

Investoinnin kannattavuuden mittareita

Opetusmonisteessa on kaksi sivua, joilla on hyvin lyhyesti kuvattu joukko mittareita. Seuraavassa on muutama lisäkommentti ja kaavan-johto.

Tarkastelemme projektia, jonka perusinvestointi on H (€), kesto on n (jaksoa) tai T (vuotta), nettotulovirta on k_t (€/jakso jakson lopussa) tai $k(t)$ (€/vuosi jatkuvana) ja jäännösarvo on JA (€).

Kuukausijaksoon liittyvä korkokanta i , vastaava todellinen vuosikorkokanta i_a ja korkointensiteetti ρ liittyvät toisiinsa vuosikorkotekijän kautta:

$$r_a = (1 + i)^{12} = 1 + i_a = e^\rho.$$

Nettonykyarvo

Nettonykyarvo on sellaisenaan kannattavuuden mittari. Nettonykyarvo on tulovirran nykyarvon ja menovirran nykyarvon erotus.

$$NPV = PV(\text{tulovirta}) - PV(\text{menovirta}) \quad (1)$$

Kun nettonykyarvo on käytetyllä laskentakorolla positiivinen, niin tulovirta on korotkin huomioiden arvokkaampi kuin menovirta! Projekti on käytetyllä laskentakorolla kannattava, jos $NPV > 0$.

$$NPV = -H + \sum_{t=1}^n \frac{k_t}{(1+i)^t} + \frac{JA}{(1+i)^n} \quad (2)$$

Jos jaksotettu tulovirta on vakio ($k_t = k$ kaikilla t), niin

$$\begin{aligned} NPV &= -H + \sum_{t=1}^n \frac{k}{(1+i)^t} + \frac{JA}{(1+i)^n} \\ &= -H + \frac{k}{(1+i)} \cdot \frac{1 - (1+i)^{-n}}{1 - (1+i)^{-1}} + \frac{JA}{(1+i)^n} \\ &= -H + \frac{k}{i} \cdot \left(1 - \frac{1}{(1+i)^n}\right) + \frac{JA}{(1+i)^n} \end{aligned} \quad (3)$$

$$= -H + k \cdot \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} + \frac{JA}{(1+i)^n} \quad (4)$$

$$= -H + a_{n,i} \cdot k + \frac{JA}{(1+i)^n} \quad (5)$$

Kun vakiotulovirta on pitkä ($n \rightarrow \infty$), niin kaavasta (3) nähdään helposti, että pitkälle vakiotulovirralla $NPV \approx -H + k/i$.

Projektille, jonka tulovirta on jatkuva lasketaan nettonykyarvo integroimalla

$$NPV = -H + \int_0^T e^{-\rho t} k(t) dt + e^{-\rho T} JA. \quad (6)$$

Jos tulovirta on vakio ($k(t) = k$), niin

$$\begin{aligned} NPV &= -H + \int_0^T k e^{-\rho t} dt + e^{-\rho T} JA \\ &= -H + \frac{k}{\rho} (1 - e^{-\rho T}) + e^{-\rho T} JA \end{aligned} \quad (7)$$

Kun jatkuva vakiotulovirta on pitkä ($n \rightarrow \infty$), niin kaavasta (7) nähdään, että pitkälle jatkuvalle vakiotulovirrälle $NPV \approx -H + k/\rho$.

Sisäinen korkokanta

Sisäinen korkokanta on se laskentakorko, jolla nettonykyarvo on nolla. Yleisessä tapauksessa sisäisen korkokannan laskeminen tapahtuu laskemalla toistuvasti NPV:n arvoja eri laskentakoroilla. Koska normaalin investoinnin NPV-funktio on vähenevä, ei ole vaikeata etsiä nollakohta, jos on käytettävissä laskin tai tietokoneohjelma, jolla NPV:n laskeminen on helppoa.

Jaksollisen vakiotulovirran tapauksessa

$$\begin{aligned} NPV(i_{\text{sis}}) = 0 &\Leftrightarrow -H + \frac{k}{i_{\text{sis}}} \cdot \left(1 - \frac{1}{(1 + i_{\text{sis}})^n}\right) + \frac{JA}{(1 + i_{\text{sis}})^n} = 0 \\ &\Leftrightarrow i_{\text{sis}} = \frac{k - k/(1 + i_{\text{sis}})^n}{H - JA/(1 + i_{\text{sis}})^n} \end{aligned} \quad (8)$$

Kaavasta (8) ei sisäistä korkokantaa voi suoraan laskea, mutta kun vakiotulovirta on pitkä ($n \rightarrow \infty$), niin kaavasta (8) seuraa, että pitkälle vakiotulovirrälle

$$i_{\text{sis}} \approx k/H. \quad (9)$$

(Sopivalla alkuarvolla $i_{\text{sis},0} = k/H$ kaava (8) antaa toimivan rekursiokaavan, jolla sisäinen korkokanta saadaan laskettua toistojen avulla. Nyt emme kuitenkaan pohdi asiaa enempää.)

Jatkuvan vakiotulovirran tapauksessa

$$\begin{aligned} NPV(i_{\text{sis}}) = 0 &\Leftrightarrow -H + \frac{k}{\rho_{\text{sis}}} (1 - e^{-\rho_{\text{sis}} T}) + e^{-\rho_{\text{sis}} T} JA = 0 \\ &\Leftrightarrow \rho_{\text{sis}} = \frac{k - k/e^{\rho_{\text{sis}} T}}{H - JA/e^{\rho_{\text{sis}} T}} \end{aligned} \quad (10)$$

Kaavasta (10) ei sisäistä korkointensiteettiä voi suoraan laskea, mutta kun vakiotulovirta on pitkä ($T \rightarrow \infty$), niin kaavasta (10) seuraa, että pitkälle jatkuvalle vakiotulovirrälle $\rho_{\text{sis}} \approx k/H$. Siis

$$i_{\text{sis}} \approx (e^{k/H} - 1) \quad (11)$$

(Sopivalla alkuarvolla $\rho_{\text{sis},0} = k/H$ kaava (10) antaa toimivan rekursiokaavan, jolla sisäinen korkokanta saadaan laskettua toistojen avulla. Nyt emme kuitenkaan pohdi asiaa enempää.)

Takaisinmaksuaika

Jos jäännösarvo on merkittävä ja se tunnetaan tarkasti projektin suunnitteluvaiheessa, niin se voidaan huomioida projektin rahoituksessa. Silloin projektin nettotulovirralla tulee voida hoitaa laina, jonka pääoma on

$$B = H - \frac{JA}{(1+i)^n}$$

Jaksollinen tulovirta.

Takaisinmaksuaika n^* kertoo miten monta jaksoa projektin alusta tulee kerätä nettotuloa, jotta kerätyn nettokassavirran nykyarvo on B . Jos nettotulovirta on jaksollinen vakiotulovirta eli $k_t = k$ (€ /jakso), niin takaisinmaksuaika voidaan laskea **nimellisesti** (nollakorolla $i = 0$) tai **korot huomioiden**. Lyhyen projektin tapauksessa nimellinen laskutapa on riittävä ja helppo. Pitkän projektin tapauksessa korot tulee huomioida.

Nimellisesti

$$n^*k = B \quad \Leftrightarrow \quad n^* = \frac{B}{k}$$

Korot huomioiden

$$\sum_{t=1}^{n^*} \frac{k}{(1+i)^t} = B \quad \Leftrightarrow \quad a_{n^*,i}k = B \quad (12)$$

$$\Leftrightarrow \frac{k}{i} \cdot \left(1 - \frac{1}{(1+i)^{n^*}}\right) = B$$

$$\Leftrightarrow 1 - \frac{1}{(1+i)^{n^*}} = \frac{iB}{k}$$

$$\Leftrightarrow 1 - \frac{iB}{k} = \frac{1}{(1+i)^{n^*}}$$

$$\Leftrightarrow (1+i)^{n^*} = \frac{k}{k-iB}$$

$$\Leftrightarrow n^* = \frac{\ln(k/(k-iB))}{\ln(1+i)}, \quad (13)$$

Jatkuva tulovirta.

Takaisinmaksuaika T^* kertoo miten pitkä aika (vuotta) projektin alusta tulee kerätä nettotuloa, jotta kerätyn nettokassavirran nykyarvo on B . Jos nettotulovirta on jatkuva vakiotulovirta eli $k(t) = k$ (€/vuosi), niin takaisinmaksuaika voidaan jälleen laskea **nimellisesti** (nollakorolla $i = 0$) tai **korot huomioiden**. Lyhyen projektin tapauksessa nimellinen laskutapa on riittävä ja helppo. Pitkän projektin tapauksessa korot tulee huomioida.

Nimellisesti

$$T^*k = B \Leftrightarrow T^* = \frac{B}{k}$$

Korot huomioiden

$$\int_0^{T^*} ke^{-\rho t} dt = B \Leftrightarrow \frac{k}{\rho}(1 - e^{-\rho T^*}) = B \quad (14)$$

$$\Leftrightarrow (1 - e^{-\rho T^*}) = \frac{\rho B}{k}$$

$$\Leftrightarrow e^{-\rho T^*} = \frac{k - \rho B}{k}$$

$$\Leftrightarrow e^{\rho T^*} = \frac{k}{k - \rho B}$$

$$\Leftrightarrow T^* = \frac{1}{\rho} \ln \left(\frac{k}{k - \rho B} \right) \quad (15)$$

Takaisinmaksuaika jaksotetulle vakiotulovirralle

$$n^* = \frac{\ln \left(\frac{k}{k - iB} \right)}{\ln(1 + i)}, \quad \text{missä } B = H - \frac{JA}{(1 + i)^n}$$

Takaisinmaksuaika jatkuvalla vakiotulovirralla

$$T^* = \frac{\ln \left(\frac{k}{k - \rho B} \right)}{\rho}, \quad \text{missä } B = H - e^{-\rho T} JA$$

Pääoman tuottoaste (ROI)

Pääoman tuottosuhteelle annetaan kaksi kaavaa:

$$\begin{aligned} ROI^I &= \frac{\text{nettovuositulos}}{\text{keskimäärin sidottu pääoma}} \cdot 100\% \\ ROI^{II} &= \frac{\text{nettovuositulos}}{\text{alussa sidottu pääoma}} \cdot 100\% \end{aligned}$$

Jos projektin alussa tehty perusinvestointi jää pysyväksi osaksi yrityksen tuotantopääomaa, ja investoinnin synnyttämä nettotulovirta on pitkä, niin ROI^{II} on lähellä sisäistä korkokantaa

$$ROI^{II} = \frac{k_a}{H} \cdot 100\% \approx i_{\text{sis}}. \quad (16)$$

Jos toisaalta projekti on lyhyt ja projektin kuluessa joudutaan luopumaan sidotusta pääomasta, niin karkeasti voimme arvioida

$$\text{kesto } n \text{ vuotta: } ROI^I = \frac{k_a - H/n}{H/2} \cdot 100\% \quad (17)$$

$$\text{kesto } n \text{ kuukautta: } ROI^I = \frac{12(k_{kk} - H/n)}{H/2} \cdot 100\% \quad (18)$$

Esimerkki: Olkoon perusinvestointi $H = 27\,000$ (€), nettotulovirta $k = 2\,000$ (€/kk) ja projektin kesto $n = 15$ (kk).

Exel-ohjelman IRR-funktio antaa näillä lähtötiedoilla sisäiseksi korkokannaksi 0.01346872. Tämä on tietenkin kuukausijaksoon liittyvä korkokanta, ja sitä vastaava vuosijakson korkokanta on

$$(1 + 0.01346872)^{12} - 1 = 0.17415$$

Projektin sisäinen korkokanta on siis 17.4%.

Pääoman tuottoaste projektille on

$$\begin{aligned} ROI^I &= \frac{12 \cdot (k_{kk} - H/n)}{H/2} \cdot 100\% \\ &= \frac{12 \cdot (2000 \text{ €} - 27000 \text{ €}/15)}{27000 \text{ €}/2} \cdot 100\% = 17.8\% \end{aligned}$$

Karkeasti voidaan sanoa, että:

1. Kaavan (16) mukainen ROI^I kuvaa hyvin tuotantopääomaan tehtävän pysyvän lisäyksen kannattavuutta, kun sen tuottama tulovirran lisäys kestää pitkään.
2. Kaavaa (16) ei saa soveltaa lyhyeen projektiin.
3. Kaavojen (17) ja (18) mukainen ROI^I kuvaa hyvin lyhyen lainarahalla toteutettavan projektin kannattavuutta.
4. Kaavoja (17) ja (18) ei saa soveltaa pitkään projektiin.