

Metody stanovení vah kritérií při výběru strojního zařízení

Kryštof Šulc^{1,*}

¹ ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav řízení a ekonomiky podniku, Technická 4, 166 07 Praha 6, Česká republika

Abstrakt

The article is about one phase of whole decision process. The part is about the evaluation of each criterion according to correct choice of machine or other machine equipment. The significance criteria fundamentally affect the choice of the optimal variant that the overall result has different effects on the decision-making process. For simple orientation in this situation when is necessary to evaluation of each criterions of decision situation had been choosing four groups of method. These groups of methods are using for setting the values of each criterions. We are talking about direct methods of determining the weights of the criteria, methods based on the principle of paired comparisons, methods of successive assignment values to scales and compensation methods for determining weights. The suitability of various methods for determining the weighting of the criteria is given by a range of criteria and performance of the evaluators.

Klíčová slova: Váhy kritérií, metody stanovení vah, normované váhy, rozhodovací proces

1. Úvod

Mnoho firem v dnešní době řeší růst nebo obměnu stávajících strojů a linek. Především je důležité poukázat na klíčové problémy při výběru, a to konkrétně, jak správně stanovit významnost jednotlivých kritérií. Každý výběr může mít libovolný počet kritérií ovšem ani po výběru nejdůležitějších, nebo jen relativních kritérií k případu, nemají všechna kritéria stejný význam pro rozhodování (jejich dopad je rozdílný). Proto je vhodné stanovit váhy kritérií pomocí metod pro stanovení vah kritérií, které podle jednoduchých zákonností ohodnotí jednotlivá kritéria a samotnou volbu zpřesní. Jednotlivé použité metody na tvorbu vah kritérií určují, jaké kritérium je pro rozhodování klíčové a které kritérium při rozhodování nebude nejvýznamnější. Tvorba vah pro kritéria je dána především tím, že při stanovování kritérií nelze na všechny pohlížet stejně. Dále jsou uvedeny základní metody, jak rozlišovat vliv a sílu jednotlivých kritérií, která mají klíčový vliv na konečné rozhodnutí o pořízení strojního vybavení.

2. Přehled základních metod pro stanovení vah kritérií

2.1. Metody přímého stanovení vah kritérií

Jako první soubor metod použitý pro stanovení vah kritérií jsou metody přímého stanovení vah kritérií. Metody zahrnují například bodovou stupnici a alokaci 100 bodů.

2.1.1. Metoda bodové stupnice

U metody bodové stupnice spočívá postup stanovení vah kritérií v přiřazení určitého počtu bodů ze zvolené stupnice každému kritériu, a to v souladu s tím, jak posuzova-

tel hodnotí význam každého kritéria. Volba bodové stupnice závisí na diferenci významnosti jednotlivých kritérií. Přiřazením konkrétních bodů je docíleno konkrétních normovaných vah. Převodem na normované váhy, kdy součet všech bodů je roven 100 % docílíme procentuálního podílu všech kritérií podílejících se na hodnocení variant výběru. Metoda je vhodná i pro rozhodování za podmínek většího počtu kritérií.

2.1.2. Metoda Alokace 100 bodů

Na podobném principu jako bodová stupnice je založena metoda alokace 100 bodů. Základem je, že rozhodovatel má k dispozici 100 bodů a jeho úkolem je rozdělit těchto 100 bodů mezi jednotlivá kritéria v souladu s jejich významností. Váha kritéria je pak určena počtem přidělených bodů, přičemž hodnotitel musí v průběhu hodnocení dbát na to, aby přesně vyčerpal 100 bodů, které má k dispozici. To je určitým způsobem obtížnější než u bodové stupnice, a to zejména při větším počtu kritérií. Obtíž této metody lze shledat v případech, kdy se rozhoduje při větším počtu kritérií. Výhodou je, že alokací 100 bodů jsou váhy jednotlivých kritérií rovnou normované.

2.2. Saatyho metoda stanovení vah kritérií

Reprezentantem metody založené na párovém srovnávání je Saatyho metoda pro stanovení vah. Saatyho metodu stanovení vah kritérií lze rozdělit do dvou kroků. První krok je založen na párovém srovnávání, kdy se zjišťují preferenční vztahy dvojic kritérií. Kritéria jsou uspořádána v tabulce, v jejichž řádcích a sloupcích jsou zapsána kritéria ve stejném pořadí. Kromě směru preference dvojic kritérií se určuje také velikost této preference. Ta se vyjadřuje určitým počtem bodů ze zvolené bodové stupnice.

* Kontakt na autora: krystof.sulc@fs.cvut.cz

Saatym stanovené stupnice je převodem slovních deskriptorů, např. 3 znamená slabě významnější, 9 znamená absolutně významnější apod. Vhodnější je však využít hodnoty jako násobky významnosti, kdy např. 3 znamená, že kritérium v řádku je třikrát významnější než kritérium ve sloupci [1].

Výsledkem tohoto kroku je získání pravé části matice (nad diagonálou) velikosti preferencí (někdy se též tato matice označuje jako Saatyho matice, resp. matice relativních důležitostí). Váhy kritérií můžeme nyní stanovit s využitím znalosti Saatyho matice aproximačními způsoby. Značně hrubé odhady vah kritérií získáme např. tím, že sečteme prvky v každém řádku Saatyho matice a vydělíme je součtem všech prvků této matice. Stanovené podíly pro jednotlivé řádky představují pak odhady vah odpovídajících kritérií. Dobré odhady vah odpovídajících kritérií lze získat z geometrických průměrů řádků Saatyho matice, tj. vynásobíme všechny prvky pro každý řádek a určíme n -tou odmocninu z tohoto součinu, kdy n je počet prvků. Výsledné geometrické průměry jednotlivých řádků Saatyho matice poté znormujeme (vydělíme součtem všech geometrických průměrů). Praktické zkušenosti ukazují, že při uplatnění Saatyho metody dochází obvykle k výraznější diferenciaci vah kritérií než u ostatních metod, tzn. že váhy významnějších kritérií jsou vyšší, a naopak váhy méně důležitých kritérií jsou nižší než váhy stejných kritérií stanovených jinými metodami. Příčina spočívá zpravidla v tom, že hodnotitelé nesprávně interpretují bodovou stupnici navrženou Saatym při posuzování relací významu jednotlivých dvojic kritérií tak, jak tomu bylo uvedeno. Je proto vhodné mít při posuzování významnosti kritérií na mysli, že počty bodů vyjadřují intenzitu preferenci, tj. násobky (resp. podíly) vah vzájemně srovnávaných kritérií, jak bylo zmíněno v předcházejícím odstavci [1].

2.3. Metoda postupného rozvrhu vah

V případě, že se rozhodujeme při početném souboru kritérií, je užitečné využít tzv. strom kritérií, resp. metodu postupného rozvrhu vah, která je založena na myšlence seskupení kritérií v rámci souboru kritérií do dílčích skupin podle příbuznosti jejich věcné náplně. Váhy jednotlivých kritérií se nyní určí následujícím postupem. Nejprve se stanoví váhy jednotlivých skupin kritérií, a to s využitím některé z metod stanovení vah kritérií. Tyto váhy musí být normovány, tzn. že součet vah skupin kritérií je roven jedné (100 %). Dále se stanoví váhy každého kritéria v jednotlivých skupinách. Opět tyto váhy musí být normovány. Výsledné váhy kritérií se stanoví vždy vynásobením vahy kritéria v jeho skupině vahou této skupiny kritérií. Požadavek na normalizaci vah skupin kritérií i vah jednotlivých kritérií v rámci každé skupiny je nezbytný a zabezpečuje, že výsledné váhy kritérií získané výše specifikovaným vynásobením jsou opět normovány, takže jejich součet přes celý soubor kritérií je roven jedné [1].

2.4. Kompenzační metoda pro stanovení vah

V některých případech může dojít ke zkreslení výsledků celého procesu vícekritériálního hodnocení, neboť předem stanovené váhy nereflktují rozsahy důsledků variant vzhledem k jednotlivým kritériím. Pokud jsou důsledky jednotlivých variant pro dané kritérium přibližně stejné, resp. rozsah mezi nejlepší a nejhorší hodnotou je relativně malý, tak toto kritérium nebude hrát významnou roli při rozhodování, přestože rozhodovatel může toto kritérium samo o sobě považovat za velmi důležité. V extrémním případě při stejných důsledcích všech variant z hlediska daného kritéria by váha tohoto kritéria měla být nulová, neboť podle něj není mezi variantami žádný rozdíl. Tomuto problému se lze vyhnout využitím vah stanovených kompenzační metodou. V některých pramenech se lze setkat s pojmem tzv. změnových vah (swing weights) [2], který vychází ze skutečnosti, že váhy jsou stanovovány na základě změn hodnot daného kritéria. Postup stanovení těchto vah probíhá následovně. Hodnotitel si představí hypotetickou variantu, která bude mít nejhorší možné dopady vzhledem ke všem kritériím. Nejdříve určí kritérium první v pořadí, u kterého je změna z nejméně preferované hodnoty na nejvíce preferovanou hodnotu pro něj nejdůležitější. Toto kritérium dostane váhu např. 100. Analogicky stanoví kritérium druhé v pořadí, u kterého je změna z nejméně preferované hodnoty na nejvíce preferovanou hodnotu druhá nejdůležitější. Takto bude postupovat tak dlouho, až všechna kritéria budou seřazena z hlediska významnosti změn důsledků variant. Poté porovná důležitost zlepšení prvního kritéria z nejhorší hodnoty na nejlepší se zlepšením druhého kritéria z nejhorší hodnoty na nejlepší. Např. stanoví, že změna druhého kritéria je z 90 % tak důležitá jako u prvního kritéria. Takto srovná změny prvního kritéria se změnami u všech ostatních kritérií. Výsledné váhy se znormují [1].

3. Aplikovatelnost metod na výběr strojního zařízení

Při aplikování jednotlivých metod dochází k přesnějšímu rozhodnutí. Hlavním důvodem je zpřesnění jednotlivých kritérií pomocí určení jejich vah. Důsledkem je kvalitnější rozhodnutí a snížení rizika s ním spojeným. Následně jsou varianty rozhodování méně riziková a konkrétně při rozhodování o nákupu strojního zařízení, kdy je jedním z hlavních faktorů čistá současná hodnota zvolené investice, snižují riziko, které určitou mírou vstupuje i do diskontní sazby. Následkem jsou nižší předvídané náklady na celou investici. Jaké metody je vhodné použít je popsáno níže.

3.1. Aplikace metody bodové stupnice

Při použití metody Bodovací stupnice, která patří k nejjednodušším metodám při malém počtu kritérií (vhodná do 10 kritérií), je vhodné rozhodovat o nákupu jednotlivých výrobních strojů. Při rozhodování o konkrétním stroji, nebo strojním zařízení, je počet vstupujících kritérií značně eliminován, jen na základní, a to hlavně z důvodu a v případech, kdy je stroj stavěný na míru, to znamená na

konkrétní zakázku. Výhodou jsou rychle stanovené váhy za použití minimálního úsilí ke stanovení jejich výše. Stačí pak již jen jednoduchý převod na normativní váhy, aby výše vah byla vyjádřena v procentech.

3.2. Aplikace metody alokace 100 bodů

Metoda Alokace 100 bodů má své úskalí a to hlavně, že vždy rozhodovatel musí přemýšlet o tom, kolik bodu ze sta alokovaných mu ještě zbývá. Proto je opět vhodné použít metodu při malém množství kritérií, hlavně u jednotlivých strojů, které mohou být součástí velkého projektu. Po alokaci sta bodů jsou váhy již normované.

3.3. Aplikace Saatyho metody pro stanovení vah kritérií

Pomocí Saatyho metody lze učit poměry jednotlivých kritérií vůči ostatním. Ovšem v tomto případě není zaručeno zachování tranzitivity. Zároveň kritéria, které jsou preferována nejvíce vyniknou nad souborem ostatních kritérií. Při reálném využití je stanoveno jako soubor kritérií pro soustruh čistá současná hodnota, rychlost obrábění, kvalita třísky (z hlediska tvorby adheze), posuvná rychlost, teplota způsobená třením nástroje o obrobek (kvůli tvorbě nárůstku) a způsob chlazení. Pro rozhodování je nejvýznamnějším kritériem z hlediska investice čistá současná hodnota. Lze předpokládat, že kritérium čistě současné hodnoty výrazně vynikne nad ostatními. Jelikož metoda porovnává každé kritérium s každým pomocí vhodné sestavené tabulky, tak už při 10 kritériích má tabulka rozměr 10 x 10. Z hlediska praktičnosti se doporučuje používat metodu na malý počet kritérií.

3.4. Aplikace metody postupného rozvrhu vah

Při řešení komplexních problémů, jako je vybudování nového závodu, pořízení nové výrobní linky atd., vstupuje do rozhodovacího procesu velký počet kritérií, která nelze jednoduše zanedbat. Řešení vah kritérií pomocí výše popsaných metod by bylo velmi zdlouhavé a v některých případech i nereálné. Proto je vhodné je-li to možné seskupit kritéria do skupin dle jejich podobností, například finanční kritéria, kritéria týkající se životního prostředí a dalších druhů segmentů. Jednotlivé segmenty je již podstatně jednodušší ohodnotit váhou, jak je popsáno výše. Řazení na segmenty je vhodné i v případě, že by konkrétní segment obsahoval pouze jedno kritérium, například pokud by se jednalo o kritérium vlivu stroje na životní prostředí. V porovnání s ostatními kritérii, třeba u párového srovnávání z hlediska finančních aspektů, by jasně prohrálo a následně by mu byla přidělena nízká váha. Pokud by byl oceněn právě segment vůči ostatním segmentům, tak by se zachovala váha kritéria vůči ostatním na požadované míře (požadavky na získání dotací apod.). Metoda je zejména vhodná při velkém počtu kritérií a zároveň umožňuje hodnotit každý segment zvlášť, a i jinými odborníky.

3.4. Aplikace kompenzační metody

Kompenzační metodou porovnáváme rozdíly jednotlivých kritérií. Metoda je vhodná, pokud rozdíly u kritérií jednotlivých variant jsou velmi malé. Na rozdíl od ostatních výše popsaných metod nehodnotí kritéria vůči sobě nezávisle, ale jejich odchýlení od nejlepší hodnoty. Hodnotí se významnost odchylky. Metoda pomáhá rozhodnout mezi stroji či zařízeními, které jsou velmi podobná a pokud by se zvolila jiná metoda, tak by výsledek mohl být nepřesný. Nutné je dbát na převod nenormovaných vah na normované. Na druhou stranu reflektuje právě situace, kdy hodnoty u části souboru kritérií jsou dostatečné pro splnění požadavků výroby a není tedy nutné jim věnovat výraznou pozornost.

4. Porovnání s praktickým využitím

V dnešní době není časté se setkat u společností, aby kritéria variant ve svých výběrech ohodnotily váhou, a ještě méně časté, aby použily jednu z popsaných metod. Pokud se jedná o vícekritériální hodnocení variant, je rozložení vah kritérií rovnoměrné, to znamená, že všechna kritéria mají stejnou preferenci. Tento způsob neumožňuje identifikovat rozdíly významnosti mezi jednotlivými kritérii. Snaha dnešní doby naznačuje potup, kdy se věci zjednodušují, to platí i pro stanovení vah kritérií. Pravdou je, že některé metody zaberou více času, ale jejich přínos je podstatně vyšší. Proto je žádoucí stanovení vah zahrnout do rozhodovacího procesu.

5. Závěr

Obsah zpracovaného článku, by měl zejména sloužit jako seznámení se s existencí metod pro identifikaci rozdílů významnosti mezi jednotlivými kritérii. Zároveň uvádí základní principy uplatnění a výpočtů navrhovaných metod. Podniky by samy měly zvažovat, kterou z metod použijí a jakým způsobem. Využití těchto metod povede ke kvalitnějším rozhodnutím napříč různými oblastmi podnikového zájmu. Zároveň kvalitnější rozhodnutí snižuje rizikovitost a přispívá k prosperitě. Jelikož se vždy jedná o subjektivní pohled na věc, doporučuje se použití kombinace metod a následné stanovení vah vyjádřit jako aritmetický průměr dosažených výsledků. Případně volit preferenci kritérií na bázi brainstormingu, aby se pokud možno eliminovala situace, kdy dochází ke zkreslení výsledků jen na základě subjektivního rozhodování jedince.

Poděkování

Na závěr bych chtěl poděkovat paní doc. Ing. Lence Švecové, Ph.D., za její pomoc a názory, které pro mě byly inspirací pro sepsání tohoto článku, a i nadále budu těchto myšlenek využívat při tvorbě disertační práce.

Literatura

- [1] FOTR, Jiří a Lenka ŠVECOVÁ. *Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje*. 2., přeprac. vyd. Praha: Ekopress, 2010. ISBN 978-80-86929-59-0.
- [2] HAMMOND, J. S.-KEENEY, R. L.-RAIFFA, H.: *Smart Choice. A Practical Guide to Making Better Decision*. Boston, Harvard Business School Press 1999.
- [3] ŽÁČEK, Vladimír. *Rozhodování v managementu: teorie, příklady, řešení*. V Praze: České vysoké učení technické, 2015. ISBN 978-80-01-05804-6.