

Víceetapové rozhodovací procesy

Doposud jsme se zabývali rozhodováním jako jednorázovým aktem. Často se však setkáváme s tím, že je třeba se zabývat procesem na sebe navazujících rozhodnutí, a to zpravidla v podmínkách rizika či nejistoty. Pro tento účel slouží aplikace metody rozhodovacího stromu.

Rozhodovací strom je grafický nástroj pro zobrazení víceetapových rozhodovacích procesů a stanovení jejich optimální strategie. Základem je posloupnost uzlů a hran orientovaného grafu. Uzly grafu mají charakter buď uzlů rozhodovacích (jsou značeny kosočtverci), nebo uzlů situačních (jsou značeny kroužky). **Rozhodovací uzly** představují volbu určité varianty z daného souboru variant. Tyto varianty jsou představovány hranami, které z rozhodovacích uzlů vycházejí. **Situační uzly** představují rizikové aktivity. Možné výsledky rizikových aktivit jsou zobrazeny situačními hranami vycházejícími ze situačních uzlů.

Aplikaci rozhodovacího stromu pro stanovení optimální strategie víceetapového procesu si ukážeme na následujícím příkladě: (zpracováno s využitím publikace Fotr, J., Dědina, J. Manažerské rozhodování. Praha: Ekopress 1997, s. 186 až 192)

Předpokládejme, že podnik nakupuje důležitý polotovar od externího dodavatele. Vedení podniku zvažuje možnost vlastní výroby daného polotovaru, což ovšem vyžaduje

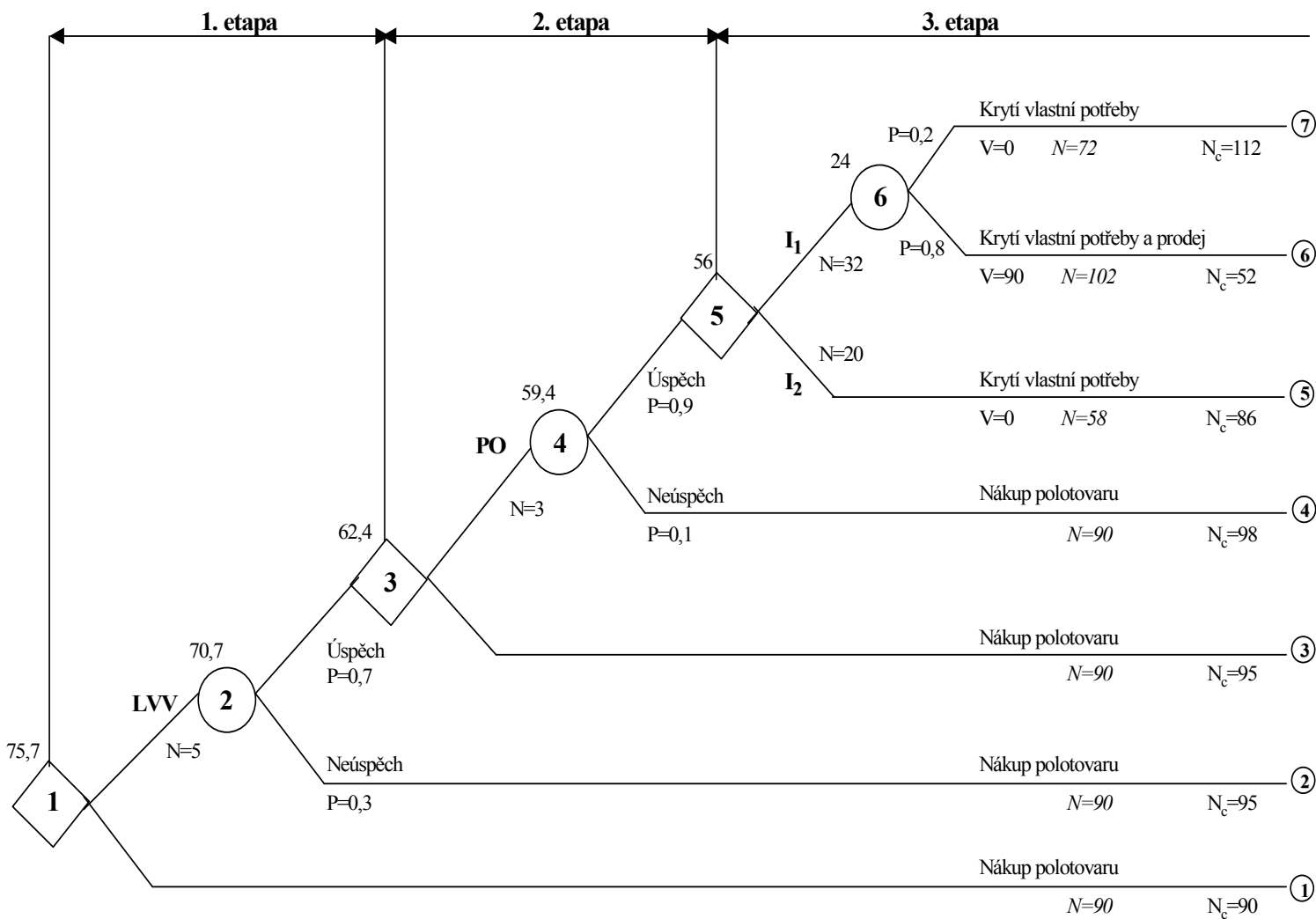
- provedení laboratorního výzkumu a vývoje,
- poloprovozní ověření.

Úspěch těchto aktivit nemůže být pochopitelně zaručen. Pokud budou neúspěšné, bude podnik nucen pokračovat v nákupu daného polotovaru s tím, že naběhlé náklady nepřinesou žádný efekt.

V případě úspěchu bude třeba rozhodnout o zakoupení a instalaci výrobní aparatury. Podnik má možnost zakoupit malou aparaturu s kapacitou pokrývající přesně jeho potřeby. Vzhledem k tomu, že existuje určitá možnost uplatnění daného polotovaru na trhu, je třeba zvažovat i variantu velké aparatury, která by uspokojila nejen vlastní potřebu, ale umožnila též dodávky na trh.

Jedná se o třietapový rozhodovací proces, jehož znázornění v podobě rozhodovacího stromu je na obr. 1. V první etapě (viz. rozhodovací uzel 1), přicházejí v úvahu dvě varianty: Buď laboratorní výzkum a vývoj, nebo nákup polotovaru od externího dodavatele. Výsledek laboratorního výzkumu a vývoje je zobrazen hranami vycházejícími ze situačního uzlu 2. V případě neúspěchu je nutné pokračovat v nákupu polotovaru. V případě úspěchu postupuje rozhodovací proces do druhé etapy.

Ve druhé etapě (viz. rozhodovací uzel 3) tvoří varianty rozhodování vybudování poloprovozu a poloprovozní ověření, nebo pokračování v nákupu polotovaru. Výsledek poloprovozního ověřování je znázorněn hranami vycházejícími ze situačního uzlu 4. V případě neúspěchu je, podobně jako v předchozí etapě, nutno pokračovat v nákupu polotovaru, úspěch vede ke třetí etapě rozhodovacího procesu.



obr. 1

Ve třetí etapě (viz rozhodovací uzel 5) jde o volbu z těchto variant: Zakoupení a instalace velké aparatury s předpokládanými dodávkami na trh, nebo zakoupení a instalace malé aparatury s výrobou pouze pro vlastní potřebu. Dosažené ekonomické výsledky závisejí na úspěšnosti na trhu, což zobrazují hrany vycházející ze situačního uzlu 6.

Za rizikové aktivity je třeba považovat laboratorní výzkum a vývoj, poloprovozní ověření a tržní uplatnění „nadprodukce“ velké aparatury. Ostatní aktivity jsou považovány za nerizikové. Na základě expertních odhadů byla pravděpodobnost úspěchu rizikových aktivit stanovena takto:

- laboratorní výzkum a vývoj $P_{ULVV} = 0,7$
- poloprovozní ověření $P_{UPO} = 0,9$
- uplatnění na trhu $P_{UT} = 0,8$

Pro nákladové resp. výnosové ohodnocení rozhodovacího stromu jsou k dispozici tyto údaje:

Spotřeba	(kg/rok)	$S = 50\ 000$
Cena	(Kč/kg)	$C = 180$
Náklady na externí dodávku	(mil.Kč/rok)	$N_D = S.C.10^{-6} = 9$
Náklady na labor. výzkum a vývoj	(mil.Kč)	$N_{LVV} = 5$
Náklady na poloprovozní ověření	(mil.Kč)	$N_{PO} = 3$

Výrobní aparatura		velká	malá
Kapacita	(t/rok)	$K_1 = 100$	$K_2 = 50$
Investiční náklady	(mil.Kč)	$N_{I1} = 32$	$N_{I2} = 20$
Fixní výrobní náklady (bez odpisů)	(mil.Kč/rok)	$N_{F1} = 4,2$	$N_{F2} = 2,8$
Variabilní výrobní náklady	(Kč/kg)	$N_{V1} = 60$	$N_{V2} = 60$
Životnost	(roky)	$Z = 10$	$Z = 10$
Objem dodávky na trh	(kg/rok)	$O_1 = 50\ 000$	
Výnosy	(mil.Kč/rok)	$V_1 = O_1.C.10^{-6} = 9$	

Náklady jednotlivých větví rozhodovacího stromu za dobu životnosti výrobní aparatury jsou stanoveny dle následujících vztahů:

Větev 1: $N_{C1} = Z \cdot N_D = 90 \text{ mil.Kč}$
 Větev 2: $N_{C2} = N_{LVV} + Z \cdot N_D = 95 \text{ mil.Kč}$
 Větev 3: $N_{C3} = N_{LVV} + Z \cdot N_D = 95 \text{ mil.Kč}$
 Větev 4: $N_{C4} = N_{LVV} + N_{PO} + Z \cdot N_D = 98 \text{ mil.Kč}$
 Větev 5: $N_{C5} = N_{LVV} + N_{PO} + N_{I2} + Z \cdot (N_{F2} + N_{V2} \cdot S \cdot 10^{-6}) = 86 \text{ mil.Kč}$
 Větev 6: $N_{C6} = N_{LVV} + N_{PO} + N_{I1} + Z \cdot (N_{F1} + N_{V1} \cdot (S + O_1) \cdot 10^{-6} - V_1) = 52 \text{ mil.Kč}$
 Větev 7: $N_{C7} = N_{LVV} + N_{PO} + N_{I1} + Z \cdot (N_{F1} + N_{V1} \cdot S \cdot 10^{-6}) = 112 \text{ mil.Kč}$

Ohodnocený rozhodovací strom je východiskem ke stanovení optimální rozhodovací strategie, které se provádí tak, že v pořadí od poslední k první etapě rozhodovacího procesu se pro každou etapu

- stanoví očekávané utility (očekávané hodnoty) kriteria hodnocení pro situační uzly,
- vybere varianta s nejvyšší utilitou, resp. nejpříznivější očekávanou hodnotou daného kritéria .

Za předpokladu neutrálního postoje rozhodovatele k riziku postupujeme v rámci našeho příkladu takto:

V rámci **3. etapy** je varianta „instalace velké aparatury“ riziková, neboť uplatnění produkce na trhu má pravděpodobnostní charakter (viz. situační uzel 6) Druhá z variant „instalace malé aparatury“ je neriziková.

Očekávané náklady rizikové varianty:

$$N_{I1} + (1 - P_{UT}) \cdot Z \cdot (N_{F1} + N_{V1} \cdot S \cdot 10^{-6}) + P_{UT} \cdot Z \cdot (N_{F1} + N_{V1} \cdot (S + O_1) \cdot 10^{-6} - V_1) = 56 \text{ mil.Kč}$$

Náklady nerizikové varianty:

$$N_{I2} + Z \cdot (N_{F2} + N_{V2} \cdot S \cdot 10^{-6}) = 78 \text{ mil.Kč}$$

Vzhledem k tomu, že očekávané náklady rizikové varianty jsou nižší ($56 < 78$), preferujeme tuto variantu a nerizikovou variantu vyloučíme z dalších úvah. Očekávané náklady preferované varianty zapíšeme do grafu jako tzv. poziční hodnotu rozhodovacího uzlu 5 ($H_5 = 56 \text{ mil.Kč}$).

V rámci **2. etapy** postupujeme obdobně. Rizikovou variantou je „poloprovozní ověření“, nerizikovou „nákup polotovaru u externího dodavatele“.

Očekávané náklady rizikové varianty:

$$N_{PO} + P_{UPO} \cdot H_5 + (1 - P_{UPO}) \cdot Z \cdot N_D = 62,4 \text{ mil.Kč}$$

Náklady nerizikové varianty:

$$Z \cdot N_D = 90 \text{ mil.Kč}$$

$$62,4 < 90 \quad \longrightarrow H_3 = 62,4 \text{ mil.Kč}$$

V rámci **1. etapy** je rizikovou variantou „laboratorní výzkum a vývoj“, nerizikovou „nákup polotovaru u externího dodavatele“.

Očekávané náklady rizikové varianty:

$$N_{LVV} + P_{ULVV} \cdot H_3 + (1 - P_{ULVV}) \cdot Z \cdot N_D = 75,7 \text{ mil.Kč}$$

Náklady nerizikové varianty:

$$Z \cdot N_D = 90 \text{ mil.Kč}$$

$$75,7 < 90 \quad \longrightarrow H_1 = 75,7 \text{ mil.Kč}$$

Optimální rozhodovací strategii tedy v našem případě tvoří tato posloupnost rozhodnutí:

- „laboratorní výzkum a vývoj“ v 1. etapě
- „poloprovozní ověření“ ve 2. etapě
- „instalace velké aparatury“ ve 3. etapě

Je třeba mít na paměti, že veličiny (náklady, výnosy, pravděpodobnosti výsledků situačních aktivit), podle kterých byla stanovena optimální strategie, jsou určeny na základě jistých předpokladů, či odhadů. Skutečné hodnoty se proto mohou od těchto předpokládaných hodnot odchylovat, což může mít na rozhodovací strategii vliv. Je proto užitečné, určit její citlivost na změny uvedených veličin pomocí analýzy citlivosti, s cílem zjistit tzv. kritické faktory citlivosti, tedy ty veličiny, u kterých i malá změna jejich hodnoty může mít vliv na změnu optimální rozhodovací strategie. Na rozdíl od aplikace analýzy citlivosti uvedené v rámci předchozího příkladu, je uplatnění této procedury v rozhodovacím stromu poměrně pracnou záležitostí.

Průběžná doba víceetapových rozhodovacích procesů bývá v realitě obvykle dosti dlouhá. V rámci této doby může dojít, a často také dochází, k řadě změn, které při zpracování rozhodovacího stromu před zahájením daného procesu nebylo možno předvídat. Rozhodovací strom bude proto ve své výchozí podobě platný zpravidla pouze pro první etapu. V následujících etapách je nutno počítat s realizací korekcí, týkajících se ohodnocení daného grafu, popřípadě i jeho struktury.