

ODLUČIVANJE U UVJETIMA NESIGURNOSTI I RIZIKA

Kvantitativni menadžment



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE
VARAŽDIN

ODLUČIVANJE U UVJETIMA NESIGURNOSTI I RIZIKA

Sadržaj današnjeg predavanja:

- 1. Odlučivanje u različitim uvjetima*
- 2. Matrica plaćanja*
- 3. Odlučivanje u uvjetima nesigurnosti*
- 4. Odlučivanje u uvjetima rizika*
- 5. Stablo odlučivanja*

UVOD

- mogući uvjeti za odlučivanje
 - uvjeti potpune **sigurnosti** – sa 100% sigurnosti znamo što će se desiti u budućnosti
 - uvjeti **nesigurnosti** – znamo što bi se moglo desiti u budućnosti (koja varijante su moguće), ali ne znamo kolike su vjerojatnosti da će se neka od tih varijanti desiti
 - uvjeti **rizika** – poznate su varijante u budućnosti i vjerojatnost da će se neka od njih desiti
- primjer!?

Matrica plaćanja

- Informacije koje su nam dostupne možemo zapisati u obliku matrice plaćanja.
- Svaki stupac predstavlja jedno od stanja okoline koje može nastati S_j .
- Svaki redak predstavlja moguće ishode ukoliko je poduzeta akcija A_i .
- V_{ij} predstavlja financijski rezultat kao posljedicu poduzimanja poduhvata A_i i nastanka stanja okoline S_j .

	S1	S2	S3	...	Sn
A1	V11	V12	V13	...	V1n
A2	V21	V22	V23	...	V2n
A3	V31	V32	V33	...	V3n
...
Am	Vm1	Vm2	Vm3	...	Vmn

Metode odlučivanja

- Teorijske metode odlučivanja (nesigurnost)
 - Maximax (Optimistični pristup)
 - Maximin (Pesimistični pristup, Wald-ov kriterij)
 - Kriterij realizma (Hurwicz-ov kriterij)
 - Kriterij minimalnog žaljenja (Savage-ov kriterij)
- Praktične metode odlučivanja (rizik)
 - Laplace-ov kriterij
 - Očekivana vrijednost

Primjer

- Poduzeće razmatra otvaranje novog pogona. U tablici plaćanja prikazani su financijski rezultati (dobiti u tisućama kuna) koji mogu nastati u ovisnosti o akcijama koje poduzeće može poduzeti i stanju ekonomije koje može nastati u budućnosti.

	Ekspanzija	Stagniranje	Recesija
	0,3	0,4	0,3
Velika tvornica	200	50	-120
Srednja tvornica	90	120	-30
Mala tvornica	40	30	20
Bez tvornice	0	0	0

Maximin

- Za svaku alternativu odabiremo najgori mogući ishod a potom između tih ishoda izabiremo najblaži najgori mogući ishod

	Ekspanzija	Stagniranje	Recesija	min
Velika tvornica	200	50	-120	-120
Srednja tvornica	90	120	-30	-30
Mala tvornica	40	30	20	20
Bez tvornice	0	0	0	0

Maximax

- Za svaku alternativu odabiremo najbolji mogući ishod a potom između tih ishoda izabiremo najbolji “najbolji” mogući ishod

	Ekspanzija	Stagniranje	Recesija	max
Velika tvornica	200	50	-120	200
Srednja tvornica	90	120	-30	120
Mala tvornica	40	30	20	40
Bez tvornice	0	0	0	0

Kriterij realizma (Hurviczov)

- za svaku alternativu tražimo najmanju i najveću vrijednosti po svim stanjima
- računamo Hurwitzovu vrijednost

$$H_i = \alpha V_{\max} + (1 - \alpha) V_{\min}$$

- odabiremo najveću vrijednost i pripadnu alternativu

	Ekspanzija	Stagniranje	Recesija	max	min	H _i
Velika tvornica	200	50	-120	200	-120	8
Srednja tvornica	90	120	-30	120	-30	30
Mala tvornica	40	30	20	40	20	28
Bez tvornice	0	0	0	0	0	0

α je zadana vrijednost; $\alpha=0.4$

Savageov kriterij

- kriterij minimalnog žaljenja
- svakom ishodu se pridružuje žaljenje (formiramo tablicu žaljenja)
- potom tražimo za svaku alternativu maksimalno žaljenje
- odluka je alternativa gdje je maksimalno žaljenje minimalno

	Ekspanzija	Stagniranje	Recesija	
Velika tvornica	200	50	-120	
Srednja tvornica	90	120	-30	
Mala tvornica	40	30	20	
Bez tvornice	0	0	0	
	Ekspanzija	Stagniranje	Recesija	MAX
Velika tvornica	0	70	140	140
Srednja tvornica	110	0	50	110
Mala tvornica	160	90	0	160
Bez tvornice	200	120	20	200

Matematičko očekivanje

- p_i – vjerojatnost nastanka događaja i
- D_i – dobit alternative u događaju i
- $E =$

$$E = \sum_{i=1}^n p_i \cdot D_i$$

Kriterij očekivane vrijednosti

- Za svaku alternativu računamo matematičko očekivanje
- postoji spoznaja o vjerojatnostima nastanka pojedinih događaja (stanja)
- biramo alternativu s najvećim matematičkim očekivanjem

	Ekspanzija	Stagniranje	Recesija	E
	0,1	0,5	0,4	
Velika tvornica	200	50	-120	-3
Srednja tvornica	90	120	-30	57
Mala tvornica	40	30	20	27
Bez tvornice	0	0	0	0

LaPlaceov kriterij

- Računanje matematičkog očekivanja (očekivane vrijednosti) dajući svim mogućim stanjima (događajima) jednaku vjerojatnost nastanka

	Ekspanzija	Stagniranje	Recesija	E
	1/3	1/3	1/3	
Velika tvornica	200	50	-120	43,3
Srednja tvornica	90	120	-30	60
Mala tvornica	40	30	20	30
Bez tvornice	0	0	0	0

Stablo odlučivanja

- metoda za odlučivanje u uvjetima rizika
- poznate su nam alternativne aktivnosti između kojih odlučujemo, alternativne aktivnosti događaja koji bi se mogli desiti i vjerojatnosti nastanka tih alternativnih aktivnosti

Stablo odlučivanja

- odluka se ne može promatrati kao izolirani, pojedinačni događaj, već kao prva u nizu nekoliko međusobno ovisnih odluka tijekom budućeg vremenskog perioda
- donositelj odluke treba razmotriti čitave serije odluka, istovremeno. Jedan od najpraktičnijih alata za rješavanje ovakvih problema, je stablo odlučivanja (engl. Decision tree)
- stablo odlučivanja je grafički prikaz mogućih odluka i njihovih posljedica.

Elementi stabla odlučivanja

- Osnovni elementi stabla odlučivanja su:
 - čvorovi odluke,
 - grane alternativnih aktivnosti,
 - trošak ili profit akcije alternative,
 - čvorovi mogućih posljedica,
 - grane mogućih posljedičnih stanja,
 - vjerojatnosti pojave mogućih stanja,
 - završni čvorovi,
 - vrijednosti konačne isplate financijske koristi.

Konstrukcija stabla odlučivanja

- prije konstrukcije stabla odlučivanja može se opisno zadati problem odlučivanja koji će služiti za konstrukciju stabla odlučivanja
- taj model sadrži informacije o alternativama i vrijednostima koje će se u stablu koristiti kao i njima pridruženi izvori podataka
- koraci izrade stabla i donošenje odluke:
 1. izgradnja logičkog modela – stabla odlučivanja s ulaznim podacima
 2. računanje očekivanih vrijednosti odluka postupkom računanja unatrag (engl. *rollback algoritam*)
 3. pronalaženje optimalnog puta postupkom računanja prema naprijed

1. korak

- 1. korak je **izgradnja logičkog modela – stabla odlučivanja s ulaznim podacima**
- svim čvorovima odluka, čvorovima posljedica, granama alternativnih akcija i granama posljedičnih stanja, i to u kronološkom redoslijedu pridružuju se:
 - vjerojatnosti pojave pojedine posljedice
 - parcijalan tok novca (potreban priljev ili odljev sredstava kako bi se stablo nastavilo granati)

2. korak

- 2. korak **je računanje očekivanih vrijednosti odluka postupkom računanja unatrag** (engl. *rollback* algoritam)
- računanje unatrag započinje na krajnjim čvorovima stabla i kreće prema unatrag, do početnog čvora odluke.
- svakom čvoru pridodaje se ekvivalentna očekivana vrijednost, i to:
 - na završnom čvoru izračunata je konačna vrijednost te alternative,
 - na čvoru odluka očekivana pridružena vrijednost jednaka je najvećoj od algoritmom prethodno izračunatih očekivanih vrijednosti neposrednih sljedećih čvorova u stablu odlučivanja.
 - čvoru posljedica pridružuju se očekivane vrijednosti izračunate kao:

$$EV_{i-1} = \sum_j p_j EV_i, i \in \{1, 2, \dots, n\}, j \in \{1, 2, \dots, m\}$$

EV_{i-1} je očekivana vrijednost u čvoru $i-1$, EV_i je očekivana vrijednost u čvoru i , p_j je vjerojatnost grane j koja izlazi iz čvora posljedica $i-1$

3. korak

- 3. korak je pronalaženje optimalnog puta postupkom računanja prema naprijed
- nakon što su se u prethodnom koraku izračunale očekivane vrijednosti za svaki čvor, može se prepoznati optimalan put u stablu odlučivanja, računanjem prema naprijed, od početnog čvora odluke
- njemu (početnom čvoru) pridružena vrijednost je jednaka očekivanoj vrijednosti grane koja se nalazi na optimalnom putu
- analogno se promatra sljedeći čvor, sve do završnog čvora

Primjer (jednostavan)

- Poduzeće razmatra otvaranje novog pogona. U tablici plaćanja prikazani su financijski rezultati (dobiti u tisućama kuna) koji mogu nastati u ovisnosti o akcijama koje poduzeće može poduzeti i stanju ekonomije koje može nastati u budućnosti.

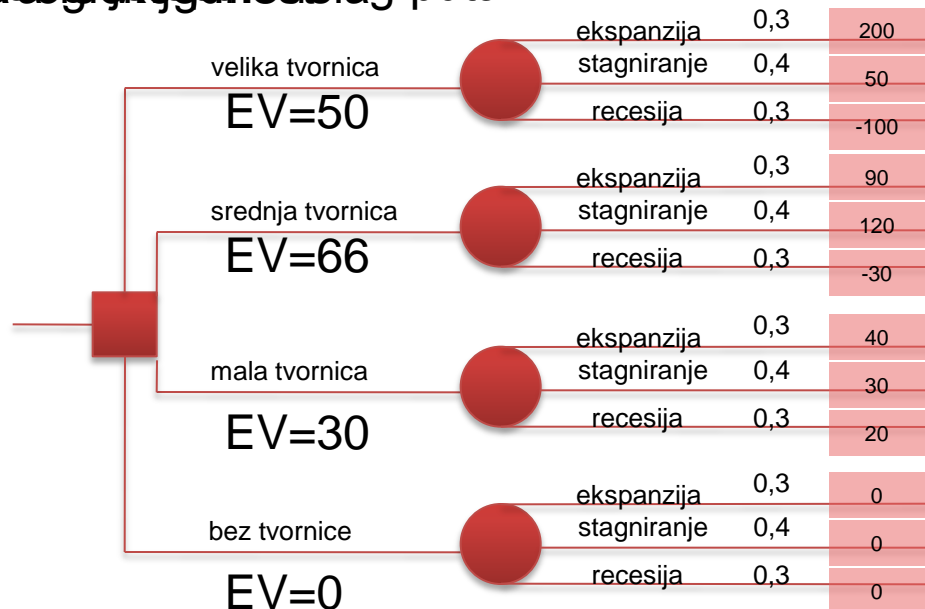
Alternative u čvoru posljedice

Alternative u čvoru odluke

	Ekspanzija	Stagniranje	Recesija
	0,3	0,4	0,3
Velika tvornica	200	50	-100
Srednja tvornica	90	120	-30
Mala tvornica	40	30	20
Bez tvornice	0	0	0

7. Primjer (jednostavan)

2. Proračun najpovoljnijeg puta



	Ekspanzija	Stagniranje	Recesija
	0,3	0,4	0,3
Velika tvornica	200	50	-100
Srednja tvornica	90	120	-30
Mala tvornica	40	30	20
Bez tvornice	0	0	0

8. Primjer 2

- Poduzeće X se bavi proizvodnjom proizvoda x, kapacitet proizvodnje = 5000kom. Prodati proizvode:
 - 1. poduzeće A ... 5000, 120kn/kom
 - 2. poduzeće B ... **5500**, 130kn/kom
 - proširivanje kapaciteta, ulaganje 10000 kn
 - moguće kašnjenje (50%, penal 5000kn), 50% isporuka na vrijeme
 - kooperant kojemu se plaća 100kn/kom
 - moguće kašnjenje 30% kooperanta – penal 10% ugovorene cijene od kooperanta i prema poduzeću B
 - 3. poduzeće C ... 4000kom, 130 kn /kom
 - ne tražiti drugog kupca za 1000 kom
 - tražiti drugog kupca za 1000 kom
 - uspješno, 80%, 120 kn/kom
 - neuspješno, 20%

Poduzeće za sada ima ugovor s A, a ukoliko mora sklapati suradnje s novim partnerima trošak sklapanja ugovora iznosi 2000kn. Po kojoj minimalnoj cijeni treba robu prodati poduzećima A ili C da bi se s njima nastavila/uspostavila suradnja?

8. Primjer 2. Rješenje

