OSNOVI TEORIJE KAMATNIH STOPA

U O P Š T E NJ A

$i(t) = p\%$ **efektivna (konformna) kamatna stopa** za jedinicu vremena u trenutku t

$K(t_1, t_2)$ **faktor akumulacije** u trenutku t_2, investicije od K novčanih jedinica investiranih u trenutku t_1.

Ukoliko u trenutku t=0 uložimo K € u slučaju složenog interesnog računa u trenutku t=1 ćemo raspolagati iznosom $K_1 = K(0,1) = K[1 + i(0)]$

a trenutku t=n: $K_n = K(0, n) = K[1 + i(0)][1 + i(1)]\cdots[1 + i(n-1)]$

odnosno za $i(t) = i, \forall t$ $\qquad K_n = K(1+i)^n = Kq^n$

Kod **prostog interesnog računa,** gdje je osnovica za obračun kamate uvijek glavnica K akumulirani kapital iznosi:

$$K_n = K(0, n) = K(1 + in)$$

OSNOVI TEORIJE KAMATNIH STOPA

U O P Š T E NJ A

Definišimo **nominalnu kamatnu stopu** ($i_h(t)$) za jedinicu vremena transakcije koja počinje u trenutku t i koja traje h vremenskih jedinica, tako da konformna (efektivna) kamatna stopa za period dužine h koji počinje u trenutku t iznosi $\boxed{h \cdot i_h(t)}$

Ukoliko uložimo K=1 novčanu jedinicu u trenutku t, u trenutku t+h imamo:

$$\boxed{K(t, t+h) = 1 + h \cdot i_h(t)}$$

Slijedi:

$$\boxed{i_h(t) = \frac{K(t, t+h) - 1}{h}}$$

Za h=1 dobijamo da se konformna i nominalna kamatna stopa poklapaju (za jednu vremensku jedinicu).

BRZINA RASTA ULOGA

PRINCIP KONZISTENTNOSTI

Brzina rasta uloga od K=1 novčanih jedinica (kamatna stopa za jedinicu vremena u beskonačno malom vremenskom intervalu) :

$$\boxed{\delta(t) = \lim_{h \to 0+} i_h(t)}$$

PRINCIP KONZISTENTNOSTI:

Za $t_0 \leq t_1 \leq t_2$ $\quad K(t_0, t_2) = K(t_0, t_1) \cdot K(t_1, t_2)$

Primjenom principa matematičke indukcije slijedi da za i svaki rastući niz

$t_0, t_1, \ldots, t_n$ važi $\boxed{K(t_0, t_n) = K(t_0, t_1) K(t_1, t_2) \cdots K(t_{n-1}, t_n)}$

TEOREMA O FAKTORU AKUMULACIJE

Ako su δ (t) i $K(t_0,t)$ neprekidne funkcije (po nezavisno promjenljivoj t) za $t \geq t_0$, i ako važi princip konzistentnosti tada je:

$$\boxed{K(t_1,t_2) = Ke^{\int_{t_1}^{t_2} \delta(t)dt}}$$

Dokaz ćemo izvesti za K=1. Neka je $f(t) = K(t_0,t)$. Za $t \geq t_0$ i uz učinjene pretpostavke važi:

$$\delta(t) = \lim_{h\to 0+} i_h(t) = \lim_{h\to 0+} \frac{K(t,t+h)-1}{h} = \lim_{h\to 0+} \frac{k(t_0,t)K(t,t+h)-K(t_0,t)}{K(t_0,t)\cdot h}$$

$$= \frac{1}{K(t_0,t)} \lim_{h\to 0+} \frac{K(t_0,t+h)-K(t_0,t)}{h} = \frac{1}{f(t)} \cdot \lim_{h\to 0+} \frac{f(t+h)-f(t)}{h} = \frac{1}{f(t)} \cdot f_+^{'}(t)$$

TEOREMA O FAKTORU AKUMULACIJE

Znači, $f_{+}^{'}(t) = f(t)\delta(t)$, a to je neprekidna funkcija (proizvod neprekidnih funkcija). Kako važi da ako neprekidna realna funkcija ima neprekidan desni izvod tada je ona diferencijabilna te imamo da je:

$$f^{'}(t) = f(t)\delta(t)$$

Množenjem ove relacije sa $e^{-\int_{t_0}^{t}\delta(s)ds}$ lako se pokazuje da je $\frac{d}{dt}\left(f(t)e^{-\int_{t_0}^{t}\delta(s)ds}\right) = 0$

$$f(t)e^{-\int_{t_0}^{t}\delta(s)ds} = c \qquad \text{odnosno} \qquad f(t) = ce^{\int_{t_0}^{t}\delta(s)ds}$$

Kako je $f(t_0) = K = 1$ to je c=1.

Sada na osnovu principa konzistentnosti imamo da je: $K(t_1,t_2) = \frac{K(t_0,t_2)}{K(t_0,t_1)}$

Odavde slijedi da za K=1 važi $i_h(t) = \frac{K(t,t+h)-1}{h}$

TEOREMA O FAKTORU AKUMULACIJE

Za K novčanih jedinica, na osnovu proporcije, važi:

$$K(t_1, t_2) = Ke^{\int_{t_1}^{t_2} \delta(t)dt}$$

Ako je $\forall t \in (t_1, t_2) \quad \delta(t) = \delta$ i $t_1=0$ a $t_2=n$ slijedi relacija

$$K_n = K(0,n) = Ke^{n\delta}$$

Ako δ prikažemo u procentualnom obliku $\delta=p\%$, tada je $K_n = Ke^{\frac{np}{100}}$

SADAŠNJA VRIJEDNOST NOVČANIH TOKOVA

Početna vrijednost kapitala u trenutku t=t1, $t_1 \leq t_2$

$$K = \frac{K(t_1, t_2)}{e^{\int_{t_1}^{t_2} \delta(t)dt}} = K(t_1, t_2)e^{-\int_{t_1}^{t_2} \delta(t)dt}$$

Diskontovana sadašnja vrijednost (sadašnja vrijednost) $(t_1 = 0, t_2 = t)$

$$K = K(0,t) \cdot e^{-\int_0^t \delta(s)ds}$$

SADAŠNJA VRIJEDNOST NOVČANIH TOKOVA

Funkcija sadašnje vrijednosti

$$\boxed{V(t) \overset{def.}{=} e^{-\int_0^t \delta(s)ds}}$$

To je diskontni faktor koji za $t \geq 0$ predstavlja sadašnju vrijednost 1 novčane jedinice date u trenutku t, a za $t < 0$ predstavlja akumulaciju u trenutku 0, 1 novčane jedinice uložene u trenutku t.

Ako je $\delta(t) = \delta, \ \forall t$ tada je $V(t) = V^t$

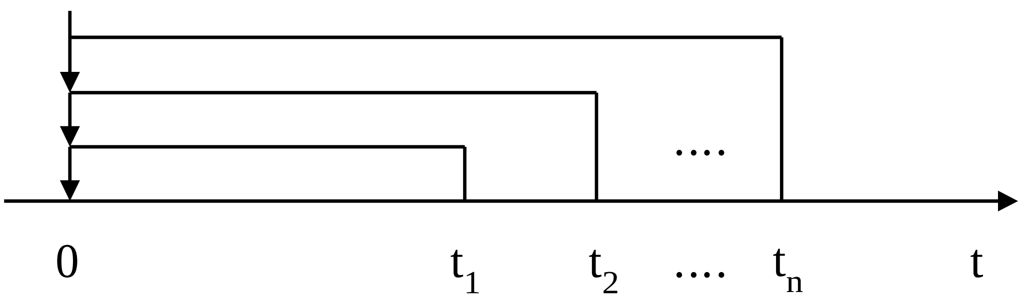
$$V = V(1) = e^{-\delta}$$

Diskontni faktor kod diskretnog kapitalisanja je $\frac{1}{q^t}$ a ovdje je

$$e^{-\delta t} = (e^{\delta})^{-t} = (1+i)^{-t} = (\frac{1}{1+i})^t = \frac{1}{q^t} = V^t$$

DISKRETNI NOVČANI TOKOVI

Neka su dati tokovi novca C_{t1}, C_{t2}, ... , C_{tn} u trenucima t_1, t_2, ... , t_n.



Sadašnja vrijednost diskretnih novčanih tokva iznosi:

$$\boxed{\sum_{j=1}^{n} C_{tj} V(tj)}$$

NEPREKIDNI NOVČANI TOKOVI

Neka je $\rho(t)$ visina novčanog toka u trenutku t za jedinicu vremena i neka $t \in [0,T]$

$\boxed{\rho(t) \overset{def.}{=} M^{'}(t), \quad \forall t}$ gdje je M(t) - ukupna visina novčanog toka između 0 i t.

Ako je $0 \le \alpha < \beta \le T$ tada je ukupno plaćanje između α i β:

$$M(\beta) - M(\alpha) = \int_{\alpha}^{\beta} M^{'}(t)dt = \int_{\alpha}^{\beta} \rho(t)dt$$

a između t i $t + \Delta t$

$$M(t + \Delta t) - M(t) \approx M^{'}(t)\Delta t = \rho(t)dt \qquad dt = \Delta t$$

Sadašnja vrijednost novčanog toka između t i $t + \Delta t$: $V(t)\rho(t)dt$

Sadašnja vrijednost cijelog novčanog toka: $\boxed{\int_{0}^{T} V(t)\rho(t)dt}$

RENTABILNOST INVESTICIONOG PROJEKTA

Neka je kamatna stopa konstantna i iznosi i. Projekat se okončava u trenutku T. Stanje na računu u trenutku t=T:

$$\sum C_t q^{T-t} + \int_0^T \rho(t) q^{T-t} dt, \quad q = 1 + i$$

Za t=0 uz oznaku $V = \dfrac{1}{q}$

$$\boxed{NSV(i) = \sum C_t V^t + \int_0^T \rho(t) V^t dt}$$

NSV(i) - funkcija neto sadašnje vrijednosti razmatrane investicije uz kamatnu stopu i

Ako $i \to \infty$ tada $NSV(i) \to C_0$

Za $NSV(i) > 0$ investicija je rentabilna.

SADAŠNJA VRIJEDNOST NOVČANIH TOKOVA

Funkcija sadašnje vrijednosti

$$\boxed{V(t) \overset{def.}{=} e^{-\int_0^t \delta(s)ds}}$$

To je diskontni faktor koji za $t \geq 0$ predstavlja sadašnju vrijednost 1 novčane jedinice date u trenutku t, a za $t < 0$ predstavlja akumulaciju u trenutku 0, 1 novčane jedinice uložene u trenutku t.

Ako je $\delta(t) = \delta, \ \forall t$ tada je $V(t) = V^t$

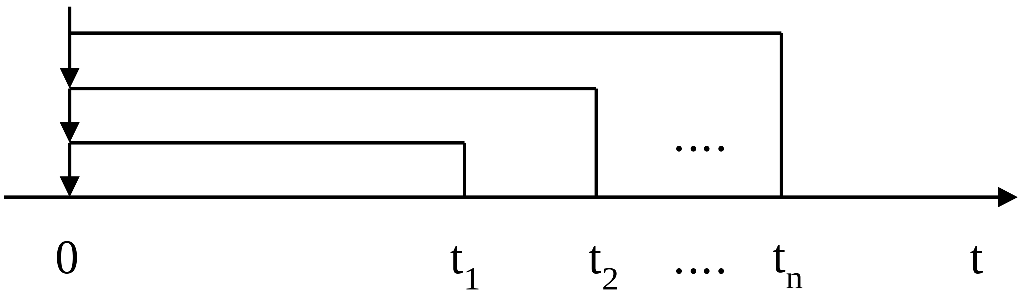
$$V = V(1) = e^{-\delta}$$

Diskontni faktor kod diskretnog kapitalisanja je $\frac{1}{q^t}$ a ovdje je

$$e^{-\delta t} = (e^{\delta})^{-t} = (1+i)^{-t} = (\frac{1}{1+i})^t = \frac{1}{q^t} = V^t$$

DISKRETNI NOVČANI TOKOVI

Neka su dati tokovi novca C_{t1}, C_{t2}, ... , C_{tn} u trenucima t_1, t_2, ... , t_n.



Sadašnja vrijednost diskretnih novčanih tokva iznosi:

$$\boxed{\sum_{j=1}^{n} C_{tj} V(tj)}$$

NEPREKIDNI NOVČANI TOKOVI

Neka je $\rho(t)$ visina novčanog toka u trenutku t za jedinicu vremena i neka $t \in [0,T]$

$\boxed{\rho(t) \overset{def.}{=} M^{'}(t), \quad \forall t}$ gdje je M(t) - ukupna visina novčanog toka između 0 i t.

Ako je $0 \le \alpha < \beta \le T$ tada je ukupno plaćanje između α i β:

$$M(\beta) - M(\alpha) = \int_{\alpha}^{\beta} M^{'}(t)dt = \int_{\alpha}^{\beta} \rho(t)dt$$

a između t i $t + \Delta t$

$$M(t+\Delta t) - M(t) \approx M^{'}(t)\Delta t = \rho(t)dt \qquad dt = \Delta t$$

Sadašnja vrijednost novčanog toka između t i $t + \Delta t$: $\quad V(t)\rho(t)dt$

Sadašnja vrijednost cijelog novčanog toka: $\boxed{\int_0^T V(t)\rho(t)dt}$

RENTABILNOST INVESTICIONOG PROJEKTA

Neka je kamatna stopa konstantna i iznosi i. Projekat se okončava u trenutku T. Stanje na računu u trenutku t=T:

$$\sum C_t q^{T-t} + \int_0^T \rho(t) q^{T-t} dt, \quad q = 1 + i$$

Za t=0 uz oznaku $V = \dfrac{1}{q}$

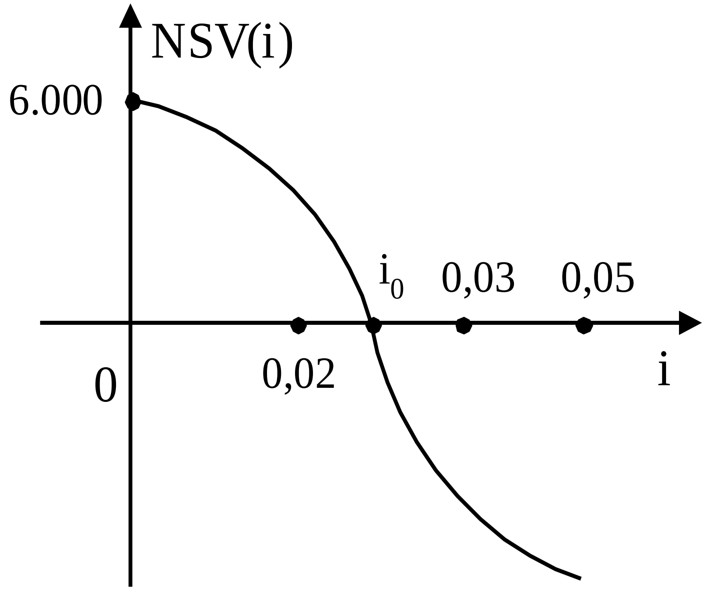
$$\boxed{NSV(i) = \sum C_t V^t + \int_0^T \rho(t) V^t dt}$$

NSV(i) - funkcija neto sadašnje vrijednosti razmatrane investicije uz kamatnu stopu i

Ako $i \to \infty$ tada $NSV(i) \to C_0$

Za $NSV(i) > 0$ investicija je rentabilna.

RENTABILNOST INVESTICIONOG PROJEKTA



Pretpostavimo da postoji stopa i_0 takva da je NSV(i)=0 i da NSV mijenja znak sa + na - prolazeći kroz tu tačku.

i_0 - stopa dovoljna za namirenje duga (IRR - internal rate of return)

tzv. interna stopa prinosa

Neka investitor pozajmljuje novac uz fiksnu stopu i_1. Ako je NSV(i_1)> 0 projekat je profitabilan.

Profit (ili gubitak) u trenutku T iznosi $NSV(i_1)q_1^T \quad q_1 = 1 + i_1$

Uz pretpostavku da je NSV(i_0)=0 i da NSV mijenja znak sa + na - prolazeći kroz tu tačku jasno je da je projekat profitabilan ako i samo ako je $i_1 < i_0$

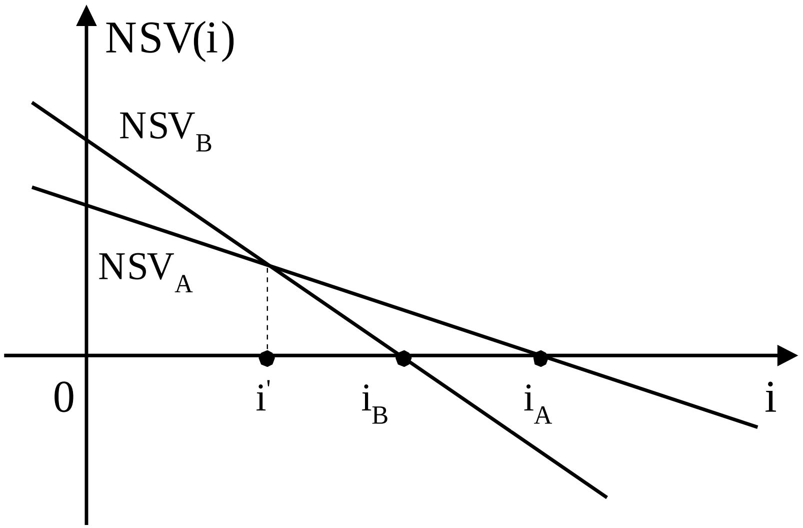
i_0 je dakle kamatna stopa do koje investitor može da pozajmljuje novac.

KOMPARACIJA DVA INVESTICIONA PROJEKTA

Neka investitor komparira dva projekta A i B.

Neka je i_1 stopa po kojoj je novac pozajmljen.

Ako je $\boxed{NSV_A(i_1) > NSV_B(i_1)}$ rentabilniji je projekat A.



Sa sljedeće slike je očigledno da kriterijum veće stope i_0 nije dobar jer za $i_1 < i'$ iz $i_A > i_B$ ne slijedi i $NSV_A(i_1) > NSV_B(i_1)$

SLUČAJ RAZLIČITIH STOPA UZ KOJE INVESTITOR POZAJMLJUJE I PLASIRA NOVAC

Označimo sa: j_1 - (aktivnu) stopu uz koju investitor pozajmljuje novac

j_2 - (pasivnu) stopu uz koju investitor plasira novac

Razmotrimo slučaj $j_1 \ddagger j_2$

Vremenski trenutak u kojem je stanje jednako nuli (dug vraćen) zovemo **diskontnim periodom povraćaja (DPP - discounted payback period)** i označavamo sa t_1. Ako je

$$A(t) = \sum_{s \le t} C_s (1 + j_1)^{t-s} + \int_0^t \rho(s)(1 + j_1)^{t-s} ds$$

tada je t_1 najmanje pozitivno t takvo da je $A(t) \ge 0$.

SLUČAJ RAZLIČITIH STOPA UZ KOJE INVESTITOR POZAJMLJUJE I PLASIRA NOVAC

Neka se projekat završava u trenutku T.

Ako je $A(T) < 0 \Leftrightarrow NSV(j_1) < 0$ tada t_1 ne postoji, tj. stanje na investitorovom računu je stalno negativno.

Ako t_1 postoji akumulirani profit iznosi:

$$\boxed{P = A(t_1)(1+j_2)^{T-t_1} + \sum_{t \geq t_1} C_t (1+j_2)^{T-t} + \int_{t_1}^{T} \rho(t)(1+j_2)^{T-t} dt}$$

UTICAJ INFLACIJE

Ako je prisutna u prethodnoj teoriji i inflacija za koju je procijenjeno da će rasti za jednu vremensku jedinicu uz stopu e tada imamo modifikaciju Ct i $\rho(t)$. Naime, nove vrijednosti tih veličina su:

$$\boxed{C_t^e = (1+e)^t C_t}$$

odnosno

$$\boxed{\rho^e(t) = (1+e)^t \cdot \rho(t)}$$

Zadatak br.1

Dati su novčani tokovi (prihodi)

TOK	KRAJ GODINE				
	1.	2.	3.	4.	5.
1	600 €	-	-	-	-
2	-	-	-	-	1.200 €
3	200 €	-	500 €	-	300 €

Izračunati internu stopu prinosa u sva 3 slučaja, ako je početna investicija (u t=0) 600€ za sva 3 projekta. Dati interpretaciju.

Zadatak br.1

I tok

$$NSV = -600 + 600 \cdot V^1$$

$$\boxed{NSV = 0}$$

$$-600 + 600 \cdot V = 0$$

$$600 \cdot V = 600$$

$$V = 1$$

$$V = \frac{1}{q} = \frac{1}{1+i}$$

$$\frac{1}{1+i} = 1$$

$$1 + i = 1$$

$$\boxed{i = 0}$$

Ne isplati se pozajmljivati sredstva za predmetni projekat!

Zadatak br.1

II tok

$$NSV = -600 + 1.200 \cdot V^5 = 0$$

$$1200 \cdot V^5 = 600$$

$$V^5 = 0,5 \quad \left|\sqrt[5]{\ }\right.$$

$$V = \sqrt[5]{0,5}$$

$$V = 0,8705$$

$$V = \frac{1}{1+i} = 0,8705$$

$$1+i = \frac{1}{0,8705}$$

$$\boxed{\begin{gathered} i = 0,14869 \\ p = 14,869 \end{gathered}}$$

Najveća kamatna stopa po kojoj se isplati pozajmiti sredstva da bi projekat bio rentabilan je14,869%.

Zadatak br. 1

III tok

$$NSV(i) = -600 + 200 \cdot V + 500 \cdot V^3 + 300 \cdot V^5 = 0$$

METODA POKUŠAJA

$$NSV(0) = -600 + 200 + 500 + 300 = 400$$

$$i = 18\% = 0,18 \Rightarrow V = \frac{1}{1+0,18} = 0,8477$$
$$\Rightarrow NSV(18\%) = 4,93776 > 0$$

$$i = 19\% = 0,19 \Rightarrow V = \frac{1}{1+0,19} = 0,840336$$
$$\Rightarrow NSV(19\%) = -9,51028 < 0$$

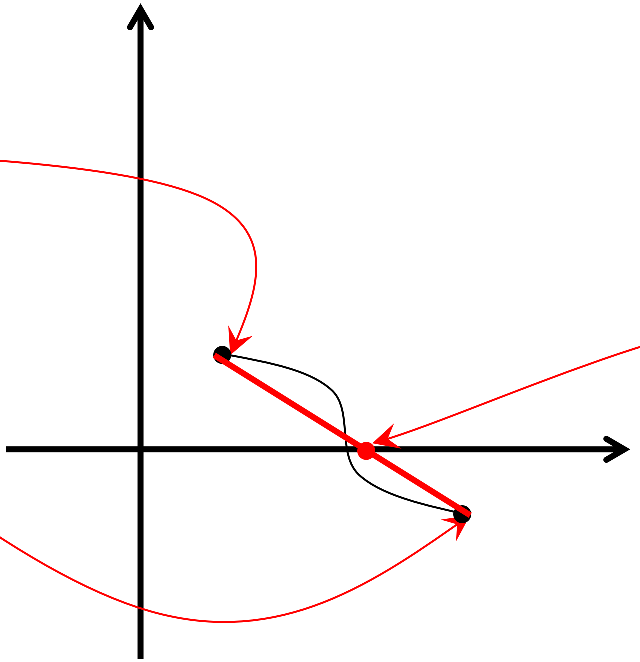
$$\left.\begin{array}{r} NSV(18\%) = 4,93776 > 0 \\ NSV(19\%) = -9,51028 < 0 \end{array}\right\} \Rightarrow iRR \in (18\%, 19\%)$$

Zadatak br. 1

$$(X, Y) = (IRR; 0)$$

$$(X_1, Y_1) = (18\%; 4{,}93776)$$

$$(X_2, Y_2) = (19\%; -9{,}51028)$$



$$\boxed{\frac{X - X_1}{X_2 - X_1} = \frac{Y - Y_1}{Y_2 - Y_1}}$$

$$\frac{IRR - 0{,}18}{0{,}19 - 0{,}18} = \frac{0 - 4{,}93776}{-9{,}51028 - 4{,}93776}$$

$$\frac{IRR - 0{,}18}{0{,}01} = \frac{-4{,}93776}{-14{,}44804}$$

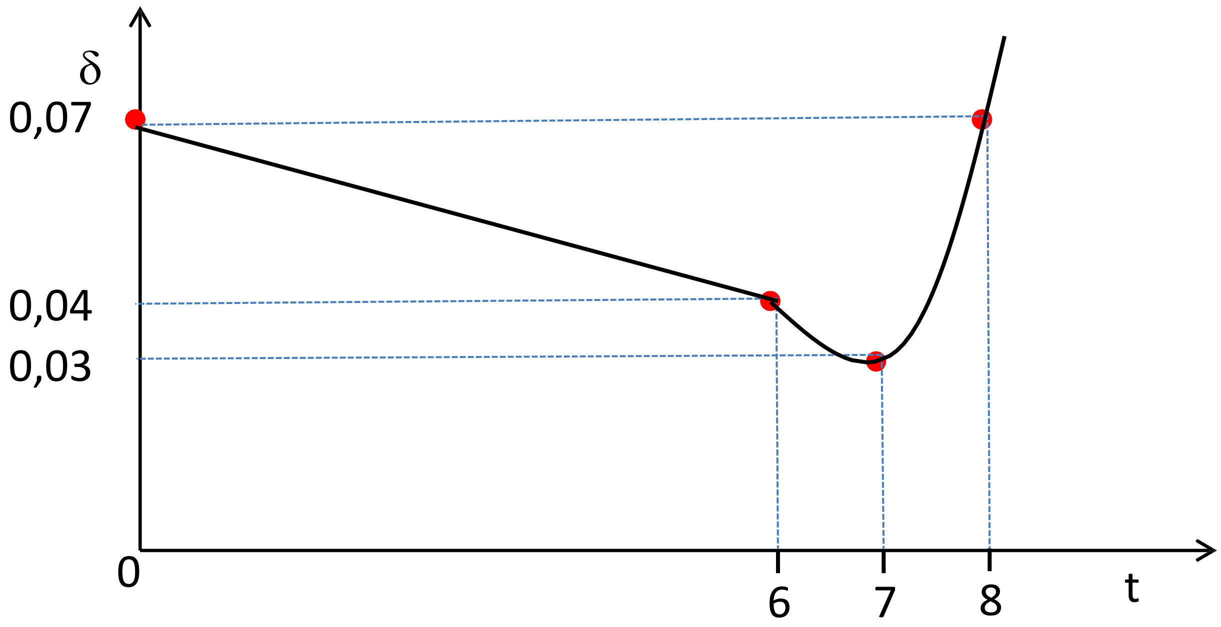
$$\boxed{\Rightarrow IRR \approx 0{,}1834 \approx 18{,}34\%}$$

Investitoru se isplati pozajmiti sredstva po najvećoj kamatnoj stopi od 18,34% da bi projekat bio rentabilan!

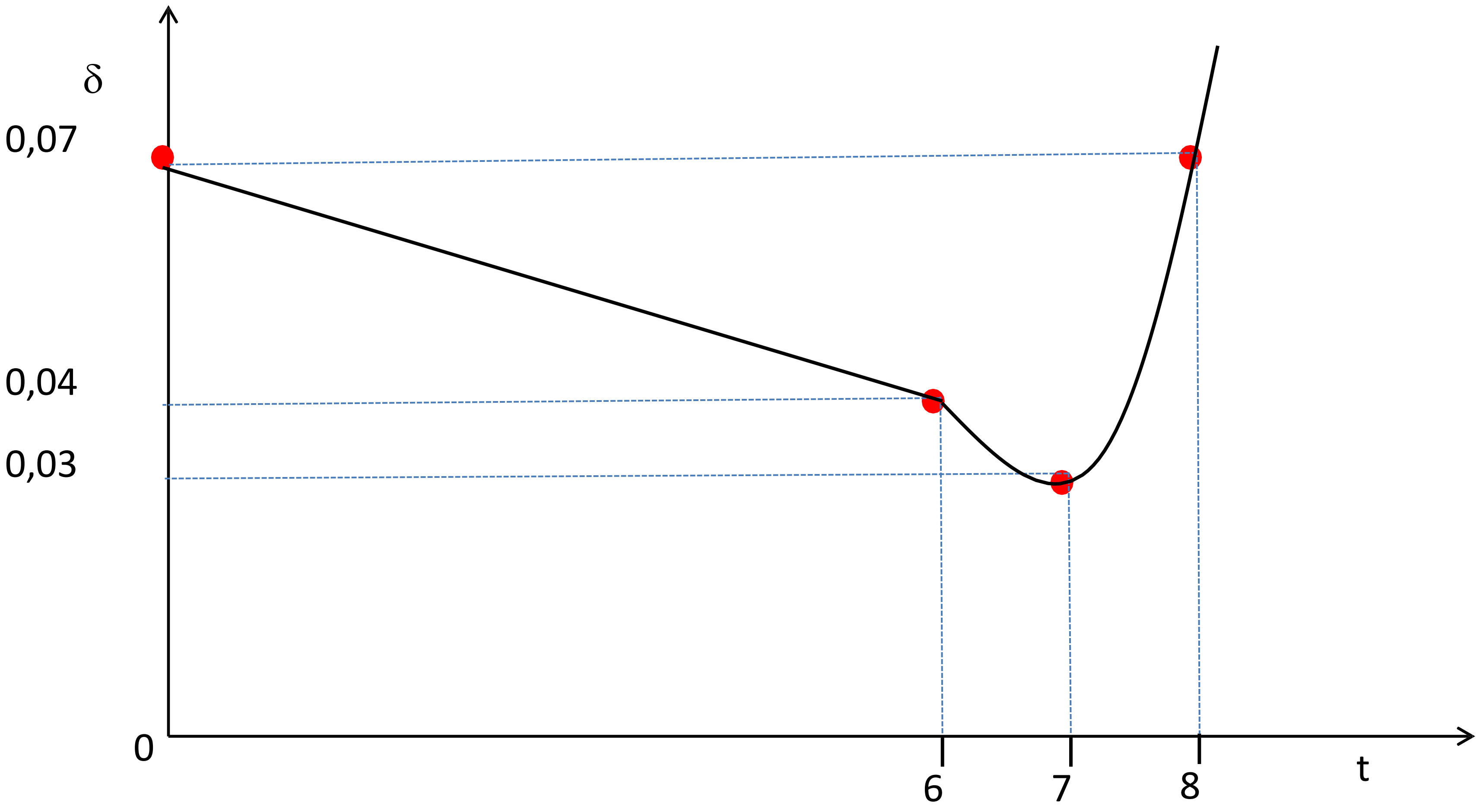
2. Zadatak

Poznato je da je funkcija $\delta(t)$ neprekidna funkcija i da je intervalu [0,6] linearna funkcija, a za $t>6$ je kvadratna funkcija. Ako je $\delta(0)=0,07$; $\delta(6)=0,04$; $\delta(7)=0,03$ i $\delta(8)=0,07$; odrediti funkciju sadašnje vrijednosti. Ukoliko je polovinom šeste i polovinom sedme godine osoba uplatila po 4.000€, koliko će imati na kraju 10-te godine?

2. Zadatak. Rešenje



$$\delta(t) = \begin{cases} at + b, t \in [0, 6] \\ ct^2 + dt + e, t > 6 \end{cases}$$



$$\delta(t)=\begin{cases} at+b, t\in[0,6] \\ ct^2+dt+e, t>6 \end{cases}$$

Slika

$$\delta(t) = \begin{cases} at + b, t \in [0,6] \\ ct^2 + dt + e, t > 6 \end{cases}$$

$\delta(0) = 0,07 \Rightarrow b = 0,07$ $\qquad b = 0,07$

$\delta(6) = 0,04 \qquad 6a + b = 0,04 \Rightarrow \quad a = -0,005$

$\Rightarrow \delta(t) = -0,005t + 0,07,\ t \in [0,6]$

$\delta(6) = 0,04 \qquad 36c + 6d + e = 0,04$

$\delta(7) = 0,03 \Rightarrow 49c + 7d + e = 0,03 \qquad \Rightarrow$

$\delta(8) = 0,07 \qquad 64c + 8d + e = 0,07$

$c = 0,025;\ d = -0,335;\ e = 1,15$

$\delta(t) = 0,025t^2 - 0,335t + 1,15 \ za \ \ t > 6$

Slika

$$\delta(t)=\begin{cases}-0,005t+0,07; & t\in[0,6]\\ 0,025t^2-0,335t+1,15; & t>6\end{cases}$$

$$v(t)=e^{-\int_0^t \delta(s)ds}$$

$$Za\, t\in[0,6]$$

$$v(t)=e^{-\int_0^t \delta(s)ds}=e^{-\int_0^t (-0,005s+0,07)ds}=e^{-\left(-0,005\frac{s^2}{2}+0,07s\right)\Big|_0^t}$$

Slika

$$= e^{-(-0,005\frac{t^2}{2}+0,07t)} = e^{0,005\frac{t^2}{2}-0,07t}$$

$$Za\,t > 6$$

$$v(t) = e^{-\int_0^t \delta(s)\,ds} = e^{-\left(\int_0^6 \delta(s)\,ds+\int_6^t \delta(s)\,ds\right)}$$

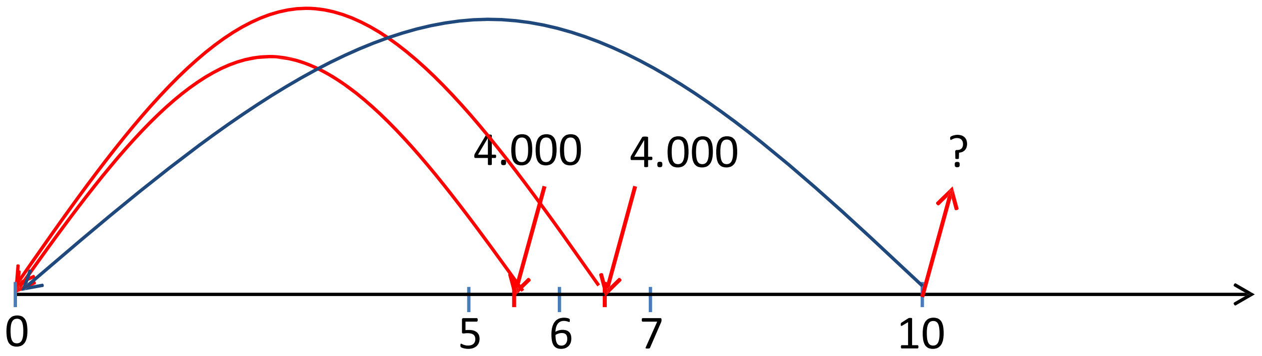
$$= e^{-\left(\int_0^6 (-0,005s+0,07)\,ds+\int_6^t (0,025s^2-0,335s+1,15)\,ds\right)}$$

$$= e^{-\left((-0,005\frac{s^2}{2}+0,07s)\Big|_0^6+(0,025\frac{s^3}{3}-0,335\frac{s^2}{2}+1,15s)\Big|_6^t\right)}$$

$$= e^{-\left((-0,005\cdot\frac{6^2}{2} + 0,07\cdot 6) + (0,025\frac{t^3}{3} - 0,335\frac{t^2}{2} + 1,15t) - (0,025\cdot\frac{6^3}{3} - 0,335\cdot\frac{6^2}{2} + 1,15\cdot 6) \right)}$$

$$= e^{-\left(0,025\frac{t^3}{3} - 0,335\frac{t^2}{2} + 1,15t - 2,34 \right)}$$

$$\Rightarrow v(t) = \begin{cases} e^{0,005\frac{t^2}{2} - 0,07t} & ; \quad t \in [0, 6] \\ e^{-\left(0,025\frac{t^3}{3} - 0,335\frac{t^2}{2} + 1,15t - 2,16 \right)} & ; \quad t > 6 \end{cases}$$



$$t = 0$$

$$4.000 \cdot v(5,5) + 4.000 \cdot v(6,5) = K_{10} \cdot v(10)$$

$$2.935,62 + 2.362,28 = K_{10} \cdot 0,397192856$$

$$K_{10} = 13.338,36$$

3. Zadatak

Investitor razmatra 2 projekta:

Prvi, kome su početni troškovi 10.000 € kao i krajem svake godine po 500€, u toku 15 godina koliko i traje projekat. Prihodi su neprekidni, 2.000€ godišnje u toku trajanja projekta, a likvidaciona vrijednost je 5.000€.

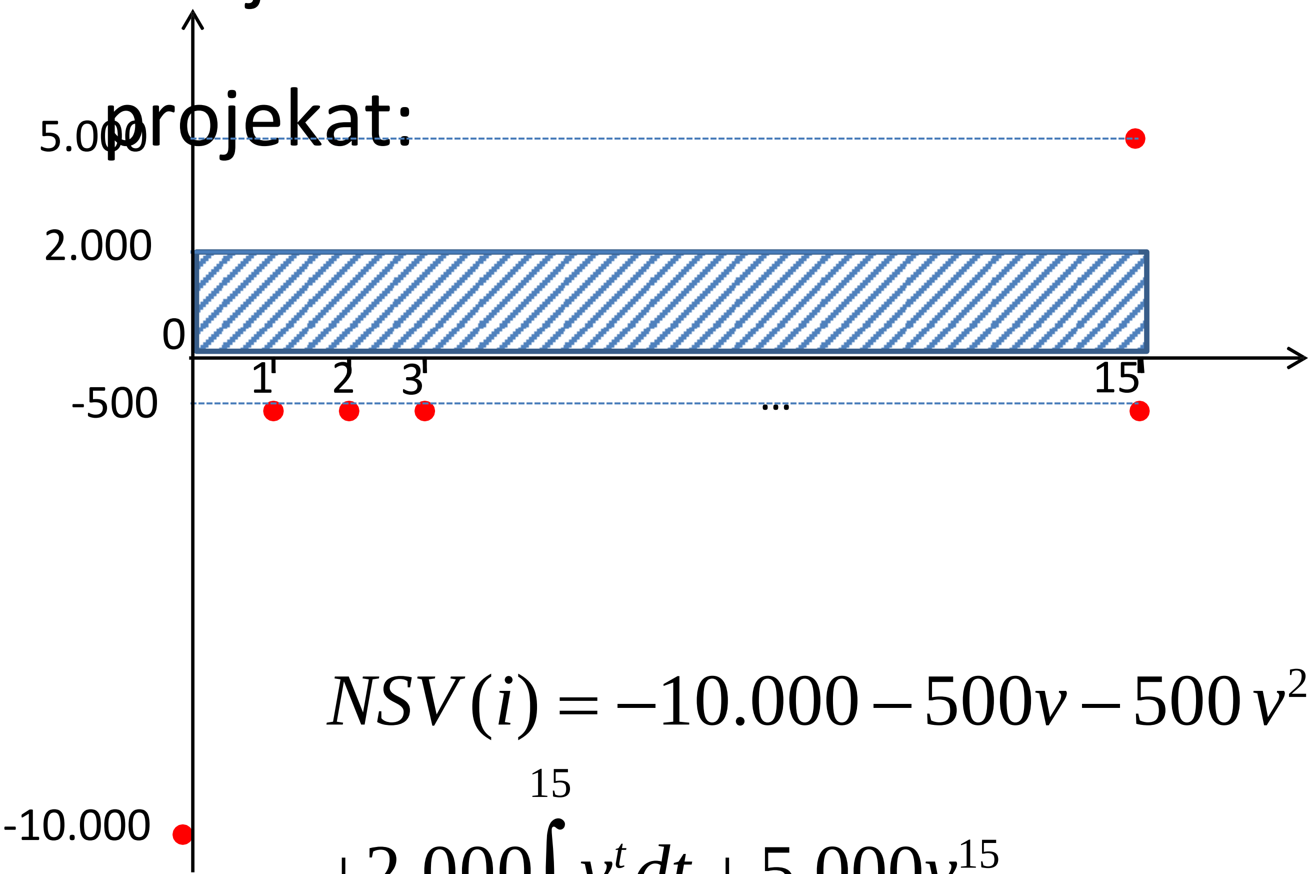
Drugi, kome su početni troškovi 15.000 €, a prihod na kraju 15-te godine je 28.000€.

a)Naći IRR u oba slučaja i dati tumačenje.

b)Ako je kamatna stopa 2%, za koji projekat će se investitor odlučiti

3. Zadatak.

Rešenje Prvi projekat:



$$NSV(i) = -10.000 - 500v - 500\,v^2 - \ldots - 500v^{15}$$

$$+2.000\int_0^{15} v^t\,dt + 5.000v^{15}$$

$$NSV(i) = -10.000 - 500v\,\frac{v^{15}-1}{v-1} + +2.000\,\frac{v^t\Big|_0^{15}}{\ln v} + 5.000v^{15}$$

$$NSV(i) = -10.000 - 500v\,\frac{v^{15}-1}{v-1} + +2.000\,\frac{v^{15}-1}{\ln v} + 5.000v^{15}$$

Metoda pokušaja

$$NSV(0) = 17.500$$

$$NSV(20) = -1.755,57$$

$$\left.\begin{aligned} NSV(15\%) &= 242,21 \\ NSV(16\%) &= -227,17 \end{aligned}\right\} \Rightarrow IRR \in (15\%,16\%)$$

Tačniji IRR nalazimo interpolacijom

$NSV\,(15\%) = 242,21 \qquad NSV(16\%) = -227,17$

Jednačina prave kroz dvije tačke A(x_0, y_0), B(x_1, y_1)

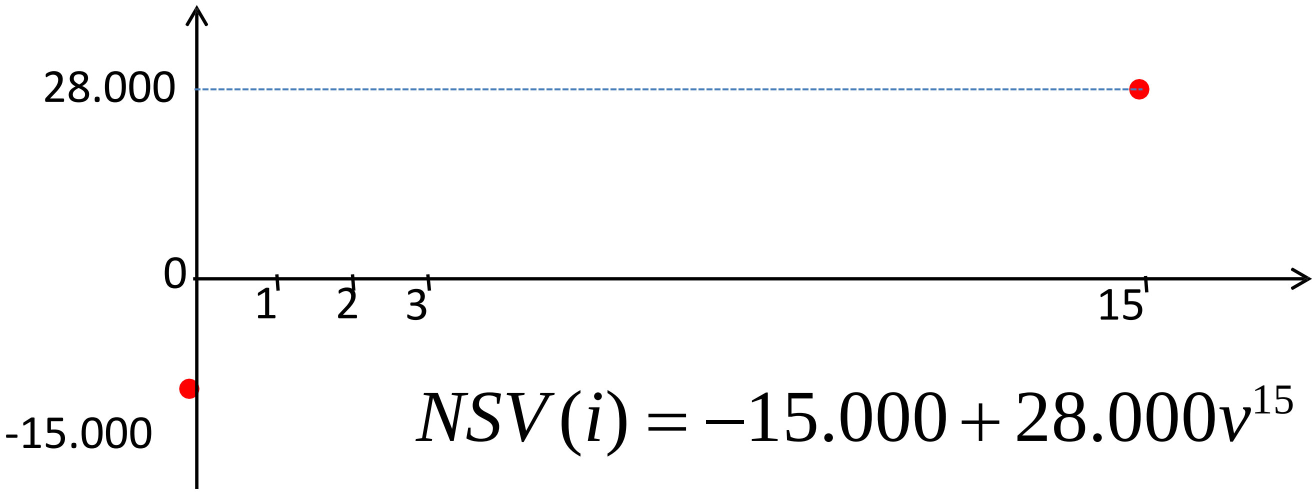
$$\frac{y - y_0}{y_1 - y_0} = \frac{x - x_0}{x_1 - x_0}$$

$$\frac{y - 242,21}{-227,17 - 242,21} = \frac{x - 15\%}{16\% - 15\%}$$

Prava siječe Ox osu kada je y = 0, pa je

$$\frac{0 - 242,21}{-496,38} = \frac{x - 15\%}{1\%} \Rightarrow x = 15,52\% \Rightarrow IRR = 15,52\%$$

Drugi projekat (početni troškovi 15.000 €, a prihod na kraju 15-te godine je 28.000€):



$$NSV(i) = -15.000 + 28.000 v^{15}$$

$$NSV(i) = 0 \quad \Rightarrow -15.000 + 28.000 v^{15} = 0$$

$$\Rightarrow v^{15} = \frac{15.000}{28.000} \quad \Rightarrow v = \sqrt[15]{\frac{15}{28}} \quad \Rightarrow v = 0,959243537$$

$$\Rightarrow q = 1,042488 \quad \Rightarrow i = 4,25\ (= IRR)$$

b)

$$NSV_1(2\%) = 13.245,11$$
$$NSV_2(2\%) = 5.804,41$$

Odabraće prvi projekat.

NAPOMENA:
Ponekad se traži dobitak ili gubitak na kraju transakcije za zadatu kamatnu stopu. To je *NSV(i)·q^T^*. U konkretnom slučaju

$$A_1(15) = NSV_1(2\%) = 13.245,11 \cdot 1,02^{15} = 17.826,17$$
$$A_2(15) = NSV_2(2\%) = 5.804,41 \cdot 1,02^{15} = 7.811,97$$