega stališča, saj cene na svetovnih trgih dosegajo vrednost okrog 60 US\$ za sodček (na New York Mercantile Exchange je bilo potrebno odšteti 18. oktobra 58 US\$ za sodček). Opisujeta tudi pretekle trende in dogodke, ki so vplivali na te trende.

Alternative Fuels Contact Group (Alternative Fuels Contact Group, 2003) podaja praktično enake poglede kot predhodno omenjeni avtorji in poudarja, da je v zdajšnjih razmerah moč pričakovati povečanje povpraševanja in nesposobnost proizvodnje nafte. Transportni sektor pa je praktično popolnoma odvisen od nje in zato vidi edini način zmanjševanja tveganja v razvoju novih alternativ (naravni plin, vodik, bioetanol).

Podvojitev cen v prihodnosti je mogoča prav tako, kot je bilo to v preteklosti (Westervelt, Fournier, 2005). Vir navaja še dejstvo, da je sposobnost črpanja blizu meje, povpraševanje pa še vedno narašča, in to naj bi bilo razlog. To bo povzročilo številne geopolitične zaplete, kakor tudi tveganja, povezana z naftnimi rezervami.

Peter J. Dortmans (Dortmans, 2004) podaja rezultate različnih študij, ki govorijo o trendih z vidika različnih energentov v prihodnosti. Rezultate za nekatere energente sem povzel (glej tab. 4), ker smatram, da so dobra osnova za postavitev napovedi, poleg vseh predstavljenih dejstev znotraj obravnavane teme.

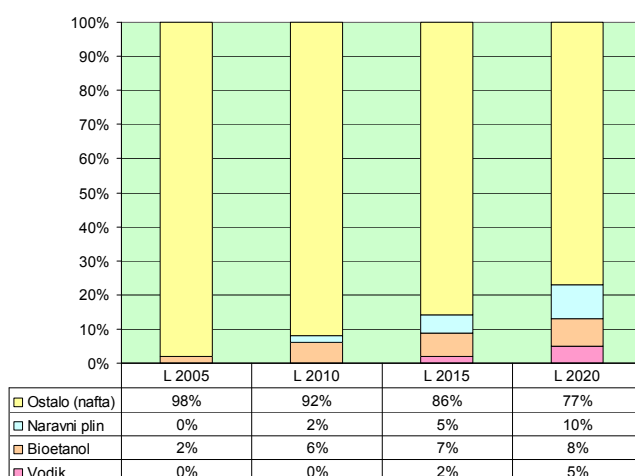
Tabela 4: Pričakovana zrelost izbranih tehnologij (leto zrelosti)

Tehnologija	Napoved				
	GWU 1996	GWU 2000	NISTEP 1996	NISTEP 2001	BTE 2001
El. energija, proizv. s fizijo, predstavlja 50 % vse proizvedene	2020	2046			
Komercialna raba jedrske fuzije	2026	2032	2026	2031	2040
Gorivne celice v vozilih vsakdanje	2016	2012	2013	2018	2004
Široka uporaba metanola kot energenta na vozilih			2015	2015	
Vodik vodilni energent za proizvodnjo vseh vrst energije	2020		2021	2022	2020

Vir: Dortmans, 2004

Po D. Soeldnerju (Soeldner, 2006) naj bi se znotraj EU struktura energentov spremenila v prid alternativnim virom tako, da bodo le-ti leta 2020 imeli 23 % tržni delež (glej sl. 28). Podatek velja samo za EU, če ga razširimo na svetovno raven in privzamemo, da so deleži enaki, potem lahko zaključimo, da glede na pričakovano povečevanje povpraševanja po nafti v obravnavanem obdobju, cene ne bi smele pretirano naraščati, prav zaradi povečevanja ponudbe alternativnih virov. Seveda je pri teh predpostavkah problematična vloga Indije in Kitajske, kjer ni pričakovati uporabe alternativnih virov energije.

Slika 28: Pričakovana struktura energentov v EU (%)



Vir: Soeldner, 2006

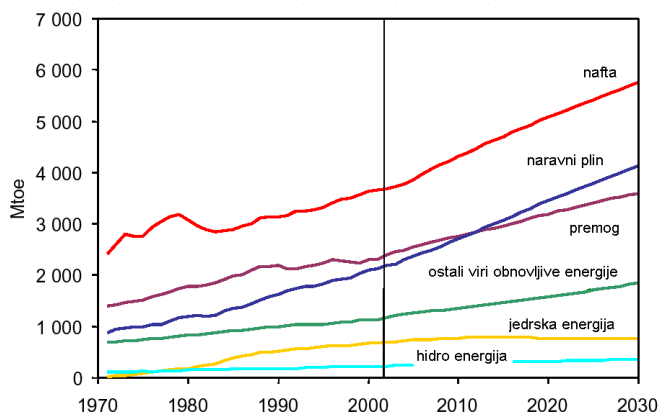
Naftne družbe podajajo diametralno nasprotne ocene, kar si lahko razlagamo z bojznijo po izgubi moči. Poleg tega se pojavljajo alarmantni podatki glede sposobnosti črpanja v

prihodnjih letih. Exxon mobil (Exxon mobil, 2004) podaja na primer podatek, da je sicer surovin dovolj za kritje potreb do leta 2020 (ocenjujejo, da bo do takrat 60 % vseh energentov še vedno predstavljala nafta in naravni plin), opozarja pa, da bo zaradi nezadostnih investicij prišlo do velikega primanjkljaja. Za leto 2030 napovedujejo, da bo še vedno 85 % vozil uporabljalo fosilna tekoča goriva za pogon, kar je daleč najbolj pesimistična ocena. Bioetanol izključujejo iz smiselnih energentov zaradi ogromnih področij, ki bi jih morali posaditi s surovinami (za 100 % tržni delež v ZDA bi morali posaditi 33 % ozemlja te države s koruzo). Navaja, da je uvedba gorivnih celic v komercialne namene možna šele leta 2020.

R. Yagnik (Yagnik, 2005) navaja, da sta realna alternativa tekočim fosilnim gorivom zgolj vodik in elektrika, ko gre za uporabo v segmentu vozil. Vodik se lahko uporablja v motorjih z notranjim zgorevanjem ali pa gorivnimi celicami, električna energija pa je sredstvo za pogon vozil, gnanih z elektromotorji (predvsem AC). Težavo predstavljajo tehnologije, ki so zaenkrat primerne zgolj za aplikacije pri osebnih avtomobilih, in še to v urbanih naseljih (regenerativno zaviranje, preko katerega polnimo baterije in brez porabe, ko avto stoji). Ista študija navaja tudi potencialne prihranke pri uvajanju naravnega plina kot pogonskega goriva pri motorjih z notranjim zgorevanjem. Študija je indijska in na primeru javnega transporta v New Delphiju ugotavlja, da bi lahko na stroških prihranili okrog 40 % (vir pa navaja, da naravni plin ni energent, na katerega velja staviti). Naravni plin ima glede na to študijo tudi velike prednosti z vidika emisij vseh onesnaževalnih spojin. Omejitev je infrastruktura, zato je zaenkrat uporaba smiselna zgolj v urbanih naseljih.

Nicola Pochettino (Pochettino, 2005) govori o trendih v prihodnosti z vidika različnih energentov in napoveduje prevlado energentov na podlagi fosilnih goriv (glej sl. 29). Poleg tega napoveduje tudi problematiko, povezano s povpraševanjem po lahkih fosilnih naftah, ki bodo pričele primanjkovati. To problematiko napovedujejo tudi nekateri drugi viri.

Slika 29: Napoved porabe energentov (Mtoe)



Vir: Pochettino, 2005

Vsi viri, ki so bili obdelani v tem segmentu naloge, kažejo na eno neizpodbitno dejstvo. Države se zavedajo problematike, povezane s fosilnimi gorivi (nafto na prvem mestu), ker se svetovne rezerve izrabljajo. Zato skušajo reagirati s stimulacijo novih tehnologij kot so

naravni plin, vodik, bioetanol in podobne. Predvsem je ta pojav značilen za razvite države, kot so ZDA, EU in Japonska. Če bo povpraševanje večje od ponudbe (veliko napovedi govori tako), se pričakuje, da bo cena poskočila, po najbolj pesimističnih ocenah tudi preko 100 US\$ za sodček. To pa zna še bolj pohniti uvedbo alternativnih virov energije, česar se tudi države proizvajalke nafte močno zavedajo.

DODATEK C: Opis izdelanih elementov v programskem paketu Extend

Kazalo vsebine

1	SPLOŠNO.....	1
2	IZDELANI ELEMENTI.....	1
2.1	TRENDI.....	1
2.1.1	PRIPRAVA PODATKOV ZA TRENDE	2
2.1.2	ELEMENTI ZA SIMULACIJO TRENDOV	2
2.2	ELEMENTI ZA DELITEV STRUKTURE NA DELEŽE.....	5
2.2.1	Delitev na konstantne deleže.....	5
2.2.2	Delitev na variabilnost deležev, znotraj območja materiala	6
2.2.3	Delitev na izhodiščne deleže in dopolnitev s trendi.....	7
2.3	VREDNOTENJE	8

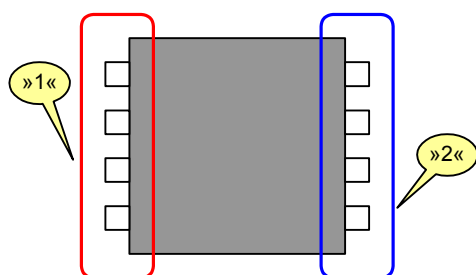
Kazalo slik

Slika 1: Splošni element v Extendu	1
Slika 2: Postopek generiranja in prenosa podatkov v Extend.....	2
Slika 3: Prikaz generiranja trenda v Extendu.....	3
Slika 4: Struktura elementa DKFP.....	3
Slika 5: Struktura elementa DKVP	4
Slika 6: Struktura elementa delitve na konstantne deleže.....	5
Slika 7: Struktura elementa delitve na variabilne deleže	6
Slika 8: Struktura elementa delitve na izhodiščne deleže in dopolnitve s trendi.....	7
Slika 9: Struktura elementa delitve na izhodiščne deleže in dopolnitve s trendi.....	8

1 SPLOŠNO

Podatke za simulacijo lahko pridobimo na zelo različne načine. Najenostavnejši je nabava kupljenih analiz. Ko smo podatke pridobili, jih moramo pripraviti v primerno obliko za izvedbo simulacije. To izvedemo preko Microsoft Excela, kjer se v končni fazi izpolni posebna tabela, ki definira trend in omogoča enostaven prenos podatkov v elemente Extenda, ki v simulaciji trende opredeljujejo. Vse veličine so časovno odvisne, pri čemer je čas opredeljen s korakom simulacije (treba je določiti, kako območje 40.000 korakov razdeliti na časovna obdobja – v primeru simulacije so to tromesečja).

Slika 1: Splošni element v Extendu



Vir: Lastno delo

Vsak element v Extendu ima v osnovi lahko enega ali več vhodov (točka 1 na sliki 1) in enega ali več izhodov (točka 2 na sliki 1). Lahko so še dodatni vhodi ali izhodi, ki služijo za različne namene, vendar v taki vrsti simulacije, kot je Monte Carlo, niso v uporabi. V programskem paketu poznamo dve vrsti vhodov in izhodov, in sicer tiste, ki upravljajo z veličinami (Monte Carlo simulacija je take vrste), in tiste, ki upravljajo s predmeti. Če je element izdelan kot »hierarchical block«, ima v ozadju skrito strukturo osnovnih elementov, ki je dosegljiva z dvoklikom na ta element. Osnovni elementi nastopajo v obliki ikon. Vsaka ikona ima strukturo, ki se odpre z dvoklikom na element.

2 IZDELANI ELEMENTI

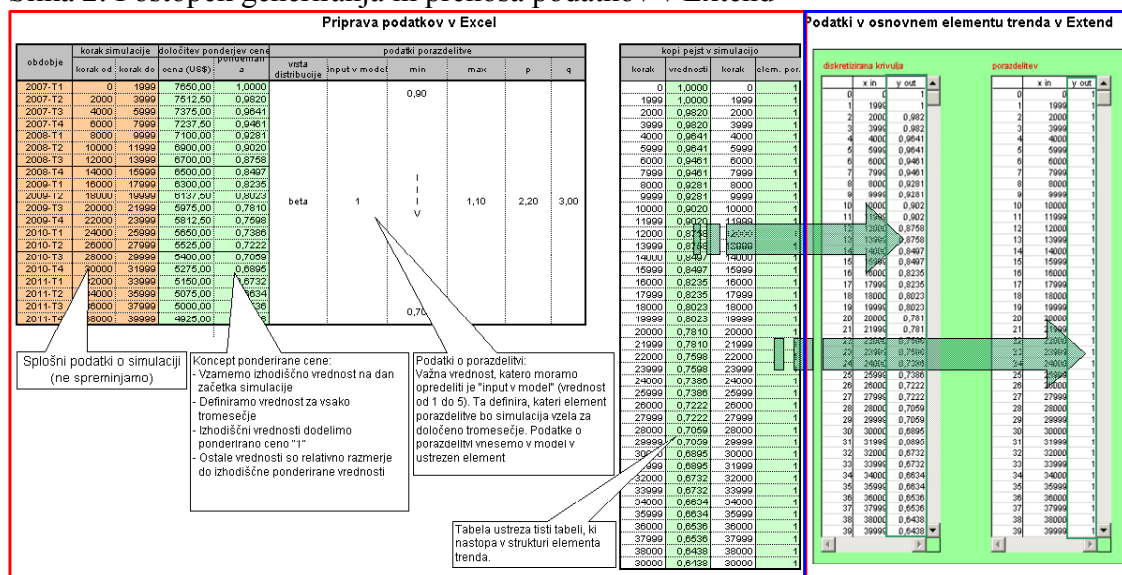
2.1 TRENDI

Pri vsakem od izdelanih elementov za opredeljevanje trenda v Extendu je v točkah, kjer so ti elementi v nadaljevanju predstavljeni, prikazano preko ikone, za katere strateške surovine oziroma krivulje učenja velja. Ikonam sledi prikaz strukture in opis delovanja in rezultatov.

2.1.1 PRIPRAVA PODATKOV ZA TREND

Osnova je tabela, ki je na sliki 2 prikazana na skrajni levi strani in je del Excelove datoteke, kjer pripravljamo podatke za trende. Srednja tabela se generira samodejno, skrajno desno tabelo pa dobimo tako, da polja iz srednje tabele v Excelu kopiramo in podatke prilepimo v tabele v izdelanih osnovnih elementih Extenda, ki definirajo trend.

Slika 2: Postopek generiranja in prenosa podatkov v Extend



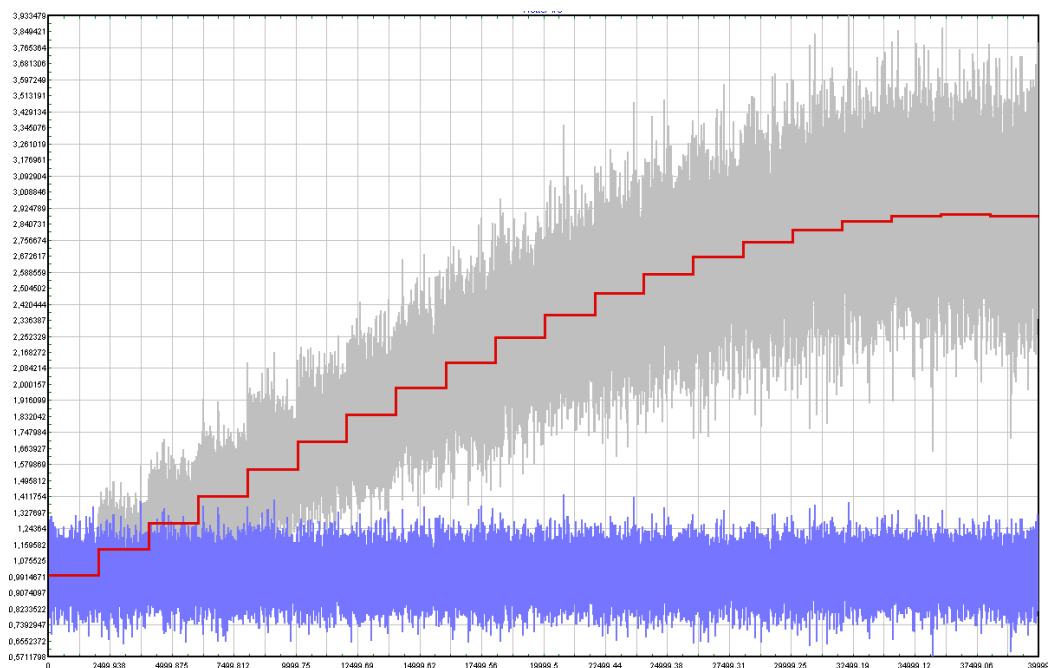
Vir: Lastno delo

2.1.2 ELEMENTI ZA SIMULACIJO TREND

Ti elementi služijo za izdelavo različnih vrst trendov. Podatke, ki jih pridobimo na podlagi analiz, moramo predhodno vnesti v posebej pripravljeno Excelovo datoteko, ki olajša delo pri izpolnjevanju tabel (glej točko 2.1.1).

Slika 3 na strani 3 prikazuje izgled enega od trendov. Na horizontalni osi je korak simulacije (2.000 korakov je eno tromesečje), na vertikalni osi pa vrednost, ki pove, koliko se bo relativno, glede na izhodiščno vrednost, spremenila trenutna vrednost v določenem tromesečju. Izhajamo iz diskretizirane krivulje trenda (rdeča barva) in verjetnostne porazdelitve (modra barva), ki ima v primeru normalne porazdelitve praviloma izhodiščno povprečno vrednost 1 in določeno standardno deviacijo. Podatek, ki ga element posreduje v simulacijo, je prikazan v sivi barvi in predstavlja zmnožek med »rdečo« in »modro« krivuljo.

Slika 3: Prikaz generiranja trenda v Extendu



Vir: Lastno delo

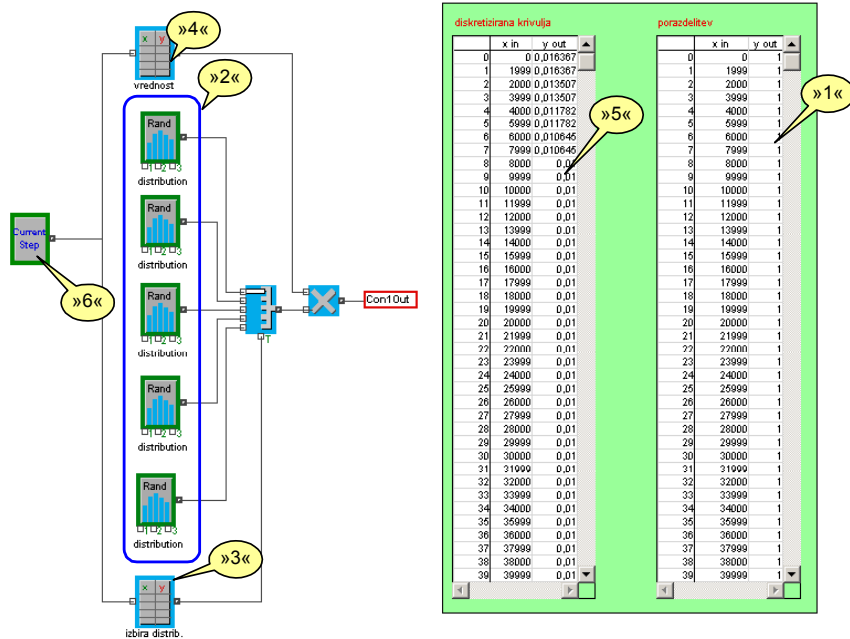
V uporabi sta dve obliki trenda, ki sta opisani v nadaljevanju.

2.1.2.1 Diskretizirana krivulja, fiksne porazdelitve znotraj kvartalov (DKFP)

Ikone



Slika 4: Struktura elementa DKFP



Vir: Lasten vir

Delovanje in rezultati

V element je mogoče vnesti do 5 različnih verjetnostnih porazdelitev (glej točko 2 na sliki 4). Te porazdelitve so lahko zvezne ali pa diskretne. Od katerega začetnega do katerega končnega koraka simulacije porazdelitev velja, prikazuje točka »1«, korak pa se med simulacijo bere iz elementa pod točko »6«. Gre dejansko za vnosna polja, ki so definirana v elementu pod točko »3« (z dvoklikom na ikono se prikaže tabela). Pod točko »4« je prikazan element, ki opredeljuje t. i. »ponderirano vrednost«. Točka »5« prikazuje tabelo, ki se skriva v tem elementu in je dosegljiva z dvoklikom.

Za razumevanje delovanja elementa je potrebno prikazati, kako pride do vrednosti, ki jo le-ta posreduje v simulacijo (preko izhoda »Con1Out«). Vzemimo primer, da je vrednost v nekem koraku simulacije pod točko »1« enaka 3. To pomeni, da bo izbrana tretja verjetnostna porazdelitev elementa. Predpostavimo, da je v njej definirana normalna porazdelitev s povprečno vrednostjo 1 in standardno deviacijo 0,1. Nadalje predpostavimo, da je za isti korak simulacije predvidena vrednost »ponderirane vrednosti« (točka »5«) enaka 1,5. Rezultat dobimo tako, da množimo vrednost »ponderirane vrednosti« z vrednostjo, ki jo naključno izbere simulacija in ustreza definirani verjetnostni porazdelitvi. V našem primeru bi bilo recimo $1,5 \cdot 1,05 = 1,575$. To se zgodi v vsakem koraku simulacije.

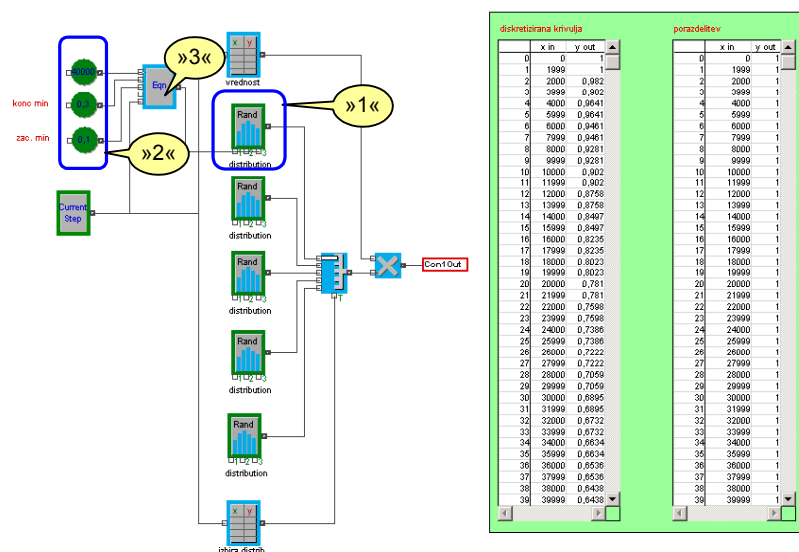
Najbolj plastično predstavo nudi trend za aluminij v svoji tabelarični in grafični obliki v prilogi A (glej tabelo 3 in sliko 3).

2.1.2.2 Diskretizirana krivulja variabilne porazdelitve znotraj kvartalov (DKVP)

Ikone



Slika 5: Struktura elementa DKVP



Vir: Lasten vir

Delovanje in rezultati

Element se uporablja za delitev veličin iz kalkulacije na deleže (to funkcijo imajo vsi elementi, ki so vizualno enaki, kot je ta, in so opisani v nadaljevanju). Prikaz strukture elementa je razviden iz slike 6. Osnovna zamisel je, da neko veličino iz kalkulacije (vstopa v element preko točke »3«) razdelimo na komponente (točka »2«). To storimo z vpisom vrednosti v konstante (6 konstant, torej 6 možnih komponent veličine). Vsota je 100 %, vnašamo pa številke od 0 do 100 (točka »1«).

Ta element je primeren za uporabo le v primeru, ko razgrajuje komponento, ki je cenovno zanemarljiva, ali pa elementi komponente nihajo relativno malo. Če imamo na primer bakreno žico, kjer je strateške surovine 80 % v nabavni ceni, in vemo, da baker močno niha, potem je uporaba tega elementa popolnoma napačna, ker bi kljub velikemu nihanju cene bakra na trgu predvideval, da je delež bakra v nabavni ceni konstanten, kar pa ni res. Zato je potrebno uporabiti enega od elementov, opisanega v nadaljevanju.

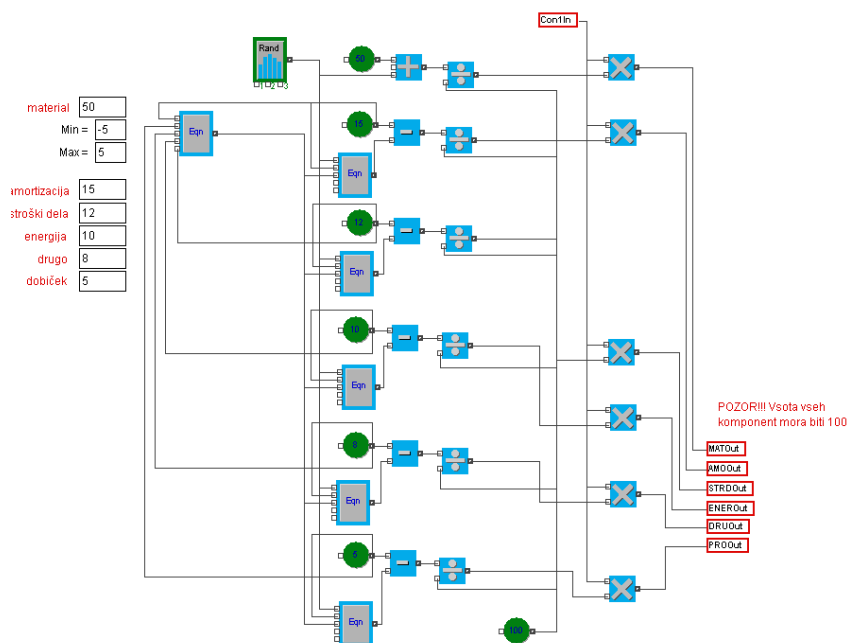
V primeru Monte Carlo simulacije so komponente, na katere delimo vstopno veličino, že definirane. Praktično vedno delimo nabavno ceno nekega sestava ali pa sestavnega dela, zato so komponente material, amortizacija, stroški dela, dobiček, energija in ostalo. Če se izkaže potreba po delitvi na druge veličine, to lahko storimo.

2.2.2 Delitev na variabilnost deležev, znotraj območja materiala

Ikona



Slika 7: Struktura elementa delitve na variabilne deleže



Vir: Lasten vir

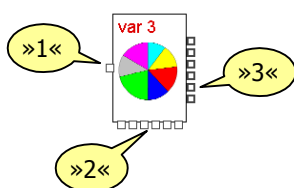
Delovanje in rezultati

Podobno kot pri predhodno opisanem elementu se tudi pri tem vnese neko izhodiščno delitev strukture vstopne veličine na komponente. Ta element se obnaša z vidika materiala variabilno, kar pomeni, da vnesemo izhodiščni delež in območje, v katerem naj se le-ta giblje (preko min-max porazdelitve). Ostali deleži se proporcionalno med sabo spreminjajo, glede na izhodiščne deleže in skupno vsoto, ki je opredeljena kot razlika med 100 % in trenutno vrednostjo deleža materiala.

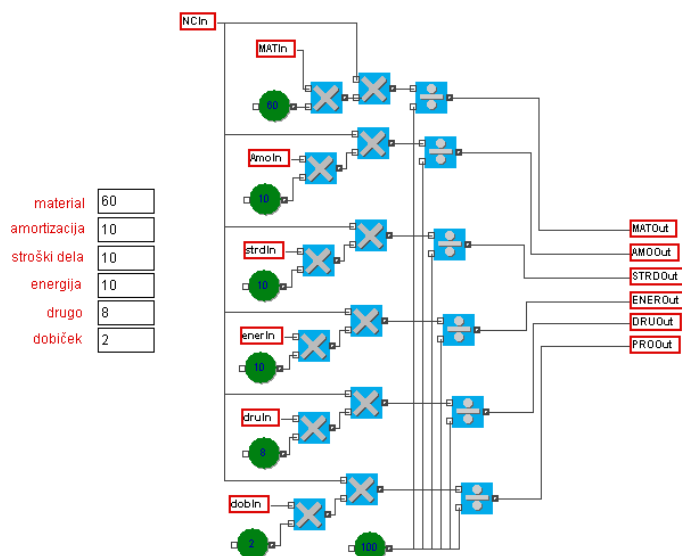
Ta element vnaša nekaj variabilnosti v simulacijo, vendar še vedno ni optimalen. Res je, da je glavna komponenta, ki se spreminja v praksi, prav material. Vendar element ne upošteva korelacije med trendom, ki ga ima material, in deležem v nabavni ceni (v simulaciji se lahko zgodi primer, da le-ta izbere delež 5 % pod izhodiščnim, v istem koraku pa upošteva vrednost materiala 10 % nad izhodiščno). Tudi ta element je, podobno kot predhodni, primeren za manj variabilne komponente.

2.2.3 Delitev na izhodiščne deleže in dopolnitev s trendi

Ikona



Slika 8: Struktura elementa delitve na izhodiščne deleže in dopolnitve s trendi



Vir: Lasten vir

Delovanje in rezultati

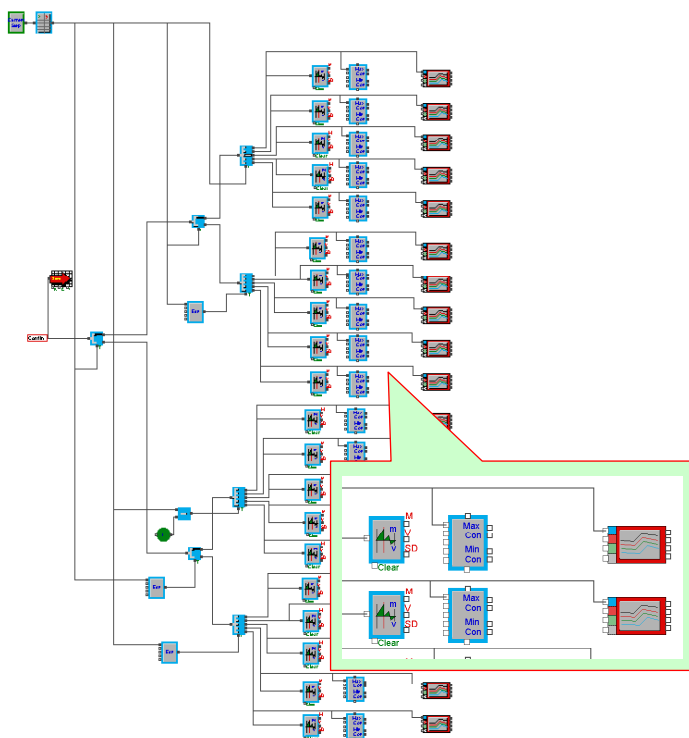
Ta element je najnatančnejši z vidika razdelitve vhodne komponente na deleže. Zato se uporablja predvsem tam, kjer imamo veliko variabilnost trendov in ko imamo opravka z dragimi komponentami. V element vstopa nabavna cena (točka »1«) in do 6 različnih trendov (točka »2«). Preko algoritma se nabavna cena dekomponira in nadgradi s trendi. Izhod predstavlja točka »3«. Sam algoritem zahteva, da opredelimo, kakšni so deleži posameznih elementov nabavne cene ob začetku simulacije. Na podlagi le-teh se cena razgradi in pomnoži z vrednostmi, ki prihajajo iz trendov. Kjer na vhodu na strani trendov le-teh nimamo definiranih, moramo v element povezati (pripeljati) konstantno vrednost 1. Delovanje elementa je zelo preprosto in ne potrebuje obsežne razlage. Vzemimo, da je nabavna cena 100 enot in delež materiala 60 %. Izhodiščna vrednost materiala bo tako 60 enot. Ta vrednost se skozi simulacijo spreminja (množi) z vrednostmi, ki so posredovane s strani elementa, ki opredeljuje trend. V prvem tromesečju je vrednost za trend 1, tako da so stroški materiala kar enaki 60 enot. V nadaljevanju pa imamo, recimo, vrednost 2, kar pomeni, da bodo stroški materiala enaki 120 enot. Enako se obnašajo ostale komponente nabavne cene.

2.3 VREDNOTENJE

Ikona



Slika 9: Struktura elementa delitve na izhodiščne deleže in dopolnitve s trendi



Vir: Lasten vir

Delovanje in rezultati

Vhodni podatek, ki pride v ta element v določenem koraku simulacije, mora biti posredovan tisti veji, ki opredeljuje podatke za neko tromesečje (recimo 3. tromesečje 2007 predstavljajo koraki od 6.000 do 7.999). Za vsako tromesečje imamo tako 2.000 podatkov, ki so preko elementov v povečanem pravokotniku na sliki 9 vrednoteni (povprečna vrednost, standardna deviacija, minimalna vrednost ...).

Ta element je bil izdelan že na samem začetku snovanja simulacije. Izkazalo se je, da je veliko bolj uporabna metoda, da vseh 40.000 podatkov simulacije izvozimo v zunanjo datoteko in nato obdelamo v Microsoft Excelu (programiranje procedur v Visual Basicu). Razvoj tega elementa ni bil zaman, saj je v fazah »gradnje« simulacije in preverjanja rezultatov omogočal hitro odkrivanje anomalij.

DODATEK D: Rezultati Monte Carlo simulacije

Vse slike in tabele so lasten vir.

Kazalo slik

Slika 1: Grafična oblika skupnih rezultatov simulacije v Extend-u	1
Slika 2: Skupni rezultati simulacije v grafični obliki na podlagi obdelanih podatkov	2
Slika 3: Simul. z variab. trendov kriv. učenja in variab. trendov strat. surovin in ostalega	2
Slika 4: Grafična oblika skupnih rezultatov simulacije (obdelani podatki).....	3
Slika 5: Grafična oblika rezultatov kumulativnega učinka krivulj učenja v Extend-u	4
Slika 6: Simul. z variab. tr. kriv. učenja in »zamrznjenim« učinkom tr. strat. surovin	5
Slika 7: Grafična oblika rezultatov kumulat. učinka krivulj učenja (obdelani podatki).....	6
Slika 8: Graf. oblika rezult. kumulat. učinka trendov strat. surovin in ostalega v Extend-u	7
Slika 9: Simul. z variab. tr., strat. surovin in ostalega in »zamrzn.« učinkom tr. kriv. uč.....	8
Slika 10: Graf. obl. rezult. kumulat. učinka trendov strat. surovin in ostalega (obd. podatki).....	9
Slika 11: Grafični prikaz podatkov iz tabele 4 (eur/kos)	10

Kazalo tabel

Tabela 1: Tabelarična oblika skupnih rezultatov simulacije (obdelani podatki)	2
Tabela 2: Tabelarična oblika rezultatov kumulativnega učinka krivulj učenja (obd. podatki)	5
Tabela 3: Tabel. oblika rezultatov kumulat. učinka trendov strat. surovin (obd. podatki).....	8
Tabela 4: Tabelarični podatki za simulacijo z upoštevanjem zgolj enega trenda (eur/kos)	10
Tabela 5: Primerjava učinka posameznega trenda na spremembo stroškov izdelka	10

Slika 1: Grafična oblika skupnih rezultatov simulacije v Extend-u

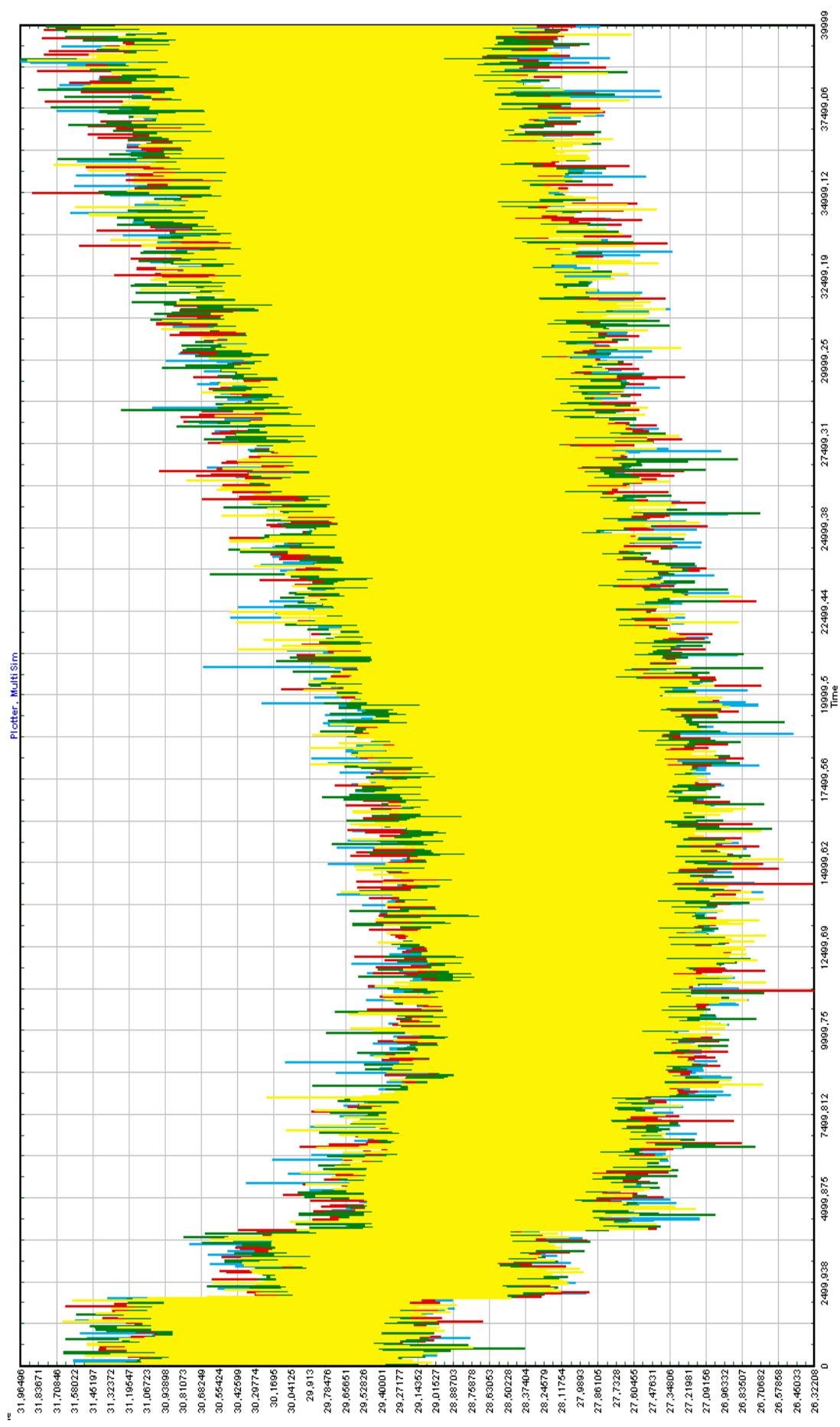
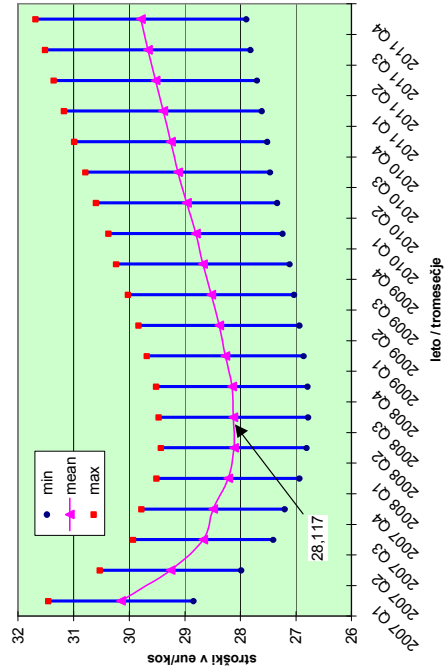


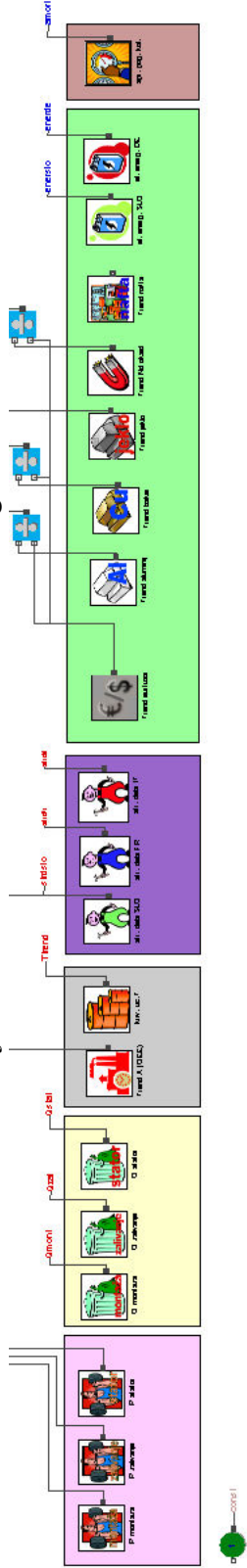
Tabela 1: TABELARIČNA OBLIKA SKUPNIH REZULTATOV SIMULACIJE (OBDELANI PODATKI)

	2007 Q1	2007 Q2	2007 Q3	2007 Q4	2008 Q1	2008 Q2	2008 Q3	2008 Q4	2009 Q1	2009 Q2	2009 Q3	2009 Q4	2010 Q1	2010 Q2
porazdelitev	beta	beta	beta	beta	beta	beta	beta	beta	beta	beta	beta	beta	beta	beta
min	25,1893	26,7123	22,8457	24,8939	25,3209	24,9074	25,5209	26,3371	25,7813	23,0518	22,3669	24,9209	24,4437	23,4485
max	36,2812	32,0595	33,9972	32,6895	31,1611	31,9091	30,6575	29,7735	30,8179	33,1759	34,0772	31,8293	33,2268	34,8857
p	71,3483	18,3661	91,0443	37,353	22,5267	28,7354	16,1082	6,79056	13,6835	57,2193	71,9811	23,1933	34,5675	52,8619
q	88,225	20,2459	83,2753	43,5906	22,8329	33,9517	15,6588	6,04674	14,0102	51,4396	64,8762	19,493	35,0547	56,6918
porazdelitev	normalna	normalna	normalna	normalna	normalna	normalna	normalna	normalna	normalna	normalna	normalna	normalna	normalna	normalna
mean	30,1487	29,2557	28,6699	28,4914	28,2213	28,117	28,1255	28,153	28,2699	28,3831	28,526	28,6745	28,8045	28,9672
stdev	0,435181	0,424267	0,420661	0,429281	0,428837	0,437128	0,448593	0,454817	0,470066	0,482684	0,497975	0,520611	0,522329	0,543511

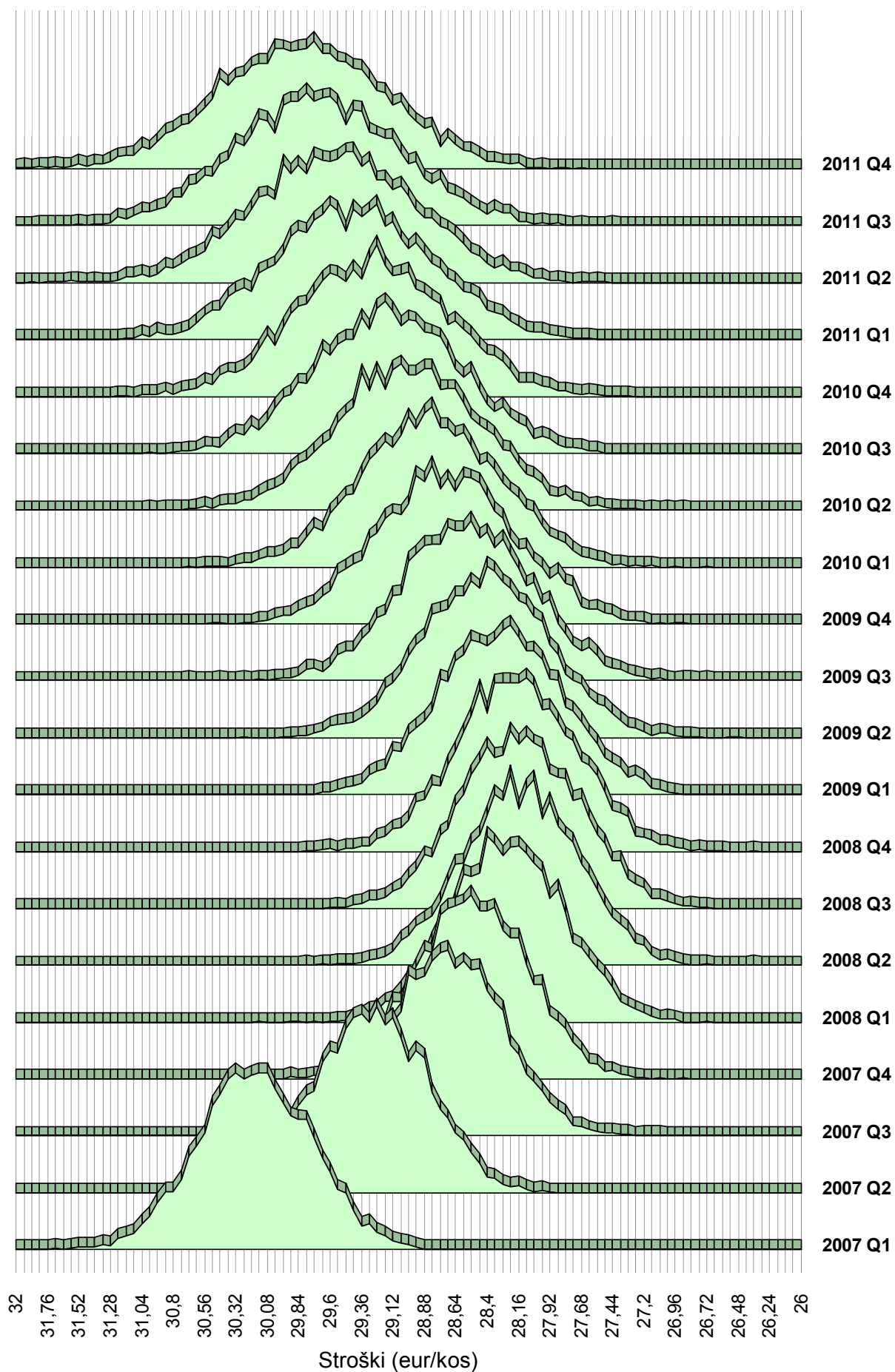
Slika 2: Skupni rezultati simulacije v grafični obliki na podlagi obdelanih podatkov



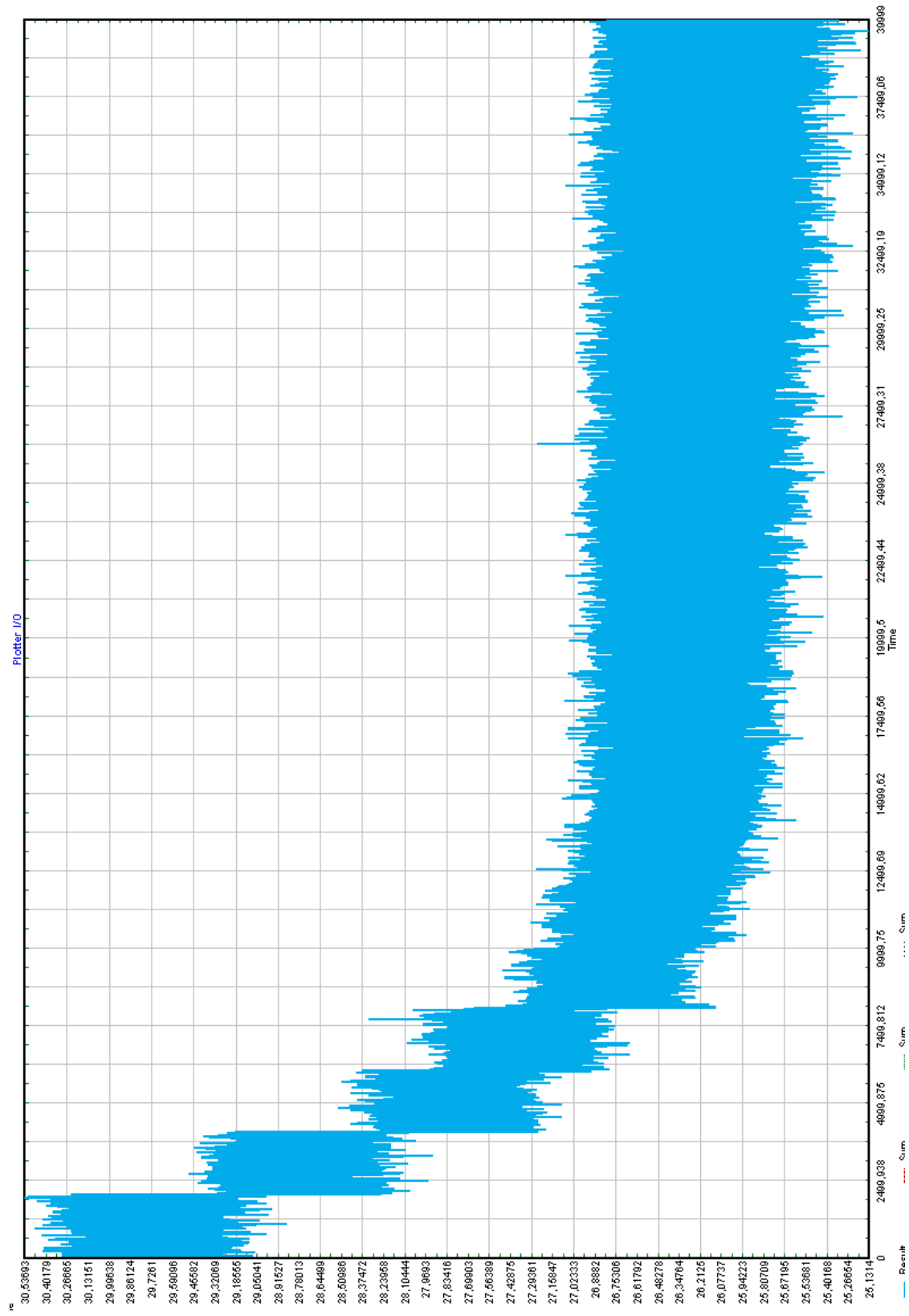
Slika 3: Simul. z variab. trendov kriv. učenja in variab. trendov strat. surovin in ostalega



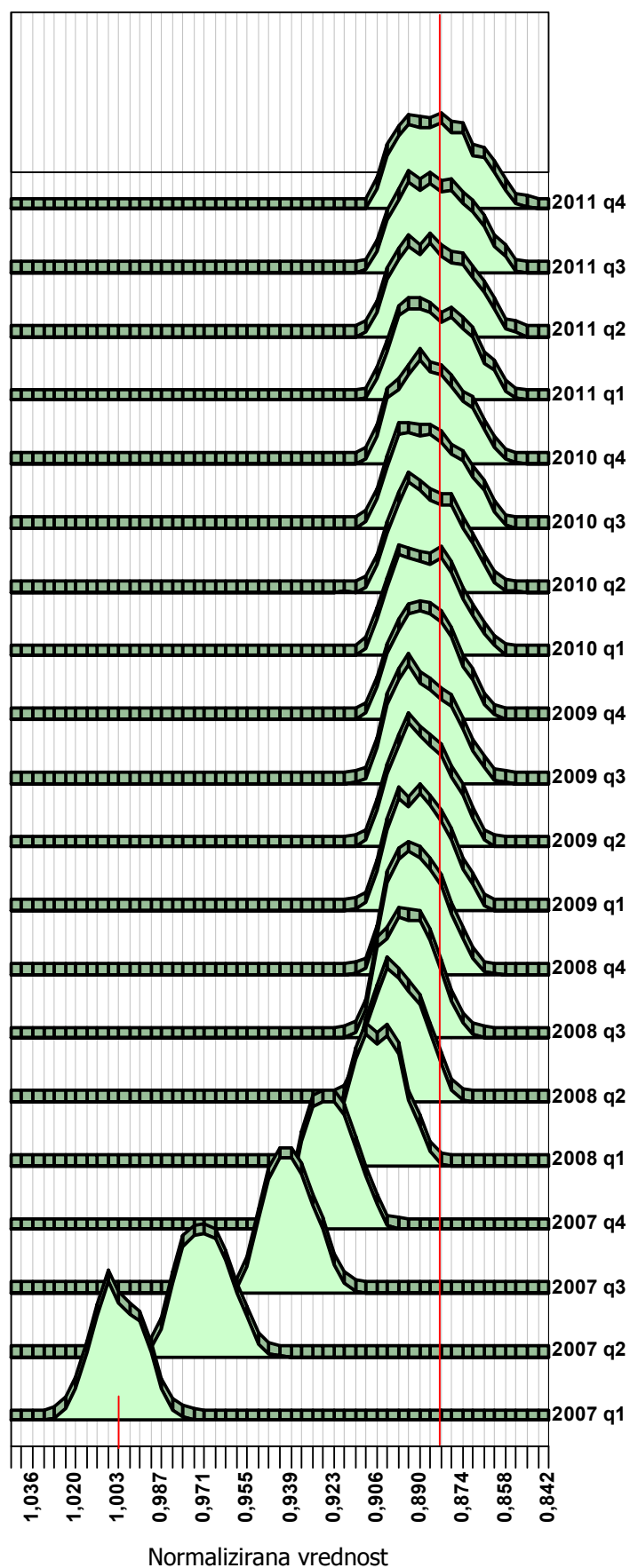
Slika 4: Grafična oblika skupnih rezultatov simulacije (obdelani podatki)



Slika 5: Grafična oblika rezultatov kumulativnega učinka krivulj učenja v Extend-u



Slika 7: Grafična oblika rezultatov kumulat. učinka krivulj učenja (obdelani podatki)



Slika 8: Graf. oblika rezult. kumulat. učinka trendov strat. surovin in ostalega v Extend-u

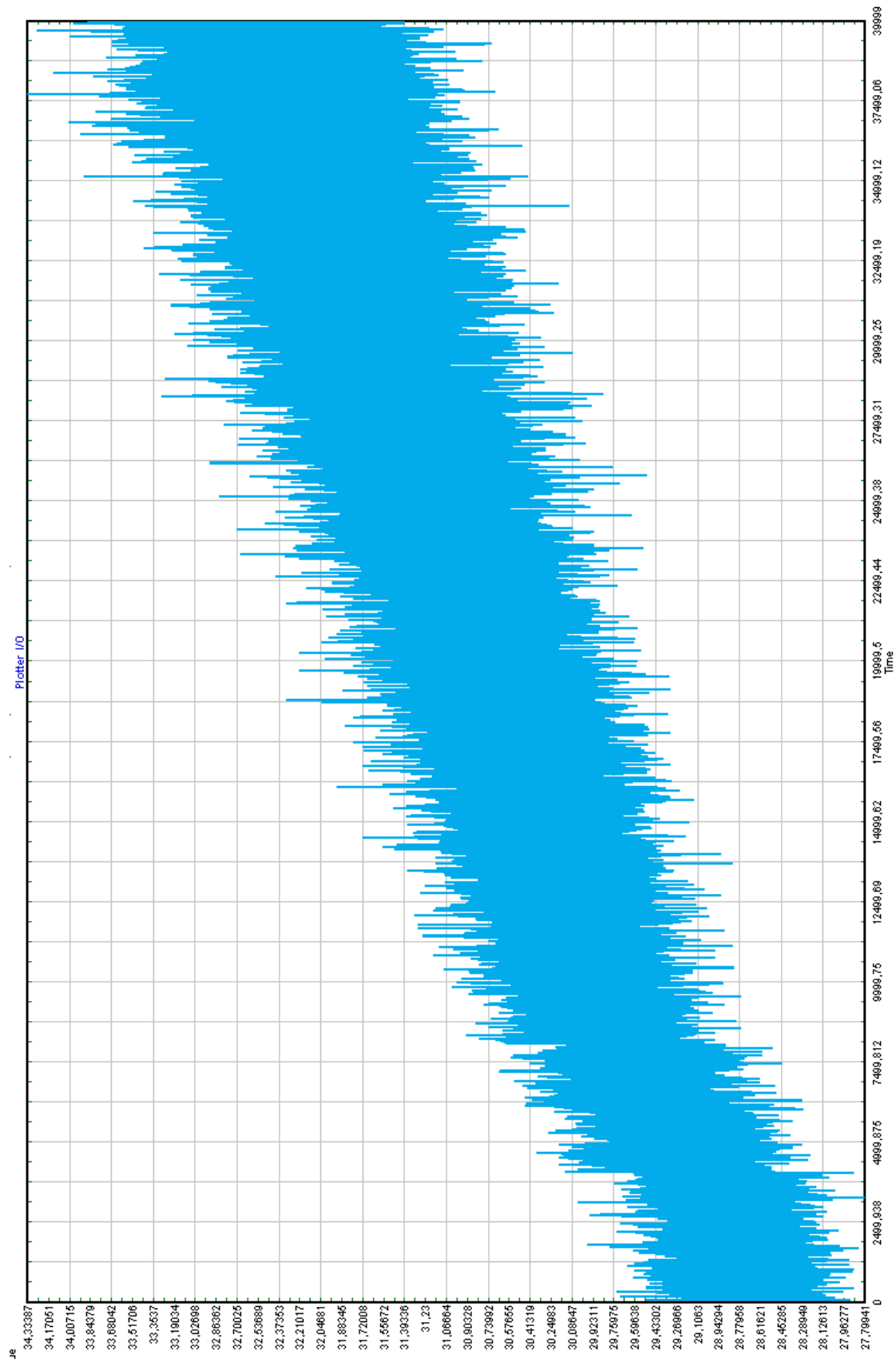
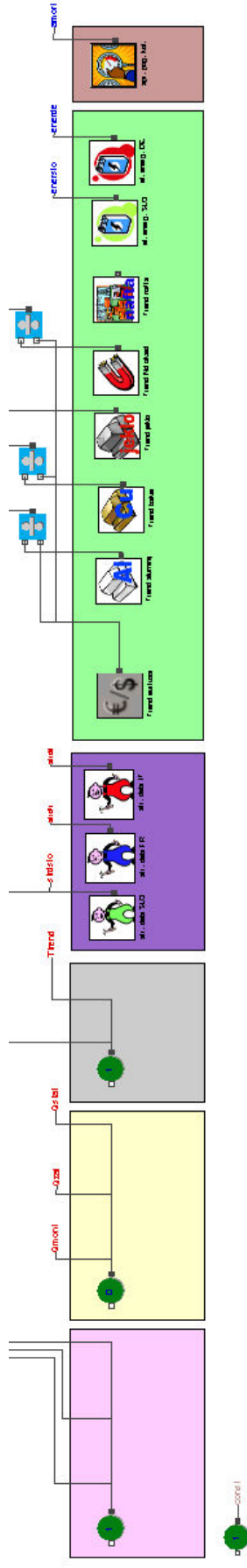


Tabela 3: Tabel. oblika rezultatov kumulat. učinka trendov strat. surovin (obd. podatki)

	2007 q1	2007 q2	2007 q3	2007 q4	2008 q1	2008 q2	2008 q3	2008 q4	2009 q1	2009 q2	2009 q3	2009 q4	2010 q1	2010 q2	2010 q3	2010 q4
porazdelitev	normalna	normalna	normalna	normalna	normalna	normalna	normalna	normalna	normalna	normalna	normalna	normalna	normalna	normalna	normalna	normalna
mean	28,7647	28,8597	29,2642	29,5417	29,8723	30,0225	30,1624	30,3363	30,4732	30,6219	30,8286	30,9809	31,1548	31,3585	31,5598	31,7305
stdev	0,3143	0,3189	0,3339	0,3481	0,3505	0,3164	0,3796	0,3947	0,3966	0,4042	0,4155	0,4294	0,4354	0,4557	0,4739	0,4795

Slika 9: Simul. z variab. tr.. strat. surovin in ostalega in »zamrzn.« učinkom tr. kriv. uč.



Slika 10: Graf. obl. rezult. kumulat. učinka trendov strat. surovin in ostalega (obd. podatki)

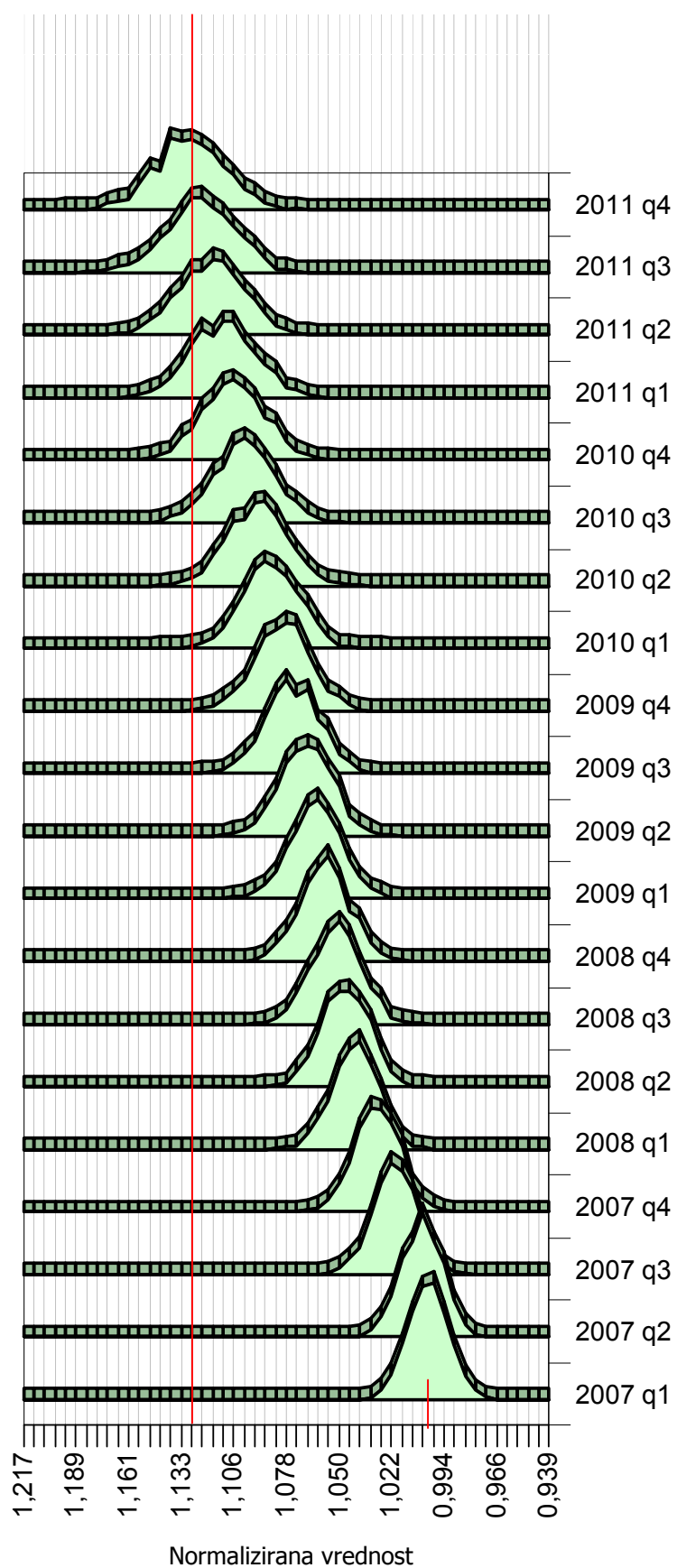


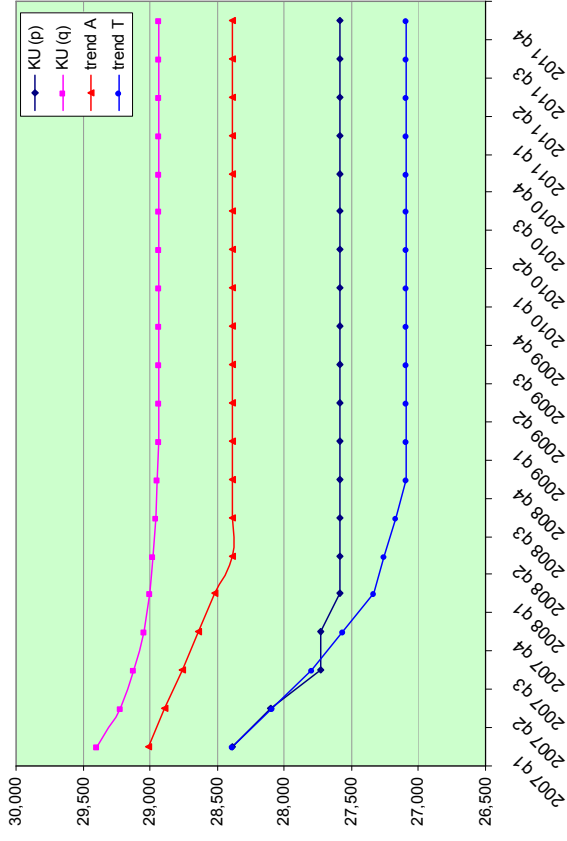
Tabela 4: Tabelarični podatki za simulacijo z upoštevanjem zgolj enega trenda (eur/kos)

	2007 q1	2007 q2	2007 q3	2007 q4	2008 q1	2008 q2	2008 q3	2008 q4	2009 q1	2009 q2	2009 q3	2009 q4	2010 q1	2010 q2	2010 q3	2010 q4	2011 q1	2011 q2	2011 q3	2011 q4
KU (p)	28,392	28,099	27,730	27,730	27,590	27,590	27,590	27,590	27,590	27,590	27,590	27,590	27,590	27,590	27,590	27,590	27,590	27,590	27,590	27,590
KU (q)	29,394	29,221	29,117	29,047	29,000	28,975	28,953	28,945	28,941	28,937	28,937	28,937	28,937	28,937	28,937	28,937	28,937	28,937	28,937	28,937
trend A	29,010	28,887	28,763	28,639	28,515	28,392	28,392	28,392	28,392	28,392	28,392	28,392	28,392	28,392	28,392	28,392	28,392	28,392	28,392	28,392
trend T	28,392	28,094	27,797	27,564	27,330	27,253	27,174	27,097	27,097	27,097	27,097	27,097	27,097	27,097	27,097	27,097	27,097	27,097	27,097	27,097

Tabela 5: Primerjava učinka posameznega trenda na spremembo stroškov izdelka

	2007 q1	2011 q4	spr. (eur/kos)	spr. (%)	inkrement (eur/kos)
KU (p)	28,392	27,590	0,802	97,2%	0,000
KU (q)	29,394	28,937	0,457	98,4%	1,002
trend A	29,010	28,392	0,619	97,9%	0,619
trend T	28,392	27,097	1,295	95,4%	0,000

Slika 11: Grafični prikaz podatkov iz tabele 4 (eur/kos)



DODATEK E: Izgled Monte Carlo simulacije

