

Perica Vojinić, mag.

Asistentica
Odjel za ekonomiju i poslovnu ekonomiju
Sveučilište u Dubrovniku
E-mail: perica.vojinic@unidu.hr

TEORIJE IZBORA U UVJETIMA NEIZVJESNOSTI

UDK / UDC: 330.131.7

JEL klasifikacija / JEL classification: D81

Pregledni rad / Review

Primljeno / Received: 14. lipnja 2010. / June 14, 2010

Prihvaćeno za tisak / Accepted for publishing: 29. studenog 2010. / November 29, 2010

Sažetak

Tradicionalna ekonomska analiza izbora u uvjetima neizvjesnosti zasniva se na teoriji očekivane korisnosti, iako mnoga istraživanja ukazuju na činjenicu da ponašanje pojedinaca u uvjetima neizvjesnosti nije u skladu s temeljnim načelima konvencionalne teorije. Te spoznaje su dovele do razvoja sve većeg broja alternativnih teorija i modela koji su nastali kao kritika konvencionalnoj teoriji. Cilj je ovog rada dati uvid u konvencionalnu teoriju očekivane korisnosti te pružiti kritički osvrt na određene relevantne alternativne teorije izbora u uvjetima neizvjesnosti.

Ključne riječi: izbor u uvjetima neizvjesnosti, funkcija korisnosti, funkcija vrijednosti, krivulje indiferencije, stav prema riziku

1. UVOD

Temeljno polazište tradicionalne ekonomske analize izbora u uvjetima neizvjesnosti jest teorija očekivane korisnosti. Ovu teoriju su, u suvremenom obliku, razvili Neumann i Morgenstern (1947.) i ustvrdili kako će pojedinac, čije preferencije zadovoljavaju određene aksiome, u uvjetima neizvjesnosti birati između alternativa na način da maksimizira očekivanu korisnost koja je sjedinjena s mogućim rezultatima njegova izbora. Stav prema riziku pojedinca, unutar teorije očekivane korisnosti, determiniran je oblikom funkcije korisnosti za koju se pretpostavlja da predstavlja njegov izbor. Funkcija korisnosti je konkavna za pojedinca koji je nesklon riziku, konveksna za pojedinca sklon riziku, dok kod pojedinca indiferentna prema riziku ima oblik pravca.

Od 1950-ih godina psiholozi i ekonomisti, na temelju velikog broja istraživanja, dolaze do spoznaja kako se pojedinci nužno ne ponašaju u skladu s temeljnim načelima teorije očekivane korisnosti. To je dovelo do razvoja sve

većeg broja alternativnih teorija i modela koji su nastali kao kritika teoriji očekivane korisnosti. Međutim, iako ekonomska teorija i praksa sugeriraju da se pojedinci u uvjetima neizvjesnosti ne ponašaju u skladu s temeljnim načelima konvencionalne teorije, ne postoji nova jedinstvena i općeprihvaćena teorija koja bi bila kompatibilna sa svim dosadašnjim saznanjima o izboru pojedinca u uvjetima neizvjesnosti.

U nastavku ovoga rada izložit će se prethodno izložena problematika, tj. pregled relevantnih teorija izbora u uvjetima neizvjesnosti. Prvo se pregledno prikazuje konvencionalna teorija očekivane korisnosti s posebnim osvrtom na aksiom nezavisnosti jer se u nastavku predstavlja veliki broj dokaza koji ukazuju kako stvarno ponašanje pojedinaca nije u skladu s tim aksiomom. Kao odgovor na kršenje aksioma nezavisnosti nastale su Machinina generalizirana analiza očekivane korisnosti i Chew-MacCrimmonova teorija. Najprihvaćenija alternativa teoriji očekivane korisnosti jest teorija očekivanog izbora. Prema ovoj teoriji gubitak ima veću vrijednost u apsolutnoj mjeri od dobitka iste vrijednosti pa u domeni gubitaka donositelj odluke teži preuzimanju rizika, dok u domeni dobitaka teži izbjegavanju rizika. Posljednja teorija izbora u uvjetima neizvjesnosti koja se predstavlja u ovom radu jest teorija žaljenja. U završnom dijelu rada, zaključku, iznose se ocjene izloženih teorija te se daju preporuke za daljnja istraživanja.

2. TEORIJA OČEKIVANE KORISNOSTI

Teoriju očekivane korisnosti su, u suvremenom obliku, razvili Neumann i Morgenstern (1947.) i ustvrdili kako će pojedinac, čije preferencije zadovoljavaju određene aksiome (redoslijed alternativa, kontinuitet i invarijantnost), u uvjetima neizvjesnosti birati između alternativa tako da maksimizira očekivanu korisnost koja je sjedinjena s mogućim rezultatima njegova izbora.

Prema ovoj teoriji, preferencije pojedinca definiraju se kroz skup svih mogućih alternativa. Taj se skup uzima kao mješoviti skup, a to se može objasniti na sljedeći način. Neka su q i r bilo koje dvije moguće alternative koje pripadaju skupu mogućih alternativa. p je vjerojatnost koja poprira vrijednosti između 0 i 1. Sada je moguće odrediti treću alternativu sačinjenu od q s vjerojatnošću p i od r s vjerojatnošću $(1 - p)$ koja će biti član skupa mogućih alternativa. U nastavku se predstavlja jednostavna formulacija temeljnih aksioma¹ na kojima je zasnovana teorija očekivane korisnosti.

Redoslijed alternativa (*engl. ordering*). Ovaj aksiom obuhvaća potpunost i tranzitivnost. Potpunost (*engl. completeness*) znači da agent prilikom izbora između alternativa q i r mora znati što želi, tj. da za bilo koji izbor između q i r

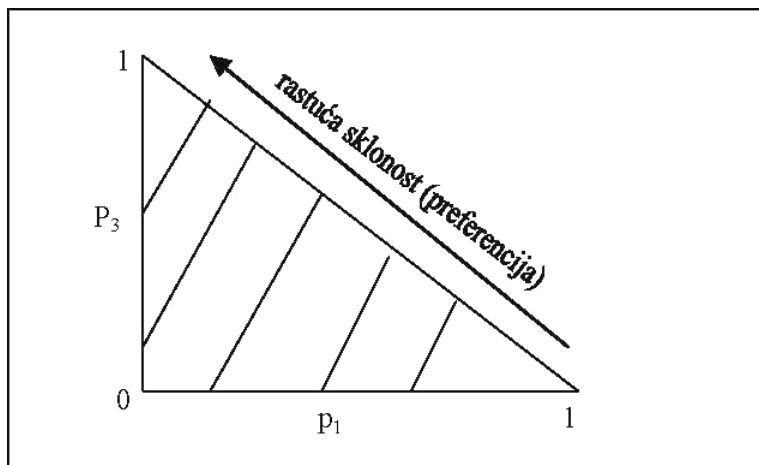
¹ Sugden, R.: New Developments in the Theory of Choice under Uncertainty, u Hey, J. D. i Lambert, P. J.: Surveys in the Economics of Uncertainty, Basil Blackwell, New York, 1989, str. 1 – 2

on ili preferira q u odnosu na r ili r preferira u odnosu na q ili su mu i q i r jednako atraktivne. Tranzitivnost (*engl. transitivity*) znači da ukoliko je q preferirajuće u odnosu na r, a r je preferirajuće u odnosu na s, onda je q preferirajuće u odnosu na s.

Kontinuiranost (*engl. continuity*). Neka su q, r i s bilo koje tri alternative pri čemu je $q > r > s$. Tada mora postojati složena alternativa sačinjena od q i s uz neke vjerojatnosti p i $(1 - p)$ koja će biti indiferentna u odnosu na r. Ovaj aksiom govori kako ne postoji alternativa koja je neograničeno bolja ili lošija u odnosu na ostale alternative.

Nezavisnost (*engl. independence*). Neka su q, r i s bilo koje tri alternative pri čemu je $q \geq r$. Tada p : $(1 - p)$, složena vjerojatnost alternativa q i s, mora biti blago preferirajuća u odnosu na p : $(1 - p)$, složenu vjerojatnost alternativa r i s.

Aksiom nezavisnosti ili kako se još naziva aksiom linearnosti vjerojatnosti grafički se može prikazati tako da se u obzir uzme skup svih alternativa ili lutrija u odnosu na fiksne iznose ishoda $x_1 < x_2 < x_3$, koji se mogu predstaviti skupom trostruke vjerojatnosti sljedećeg oblika $P = (p_1, p_2, p_3)$ pri čemu je p_i vjerojatnost x_i te je $\sum p_i = 1$. Budući da je $p_2 = 1 - p_1 - p_3$, lutrije se mogu predstaviti točkama u jediničnom pravokutnom trokutu ravnine (p_1, p_3) kao što se vidi na slici 1 koja prikazuje krivulje indiferencije².



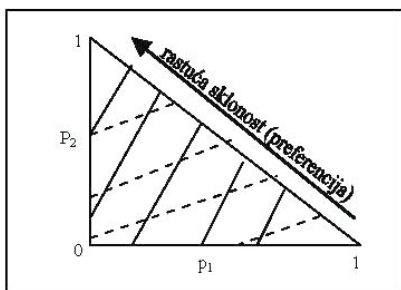
Slika 1. Krivulje indiferencije

Budući da kretanja prema gore u trokutu povećavaju p_3 na trošak p_2 (odnosno vjerojatnost ishoda x_2 se pomiče prema x_3) te kretanja ulijevo smanjuju

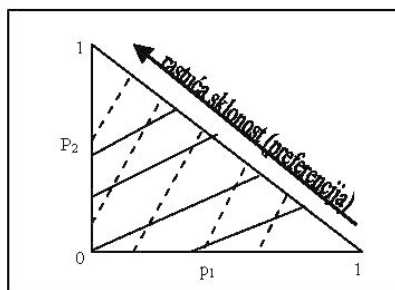
² Machina, M. J.: Choice Under Uncertainty: Problems Solved and Unsolved, Economic Perspectives, Vol. 1, No. 1, Summer 1987, str. 125 – 127.

p_1 u korist p_2 (vjerojatnost se pomiče od x_1 ka x_2), ta kretanja dovode do slučajno dominirajućih lutrija, te će sukladno tome biti preferirajuća.

Na slici 2 i 3 prikazano je kako se prethodni dijagram može rabiti u svrhu ilustriranja stavova prema riziku. Isprekidane linije na slikama nisu krivulje indiferencije, nego linije očekivane vrijednosti. Budući da sjeveroistočna kretanja po tim linijama ne mijenjaju očekivanu vrijednost alternative, ali povećavaju vjerojatnost ishoda x_1 i x_3 na trošak ishoda x_2 , ona su primjer čistih povećanja rizika. Kada je funkcija korisnosti konkavna prema apscisi, krivulje indiferencije su strmije od linija očekivane korisnosti pa će povećanje rizika voditi k nižim krivuljama indiferencije (slika 2).



Slika 2. Relativno strme krivulje indiferencije kod osobe nesklone riziku



Slika 3. Relativno položene krivulje indiferencije kod osobe sklone riziku

Kod osoba koje su sklone riziku krivulje indiferencije su manje strme u odnosu na linije očekivane vrijednosti pa će povećanje rizika voditi k višim krivuljama indiferencije (slika 3). Kada bi se usporedile dvije funkcije korisnosti, onda bi se onaj koja odražava veću nesklonost riziku pripisale strmije krivulje indiferencije.

3. TESTIRANJE AKSIOMA NEZAVISNOSTI

Postoji veliki broj dokaza koji ukazuju kako stvarno ponašanje pojedinaca u uvjetima neizvjesnosti nije u skladu s aksiomom nezavisnosti. U nastavku će se predstaviti neka istraživanja koja ukazuju na kršenje aksioma nezavisnosti kao i ostala relevantna odstupanja od teorije očekivane korisnosti.

Allais (1953) je predložio najvjerojatnije prvi i najpoznatiji test teorije očekivane korisnosti. U nastavku se predstavlja verzija koju su eksperimentalno testirali Kahneman i Tversky³. Njihov test je varijacija Allaisova primjera, a razlikuje se od originala u tome što se odnosi na umjerene, a ne na jako velike

³ Kahneman, D. i Tversky, A.: Prospect Theory: An Analysis of Decision Under Risk, *Econometrica*, Vol. 47, No. 2, March 1979, str. 265 – 266.

dobitke. Ispitanici su bili suočeni s dva problema, a u svakom od njih trebali su izabrati jednu od ponuđenih alternativa. Test je bio formuliran na sljedeći način (broj ispitanika je označen s N, a postotak ispitanika koji su izabrali pojedinu opciju prikazan je u zagradama):

TEST 1:			
PROBLEM 1: Izaberi između			
A:	2 400 sa sigurnošću	B:	2 500 s vjerojatnošću
			0.33
			2 400 s vjerojatnošću
			0.66
			0 s vjerojatnošću
			0.01
N = 72	(82)		(18)
PROBLEM 2: Izaberi između			
C:	2 400 s vjerojatnošću	0.34	D: 2 500 s vjerojatnošću
			0.33
	0 s vjerojatnošću	0.66	0 s vjerojatnošću
			0.67
N = 72	(17)		(83)

Može se uočiti kako sve četiri alternative uključuju različite složene vjerojatnosti tri ista ishoda (0, 2 400, 2 500). Ispitanici su odgovorili različito na dva postavljena problema. U prvom problemu 82% ispitanika izabralo je alternativu A, dok je u drugom problemu samo 17% ispitanika izabralo alternativu C. Ova je tendencija promjene (obrata) osobnih preferencija uočena prilikom izvođenja mnogih eksperimenata, a poznata je kao Alliasov paradoks ili opći efekt posljedice (*engl. common consequence effect*)⁴.

Drugi slučaj sustavnog kršenja aksioma nezavisnosti koji proizlazi iz Allaisova paradoksa poznat je pod nazivom opći efekt odnosa (*engl. common ratio effect*). Ovdje će se predstaviti verzija koju su u istraživanju koristili Kahneman i Tversky⁵. Ispitanici su bili suočeni s dva problema, a u svakom od njih trebali su izabrati jednu od ponuđenih alternativa. Test je bio formuliran na sljedeći način:

TEST 2:			
PROBLEM 3:			
E:	3 000 sa sigurnošću	F:	4 000 s vjerojatnošću
			0.80
N = 95	(80)		(20)
PROBLEM 4:			
G:	3 000 s vjerojatnošću	0.25	H: 4 000 s vjerojatnošću
			0.20
N = 95	(35)		(65)

Istraživanje je pokazalo kako je 80% ispitanika izabralo alternativu B u problemu 3, dok je tek 35% ispitanika izabralo alternativu D u problemu 4. Ova

⁴ Sugden, R.: op. cit., str. 6.

⁵ Kahneman, D. i Tversky, A.: op. cit., str. 266 – 267.

je tendencija promjene osobnih preferencija (obrata preferencija) također uočena prilikom izvođenja mnogih eksperimenata, a poznata je kao opći efekt odnosa⁶. Kahneman i Tversky su oba efekta, opći efekt posljedice i opći efekt odnosa, nazvali zajedničkim imenom efekt sigurnosti (*engl. certainty effect*).

Na prvi se pogled čini kako su ova dva kršenja teorije očekivane korisnosti blisko povezana. U oba slučaju ljudi većinom preferiraju sigurni dobitak (A ili E) u odnosu na alternativu koja je sjedinjena s malo većom nagradom (B ili F), ali kada moraju birati između dvije alternative kod kojih je vjerojatnost dobitka relativno mala, preferirat će alternativu koja je sjedinjena s većom nagradom (D ili H). Međutim, ovi slučajevi nisu povezani u sljedećem obliku općeg efekta odnosa koji su Kahneman i Tversky nazvali efekt refleksije (*engl. reflection effect*)⁷. Sada su ispitanici bili suočeni s dva problema koji su uključivali gubitke, odnosno dobitci su zamijenjeni gubitcima. Test je bio formuliran na sljedeći način:

TEST 3:		PROBLEM 5:		
I: - 3 000 sa sigurnošću		J: -4 000 s vjerojatnošću	0.80	
N = 95	(8)		(92)	
		PROBLEM 6:		
K: - 3 000 s vjerojatnošću	0.25	L: - 4 000 s vjerojatnošću	0.20	
N = 95	(58)		(42)	

I u ovom je slučaju istraživanje pokazalo sustavnu tendenciju kršenja teorije očekivane korisnosti: 92% ispitanika izabralo je J alternativu u problemu 5, dok je samo 42% ispitanika izabralo alternativu L u problemu 6. Naime, ispitanici su izabrali alternativu J u odnosu na siguran gubitak I, međutim kada su morali birati između alternativa u kojima je vjerojatnost gubitka mala, izabrali su alternativu kod koje je negativan ishod manje loš. Ovo je ustvari zrcalni odraz prethodnog oblika općeg efekta odnosa.

4. MACHININA GENERALIZIRANA ANALIZA OČEKIVANE KORISNOSTI

Uočavajući očiglednu povezanost između različitih kršenja aksioma nezavisnosti, Mark J. Machina⁸ predložio je analitičko proširenje teorije očekivane korisnosti koje je nazvao „generalizirana analiza očekivane

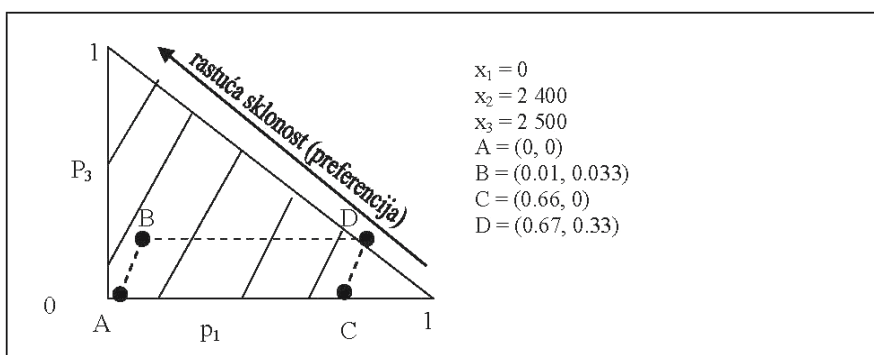
⁶ Sugden, R.: op. cit., str. 6

⁷ Kahneman, D. i Tversky, A.: op. cit., str. 268 – 269.

⁸ Machina, M. J.: Expected Utility Theory without the Independence Axiom, *Econometrica*, 50, 1982, str. 277 – 323.

korisnosti⁹ čime je pokazao kako opći efekt posljedice i oba oblika općeg efekta odnosa mogu biti objašnjeni na isti način. Ukoliko se odbaci aksiom nezavisnosti, uz zadržavanje aksioma redoslijeda alternativa i kontinuiranosti, u dijagramu jediničnog pravokutnog trokuta postojat će skup krivulja indiferencije koje ne moraju biti ni linearne ni paralelne.

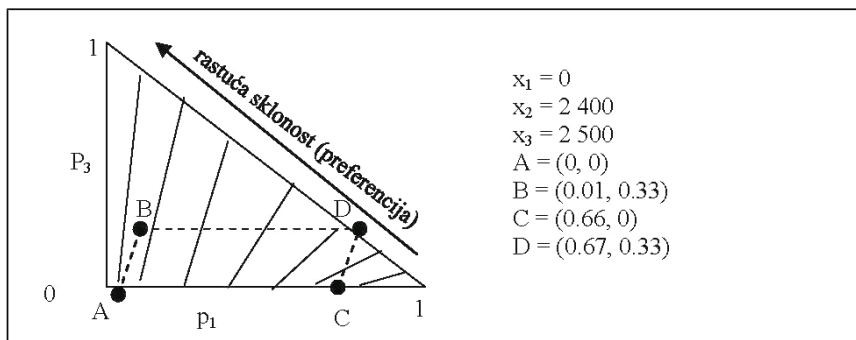
Na temelju Machininih nalaza razmotriti će se kako bi se pojedinci ponašali ukoliko ne bi bilo kršenja postavki teorije očekivane korisnosti. Na slici 4 prikazane su krivulje indiferencije i izbor pojedinaca koji su suočeni s problemom 1 i 2 iz TESTA 1 kada ne bi bilo kršenja aksioma nezavisnosti. Naime, u slučaju prikazanom na slici pojedinci bi u prvom problemu izabrali alternativu B, a u drugom problemu alternativu D. U slučaju da su krivulje indiferencije bile strmije od linija očekivane vrijednosti, pojedinac bi izabrao u prvom problemu alternativu A, a u drugom C.



Slika 4. Krivulje indiferencije i izbor u slučaju valjanosti aksioma nezavisnosti

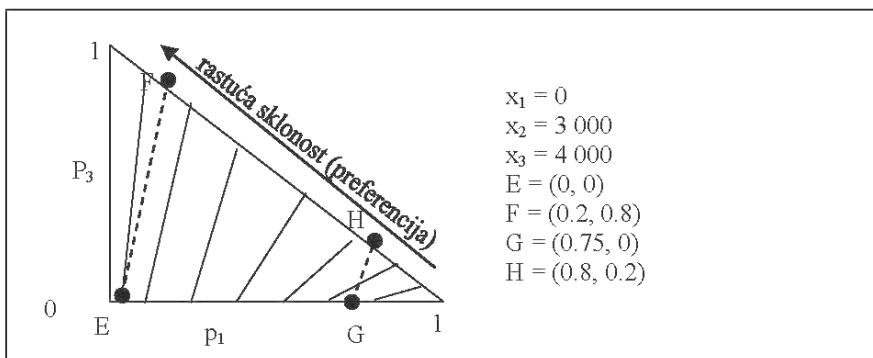
Međutim, kako je istraživanje pokazalo, većina je pojedinaca izabralo alternativu A u prvom problemu te alternativu D u drugom problemu što ukazuje na Allaisov paradoks ili opći efekt posljedice. Machina je ovaj efekt objasnio krivuljama indiferencije koje nisu paralelne, nego su rasprostranjene u obliku lepeze (slika 5).

⁹ Starmer, C.: Developments in Non-Expected Utility Theory: The Hunt for a Descriptive Theory of Choice under Risk, *Journal of Economic Literature*, Vol. 38, 2000, str. 332 – 382.



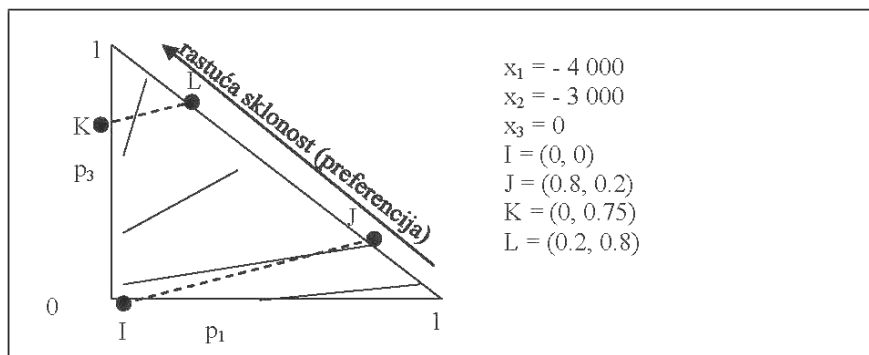
Slika 5. Krivulje indiferencije rasprostranjene u obliku lepeze i Allaisov paradoks

Koristeći Machininu analizu može se objasniti postojanje oba oblika općeg efekta odnosa (TEST 2 i TEST 3). Ukoliko bi krivulje indiferencije bile paralelne u skladu s teorijom očekivane korisnosti, ispitanici bi izabrali alternative E i G u slučaju strmih krivulja indiferencije, a alternative F i H u slučaju položenijih krivulja indiferencije. Međutim, istraživanje pokazuje da će pojedinci izabrati alternativu E u problemu 3 te alternativu H u problemu 4. Prema Machini ovaj se opći efekt odnosa ponovno može prikazati i objasniti krivuljama indiferencije koje su rasprostranjene u obliku lepeze (ne moraju biti linearne), kao što je to prikazano na slici 6.



Slika 6. Krivulje indiferencije rasprostranjene u obliku lepeze i opći efekt odnosa

Rabeći TEST 3 opći efekt odnosa u slučaju gubitaka se također može objasniti uz pomoć krivulja indiferencije rasprostranjenih u obliku lepeze. Ukoliko ne bi bilo kršenja teorije očekivane korisnosti, ispitanici bi izabrali alternative I i K u slučaju strmih krivulja indiferencije te J i L u slučaju položenih krivulja indiferencije. Međutim, kako je istraživanje koje su proveli Kahneman i Tversky pokazalo, ispitanici su izabrali alternativu J u problemu 5 i alternativu K u problemu 6, što ponovno ukazuje na kršenje postavki teorije očekivane korisnosti te na postojanje Machininih krivulja indiferencije rasprostranjenih u obliku lepeze (slika 7).



Slika 7. Krivulje indiferencije rasprostranjene u obliku lepeze i opći efekt odnosa s negativnim isplatama (gubitcima)

Pretpostavka o krivuljama indiferencije koje su rasprostranjene u obliku lepeze može se formulirati na sljedeći način:

1. krivulje indiferencije u pravokutnom dijagramu moraju biti rastuće, pri čemu se preferiraju pomaci prema sjeveru ili prema zapadu;
2. krivulje indiferencije postaju strmije (ili barem ne manje strme) prilikom sjevernih ili zapadnih kretanja.

5. CHEW-MACCRIMMONOVA TEORIJA

Čitava skupina modela zasniva se na pretpostavci da su krivulje indiferencije rasprostranjene u obliku lepeze, a unutar te skupine postoji važni podskup takvih modela kod kojih postoji ograničenje linearnosti krivulja indiferencije¹⁰. Jedan od takvih modela je i Chew-MacCrimmonova¹¹ teorija korisnosti kod koje su preferencije prema alternativama predstavljene sljedećom funkcijom¹²:

$$V(p_1, \dots, p_n) = \frac{\sum_i p_i U(x_i)}{\sum_i p_i W(x_i)} \quad (1)$$

Pri čemu su $U(\cdot)$ i $W(\cdot)$ dvije različite funkcije, a svakom ishodu u svakoj funkciji pridružuje se indeks korisnosti. Tada je korisnost koja pripada

¹⁰ Starmer, C.: op. cit., str. 343.

¹¹ Chew, S. i MacCrimmon, K.: Alpha-nu Choice Theory: a Generalization of Expected Utility Theory, Working Paper No. 669, University of British Columbia, 1979

¹² Sugden, R.: op. cit., str. 10 – 11.

¹³ Konvencionalna teorija očekivane korisnosti se može prikazati sljedećom funkcijom:

$$V(p_1, \dots, p_n) = \sum_i p_i U(x_i)$$

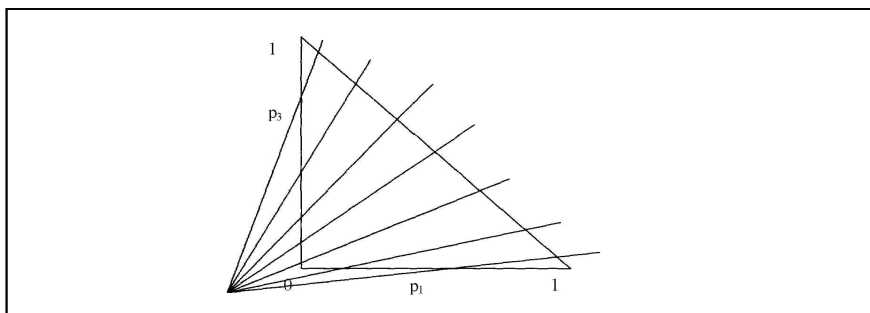
čitavoj alternativni jednaka odnosu dviju mjera „očekivane korisnosti“, od kojih se jedna temelji na $U(\cdot)$, a druga na $W(\cdot)$.

Vrijednost ove formulacije može se objasniti ako se uzme u obzir poseban slučaj u kojemu postoje samo tri čista ishoda. Ako se $U(x_i)$ napiše kao u_i , a $W(x_i)$ kao w_i , na temelju prethodne jednadžbe može se zaključiti da se set alternativa za koje vrijedi $V(p_1, p_2, p_3) = v^*$ može definirati na sljedeći način:

$$\pi_1 [v^*(w_1 - w_2) - (u_1 - u_2)] + \pi_3 [v^*(w_3 - w_2) - (u_3 - u_2)] = u_2 - v^* w_2 \quad (2)$$

Ovo je jednadžba krivulje indiferencije prikazane u jediničnom pravokutnom dijagramu (slika 8). Budući da su ishodi x_1 , x_2 i x_3 konstante, jedine varijable u prethodnoj jednadžbi su p_1 i p_3 . Iz jednadžbe pravca (2) razvidna je linearnost krivulja indiferencije. Osim toga, prethodna jednadžba definira skup linearnih krivulja indiferencije od kojih se sve sijeku u istoj točki.

Može se činiti kako činjenica da se sve krivulje indiferencije sijeku u istoj točki nije u skladu s aksiomom tranzitivnosti. Međutim, prethodna jednadžba definirana je za sve matematički moguće vrijednosti p_1 i p_3 , a logika problema govori da su značajne vrijednosti samo one koje su konzistentne s uvjetom $0 \leq p_1 + p_3 \leq 1$. Prema tome, krivulje indiferencije mogu se sjeći u prostoru izvan trokuta značajnih alternativa¹⁴.



Slika 8. Krivulje indiferencije koje su rasprostranjene u obliku lepeze prema Chew-MacCrimmonovoj teoriji

Izvor: Starmer, C.: *Developments in Non-Expected Utility Theory: The Hunt for a Descriptive Theory of Choice under Risk*, *Journal of Economic Literature*, Vol. 38, 2000, str. 343.

Krivulje indiferencije iz Chew-MacCrimmonove teorije zadovoljavaju oba Machinina kriterija o krivuljama indiferencije rasprostranjenim u obliku lepeze – sve što je potrebno jest da se krivulje indiferencije sijeku u točki koja se nalazi jugozapadno od ishodišta. Prema tome Chew-MacCrimmonova teorija nudi jednostavno objašnjenje općeg efekta posljedice i općeg efekta odnosa.

¹⁴ Ibidem, str. 11.

6. TEORIJA OČEKIVANOG IZBORA

Teoriju očekivanog izbora (*engl. Prospect Theory*) razvili su Daniel Kahnman i Amos Tversky¹⁵ kao alternativu klasičnoj teoriji očekivane korisnosti. Naime, njihova eksperimentalna istraživanja ukazala su na odstupanja od temeljnih načela konvencionalne teorije očekivane korisnosti pa se na temelju tih odstupanja razvila nova alternativna teorija. Osnovni princip na kojemu se zasniva ova teorija jest da pojedinac svaku situaciju odlučivanja promatra kao nezavisan događaj u terminima dobitaka ili gubitaka u odnosu na situacijski referentnu točku. Prema teoriji očekivanog izbora gubitak ima veću vrijednost u apsolutnoj mjeri od dobitka iste vrijednosti pa u domeni gubitaka donositelj odluke teži preuzimanju rizika, dok u domeni dobitaka teži izbjegavanju rizika.

Kao i kod teorije očekivane korisnosti i kod teorije očekivanog izbora vrijedi princip racionalnosti, međutim razlika je u tome što prema drugoj teoriji pojedinci ne maksimiziraju korisnost na temelju vjerojatnosti već je maksimiziraju na temelju subjektivne vjerojatnosti.

Osnovna jednadžba ove teorije opisuje način na koji se π i v kombiniraju kako bi se odredila sveukupna vrijednost (V) regularne alternative. Pri čemu:

π - sjedinjen sa svakom vjerojatnosti predstavlja težinu odluke $\pi(p)$, a ona odražava utjecaj vjerojatnosti na ukupnu vrijednost alternative

v - sjedinjen sa svakim ishodom predstavlja broj $v(x)$ koji odražava subjektivnu vrijednost ishoda. Potrebno je prisjetiti se kako su ishodi definirani u odnosu na referentnu točku koja služi kao nulta točka vrijednosne skale pa v mjeri vrijednost odstupanja od referentne točke, tj. dobitke i gubitke.

Prema tome, ako je $(x, p; y, q)$ regularna alternativa (ili je $p + q < 1$, ili je $x \leq 0 \leq y$, ili je $x \geq 0 \geq y$), onda je

$$V(x, p; y, q) = \pi(p) v(x) + \pi(q) v(y) \quad (3)$$

gdje je $v(0) = 0$; $\pi(0) = 0$ te $\pi(1) = 1$. Kao i kod teorije očekivane korisnosti V je definirano u odnosu na alternative, a v je definirano u odnosu na ishode. Izrazi π i v se podudaraju sa sigurnom alternativom kada je $V(x, 1.0) = V(x) = v(x)$.

Procjena strogo pozitivne ili strogo negativne alternative obavlja se prema drukčijem pravilu. U fazi pripreme odluke takve alternative dijele se u dvije komponente: (1) nerizičnu komponentu, tj. minimalni dobitak ili gubitak koji će se sigurno dobiti ili će biti isplaćen; (2) rizičnu komponentu, tj. dodatni dobitak ili gubitak koji je zapravo na kocki. Procjena ovakvih alternativa opisan je u sljedećoj jednadžbi.

Ako je $p + q = 1$ te je $x > y > 0$ ili je $x < y < 0$, onda je:

¹⁵ Kahneman, D. i Tversky, A.: op. cit., str. 274 – 289.

$$V(x, p; y, q) = v(y) + \pi(p) [v(x) - v(y)] \dots\dots\dots(4)$$

Stoga, vrijednost strogo pozitivne ili strogo negativne alternative jednaka je vrijednosti rizične komponente uvećanoj za vrijednost razlike između ishoda pomnoženom s težinom sjeđinjenom s ekstremnijim ishodom.

Jednadžbe teorije očekivanog izbora zadržavaju opći oblik na kojemu se temelji teorija očekivane korisnosti. Međutim, Kahneman i Tversky¹⁶ pretpostavljaju određene razlike u odnosu na teoriju očekivane korisnosti. Te razlike su sljedeće: (1) vrijednosti su pridružene promjenama, a ne konačnom stanju; (2) težine odluke se ne podudaraju s iskazanim vjerojatnostima. Takvi odmaci od teorije očekivane korisnosti moraju dovesti do normativno neprihvatljivih posljedica kao što su nedosljednosti, netranzitivnosti i odstupanja od dominacije. Takve nepravilnosti preferencija obično ispravlja sam donositelj odluke kada shvati kako su njegove preferencije nedosljedne, netranzitivne i neprihvatljive. Međutim, u mnogim situacijama donositelj odluke ne može otkriti da njegove preferencije odstupaju od pravila odlučivanja koja bi on želio ispuniti. U takvim se uvjetima mogu pojaviti nepravilnosti pretpostavljene u teoriji očekivanog izbora.

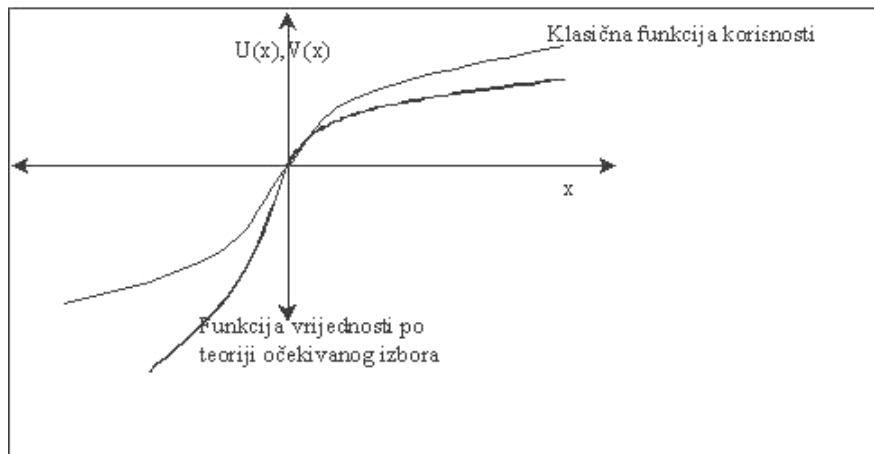
Funkcija korisnosti, tj. funkcija vrijednosti prema teoriji očekivanog izbora nije konačno stanje (*engl. final state*), nego je definirana promjenama bogatstva. Dva su ključna čimbenika koja utječu na funkciju vrijednosti: imovinsko stanje koje služi kao referentna točka te veličina promjene (pozitivna ili negativna) u odnosu na referentnu točku. Ukratko, Kahneman i Tversky postuliraju sljedeće karakteristike funkcije vrijednosti:

- Funkcija vrijednosti definirana je u odnosu na odstupanja od referentne točke.
- Funkcija vrijednosti općenito je konkavna za dobitke, a konveksna za gubitke.
- Funkcija vrijednosti strmija je za gubitke nego za dobitke.

Potrebno je napomenuti kako se funkcija vrijednosti S-oblika koju su predložili Kahneman i Tversky razlikuje u odnosu na klasičnu funkciju vrijednosti koju je 1952. postavio Markowitz¹⁷. Naime, funkcija vrijednosti teorije očekivanog izbora strmija je u području gubitaka nego što je to funkcija klasične korisnosti (slika 9).

¹⁶ Kahneman, D. i Tversky, A.: op. cit., p. 277

¹⁷ Markowitz, H.: The Utility of Wealth, The Journal of Political Economy, Vol. 60, No. 2, 1952, str. 151-158.



Slika 9. Razlika između funkcije klasične korisnosti i funkcije vrijednosti

Izvor:

<http://web.efzg.hr/dok//OIM/dtipuric//Teorija%20očekivanog%20izbora.pdf>
(25.5.2010.)

Funkcija težine odluke. Uvođenje funkcije subjektivne vjerojatnosti u teoriji očekivanog izbora najveća je razlika u odnosu na teoriju očekivane korisnosti. Ta funkcija reflektira individualne karakteristike donositelja odluke.

Težinom odluke mjeri se utjecaj događaja na poželjnost alternativa, a ne percipirana vjerojatnost. Funkcija težine odluke može se prikazati preko iskazanih vjerojatnosti. Međutim, općenito na funkciju težine odluke koja se pripisuje pojedinom događaju mogu utjecati i drugi čimbenici, kao što je npr. dvosmislenost.

Kahnemann i Tversky ispitivali su svojstva funkcije težine odluke za male vjerojatnosti. Za to su ispitivanje rabili sljedeći test (test 5):

TEST 5:					
PROBLEM 9: (3 000, 0.002) < (6 000, 0.001)			PROBLEM 9': (-3 000, 0.002) > (-6 000, 0.001)		
N = 66	(27)	(73)	N = 66	(70)	(30)

Preferencije ispitanika pokazale su kako za male vrijednosti p , π je subaditivna funkcija p , tj. $\pi(rp) > r\pi(p)$ za $0 < r < 1$. Stoga:

$$\frac{\pi(0.001)}{\pi(0.002)} > \frac{\nu(3000)}{\nu(6000)} > \frac{1}{2} \quad \text{za konkavnost } \nu.$$

Međutim uzorak preferencija u problemima 10 i 10' (test 6) sugerira kako subaditivnost ne mora vrijediti za velike vrijednosti p.

TEST 6:					
PROBLEM 10: (3 000, 0.90) > (6 000, 0.45)		PROBLEM 10': (-3 000, 0.90) < (6 000, 0.45)			
N = 66	(86)	(14)	N = 66	(8)	(92)

Osim toga, Kahneman i Tversky pokazali su kako se vrlo male vjerojatnosti općenito precjenjuju, tj. $\pi(p) > p$ za male p. Ovaj nalaz su ispitali rabeći test 7.

TEST 7:			
PROBLEM 11:	(5 000, 0.001)	ili	(5)
N = 72	(72)		(28)
PROBLEM 11':	(- 5 000, 0.001)	ili	(-5)
N = 72	(17)		(83)

Problem 11 pokazuje kako ljudi preferiraju mogućnost dobitka lutrijskog listića u odnosu na očekivanu vrijednost listića. Suprotno tome, u problemu 11' ljudi preferiraju mali gubitak, koji se može promatrati kao uplata premije osiguranja, u odnosu na veliki gubitak male vjerojatnosti. Prema tome:

$\pi(0.001) v(5\ 000) > v(5)$ pa je otuda

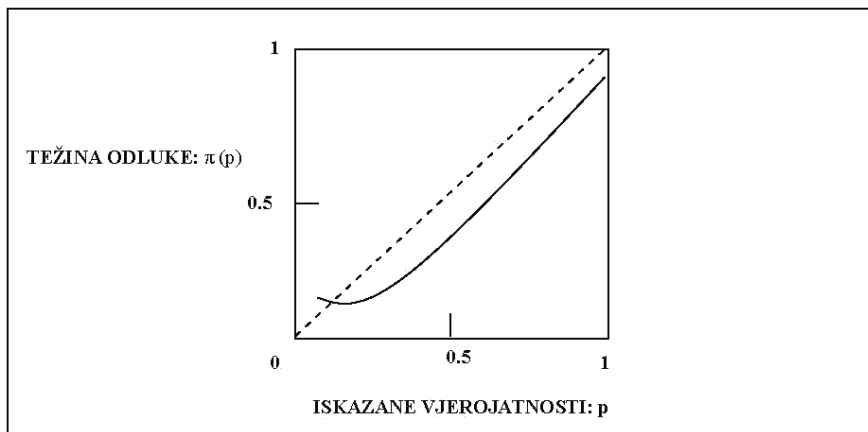
$$\pi(0.001) > \frac{v(5)}{v(5000)} > 0.001,$$

pod pretpostavkom da je funkcija vrijednosti za dobitke konkavna. Spremnost uplate osiguranja u problemu 11' ukazuje na isti zaključak, pod pretpostavkom konveksnosti funkcije vrijednosti za gubitke.

Na slici 10 prikazana je hipotetska funkcija težine odluke¹⁸ koja zadovoljava principe precjenjenosti i subaditivnosti. Ovi principi znače da je π relativno plitko u otvorenom intervalu te da se naglo mijenja blizu krajnjih točaka gdje je $\pi(0) = 0$ i $\pi(1) = 1$. Budući da su ljudi limitirani u svojim mogućnostima razumjevanja i procjenjivanja ekstremnih vjerojatnosti, događaji s malim vjerojatnostima se ili zanemaruju ili precjenjuju, a razlika se između visoke

¹⁸ Kahneman, D. i Tversky, A.: op. cit., p. 283

vjerojatnosti i sigurnosti ili zanemaruje ili preuveličava. Slijedom toga, π se naglo mijenja blizu krajnjih točaka.



Slika 10. Hipotetski oblik funkcije težine odluke

Može se uočiti kako je funkcija klasične vjerojatnosti (prikazana isprekidanom linijom) linearna, iz čega slijedi da nema razloga za vjerovanje kako su neki događaji vjerojatniji. Subjektivna korisnost prema Kahnemanu i Tverskom prikazana je krivuljom te sugerira da malo vjerojatni događaji izgledaju vjerojatnije. Fenomen precjenjivanja niskih vjerojatnosti i podcjenjivanja visokih vjerojatnosti pronađen je u nekoliko drugih empirijskih studija¹⁹.

Prema teoriji očekivanog izbora, stav prema riziku pojedinca nije determiniran samo oblikom funkcije korisnosti već i sa v i π . Sukladno prethodno navedenome, potrebno je ispitati uvjete pod kojima se javlja nesklonost i sklonost riziku.

Ukoliko se promatra izbor između igre (x, p) i njezine očekivane vrijednosti (px) , ako je $x > 0$, onda se sklonost riziku podrazumijeva uvijek kada je $\pi(p) > v(px) / v(x)$, koje je veće od p ukoliko je funkcija vrijednosti konkavna za dobitke. Prema tome, precjenjivanje je nužno, ali ne i dovoljno za sklonost riziku u domeni dobitka. Isti uvjet je nužan, ali nedovoljan za nesklonost riziku kada je $x < 0$. Ovakva analiza ograničava sklonost riziku u domeni dobitaka i nesklonost riziku u domeni gubitaka na male vjerojatnosti, pri kojima se očekuje kako će princip precjenjivanja vrijediti.

Prema teoriji očekivanog izbora, dobitci i gubici definiraju se u odnosu na iznos novca koji će se dobiti ili izgubiti kada se pojedinac odluči za određenu

¹⁹ Hershey J. C. i Schoemaker P. J. H.: Risk Taking and Problem Context in the Domain of Losses: An Expected Utility Analysis, The Journal of Risk and Insurance, Vol. 47, No. 1, 1980, str. 111 – 132.

alternativu, dok se referentna točka uzima kao *status quo* ili trenutačno imovinsko stanje pojedinca. Iako je ovo najvjerojatnije točno za većinu problema izbora, postoje situacije u kojima su dobitci i gubitci kodirani u odnosu na razinu očekivanja ili težnje, a koja se može razlikovati u odnosu na *status quo*. Primjerice, neočekivano plaćanje poreza iz mjesečne plaće doživljava se kao gubitak, a ne kao reducirani dobitak. Slično tomu, poduzetnik koji doživljava krizno razdoblje uspješnije od svojih konkurenata može doživjeti mali gubitak kao dobitak, u odnosu na veći gubitak koji je s razlogom očekivao.

Referentna točka u prethodno navedenim primjerima odgovara imovinskom stanju koju pojedinac očekuje ostvariti. Nesrazmjer između trenutačne imovinske situacije i referentne točke može se pojaviti i zbog nedavnih promjena u imovini kojima se pojedinac još nije prilagodio. Primjerice, osoba koja je krenula u poslovni pothvat je već izgubila 2 000 te je sada suočena s izborom između sigurnog dobitka od 1 000 i jednake vjerojatnosti da dobije 2 000 ili ništa. Ukoliko se ta osoba još nije prilagodila svom gubitku, ona će najvjerojatnije prethodno navedeni problem kodirati kao izbor između (- 2 000, 0.50) i (- 1 000), a ne kao izbor između (2 000, 0.50) i (1 000). Kao što je uočljivo, prijašnji izbor uključuje opasnije izbore nego kasniji.

Promjena u referentnoj točki mijenja redoslijed preferencija za alternative. Prema teoriji očekivanog izbora, negativno tumačenje problema izbora, koje je posljedica nepotpune prilagodbe na nedavne gubitke, u nekim situacijama povećava sklonost riziku. Konkretno, ako je rizična alternativa ($x, p; -y, 1-p$) prihvatljiva, tada je ($x-z, p; -y-z, 1-p$) preferirajuće u odnosu na ($-z$) za $x, y, z > 0$, sa $x > z$. Osoba koja nije prihvatila svoje gubitke vjerojatno će prihvatiti rizike koji bi joj inače bili neprihvatljivi.

Još jedan važan slučaj pomaka referentne točke javlja se kada pojedinac formulira svoj problem u terminima konačne imovine, kako to zagovara teorija odlučivanja, a ne u terminima gubitaka i dobitaka, kako to ljudi obično čine. U tom slučaju, referentna točka postavljen je na nulu na skali bogatstva, a funkcija vrijednosti je najvjerojatnije svugdje konkavna. Ovakva formulacija bitno eliminira sklonost riziku, osim za rizike s niskim vjerojatnostima. Eksplicitna formulacija problema odlučivanja možda je najučinkovitiji način eliminiranja sklonosti riziku u domeni gubitaka.

Prema teoriji očekivanog izbora, očekuje se kako će ljudi biti skloniji riziku kada odlučuju hoće li prihvatiti fer igru nego kada odlučuju hoće li kupiti lutriju po fer cijeni. Kao kritični faktori analize odluka javljaju se pozicija referentne točke i način na koji su problemi izbora kodirani i uređeni.

7. KUMULATIVNA TEORIJA OČEKIVANOG IZBORA

Kumulativnu teoriju očekivanog izbora razvili su Tversky i Kahneman²⁰ kao odgovor na nove unaprijeđene spoznaje vezane za teoriju očekivanog izbora. Nova teorija koristi se kumulativnom funkcijom kojom se transformiraju kumulativne umjesto osobnih vjerojatnosti te se primjenjuje na neizvjesne i rizične događaje s bilo kojim brojem ishoda. Za razliku od teorije očekivanog izbora prema kojoj postoje samo dva obrasca ponašanja, prema kumulativnoj teoriji očekivanog izbora postoje četiri obrasca ponašanja: riskiranje u području dobitaka i izbjegavanje rizika u području gubitaka za male vjerojatnosti te izbjegavanje rizika u području dobitaka i riskiranje u području gubitaka za velike vjerojatnosti.

Prema teoriji kumulativne očekivane korisnosti, funkcija težine odluke definira se za vjerojatnosti sjedinjene s dobitcima (w^+) te posebno za vjerojatnosti sjedinjene s gubitcima (w^-). Takva definicija omogućuje različite stavove prema vjerojatnosti za dobitke u odnosu na gubitke. Ako se zbog jednostavnosti pretpostavi $x_1 \leq \dots \leq x_k \leq 0 \leq x_{k+1} \leq \dots \leq x_n$, onda je vrijednost alternative prema kumulativnoj teoriji očekivanog izbora prikazana sljedećom formulom²¹:

$$\sum_{i=1}^k \pi_i^- v(x_i) + \sum_{i=k+1}^n \pi_i^+ v(x_i) \quad (5)$$

pri čemu su težine odluke (odnosno vrijednosti π_i^+ i π_i^-) definirane s:

$$\begin{aligned} \pi_i^- &= w^-(p_1)^{22}, & \pi_i^- &= w^-(p_1 + \dots + p_i) - w^-(p_1 + \dots + p_{i-1}) & 2 \leq i \leq k \\ \pi_i^+ &= w^-(p_n), & \pi_i^+ &= w^+(p_1 + \dots + p_n) - w^+(p_{i+1} + \dots + p_n) & k+1 \leq i \leq n-1 \end{aligned}$$

Novina koju nosi ova formula u usporedbi s formulom teorije očekivanog izbora jest lakši način transformiranja vjerojatnosti. Potrebno je razmotriti ovu formulu za poseban slučaj kada je $w(p) = p$ za sve p , tj. kada vjerojatnosti nisu transformirane. Tada je težina odluke π_i jednaka p_i , što rezultira tradicionalnom formulom očekivane korisnosti.

Kako bi se objasnila prethodno iskazana formula, potrebno je ponoviti kako su se u teoriji očekivanog izbora vjerojatnosti odvojenih ishoda transformirale, tj. svaka se vjerojatnost p_i događanja odvojenog ishoda x_i transformira u težinu odluke $\pi(p_i)$. U prethodno navedenoj formuli kumulativne se vjerojatnosti transformiraju za dobitke, a dekumulativne vjerojatnosti za gubitke. Kumulativna vjerojatnost označava vjerojatnost događanja određenog ishoda ili bilo čega boljeg u odnosu na taj ishod. Primjerice, $p_1 + \dots + p_n$ je kumulativna vjerojatnost događanja ishoda x_i ili bilo čega boljeg. Težine odluke

²⁰ Tversky, A. i Kahneman, D.: Advances in Prospect Theory: Cumulative Representation of Uncertainty, *Journal of Risk and Uncertainty*, 1992, str. 297 – 323.

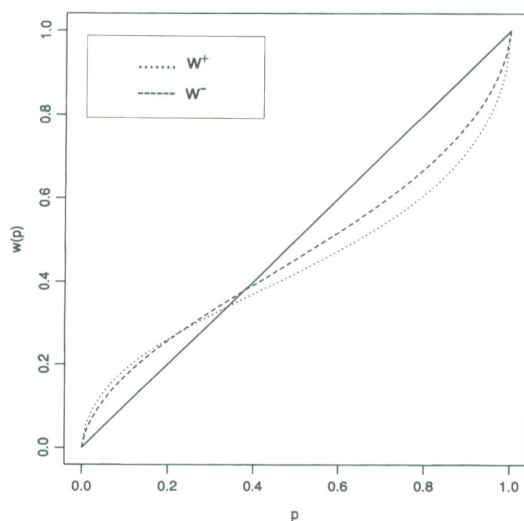
²¹ Fennema, H. i Wakker, P.: Original and Cumulative Prospect Theory: A Discussion of Empirical Differences, *Journal of Behavioral Decision Making*, Vol. 10, 1997, str. 55 – 56.

²² U ranijim radovima su Kahneman i Tversky koristili oznaku $\pi(p)$ umjesto $w(p)$

za dobitke dobivene su kao razlike između transformiranih vrijednosti kumulativnih vjerojatnosti. Slično tome, težine odluke za gubitke dobivene su kao razlike između transformiranih vrijednosti uzastopnih dekumulativnih vjerojatnosti, tj. vjerojatnosti koje se odnose na događanje određenog ishoda ili bilo čega goreg od tog ishoda.

Tversky i Kahneman²³ proveli su eksperiment kako bi dobili detaljne informacije o funkcijama vrijednosti i težine odluke. Eksperiment je proveden na 25 (12 muških i 13 ženskih) studenata sa Sveučilišta Berkeley i Stanford, a provodio se na računalu.

Istraživanje je pokazalo kako funkcija težine odluke za većinu ispitanika izgleda kako je to prikazano na slici 11.



Izvor: Tversky, A. i Kahneman, D.: *Advances in Prospect Theory: Cumulative Representation of Uncertainty*, *Journal of Risk and Uncertainty*, 1992, str. 313

Slika 11. Funkcija težine odluke za dobitke (w^+) i za gubitke (w^-)

Klasična vjerojatnost je prikazana punom ravnom crtom, dok isprekidane zaobljene linije prikazuju funkcije subjektivne vjerojatnosti, tj. težine odluke. W^+ je subjektivna vjerojatnost u području koje se percipira kao pozitivno, a W^- je subjektivna vjerojatnost u području koje se percipira kao negativno. Razlike za ova dva područja nisu velike, ali ipak postoje. Može se primijetiti kako je do vjerojatnosti od $p = 0.4$ krivulja subjektivne vjerojatnosti iznad ravne krivulje klasične vjerojatnosti iz čega slijedi da se do vjerojatnosti od $p = 0.4$ vjerojatnosti precjenjuju. Iznad vjerojatnosti od $p = 0.4$ vjerojatnosti ishoda

²³ Tversky, A. i Kahneman, D.: op. cit., p. 305 – 314.

odluke se podcjenjuju jer je krivulje subjektivne vjerojatnosti ispod ravne linije klasične vjerojatnosti.

Oblik funkcija težine odluke može se objasniti principom „opadajuće osjetljivosti“. U procjeni ishoda referentne točke služe kao granice koje dijele dobitke od gubitaka. U procjeni neizvjesnosti dvije su prirodne granice – sigurnost i nemogućnost – koje odgovaraju krajnjim točkama skale sigurnosti. „Opadajuća osjetljivost“ implicira da utjecaj promjene u vjerojatnosti opada kako se vjerojatnosti udaljavaju od granica. Primjerice, porast vjerojatnosti osvajanja nagrade u iznosu od 0.1 je značajniji kada se vjerojatnost dobitka mijenja s 0.9 na 1 ili s 0 na 0.1 nego kada se vjerojatnost gubitka mijenja s 0.3 na 0.4 ili s 0.6 na 0.7. „Opadajuća osjetljivost“, prema tome, rezultira funkcijom težine odluke koja je konkavna blizu 0 i konveksna blizu 1.

Oblici funkcija subjektivne vjerojatnosti pokazuju svojevrsni obrat preferencija odnosno precjenjivanje malih i podcjenjivanje većih vjerojatnosti u odnosu na klasičnu linearnu vjerojatnost pa je upravo ta spoznaja bila temelj za razvoj kumulativne teorije očekivane korisnosti.

8. TEORIJA ŽALJENJA

Teoriju koja se zasniva na modelu netranzitivnih preferencija istodobno su predstavili Bell²⁴, Fishburn²⁵ te Lommes i Sugden²⁶. Bell je sugerirao da su pojedinci razočarani kada su rezultati odluka u uvjetima neizvjesnosti lošiji od onoga što su očekivali. Suprotno tome, oni su oduševljeni kada su rezultati bolji od očekivanih – razočaranje je bolno, a oduševljenje je ugodno.

U nastavku će se razmotriti jedna verzija teorije žaljenja koju su postavili Lommes i Sugden. Osnovna pretpostavka na kojoj se teorija zasniva blisko je povezana s psihološkom intuicijom koja se nalazi u središtu teorije razočaranja²⁷. Pretpostavka na kojoj se temelji teorija razočaranja je sljedeća: pojedinac uspoređuje ishode unutar danih alternativa i pri tome postoji mogućnost razočaranja ukoliko je ishod nepovoljan u usporedbi s onim što je moglo biti. Teorija žaljenja dopušta usporedbu rezultata koji utječu na izbor, međutim u tom slučaju relevantne su usporedbe ishoda različitih alternativa. Naime, postoji i drugi način na koji se može usporediti ono što jest s onim što je moglo biti. Pretpostavka je da pojedinac donosi odluku o tome hoće li se kladiti na pobjedu momčadi X (ulog iznosi npr. 100 Kn, a mogućnost dobitka je 50:1). Pojedinac se nije odlučio kladiti, a momčad X je pobjedila. Pojedinac ne može

²⁴ Bell, D. E.: Regret in Decision Making Under Uncertainty, *Operations Research*, Vol. 30, No. 5, 1982, str. 961 – 981.

²⁵ Fishburn P. C.: Nontransitive Measurable Utility, *Journal of Mathematical Economics*, Vol. 26, 1982, str. 31 – 67.

²⁶ Loomes, G. i Sugden, R.: Regret Theory: An Alternative Theory of rational Choice under Uncertainty, *The Economic Journal*, 1982, str. 805 – 824.

²⁷ Starmer, C.: op. cit., Vol. 37, 2000, str. 355.

osjetiti razočaranje jer se nije kladio pa nije ni očekivao pobjedu. Međutim, on može osjetiti žaljenje kada se osvrne na činjenicu kako je mogao zaraditi 5000 Kn da je izabrao drukčije. Prema tome, žaljenje je način na koji se izvodi korisnost određenog rezultata neke akcije, a da pri tome na tu korisnost utječe rezultat neke druge akcije.

Lommes i Sugden predložili su teoriju sparenih izbora u kojima su preferencije definirane u odnosu na par postupaka. Ako se u obzir uzme pojedinac koji je suočen s izborom između dvije aktivnosti, pretpostavka je da će on izabrati određenu aktivnost koja rezultira ishodom x_i . Pojedinac zna da će ukoliko izabere drugu aktivnost ona rezultirati ishodom x_j . U tom slučaju postoji složeno iskustvo – dobiti x_i i propustiti x_j . Ovakvo iskustvo može uključivati osjećaj žaljenja (ako je x_i lošije od x_j) ili osjećaj zadovoljstva koji proizlazi iz obrnutog žaljenja kojega Lommes i Sugden nazivaju radovanje (*engl. rejoicing*), ukoliko je x_i bolje od x_j . Iz prethodno navedenoga moguće je definirati funkciju $M(., .)$ pri čemu je $M(x_i, x_j)$ kardinalno mjerena korisnost ovakvog složenog iskustva. Teorija žaljenja temelji se na sljedećoj pretpostavci: pojedinac će htjeti maksimizirati matematički očekivanu korisnost definiranu u terminima $M(., .)$ koja se naziva modificirana korisnost.

Pojedinac je suočen s izborom između dvije alternative $p = (p_1, \dots, p_n)$ i $q = (q_1, \dots, q_n)$ pri čemu je svaka alternativa definirana u izrazima ishoda x_1, \dots, x_n . Pretpostavlja se da su alternative statistički nezavisne. Ova pretpostavka nije neophodna za teoriju žaljenja, ali je korisna da bi se istaknule određene sličnosti između ove i ostalih teorija. Pretpostavlja se da će pojedinac izabrati alternativu p pa je tada vjerojatnost da će uslijediti bilo koji ishod x_i jednaka p_i . Da je pojedinac izabrao alternativu q_i , vjerojatnost da će uslijediti bilo koji ishod x_j bi bila q_j . Budući da su alternative statistički nezavisne, vjerojatnost da će pojedinac dobiti x_i te propustiti x_j je jednaka $p_i q_j$. Tada je očekivana modificirana korisnost odabira alternative p jednaka:

$$\sum_i \sum_j p_i q_j M(x_i, x_j) \quad (6)$$

Prema tome:

$$p \underset{<}{\overset{>}{\succ}} q \iff \sum_i \sum_j p_i q_i M(x_i, x_j) \underset{<}{\overset{>}{\succ}} \sum_i \sum_j p_i q_j M(x_j, x_i) \quad (7)$$

Sada je moguće definirati novu funkciju $\Psi(., .)$ na sljedeći način:

$$\Psi(x_i, x_j) = M(x_i, x_j) - M(x_j, x_i) \quad (8)$$

$\Psi(., .)$ je antisimetrična funkcija, odnosno $\Psi(x_i, x_j) = -\Psi(x_j, x_i)$ pa jednadžba (7) može biti napisana na sljedeći način:

$$p \underset{<}{\overset{>}{\succ}} q \iff \sum_i \sum_j p_i q_j \Psi(x_i, x_j) \underset{<}{\overset{>}{=}} 0 \quad (9)$$

Ovakva formulacija teorije žaljenja odgovara Fishburnovoj teoriji antisimetrične bilinearne teorije korisnosti²⁹ (engl. skew-symmetric bilinear utility theory – SSB theory).

Ako su alternative statistički nezavisne i ako se pretpostavi nesklonost žaljenju koju Lommes i Sugden nazivaju svojstvom konveksnosti,³⁰ krivulje indiferencije bit će rasprostranjene u obliku lepeze u pravokutnom dijagramu. Svojstvo konveksnosti Lommes i Sugden u svojim kasnijim radovima nazivaju nesklonost žaljenju. Nesklonost žaljenju podrazumijeva da za bilo koja tri ishoda x_i, x_j, x_k gdje je $x_i > x_j > x_k$ vrijedi $\Psi(x_i, x_k) \geq \Psi(x_i, x_j) + \Psi(x_j, x_k)$ ³¹. Prema tome u slučaju sparenih izbora za statistički nezavisne alternative definirane za tri čista ishoda te uz pretpostavku konveksnosti, tj. nesklonosti žaljenju, krivulje indiferencije prema teoriji žaljenja identične su krivuljama indiferencije koje su rasprostranjene u obliku lepeze iz Chew-MacCrimmonove teorije. Ovakav slučaj obuhvaća opći efekt posljedice i opći efekt odnosa.

Teorija žaljenja i Chew-MacCrimmonova teorija razilaze se kada se zadrži pretpostavka o statistički nezavisnim alternativama, ali se te alternative definiraju za više od tri čista ishoda. U tom slučaju preferencije ne moraju zadovoljavati aksiom tranzitivnosti iako postoji savršeni redosljed alternativa u odnosu na ishode. Vezano za statistički nezavisne alternative, tranzitivnost ili netranzitivnost preferencija jedina je razlika između teorije žaljenja i Chew-MacCrimmonove teorije. Chew-MacCrimmonov sustav aksioma uključuje tranzitivnost, međutim ako se aksiom tranzitivnosti odbaci, rezultat je teorija žaljenja. Slijedom toga, ukoliko se razmatraju statistički nezavisne alternative, Chew-MacCrimmonova teorija nije ništa drugo nego poseban oblik teorije žaljenja.³²

Postoji veliki broj dokaza o sustavnoj netranzitivnosti u izborima pojedinaca od kojih mnogi mogu objasniti teoriju žaljenja.³³ Budući da teorija žaljenja predviđa i kršenja aksioma nezavisnosti kao što su opći efekt posljedice i opći efekt odnosa, moglo bi se zaključiti kako dokazi čvrsto podupiru teoriju žaljenja. Nažalost, takav je zaključak pogrešan jer teorija žaljenja ne može

²⁸ Sugden, R.: op. cit., str. 17 – 18.

²⁹ Fishburn, P. C.: op. cit.

³⁰ Loomes, G. i Sugden, R.: op. cit., str. 810.

³¹ Sugden, R.: op. cit., str. 19.

³² Starmer, C.: op. cit., str. 356.

³³ Grether, D. i Plott, C.: Economic Theory of Choice and the Preference Reversal Phenomenon, American Economic Review, Vol. 69, str. 623 – 638.

objasniti sve slučajeve općeg efekta posljedice, dok pretpostavke teorije žaljenja u slučaju općeg efekta odnosa ovise o prezentaciji problema.³⁴

9. ZAKLJUČAK

Tradicionalna ekonomska analiza izbora u uvjetima neizvjesnosti zasniva se na konvencionalnoj teoriji očekivane korisnosti. Teorija očekivane korisnosti pretpostavlja da će pojedinac, čije preferencije zadovoljavaju određene aksiome, u uvjetima neizvjesnosti maksimizirati svoju očekivanu korisnost koja je sjedinjena s mogućim rezultatima njegova izbora. Temeljni su aksiomi na kojima se zasniva ova teorija: redoslijed alternativa, kontinuiranost i nezavisnost.

Veliki broj istraživanja pokazao je da se pojedinci u uvjetima neizvjesnosti nužno ne ponašaju u skladu s temeljnim načelima konvencionalne teorije. U istraživanjima se najčešće dokazivalo kršenje aksioma nezavisnosti. Na temelju spoznaja o kršenju aksioma nezavisnosti nastao je čitav niz teorija od kojih su istaknutije Machinina generalizirana teorija očekivane korisnosti, Chew-MacCrimmonova teorija, teorija očekivanog izbora i kumulativna teorija očekivanog izbora, dok se teorija žaljenja zasniva na modelu netranzitivnih preferencija.

MacCrimmonova generalizirana teorija očekivane korisnosti, kao i čitava skupina modela od kojih je istaknutija Chew-MacCrimmonova teorija, temelji se na pretpostavci o krivuljama indiferencije rasprostranjenim u obliku lepeze. Međutim, te teorije su samo analitičko proširenje teorije očekivane korisnosti kojima se objašnjavaju opći efekt odnosa i opći efekt posljedice.

Najprihvaćenija alternativna teorija izbora u uvjetima neizvjesnosti jest teorija očekivanog izbora prema kojoj pojedinac svaku situaciju odlučivanja promatra kao nezavisan događaj u terminima dobitaka ili gubitaka u odnosu na situacijsku referentnu točku. Iako ova teorija ne nudi precizan matematički model za predviđanje odluke koju bi pojedinac mogao donjeti u uvjetima neizvjesnosti, ona nudi mogućnost da se predvidi hoće li pojedinac donijeti sigurniju ili rizičniju odluku. Veliki doprinos teorije očekivanog izbora nalazi se u otkrivanju subjektivizma u procjenjivanju vjerojatnosti, tj. otkrivanje obrasca ponašanja prema kojemu pojedinci podcjenjuju sigurne događaje, a precjenjuju malo vjerojatne događaje. Iz teorije očekivanog izbora razvila se i kumulativna teorija očekivanog izbora prema kojoj postoje četiri obrasca ponašanja pojedinaca u uvjetima neizvjesnosti.

Model netranzitivnih preferencija temelj je na kojemu se zasniva teorija žaljenja. Budući da postoji veliki broj dokaza o sustavnoj netranzitivnosti u izborima pojedinca te da teorija žaljenja predviđa i kršenje aksioma nezavisnosti,

³⁴ Appelby, L. i Starmer, C.: Individual Choice under Uncertainty: a Review of Experimental Evidence, Past and Present, u Hey, J. D. i Lambert, P. J.: Surveys in the Economics of Uncertainty, Basil Blackwell, New York, 1989, str. 39 – 42.

može se zaključiti da empirijska istraživanja potvrđuju ispravnost ove teorije. Međutim, takav je zaključak neispravan jer teorija žaljenja ne može objasniti sve slučajeve općeg efekta posljedice, a pretpostavke teorije u slučaju općeg efekta ovise o prezentaciji problema.

Na temelju svega navedenoga može se zaključiti kako postoji veliki broj alternativnih teorija i modela koji su nastali kao kritika teoriji očekivane korisnosti, a koji dovode u pitanje valjanost konvencionalne teorije kao deskriptivne i normativne teorije izbora u uvjetima neizvjesnosti. Budući da nijedna od prethodno spomenutih teorija nije u potpunosti obuhvatila sva nova saznanja o izboru pojedinca u uvjetima neizvjesnosti, javlja se potreba za empirijskim istraživanjem kojim bi se istražile implikacije alternativnih teorija kako bi se omogućila procjena prediktivne mogućnosti tih modela.

LITERATURA

Appelby, L. i Starmer, C.: Individual Choice under Uncertainty: a Review of Experimental Evidence, Past and Present, u Hey, J. D. i Lambert, P. J.: *Surveys in the Economics of Uncertainty*, Basil Blackwell, New York, 1989, str. 25 – 45.

Bell, D. E.: Regret in Decision Making Under Uncertainty, *Operations Research*, Vol. 30, No. 5, 1982., str. 961 – 981.

Chew, S. i MacCrimmon, K.: Alpha-nu Choice Theory: a Generalization of Expected Utility Theory, Working Paper No. 669, University of British Columbia, 1979.

Fennema, H. i Wakker, P.: Original and Cumulative Prospect Theory: A Discussion of Empirical Differences, *Journal of Behavioral Decision Making*, Vol. 10, 1997, str. 53-64.

Fishburn P. C.: Nontransitive Measurable Utility, *Journal of Mathematical Economics*, Vol. 26, 1982., str. 31 – 67.

Grether, D. i Plott, C.: Economic Theory of Choice and the Preference Reversal Phenomenon, *American Economic Review*, Vol. 69, str. 623 – 638.

Hershey, J. C. i Schoemaker, P. J. H.: Risk Taking and Problem Context in the Domain of Losses: An Expected Utility Analysis, *The Journal of Risk and Insurance*, v. 47, iss. 1, 1980., str. 111 – 132.

Kahneman, D. i Tversky, A.: Prospect Theory: An Analysis of Decision Under Risk, *Econometrica*, Vol. 47, No. 2, March 1979, str. 263 – 291.

Loomes, G. i Sugden, R.: Regret Theory: An Alternative Theory of rational Choice under Uncertainty, *The Economic Journal*, 1982, str. 805 – 824.

Machina, M. J.: Choice Under Uncertainty: Problems Solved and Unsolved, *Economic Perspectives*, Vol. 1, No. 1, Summer 1987, str. 121 – 154.

Machina, M. J.: Expected Utility Theory without the Independence Axiom, *Econometrica*, 50, 1982, str. 277 – 323.

Markowitz, H.: The Utility of Wealth, *The Journal of Political Economy*, Vol. 60, No. 2, 1952., str. 151-158.

Starmer, C.: Developments in Non-Expected Utility Theory: The Hunt for a Descriptive Theory of Choice under Risk, *Journal of Economic Literature*, Vol. 38, 2000., str. 332 – 382.

Sugden, R.: New Developments in the Theory of Choice under Uncertainty, u Hey, J. D. i Lambert, P. J.: *Surveys in the Economics of Uncertainty*, Basil Blackwell, New York, 1989, str. 1 – 25.

Tversky, A. i Kahneman, D.: Advances in Prospect Theory: Cumulative Representation of Uncertainty, *Journal of Risk and Uncertainty*, 1992, str. 297 – 323.

<http://web.efzg.hr/dok//OIM/dtipuric//Teorija%20oczekivanog%20izbora.pdf> (25.5.2010.)

Perica Vojinić, M. A.

Assistant
Department of Economics and Business Economics
University of Dubrovnik

THEORIES OF CHOICE UNDER UNCERTAINTY

Abstract

Traditional economic analysis of choice under uncertainty is based on expected utility theory, although many studies have shown that individual behaviour under uncertainty is not in accordance with fundamental principles of conventional theory. As a result, the growing number of alternative theories and models have emerged criticizing conventional theory. The purpose of this paper is to review conventional expected utility theory and to assess some of the relevant alternative theories of choice under uncertainty.

Key words: choice under uncertainty, utility function, value function, indifference curves, attitude toward risk

JEL classification: D81

