

TVORBA INVESTIČNÉHO PROGRAMU POMOCOU MODELU
LINEÁRNEHO PROGRAMOVANIA
CREATION OF INVESTMENT PROGRAM BY USING MODEL
OF LINEAR PROGRAMMING

REPISKÝ Jozef, (SR) - HALADOVÁ Andrea, (SR)

ABSTRACT

The main objective of this article is demonstration of creation of investment program of agricultural company and identification of optimal strategy by using model of linear programming. General formulation of model's constraints sets possibility of applying for any economy branch. The analyzed model of linear programming also sets possibility to obtain optimal investment program by any constraints of capital limits. Decision of concrete enterprise depends on many others factors that can be accepted by inclusion in form condition.

KEY WORDS

Investment project, net present value, investment program, linear programming.

ÚVOD

Podnikateľské prostredie prechádza vo väzbe na vstup do Európskej únie zásadnými zmenami. Agrárny sektor predstavuje síce malú časť z celého národného hospodárstva SR, no s prechodom na podmienky európskej agrárnej politiky môžu nastať značné problémy. Ak chcú podnikateľské subjekty prežiť je nutná ich harmonizácia s novými podmienkami. Hlavným cieľom podniku v trhovej ekonomike je zabezpečiť jeho komerčnú a ekonomickú úspešnosť. Rozhodujúcim predpokladom k tomu sú konkurencieschopné výrobky a služby. Výroba je základom reprodukčného procesu a tvorí tiež vecný základ podnikateľskej prosperity.

Jadrom rozhodovacích procesov, s ktorými bezprostredne súvisí ekonomický rast a dosiahnutie konkurencieschopnosti, je výber investícií. Rozhodovanie o investíciách je problém nájdenia a realizácie celkového podnikového optima, ktoré predstavuje najúčelnejšie využitie investovaných zdrojov.

MATERIÁL A METÓDY

Investičný program podniku je vytvorený kombináciou investičných projektov, ktoré podnik predpokladá realizovať. Pri tvorbe investičného programu je využívaná modelová technika. Model je pre investora nástrojom zjednodušenia analýzy, slúži pre získanie optimálneho riešenia investičného programu.

Konkrétne investičné projekty vstupujúce do modelu musia splniť podmienky určitej výnosnosti, ktorú je možné sledovať prostredníctvom viacerých ukazovateľov. Použitými ukazovateľmi vyhodnocovania prijateľnosti pri kapitálovom investovaní boli metóda čistej súčasnej hodnoty v kombinácii s vnútorným výnosovým percentom.

Pre výpočet čistej súčasnej hodnoty sa používa vzťah (1). Uvedená metóda rešpektuje faktor času a za efekt z investície považuje celý peňažný príjem, berie do úvahy príjmy počas celej doby životnosti. Všetky investičné projekty s kladnou čistou súčasnou hodnotou sú prijateľné. V prípade výberu z viacerých investičných projektov sa uprednostňuje projekt s vyššou čistou súčasnou hodnotou.

$$NPV = \sum_{n=1}^N CF_n \frac{1}{(1+i)^n} - I_0 \quad (1)$$

Kde

NPV	čistá súčasná hodnota
CF_n	čistý peňažný príjem z investície v n-tom roku
I_0	počiatočný investičný výdaj
i	diskontná sadzba
n	jednotlivé roky životnosti
N	doba životnosti

Metóda vnútornej miery výnosnosti vychádza zo striktného finančného mechanizmu postupnej kapitalizácie výnosov v priebehu ďalšieho obdobia.

Po splnení podmienok môže byť investičný projekt zaradený do množiny prípustných projektov tvoriacich investičný program.

VÝSLEDKY

Investičný program je riešený a optimalizovaný prostredníctvom modelu lineárneho programovania. Model je komplexom obmedzujúcich podmienok, ktoré si stanovuje samotný investor. Optimálny výber projektov podlieha určeným požiadavkám.

Základnou podmienkou je nezáporná hodnota premenných vektora optimálneho riešenia týkajúceho sa zastúpenia jednotlivých investičných projektov (2):

$$\mathbf{r}_t \quad x_a \geq 0 \quad (2)$$

Kde

\mathbf{r}_t	- vektor optimálneho riešenia (investičné projekty)
a	- druh investičného projektu ($a = 1, 2, \dots, m$)
t	- rok realizácie investičného projektu ($t = 1, 2, \dots, n$)
n	- doba trvania investičného programu

Kladný kumulatívny cash-flow zaručuje schopnosť uhrádzať svoje záväzky (3). Podmienka nezápornosti neplatí pre hodnoty čistého cash-flow v jednotlivých rokoch investičného programu (4):

$$\mathbf{r}_i \quad x_{KCF} \geq 0 \quad (i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, n) \quad (3)$$

$$\mathbf{r}_i \quad x_{NCF} \in R \quad (i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, n) \quad (4)$$

Kde

\mathbf{r}_i	- vektor optimálneho riešenia - čistý CF v i-tom roku ($i = 1, 2, \dots, n$)
\mathbf{r}_i	- vektor optimálneho riešenia - kumulatívny CF v i-tom roku ($i = 1, 2, \dots, n$)
i	- rok v investičnom programe ($i = 1, 2, \dots, n$)
R	- množina reálnych čísiel ($i = 1, 2, \dots, n$)

Do premennej x_F sú postupne z roka na rok napočítané voľné finančné zdroje, musí nadobúdať len nezáporné hodnoty (5).

$$\mathbf{r}_i \quad x_F \geq 0 \quad (i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, n) \quad (5)$$

Kde

\mathbf{r}_i	- vektor optimálneho riešenia (nevyčerpané vlastné finanč. zdroje v i-tom roku)
----------------	---

Investičné projekty môžu byť rôzneho charakteru. Základom je určenie možnosti deliteľnosti a nedeliteľnosti projektu. Ak je možná u investičného projektu iba 100%-tná realizácia, v tom prípade je projekt nedeliteľný. Premenná, prostredníctvom ktorej je zahrnutý do investičného programu, môže nadobúdať hodnoty 0 a 1 (6).

$$x_a^t = 0 \quad \vee \quad x_a^t = 1 \quad (a = 1, 2, 3, \dots, m; t = 1, 2, 3, 4, \dots, n) \quad (6)$$

Kde

\mathbf{x}_a^t	- vektor optimálneho riešenia (investičné projekty)
a	- druh investičného projektu ($a = 1, 2, \dots, m$)
t	- rok realizácie investičného projektu ($t = 1, 2, \dots, n$)
n	- doba trvania investičného programu

Viacnásobné zastúpenie projektu v investičnom programe nemusí mať pre investora vždy význam. Daná situácia je zohľadnená pridaním obmedzujúcich podmienok, ktoré zamedzia duplicitu projektov v investičnom programe. Podobný problém nastáva v prípade projektov, ktoré sú navzájom substitútmi. Podmienka zabezpečuje, aby do investičného programu bola zaradená len jedna z alternatív. Podmienky platia iba v prípade nedeliteľnosti investičných projektov.

Obmedzujúce podmienky týkajúce sa obmedzenia financovania sú tvorené na základe finančných obmedzení rozhodovacích subjektov, konkrétne výškou úveru v jednotlivých rokoch a výškou vlastných zdrojov. Využitie sú výstupy z projektovaného výkazu cash-flow: vlastné imanie, úvery a čisté peňažné toky.

$$\sum_{a=1}^m \sum_{t=1}^n (v_a^{it} \times x_a^t) \leq V^i \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (7)$$

$$\sum_{a=1}^m \sum_{t=1}^n (c_a^{it} \times x_a^t) \leq C^i \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (8)$$

Kde

c_a^{it}	- objem cudzích zdrojov, ktoré vyžaduje a-ty projekt s posunom realizácie o čas t v i -tom roku
v_a^{it}	- objem vlastných zdrojov, ktoré vyžaduje a-ty projekt s posunom realizácie o čas t v i -tom roku
C^i	- objem cudzích zdrojov limitovaných pre i -ty rok
V^i	- objem vlastných zdrojov limitovaných pre i -ty rok

Ide o podmienky s horným ohraničením príslušného peňažného toku, ktoré sú súčasťou modelu bez reinvestície finančných príjmov, získaných v procese realizácie investičného programu.

Počet obmedzujúcich podmienok týkajúcich sa vlastného krytia, ako aj krytia cudzími zdrojmi zodpovedá počtu plánovaných rokov.

V každom roku je pomocou rovnako formulovaného vzťahu vyčíslená hodnota čistého cash-flow celého investičného programu (\mathbf{x}_{NCF}^i):

$$\sum_{a=1}^m \sum_{t=1}^n (CF_a^{it} \times x_a^t) - \mathbf{x}_{NCF}^i = 0 \quad (i=1, 2, 3, \dots, n) \quad (9)$$

CF_a^{it}	- čistý cash-flow a-teho projektu s posunom realizácie o čas t v i -tom roku
\mathbf{x}_{NCF}^i	- čistý cash-flow a-teho projektu s posunom realizácie o čas t v i -tom roku

Vzťah pre výpočet nevyčerpaných vlastných zdrojov (\mathbf{x}_F^i) v prvom roku ($i=1$):

$$\sum_{a=1}^m \sum_{t=1}^n (v_a^{it} \times x_a^t) + \mathbf{x}_F^i = V^i \quad (i=1,2,3,\dots,n) \quad (10)$$

Kde

- \mathbf{x}_F^i - nevyčerpané vlastné zdroje v i -tom roku
- V^i - objem vlastných zdrojov limitovaných pre i -ty rok
- v_a^{it} - objem vlastných zdrojov, ktoré vyžaduje a -ty projekt s posunom realizácie o čas t v i -tom roku

Nevyčerpané finančné zdroje v nasledujúcich rokoch sa odvíjajú od hodnoty kumulovaného cash-flow investičného programu (\mathbf{x}_{KCF}^i).

$$x_{NCF}^i + x_F^i - \mathbf{x}_{KCF}^i = 0 \quad (i=1,2,3,4,\dots,n) \quad (11)$$

$$\sum_{a=1}^6 \sum_{t=1}^5 (v_a^{ia} \times x_a^t) + \mathbf{x}_F^i - x_{KCF}^{i-1} = V^i \quad (i=2,3,4,\dots,n) \quad (12)$$

Kde

- x_{NCF}^i - čistý cash-flow investičného programu i -tom roku
- x_F^i - nevyčerpané vlastné zdroje v i -tom roku
- x_{KCF}^i - kumulatívny cash-flow investičného programu i -tom roku

Kumulatívny cash-flow je od druhého roku vnútorným zdrojom financovania investičného programu. Je tvorený z vkladu investora v predchádzajúcich rokoch a finančnými prostriedkami získanými realizáciou investičných projektov. V niektorých rokoch sa vnútorný zdroj dopĺňa vonkajším vlastným zdrojom (V_i).

Koeficienty pri premenných, ktoré vystupujú v modeli ako vnútorný zdroj, majú záporné znamienka a koeficienty premenných, ktoré finančný zdroj spotrebávajú (objem peňažných prostriedkov potrebných k realizácii projektu), majú kladné znamienka.

Uvedené podmienky sú formulované tak, aby výsledky výpočtu poskytovali všetky potrebné informácie, ktoré investor pri riešení investičného programu potrebuje získať.

Účelová vychádza z konkrétneho ekonomického cieľa podniku, vybrať kombináciu projektov s najvyššou možnou čistou súčasnou hodnotou (13).

$$\max f(x) = \max \sum_{a=1}^m \sum_{t=1}^n (NPV_a^t \times x_a^t) \quad (13)$$

V riešenom variante do úvahy prichádzali štyri investičné projekty: chov dojníc, výkrm hovädzieho dobytku, výsadba stromov a obstaranie mechanizačných prostriedkov. V prípade chovu dojníc vznikli dve alternatívy, ktoré sa navzájom vylučovali: Dojnice Min a Dojnice Max a dva varianty výsadby stromov, Výsadba jabloní a Výsadba broskýň. Pomocou viacperiodických modelov vytvorených v tabuľkovom procesory Excel boli kvantifikované čisté súčasné hodnoty a hotovostné toky jednotlivých investičných zámerov v dlhodobom časovom horizonte.

Investičný program sa týka 24-ročného časového úseku, doba životnosti závisí od doby životnosti zaradených investičných projektov.

Podnikateľský subjekt má na realizáciu investičného programu vyčlenených 6 500 000 Sk. Vklad je rozdelený do troch rokov. V prvom roku 1 000 000 Sk, v druhom roku 2 500 000 Sk a v štvrtom roku 3 000 000 Sk. Úver je pre investora dostupný v každom roku vo výške 4 000 000 Sk. Všetky investičné projekty sú pre investora rovnako zaujímavé.

Všetky investičné projekty sú vyhodnotené za predpokladu realizácie v prvom roku, no do investičného programu môžu byť zaradené s posunom maximálne 5 rokov. Model lineárneho programovania je doplnený o doplnkové premenné pre výpočet nevyčerpaných vlastných zdrojov a kumulatívneho cash-flow, na základe ktorých je sledované vnútorné financovanie investičného programu v jednotlivých rokoch.

Podmienku vnútorného výnosového percenta a kladnej čistej súčasnej hodnoty spĺňajú všetky investičné projekty prichádzajúce do úvahy.

Optimalizáciou bolo zistené, že investor s možnosťou využitia reinvestície, má dostatok vlastných finančných zdrojov pre rozšírenie podnikateľskej činnosti o všetky uvažované investičné projekty. Najvyššia možná hodnota NPV investičného programu, ktorú podnikateľský subjekt pri stanovenej východiskovej situácii môže dosiahnuť, je 12 338 209 Sk.

V prvom roku je realizovaný, spolu s projektom zabezpečujúcim mechanizáciu rastlinnej a živočíšnej výroby prebiehajúcej v podniku, projekt Výsadba jabloní. Financie kryjú náklady na výsadbu 29 % oplotenej parcely. V druhom roku investor zavádza výkrm hovädzieho dobytka. Tretí rok nie je prijatý žiadny nový investičný projekt. Na konci štvrtého roka je vysadených už 36 % sadu jablňami, zostávajúca plocha parcely je využitá od piateho roku, v tomto roku sú vysadené aj broskyne na 56 % -tách plochy vyčlenenej na projekt Výsadba broskyň. V štvrtom roku sa začína s chovom dojníc, financie umožňujú prijať projekt DojniceMax.

V prvom roku si program vyžiada 743 988 Sk z vlastných zdrojov, nevyčerpaná čiastka 256 012 Sk sa pripočítava spolu s cash flow daného roku k vlastným finančným zdrojom v nasledujúcich rokoch (Tabuľka 1). Od druhého roku sa teda financujú investičné projekty z vonkajších i vnútorných zdrojov. Vnútorné zdroje (nevyčerpané vonkajšie zdroje spolu s cash flow z predchádzajúceho roku) sú sledované prostredníctvom kumulovaného cash-flow, ktorý v 24. roku dosiahne podľa zostavenej prognózy 65 049 445 Sk.

Tabuľka 1 FINANCOVANIE INVESTÍCIÍ A CASH FLOW

Rok	1	2	3	4	5	6
Vonkajšie vlastné zdroje	1 000 000 Sk	2 500 000 Sk	-	3 000 000 Sk	-	-
Vnútorné vlastné zdroje	-	200 932 Sk	2 441 008 Sk	2 024 451 Sk	6 060 563 Sk	7 235 536 Sk
Celkové vlastné zdroje	1 000 000 Sk	2 700 932 Sk	2 441 008 Sk	5 024 451 Sk	6 060 563 Sk	7 235 536 Sk
Nevyčerpané vlastné zdroje	256 012 Sk	769 141 Sk	-	2 357 784 Sk	3 393 896 Sk	6 868 136 Sk
CF investičného programu	-55 080 Sk	1 671 868 Sk	2 024 451 Sk	3 702 779 Sk	3 841 640 Sk	3 803 252 Sk
Kumulatívny CF	200 932 Sk	2 441 008 Sk	2 024 451 Sk	6 060 563 Sk	7 235 536 Sk	10 671 389 Sk
Cudzíe zdroje	4 000 000 Sk	4 000 000 Sk	4 000 000 Sk	4 000 000 Sk	4 000 000 Sk	4 000 000 Sk
z toho: vyčerpané	1 115 982 Sk	2 897 687 Sk	3 661 513 Sk	4 000 000 Sk	4 000 000 Sk	551 099 Sk
nevyčerpané	2 884 018 Sk	1 102 313 Sk	338 487 Sk	-	-	3 448 901 Sk

Investor potrebuje pre realizáciu programu v prvých desiatich rokoch vonkajšie finančné zdroje - úverové prostriedky. V štvrtom a v piatom roku sú vyčerpané všetky dostupné úverové finančné zdroje, v oboch rokoch 4 000 000 Sk. Od desiateho roku nie sú potrebné vonkajšie finančné vklady, investičný program sa financuje z vnútorných zdrojov - zo vznikajúcich čistých finančných príjmov (Tabuľka 1).

DISKUSIA

Vzhľadom k nutnosti zvažovať varianty investičného programu, jeho spôsobov financovania a vzhľadom k neistote množstva faktorov, od ktorých je závislý, je tvorba investičného programu podniku časovo náročná záležitosť. Pri existencii niekoľkých variantov rozhoduje vyššia čistá súčasná hodnota investičného programu. Tento ukazovateľ však z hľadiska neustále meniacej sa situácie na trhu nerozhoduje o konečnom zostavení investičného programu. Podnikateľský subjekt môže požadovať bez zreteľa na čistú súčasnú hodnotu zaradenie konkrétneho investičného projektu. Preferenčné usporiadanie je možné dosiahnuť pridaním špecifických obmedzujúcich podmienok.

Teoretický aparát vytvorený pre hodnotenie projektov v podnikateľskej sfére možno primerane použiť i pre hodnotenie projektov financovaných z verejných zdrojov. Ocenenie prínosov takýchto projektov a stanovenie diskontnej sadzby však podlieha odlišným pravidlám.

ANOTÁCIA

Cieľom príspevku je objasnenie tvorby investičného programu agrárneho podnikateľského subjektu a identifikácia optimálnej stratégie prostredníctvom modelu lineárneho programovania. Všeobecná formulácia podmienok modelu zabezpečuje možnosť jeho využitia pre akékoľvek hospodárske odvetvie. Analyzovaný model lineárneho programovania zabezpečuje taktiež možnosť získania optimálneho investičného programu pri meniacich podmienkach týkajúcich sa kapitálového obmedzenia. Rozhodnutie konkrétneho podniku závisí od viacerých faktorov, ktoré môžu byť zohľadnené zaradením vo forme dodatočných obmedzujúcich podmienok.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Investičný projekt, čistá súčasná hodnota, investičný program, lineárne programovanie.

LITERATÚRA

1. FOTR, J. : Podnikateľský plán a investiční rozhodování. 2.vyd. Praha: Grada Publishing, 1999. 184 s. ISBN 80-7169-812-1
2. LUMBY, S.: Investment Appraisal and Financial Decisions. 5.vyd. London: Chapman & Hall, 1996. 667 s. ISBN 0-412-58840-4
3. NORTHCOTT, D.: Capital Investment Decision - Making. 1.vyd. London: Academic Press Ltd., 1992. 192 s. ISBN 1-86-152458-7
4. PITEL, J. a kolektív: Ekonomicko-matematické metódy. 1.vyd. Bratislava: Príroda, 1988. 632 s. ISBN 064-054-88
5. REPISKÝ, J.: Tvorba a hodnotenie investičných zámerov pomocou modelovej techniky. 1.vyd. Nitra : SPU, 2000. 105 s. ISBN 80-7137-806-2
6. VLACHYNSKÝ, K. a kolektív: Finančný manažment. 2.vyd. Bratislava: Elita, 1996. 328 s. ISBN 80-8044-014-X

KONTAKTNÁ ADRESA

doc. Ing. Jozef Repiský, CSc., Katedra Štatistiky a operačného výskumu FEM SPU v Nitre,
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, č.tel. 037 6508 150, e-mail Jozef.Repisky@fem.uniag.sk

Ing. Andrea Haladová, Katedra Štatistiky a operačného výskumu FEM SPU v Nitre,
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, č.tel. 037 6508 162, e-mail ah20@fem.uniag.sk

Oponent: doc. Ing. Milan Kočner, PhD.