



Bakalářská práce

Hodnocení efektivity výrobních jednotek v podniku potravinářského průmyslu

Studijní program:

B0413A050006 Podniková ekonomika

Studijní obor:

Management výroby

Autor práce:

Jan Řehák

Vedoucí práce:

Mgr. Jiří Rozkovec

Katedra ekonomické statistiky

Liberec 2024



Zadání bakalářské práce

Hodnocení efektivity výrobních jednotek v podniku potravinářského průmyslu

<i>Jméno a příjmení:</i>	Jan Řehák
<i>Osobní číslo:</i>	E21000111
<i>Studijní program:</i>	B0413A050006 Podniková ekonomika
<i>Specializace:</i>	Management výroby
<i>Zadávající katedra:</i>	Katedra ekonomické statistiky
<i>Akademický rok:</i>	2023/2024

Zásady pro vypracování:

1. Stanovení cílů.
2. Charakteristika řízení podniku.
3. Charakteristika metod hodnocení efektivity výrobních jednotek.
4. Analýza efektivity výroby ve společnosti.
5. Interpretace získaných výstupů, doporučení pro podnik.

Rozsah grafických prací:
Rozsah pracovní zprávy: 30
Forma zpracování práce: tištěná/elektronická
Jazyk práce: čeština

Seznam odborné literatury:

- FIALA, Petr, 2013. *Modely a metody rozhodování*. 3. přepracované vydání. Praha: Oeconomica. ISBN 978-80-245-1981-4.
- HAJDUCHOVÁ, Silvia, 2015. Rozhodovací proces v modelu hodnocení nákladov zariadenia staveniska/decision making process for cost assessment model of the construction equipment. online. *Mladá Veda*, vol. 3, no. 2, s. 72-81. ISSN 1339-3189. Dostupné z: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/rozhodovací-proces-v-modeli-hodnocenia-nákladov/docview/1737409404/se-2?accountid=17116>
- ISHIZAKA, Alessio a Philippe NEMERY, 2013. *Multi-criteria decision analysis: methods and software*. Chichester: John Wiley & Sons. ISBN 978-1-119-97407-9.
- JABLONSKÝ, Josef a Milada LAGOVÁ, 2014. *Lineární modely*. 3. vydání. Praha: Oeconomica. ISBN 978-80-245-2020-9.
- VOCHOZKA, Marek, 2020. *Metody komplexního hodnocení podniku*. 2. aktualizované vydání. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-1701-7.

Vedoucí práce: Mgr. Jiří Rozkovec
Katedra ekonomické statistiky

Datum zadání práce: 1. listopadu 2023
Předpokládaný termín odevzdání: 31. srpna 2025

doc. Ing. Aleš Kocourek, Ph.D.
děkan

L.S.

doc. Ing. Petra Rydvalová, Ph.D.
garant studijního programu

V Liberci dne 1. listopadu 2023

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Jsem si vědom toho, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má bakalářská práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědom následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

Hodnocení efektivity výrobních jednotek v podniku potravinářského průmyslu

Anotace

Bakalářská práce se zabývá hodnocením efektivity výrobních jednotek v podniku Devro s.r.o. na oddělení Přípravna 1 v rámci měsíce února 2024. Cílem práce je vyhodnotit v jaké dny bylo podle vybraných metod oddělení nejefektivnější, ale také jestli je v průměru efektivnější denní nebo noční směna. Nejprve je charakterizováno řízení výroby a plánování výroby. Dále jsou uvedeny metody odhadu vah kritérií a metody vícekritériálního hodnocení variant. V praktické části bude pomocí vybraných metod vyhodnocena efektivita oddělení.

Klíčová slova

Devro s.r.o., hodnocení efektivity, metoda TOPSIS, metoda váženého součtu, váhy kritérií, výroba

Efficiency measuring of production units in a food industry company

Annotation

The bachelor thesis deals with the evaluation of the efficiency of the production units in the company Devro s.r.o. in the department Preparatory 1 within the month of February 2024. The aim of the thesis is to evaluate on which days the department was most efficient according to the selected methods, but also whether the day or night shift is more efficient on average. First, production management and production scheduling are characterized. Next, methods for estimating criteria weights and methods for multi-criteria variant evaluation are presented. In the practical part, the efficiency of the department will be evaluated using the selected methods.

Key Words

criteria weights, Devro s.r.o., efficiency evaluation, production, TOPSIS method, weighted sum method

Obsah

Seznam obrázků.....	10
Seznam tabulek.....	11
Seznam použitých zkratk, značek a symbolů	12
Úvod.....	13
1 Řízení podniku	14
1.1 Řízení výroby	14
1.2 Metody řízení výroby.....	15
1.3 Plánování výroby	17
1.3.1 Plánování výrobního programu	18
1.3.2 Plánování výrobního procesu.....	19
1.4 Systémy řízení výroby	19
1.4.1 Tlačné systémy řízení výroby	20
1.4.2 Tažné systémy řízení výroby	20
1.4.3 Kombinované systémy řízení výroby	21
2 Hodnocení efektivity.....	22
2.1 Rozhodovací problémy.....	22
2.2 Metody odhadu vah kritérií.....	23
2.3 Metody vícekritériálního hodnocení variant.....	26
2.3.1 Metoda váženého součtu.....	26
2.3.2 Metoda TOPSIS.....	27
3 Devro s.r.o.....	29
4 Metodologie.....	30
4.1 Stanovení vah kritérií.....	30
4.2 Metoda váženého součtu	33
4.3 Metoda TOPSIS.....	39
5 Korelační analýza	46
Závěr.....	48
Seznam použité literatury	50

Seznam obrázků

Obrázek 1: Graf efektivity denní a noční směny pomocí WSA.....	38
Obrázek 2: Graf efektivity denní a noční směny pomocí TOPSIS.....	45
Obrázek 3: Graf efektivity v jednotlivých dnech.....	47

Seznam tabulek

Tabulka 1: Základní údaje o společnosti Devro s.r.o.	29
Tabulka 2: Fullerův trojúhelník.....	31
Tabulka 3: Váhy kritérií společnosti Devro s.r.o.	31
Tabulka 4: Hodnoty měřených kritérií u denní směny y_{ij}	32
Tabulka 5: Hodnoty měřených kritérií u noční směny y_{ij}	33
Tabulka 6: Nejvyšší hodnoty měřených kritérií	34
Tabulka 7: Nejnižší hodnoty měřených kritérií	34
Tabulka 8: Výpočty hodnot y'_{ij} pro denní směnu.....	35
Tabulka 9: Výpočty hodnot y'_{ij} pro noční směnu.....	36
Tabulka 10: Efektivita denní a noční směny podle WSA	37
Tabulka 11: Průměrná efektivita podle WSA	38
Tabulka 12: Hodnoty z_{ij} pro denní a noční směnu	39
Tabulka 13: Hodnoty r_{ij} pro denní směnu.....	40
Tabulka 14: Hodnoty r_{ij} pro noční směnu.....	41
Tabulka 15: Hodnoty w_{ij} pro denní směnu	42
Tabulka 16: Hodnoty w_{ij} pro noční směnu	43
Tabulka 17: Ideální a bazální varianty w_{ij}	43
Tabulka 18: Efektivita denní a noční směny podle metody TOPSIS.....	44
Tabulka 19: Průměrná efektivita podle metody TOPSIS	45

Seznam použitých zkratk, značek a symbolů

JiT	Just in Time
O	Odpadovost
OE	Odběr elektřiny
OV	Objem výroby
PZ	Počet zaměstnanců
SV	Spotřeba vody
TOC	Theory of Constraints
TOPSIS	Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution
WSA	Metoda váženého součtu

Úvod

Bakalářská práce se zabývá hodnocením efektivity ve společnosti Devro s.r.o. na oddělení Přípravna 1 v rámci měsíce února 2024. Nejprve se bude práce zabývat řízením výroby, metodami řízení výroby, plánováním výroby a systémy řízení výroby, což jsou oblasti, které hrají ve výrobním podniku důležitou roli. Následně budou představeny konkrétní metody odhadu vah kritérií a metody vícekritériálního hodnocení variant, mezi které patří metoda váženého součtu (WSA) a metoda TOPSIS, kde bude vysvětlen jejich princip a způsob, jak s jejich pomocí vypočítat efektivitu. Také bude představena společnost Devro s.r.o.

V praktické části nejprve rozhodovatel vymezí kritéria, která se budou hodnotit a pomocí vybrané metody určí váhy zkoumaných kritérií. Následně bude pomocí metody váženého součtu a metody TOPSIS vypočítána a vyhodnocena efektivita oddělení. Pomocí Pearsonova lineárního korelačního koeficientu bude poté ověřena korelace mezi těmito metodami.

Cílem práce je vyhodnotit efektivitu oddělení v jednotlivých dnech měsíce února 2024, porovnat efektivitu mezi denní a noční směnou a zjistit, zda je oddělení průměrně efektivnější v pracovní dny od pondělí do pátku nebo o víkendech.

Při tvorbě této bakalářské práce autor využil program umělé inteligence ChatGPT 3.5, v souladu se směrnicí rektora č. 4/2023. Byla využita pro obohacení textu o odborné termíny, zpřesnění formulací a diverzifikaci slovní zásoby.

1 Řízení podniku

Řízení podniku je složitý proces vycházející z faktu, že podnik samotný je velice složitý organismus, jehož jednotlivé části nemohou efektivně fungovat bez vzájemné propojenosti a koordinace. Základní problémy správného chodu podniku řeší vrcholový management, jenž formuluje poslání, cíle a strategii podniku. (Synek a Kislíngerová, 2015)

Ve vztahu k řízení podniku můžeme chápat management jako proces vedoucí ke stanovení a následnému dosažení cílů za využití funkcí plánování, organizování, vedení a controllingu. (Vochozka a Mulač, 2012)

K řízení neodmyslitelně patří i proces rozhodování. Při tomto procesu vedení volí mezi několika variantami řešení určitého problému. Vedení by se mělo rozhodovat racionálně a vybrat takovou variantu, jenž bude pro podnik nejvýhodnější. (Fiala, 2013)

1.1 Řízení výroby

Tomek a Vávrová (2014) uvádí, že pro zahájení výrobního procesu je nutné, aby došlo k uvolnění zakázky. Zakázkou v tomto smyslu rozumíme položku, která má jeden ze dvou charakterů:

- Charakter zakázky odvozené od zakázky zákaznické nebo zakázky jako výrobního požadavku
- Charakter dávky nebo kusu

Aby bylo možné začít včas s výrobou zakázky, je nezbytné mít k dispozici materiál, výrobní vybavení, příslušenství a nástroje, které jsou pro plnění zakázky nutné.

Další činností pro zahájení výrobního procesu je sestavení rozvrhu práce, kdy se přiřazuje zakázka jednotlivým pracovištím. K tomuto procesu se používá řada opatření:

- Termínování jednotlivých operací uvnitř předem daného časového rámce
- Podnět k přípravě materiálu a podnět k dopravě materiálu
- Přiřazení každé jednotlivé operace příslušnému pracovišti
- Vydání pracovních příkazů
- Reakce na odchylky od plánovaného průběhu výroby
- Aktualizace krátkodobých a střednědobých plánovacích dat

Rozlišujeme dvě hlavní organizační formy rozvrhování práce:

- Centrální rozvrhování práce
- Decentralizované rozvrhování práce

Při centralizovaném rozvrhování práce jsou informace potřebné pro správnou výrobu předávány řídicímu stupni prostřednictvím centrálního plánování zakázek. Mistr se tak nemusí starat o určování termínů zakázek a může se plně soustředit na své úkoly. Personál rozvrhování práce zpracovává plánovací informace jako jsou například úkoly a termíny a informace o výrobě, jako jsou poruchy nebo zpětná hlášení. Proto se často používají systémy podporované počítačem, které umožňují automatizovanou aktualizaci dat, sledování postupu práce, zlepšení transparentnosti výrobního procesu a tvorbu výrobních dokumentů.

V rámci decentralizovaného rozvrhování práce řídí a spravuje všechny zakázky vedoucí pracoviště na základě dat získaných od předchozí organizační jednotky. Vytváří pořadí zpracování zakázek a rozhoduje o potřebném materiálu, přípravných, nástrojích a součástech. Díky informacím o využitelnosti výrobních prostředků a pracovníků může vedoucí spravovat zodpovědnost efektivně a motivovat své pracovníky. Mezi výhody decentralizovaného rozhodování patří například možnost optimálního využití pracovníků, identifikace časově kritických procesů a řešení problematiky včas. (Tomek a Vávrová, 2014)

1.2 Metody řízení výroby

Tomek a Vávrová (2014) také hovoří o tom, že existuje několik způsobů řízení výrobního procesu, které závisí především na následujících vlastnostech:

- Do jaké míry je řízení soustředěno u jednoho či více řídicích orgánů
- Do jaké míry podrobnosti je jednotkám předáván od vyšších od vyšších instancí výrobní úkol

Podle těchto charakteristik můžeme následně rozlišit řízení jedním zodpovědným pracovníkem, dispečerské řízení, přímé řízení výroby a automatické řízení výrobního procesu.

Řízení jedním zodpovědným pracovníkem

U tohoto řízení zodpovědný pracovník, kterým je mistr, osobně zajišťuje veškeré řídicí úkoly na svěřeném oddělení výroby. Tento způsob řízení je vhodný pro jednoduchou výrobu s nižšími nároky na spolupráci mezi zaměstnanci.

Dispečerské řízení

U dispečerského řízení výroby se jedná o rozšíření systému řízení ve vícestupňové výrobě, která je založená na kooperaci. Jeho hlavním cílem je kontrola plnění plánů a koordinace úkolů, odstraňování nedostatků a nalezení řešení při neplnění plánovaných úkolů. Dále se dispečerské řízení podílí na zajištění, že zakázky jsou správně zajištěny, což přispívá ke zvyšování efektivity a disciplíny ve výrobě.

Tento způsob řízení může být úspěšný na různých úrovních v celé organizaci, nikoli pouze v konkrétních odděleních nebo provozech. Je důležité zdůraznit, že dispečerské řízení nenahrazuje individuální řízení, ale spíše ho doplňuje tím, že pracovník s odpovědností může efektivně řešit problémy, které nejsou v kompetenci mistra.

Přímé řízení výroby

Přímé řízení vychází z krátkodobých plánů, jenž nejsou tak podrobné, aby šlo řídit výrobu pouze podle odchylek a rozdílů. Řídicí složka vybraného úseku se zaměřuje na obsluhu výrobního procesu a volbu práce s využitím informační technologie, která umožňuje propojení jednotlivých pracovišť a poskytuje aktuální informace o stavu výroby. Klíčové aktivity řídicí složky zahrnují plánování práce na pracovištích, řízení

pomocných procesů, simulaci výrobního procesu a sledování změn v jeho normálním průběhu.

Cílem činností tohoto způsobu řízení výroby je dopracování se k rovnoměrnému vytížení jednotlivých pracovišť, dodržení předem daných termínů, a dodržení optimální plynulé doby výroby i optimálního množství zadávané výroby. Nejnáročnějším úkolem řídicího centra při tomto typu řízení výroby je správně vybrat a přiřadit práci příslušnému pracovišti. Klíčový je kvalitní a přesný přenos informací, schopnost definovat potřebné termíny a délku operací. Postup tohoto fungování je především ovlivněn dvěma faktory:

- Pracoviště musí být vytěžováno prací rovnoměrně
- Po dokončení jedné operace je nezbytné zvážit vhodnost zadání další operace

Největší uplatnění tohoto systému představují pružné výrobní systémy, které jsou vybaveny prvky robotizace, jež jsou schopné zajišťovat automatizovanou výměnu nástrojů, odsun odpadu nebo také přísun materiálu.

Automatizované řízení výrobního procesu

U specifických technologických řešení lze uskutečnit proces řízení výroby za pomoci technických zařízení. Tento způsob řízení je integrován přímo do technologického procesu a ovlivňuje členy procesu prostřednictvím svých výstupů. Automatizovaný systém provádí řízení podle předem stanoveného algoritmu a zajišťuje ochranu proti haváriím. Přesto však člověk není vyřazen z rozhodovacího procesu, zejména v oblasti dozoru a možné regulace v případě výskytu havárie. Systémy mohou poskytovat doporučení pro obsluhu nebo samy nastavit potřebné hodnoty. (Tomek a Vávrová, 2014)

1.3 Plánování výroby

U výrobního plánování je zapotřebí stanovit složení výroby s ohledem na omezující podmínky na straně vstupů a výstupů. Ze vstupů mohou být omezující podmínky například omezená kapacita surovin nebo energie, z výstupů to zase může být odběratelské omezení, které určuje maximální objem produkce. U plánování výroby

může být cílem dosažení maximalizace zisků nebo také minimalizace nákladů. (Jablonský a Lagová, 2014)

„Předmětem plánování výroby je:

- *Výrobní program*
- *Výrobní proces*
- *Zajištění výrobních faktorů pro výrobu“ (Synek a kol., 2011, str. 254)*

Autor se v následujících podkapitolách zabývá pouze prvními dvěma body.

1.3.1 Plánování výrobního programu

Podle Synka (2011) pod pojmem výrobní program rozumíme druhovou skladbu a objem výrobků, jenž se mají v určitém období vyrábět. Ve výrobním programu dochází k neustálým změnám v souvislosti se zařazováním nových a vyřazováním zastaralých výrobků. Tempo těchto změn je ovlivněno odvětvím, například v hutnictví probíhají změny pomaleji než ve spotřebním průmyslu. Plán odbytu, který je rozdělený na dlouhodobý a krátkodobý, je hlavním zdrojem informací pro plánování výrobního programu.

Dlouhodobý plán představuje klíčové transformace ve výrobním programu, které vyžadují významné finanční investice, nové technologie, rozšíření výrobních kapacit a změny v pracovních postupech. Naopak krátkodobý plán vychází z aktuálních finančních zdrojů, stávajících technologií a kapacit a současné struktury pracovníků. Jeho zaměření je obvykle na menší úpravy, především v oblasti designu a konstrukce výrobků.

Plánování výrobního programu je taky ve značné míře ovlivněno druhem vyráběných výrobků, neboť pokud podnik vyrábí pro „neznámého“ spotřebitele, kde se jedná o potraviny, spojovací materiál a jiné standardizované výrobky, je úkolem oddělení marketingu stanovit, jaké výrobky a v jakém množství trh požaduje a jak se dostanou k budoucímu spotřebiteli. Podnik obvykle vyrábí takové množství výrobků, jenž nejvíce přispívá ke splnění cílů, obvykle k maximalizaci zisku. (Synek a kol., 2011)

1.3.2 Plánování výrobního procesu

Synek (2011) uvádí, že plánování výrobního procesu zahrnuje stanovení výrobních postupů, času výroby a místa, kde se dané výrobky budou vyrábět. Z hlediska organizace výrobních postupů rozlišujeme výrobu proudovou (většinou pásová výroba) nebo dílenskou výrobu, kde jsou podobné stroje se stejnými pracovními úkony sdruženy do jedné dílny.

Podle počtu vyrobených výrobků bezprostředně za sebou či souběžně rozlišujeme typy výroby, a to kusovou, sériovou a hromadnou. Úkolem plánování je určit optimální velikost výrobní dávky, lhůtový plán (časy zahájení a dokončení pracovních postupů), kapacitní plán (vyvážení a koordinace kapacit), plán nákupu, dopravy a skladování. (Synek a kol., 2011)

1.4 Systémy řízení výroby

„Změny v ekonomickém prostředí charakteristické stále proměnlivější poptávkou, rozšiřováním sortimentu dodávaných aj., vedly k tomu, že byly hledány metody plánování a řízení výroby, které vytvářejí podmínky pro zvyšování pružnosti výroby, schopnosti reagovat na změny požadavků zákazníků už ve výrobě a omezovat postupy, při nichž jsou výkyvy v poptávce kryty z vysokých zásob hotových výrobků.“ (Gros a kol., 2016, str. 153-154)

Gros (2016) rozděluje systémy plánování a řízení výroby na čtyři skupiny:

- Tlačné systémy
- Tažné systémy
- Kombinované systémy
- Další systémy

1.4.1 Tlačné systémy řízení výroby

Jedná se o nejdéle existující systém plánování a řízení materiálových toků, který je stále nejpobulárnější. Tento systém je využíván zejména v podnicích se složitou strukturou materiálových toků, které jsou charakterizovány:

- Stupňovité procesy, ve kterých je nutné pro zhotovení finálního výrobku realizovat mnoho kroků od výroby polotovarů, dílů, přes komponenty, montážní skupiny až po finální výrobek
- Nejednoznačné určení dílů a polotovarů, jenž mohou být vstupy pro další výrobu, ale i hotovými výrobky
- Výroby rozsáhlého sortimentu výrobků v mnoha variantách
- Zpětné vazby, při nichž se některé polotovary vrací zpět na předchozí výrobní stupně

Mezi výhody tohoto systému patří:

- Rychlost výpočtů, jenž umožňují operativní změny plánu
- Zavedení integrované databáze nezbytných vstupních údajů
- Automatizace velkého množství složitých propočetů
- Integrace a provázanost jednotlivých složek plánu

Nevýhodami tlačného systému jsou:

- Systém je založen na předpokladu, že je znám přesný požadavek zákazníků na plánovací období
- Pomalá reakce na skutečné změny ve výrobě
- Neobsahuje postupy pro podporu rozhodování v případě výskytu úzkých míst ve výrobě
- Opožděná reakce na změny požadavků zákazníků (Gros et al., 2016)

1.4.2 Tažné systémy řízení výroby

Představitelem tzv. tažných systémů řízení výroby je především systém Just in Time, dále pouze JiT. (Gros et al., 2016)

Způsob řízení označovaný jako JiT změnil zásadním způsobem metody nejen řízení a plánování výroby, ale i celých podniků. Různá pojetí JiT se soustředí zejména na dosažitelné efekty a pouze omezeně charakterizují princip metody. V řízení postaveném na filosofii JiT je nutné dbát na předpoklady, jenž je nutné splnit a principy, které je potřeba uplatňovat. To například znamená:

- Změny už během vývoje nových výrobků a změny v plánování
- Zkrácení dodacích cyklů
- Využití nových přístupů v řízení kvality
- Zkracování časů na změny výrobního programu

Tento systém klade hlavní důraz na eliminaci ztrát a odpadů, neustálé zlepšování procesů, zvyšování kvality, snižování skladových zásob a flexibilní reakci na požadavky zákazníků. Pro dosažení těchto efektů je nezbytná podpora vedení společnosti, týmová spolupráce a zapojení zaměstnanců do řízení. (Gros et al., 2016)

1.4.3 Kombinované systémy řízení výroby

Významné místo mezi kombinovanými systémy zaujímá teorie omezení TOC. Podstatou této teorie je rozvinutí skutečnosti, že se v každém systému nachází úzká místa, jenž omezují jeho výkonnost. Mezi tato úzká místa zpravidla patří kapacitní omezení ve výrobě, nedostatek materiálů nebo energetických vstupů, nedostatek pracovníků nebo také nedostatek finančních prostředků. Zkrátka vše, co omezuje průtok, je úzké místo. (Gros et al., 2016)

Proces využití teorie úzkých míst v řízení výroby můžeme rozdělit do několika kroků:

- Formulace cíle a kritéria jeho dosažení
- Identifikace a odstranění úzkého místa
- Zabezpečení plného využití úzkého místa
- Stanovení velikosti výrobní dávky
- Vytvoření zásobníku před úzkým místem
- Rozpis výrobních úkolů
- Delegace pravomocí v řízení na úzké místo
- Vytvoření dalších zásobníků (Gros et al., 2016)

2 Hodnocení efektivity

V dnešní době se téma hodnocení podniků stává opět více aktuálním a jeho význam značně roste. Účel, ke kterému má hodnocení sloužit, je základním kritériem, jenž má zásadní vliv na určení celého procesu hodnocení. (Vochozka, 2020)

Hodnocení a analýza efektivity produkčních jednotek je důležitým nástrojem v různých ekonomických oborech. Hlavním cílem je identifikovat neefektivnost jednotek a navrhnout zlepšení, která jim pomohou zvýšit jejich konkurenceschopnost v porovnání s ostatními jednotkami. (Jablonský a Dlouhý, 2015)

„Efektivnost jednotek může být obecně vyjádřena jako poměr žádoucích výstupů, které hodnocená jednotka produkuje, a vstupů, které při této produkci spotřebovává. Každá jednotka je tedy charakterizována souborem vstupních a výstupních proměnných, které míru efektivity posuzovaných jednotek ovlivňují.“
(Jablonský a Dlouhý, 2015, str. 7)

2.1 Rozhodovací problémy

Ishizaka a Nemery (2013) hovoří o tom, že každý den lidé čelí obrovskému množství různých rozhodnutí. V roce 1981 byly identifikovány čtyři hlavní typy rozhodování. Prvním typem je problém volby. Zde je cílem vybrat buď jedinou nejlepší možnost nebo zúžit skupinu možností na menší rovnocennou podmnožinu dobrých možností. Příkladem může být například manažer, který vybírá správnou osobu pro nějaký projekt.

Druhým typem rozhodování je problém třídění. Zde jsou možnosti seřazeny do uspořádaných skupin, které se nazývají kategorie. Cílem je poté přeskupit možnosti s podobným chováním nebo charakteristikami z popisných, organizačních nebo prediktivních důvodů. Na základě tohoto třídění lze následně přijmout nezbytná opatření.

Třetím typem je problém hodnocení. Vybrané možnosti jsou seřazeny od nejlepšího po nejhorší například pomocí skóre nebo párového porovnání. Typickým příkladem je

hodnocení vysokých škol podle několika kritérií, jako je kvalita výuky, odbornost výzkumu nebo třeba kariérní příležitosti.

Posledním typem rozhodování je problém popisu. Zde je cílem popsat možnosti a jejich důsledky. Popis se obvykle provádí v prvním kroku, aby se pochopily charakteristiky rozhodovacího problému. (Ishizaka a Nemery, 2013)

2.2 Metody odhadu vah kritérií

Tento krok je v rozhodovacím procesu důležitý v momentu, kdy je zapotřebí objasnit, co je v dané situaci optimální. Metody multikriteriálního rozhodování často vyžadují rozlišení jednotlivých kritérií z hlediska jejich důležitosti, to znamená, že čím je dané kritérium důležitější, tím vyšší bude jeho váha. (Hajduchová, 2015)

Často je obtížné přesně stanovit váhy kritérií v číselné podobě. Proto je užitečné využít nějakého jednoduchého nástroje, jako jsou metody odhadu vah kritérií, které pomáhají určit váhy na základě subjektivních informací. (Jablonský a Dlouhý, 2015)

V současné době existuje nemalý počet metod na stanovení vah kritérií v průběhu rozhodovacího procesu. Tyto metody se od sebe odlišují svým způsobem výpočtu a také svou strukturou. Pro vhodný výběr metody je zapotřebí znát informace, jež budou sloužit jako vstupní údaje pro model. Podle potřebných informací je možné rozdělit metody stanovení vah kritérií do dvou skupin:

- Metody bez znalosti důsledku variant
- Metody se znalostí důsledku variant (Hajduchová, 2015)

Autor se v následujících kapitolách věnuje pouze metodám bez znalosti důsledku variant.

Metoda pořadí

Tato metoda vyžaduje pouze uspořádání kritérií od toho nejdůležitějšího po nejméně důležitý. Nejdůležitějšímu kritériu se přiřadí hodnota k (k = počet kritérií), druhému kritériu ($k-1$) a tak dále až nakonec nejméně důležitému kritériu hodnota 1. Pokud

hodnotu přiřazenou i -tému kritériu označíme jako p_i , potom lze získat odhad váhy tohoto kritéria jako:

$$v_i = \frac{p_i}{\sum_{j=1}^k p_j} \quad (1)$$

(Jablonský a Dlouhý, 2015)

Bodovací metoda

Bodovací metoda spočívá v přidělování bodů kritériím podle jejich důležitosti na předem určené stupnici. Rozhodovatel přiděluje bodové hodnoty kritériím podle jejich důležitosti, přičemž čím je kritérium důležitější, tím vyšší hodnocení mu přiděluje. Pokud označíme bodové ohodnocení i -tého kritéria jako p_i , pak lze odhad vah kritérií získat podle stejného vztahu (1) jako u metody pořadí. (Jablonský a Dlouhý, 2015)

Místo přímého vyjádření preferencí mezi vybranými kritérii tak jako v bodovací metodě bývá přijatelnější párové porovnání kritérií. Právě na tomto principu je založena Saatyho metoda a Fullerův trojúhelník. (Jablonský a Dlouhý, 2004)

Fullerův trojúhelník

Tato metoda pracuje s trojúhelníkovým schématem, ve kterém jsou vyznačeny dvojice kritérií. Každá dvojice je v schématu pouze jednou a rozhodovatel z každé dvojice vybere jedno kritérium, které považuje za důležitější a označí ho například zakroužkováním. Pokud jsou obě kritéria ve dvojici stejně důležitá, jsou obě zakroužkována. Pokud bude počet označení (zakroužkování) i -tého kritéria roven p_i , potom se dá získat odhad vah kritérií opět podle vztahu (1) jako u metody pořadí nebo bodovací metody. (Jablonský a Dlouhý, 2015)

Saatyho metoda

Jablonský a Dlouhý (2015) uvádí, že narozdíl od Fullerova trojúhelníku, který je založen na ordinálním párovém porovnání kritérií, Saatyho metoda je založena kardinálním párovém porovnání. Tento postup umožňuje důkladnější odhad váhy jednotlivých kritérií. Rozhodovatel vyjadřuje stupeň důležitosti jednoho kritéria oproti

druhému pomocí čísla od 1 do 9, kde 1 znamená, že obě kritéria mají stejnou důležitost a 9 znamená, že jedno kritérium má zásadně větší váhu než druhé. V případě, že je jedno kritérium méně důležité než druhé, použije se k vyjádření tohoto vztahu převrácená hodnota celých čísel z uvedené stupnice. Do matice $S = (s_{ij}, i, j = 1, 2, \dots, k)$ lze zanést informace z párového porovnání. Tato matice se nazývá jako Saatyho matice. Prvky této matice s_{ij} lze interpretovat jako odhady podílu vah i -tého a j -tého kritéria:

$$s_{ij} \approx \frac{v_i}{v_j} \quad (2)$$

Pro prvky této matice zřejmě platí $s_{ii} = 1, i = 1, 2, \dots, k-1, k$, tj. na diagonále jsou pouze jedničky a dále $s_{ij} = 1/s_{ji}, i, j = 1, 2, \dots, k-1, k$, tj. prvky symetrické podle hlavní diagonály jsou převrácenými hodnotami.

Saatyho metoda je atraktivní tím, že umožňuje vyjádřit preference slovně místo pouze číselně, což může být rozhodovateli bližší. Verbální stupnice má následující podobu:

- Kritéria Y_i a Y_j mají stejnou důležitost ($s_{ij} = s_{ji} = 1$)
- Kritérium Y_i je slabě důležitější než kritérium Y_j ($s_{ij} = 3, s_{ji} = 1/3$)
- Kritérium Y_i je silně důležitější než kritérium Y_j ($s_{ij} = 5, s_{ji} = 1/5$)
- Kritérium Y_i je velmi silně důležitější než kritérium Y_j ($s_{ij} = 7, s_{ji} = 1/7$)
- Kritérium Y_i je absolutně důležitější než kritérium Y_j ($s_{ij} = 9, s_{ji} = 1/9$)

Následně se verbálně vyjádřené hodnoty přeloží do číselné podoby podle výše uvedené stupnice. V případě nedostatečnosti této stupnice je možné použít také mezistupně, jimž budou odpovídat číselné hodnoty 2, 4, 6, 8.

V matici párových porovnání S jsou obsaženy preference rozhodovatele. Informace o těchto preferencích se následně použijí pro odhad vah kritérií. Podmínkou k tomu, aby byly informace použitelné, je jejich patřičná kvalita. Matice S musí být dostatečně konzistentní. Matice párových porovnání je plně konzistentní, pokud pro libovolnou trojici indexů i, j, q platí $s_{iq} = s_{ij} * s_{jq}$. Například matice:

$$S = \begin{matrix} & 1 & 2 & 6 \\ 1/2 & 1 & 3 & \\ 1/6 & 1/3 & 1 & \end{matrix}$$

Tato matice je plně konzistentní, neboť $s_{13} = s_{12} * s_{23}$ ($6 = 2*3$) a jiná trojice indexů v této matici obsažena není. Pro takto plně konzistentní matici je snadné vypočítat váhy jednotlivých kritérií, protože stačí pro výše uvedenou matici řešit soustavu rovnic:

$$v_1/v_2 = 2$$

$$v_1/v_3 = 6$$

$$v_2/v_3 = 3$$

$$v_1 + v_2 + v_3 = 1$$

Tato soustava rovnic má jediné řešení $v_1 = 0,6$; $v_2 = 0,3$; $v_3 = 0,1$.

Tento způsob je ovšem obtížně proveditelný, pokud je počet kritérií $k > 3$. V tento moment je v podstatě nemožné zadat své preference tak, aby matice S byla plně konzistentní a v takovém případě uvedená soustava rovnic nemá řešení. Pro odvození vah je tak nutné použít jiný postup. (Jablonský a Dlouhý, 2015)

2.3 Metody vícekritériálního hodnocení variant

Hlavně během 70. a 80. let minulého století bylo navrženo poměrně mnoho metod pro vícekritériální hodnocení variant. Mezi nejpoužívanější metody patří v současné době metoda váženého součtu a metoda TOPSIS. K porovnání variant je nezbytné zvolit odpovídající kritéria. Při vícekritériálním hodnocení variant je definována množina rozhodovacích variant $X = \{X_1; X_2; \dots; X_{n-1}; X_n\}$, jež jsou následně hodnoceny podle kritérií $Y_1; Y_2; \dots; Y_{k-1}; Y_k$. (Jablonský a Dlouhý, 2015)

2.3.1 Metoda váženého součtu

Metoda váženého součtu (WSA) je založena na konstrukci lineární funkce užitku na stupnici od 0 do 1, kde je variantě s nejnižším užitekem přiřazena hodnota užitku 0,

nejlepší varianta má užitek 1 a všechny ostatní varianty mají užitek mezi těmito krajními hodnotami. (Jablonský a Dlouhý, 2015)

Pro určení maximalizačních hodnot se bude vycházet ze vztahu:

$$y'_{ij} = \frac{y_{ij} - D_j}{H_j - D_j} \quad (3)$$

Kde D_j je nejnižší hodnota kritéria a H_j je nejvyšší hodnota kritéria. Je zřejmé, že z uvedeného vztahu je užitek y'_{ij} pro nejhorší kriteriální hodnotu $y_{ij} = D_j$ roven 0 a pro nejlepší hodnotu $y_{ij} = H_j$ bude roven 1. Pro určení minimalizačních hodnot se bude vycházet ze vztahu:

$$y'_{ij} = \frac{H_j - y_{ij}}{H_j - D_j} \quad (4)$$

Následně lze poté celkový užitek varianty X_i vypočítat jako vážený součet dílčích užiteků jednotlivých kritérií:

$$u(X_i) = \sum_{j=1}^k v_j * y'_{ij} \quad (5)$$

Varianty je následně možné uspořádat podle klesajících hodnot užitku $u(X_i)$. (Jablonský a Dlouhý, 2015)

2.3.2 Metoda TOPSIS

Jablonský a Dlouhý (2015) hovoří o tom, že tato metoda spočívá ve výběru varianty, která je nejbližší tzv. ideální variantě s nejlepšími kriteriálními hodnotami a zároveň co nejdál od tzv. bazální varianty s nejhoršími kriteriálními hodnotami. Metoda TOPSIS předpokládá, že všechna kritéria jsou zaměřena na maximalizaci. Pokud je nějaké kritérium zaměřeno na minimalizaci, lze ho přetransformovat na maximalizační pomocí nového kritéria, které udává rozdíl od nejhorší hodnoty kritéria. Například

kritérium cena lze převést na nové kritérium, které udává rozdíl od nejvyšší ceny. Takové kritérium pak bude svou povahou maximalizační.

Metoda TOPSIS je popsána v následujících krocích:

1. V případě nutnosti převod minimalizačních hodnot kritérií na maximalizační podle vztahu:

$$z_{ij} = H_j - y_{ij} \quad (6)$$

2. Původní hodnoty kritérií y_{ij} se přetransformují na hodnoty r_{ij} podle vztahu:

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{(\sum_{i=1}^n y_{ij}^2)^{1/2}} \quad (7)$$

3. Vypočítají se prvky vážené kriteriální matice $W = (w_{ij})$ jako $w_{ij} = v_j * r_{ij}$, kde v_j je váha j -tého kritéria.
4. Z jednotlivých prvků matice W se stanoví ideální varianta s kriteriálními hodnotami (H_1, H_2, \dots, H_k) a bazální varianta s hodnotami (D_1, D_2, \dots, D_k) , kde $H_j = \max_i (w_{ij})$ a $D_j = \min_i (w_{ij})$, $j = 1, 2, \dots, k$.

5. Vypočítají se vzdálenosti variant od ideální a bazální varianty dle vztahů:

$$d_i^+ = [\sum_{j=1}^k (w_{ij} - H_j)^2]^{\frac{1}{2}} \quad (8)$$

$$d_i^- = [\sum_{j=1}^k (w_{ij} - D_j)^2]^{\frac{1}{2}} \quad (9)$$

6. Vypočítá se ukazatel c_i jako relativní vzdálenost variant od varianty bazální:

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+} \quad (10)$$

Hodnoty c_i jsou z intervalu $<0; 1>$, kde nabývají hodnoty 0 pro bazální variantu a hodnoty 1 pro ideální variantu. Celkové uspořádání variant je tedy možné získat podle klesajících hodnot ukazatele c_i . (Jablonský a Dlouhý, 2015)

3 Devro s.r.o

Společnost Devro s.r.o. (dále pouze „Devro“) se zabývá výrobou kolagenních střívek na párky a uzeniny. S Výrobky společnosti Devro se každý může setkat ve většině supermarketů a masen nejen na území České republiky, ale i v zahraničí. Devro je globální společností, jenž celosvětově zaměstnává více než 2000 zaměstnanců. Společnost provozuje celkem 8 závodů na čtyřech různých kontinentech, konkrétně v České republice, Nizozemsku, Velké Británii, Číně, Austrálii a USA, přičemž závod v České republice v Jilemnici je vlajkovou lodí celé skupiny. (Devro, 2023)

Společnost se vysoce zaměřuje na zvyšování úrovně bezpečnosti práce, což dokazuje i její iniciativa v programu Srdce a mysl, jehož smyslem je posílit povědomí o vlastní bezpečnosti a bezpečnosti lidí ve svém okolí, zdokonalit se ve vnímání rizik a zlepšit se v rozhodování při rizikových situacích. Právě na těchto aktivitách pracuje Devro v souladu s jejich programem „Přemýšlej bezpečně – pracuj bezpečně – jdi domů bezpečně“. Dále se společnost dlouhodobě zabývá snižováním dopadů své činnosti na životní prostředí, kde je důležitým tématem snižování spotřeby vody pro výrobní činnost. V neposlední řadě se již dlouhodobě angažuje v podpoře mnoha místních spolků, organizací, škol a dalších institucí. (Růžek, 2020)

Mezi základní údaje o společnosti patří také identifikační údaje, předmět podnikání nebo základní kapitál. Tyto údaje jsou uvedené v tabulce 1.

Tabulka 1: Základní údaje o společnosti Devro s.r.o.

Devro s.r.o.	
IČO	27061973
Spisová značka	C 19560 vedená u Krajského soudu v Hradci Králové
Den vzniku a zápisu	21.03.2003
Sídlo	Víchovská 830, 514 01 Jilemnice – Hrabačov
Základní kapitál	740 000 000 Kč

Zdroj: <https://rejstrik.penize.cz/27061973-devro-s-r-o>

4 Metodologie

V této části se práce zaměřuje na stanovení vah jednotlivých měřených ukazatelů, které určil rozhodovatel Petr Valenta ze společnosti Devro s.r.o., následně se zabývá samotným měřením efektivity pomocí metod váženého součtu a TOPSIS. Cílem této části je porovnat efektivitu oddělení přípravy 1 v rámci měsíce únor 2024, kde se bude porovnávat efektivita nejen mezi denní a noční směnou, ale také mezi všedními dny a víkendy.

4.1 Stanovení vah kritérií

Pomocí metody Fullerova trojúhelníku budou sestaveny váhy měřených kritérií. Celkově bude měřeno 5 kritérií, jež budou sloužit k určení efektivity u metody váženého součtu i u metody TOPSIS. Mezi 5 vybraných kritérií bude patřit počet zaměstnanců ve výrobě (PZ), objem výroby (OV), odběr elektřiny (OE), odpady (O) a spotřeba vody (SV).

Při určování vah jednotlivých kritérií se pro **PZ** zvolí označení Y_1 , pro **OV** Y_2 , pro **OE** Y_3 , pro **O** Y_4 a pro **SV** Y_5 . Následně rozhodovatel určí pomocí Fullerova trojúhelníku, které kritérium je pro společnost Devro s.r.o. nejdůležitější, a která kritéria jsou méně důležitá. Při této metodě se vždy vedle sebe postaví dvě kritéria. To důležitější obdrží hodnotu 1 a méně důležité obdrží hodnotu 0. Pokud ovšem mají pro rozhodovatele obě kritéria stejnou důležitost, obdrží obě hodnotu 1.

Tabulka 2: Fullerův trojúhelník

	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	p
Y_1		0	1	0	1	2
Y_2	1		1	1	1	4
Y_3	0	0		0	1	1
Y_4	1	1	1		1	4
Y_5	0	0	1	0		1

Zdroj: Vlastní

Z tabulky 2 je zřejmé, že pro společnost Devro s.r.o. jsou nejdůležitějšími kritérii Y_2 a Y_4 , u nichž je počet výskytu $p = 4$. Pro společnost jsou kritéria **OV** a **O** nejdůležitější z toho důvodu, že čím vyšší je objem výroby a nižší odpady, tím efektivněji může zásobovat oddělení těžebny, které dále zpracovává vyrobené polotovary.

Za kritérii Y_2 a Y_4 následuje kritérium Y_1 s počtem výskytu $p = 2$. **PZ** je pro společnost středně důležitým kritériem, neboť pokud by bylo zaměstnanců ve výrobě příliš mnoho, mohli by si překážet, a naopak pokud by bylo zaměstnanců málo, nemuseli by stíhat plnit pracovní úkoly, a tím tak snižovat efektivitu výroby.

Za nejméně důležitá jsou pro společnost považována kritéria Y_3 a Y_5 s počtem výskytu $p = 1$. Ačkoliv vyšší **OE** a **SV** zvyšuje náklady společnosti, tak v celkovém měřítku nejsou tyto náklady pro společnost velkou zátěží.

Pro výpočet vah bude použit vzorec (1), kde po dosazení vyjdou jednotlivé váhy daných kritérií, které lze vidět v tabulce 3.

Tabulka 3: Váhy kritérií společnosti Devro s.r.o.

V_1	V_2	V_3	V_4	V_5
0,166	0,334	0,083	0,334	0,083

Zdroj: Vlastní

Hodnoty získané ve společnosti Devro s.r.o. budou z důvodu lepší přehlednosti rozděleny na denní a noční směnu. Hodnoty je možné nalézt v tabulkách 4 a 5.

Tabulka 4: Hodnoty měřených kritérií u denní směny y_{ij}

Datum	Den v týdnu	PZ	OV (kg)	OE (kWh)	O (%)	SV (m ³)
Váha		2	4	1	4	1
MIN/MAX		MAX	MAX	MIN	MIN	MIN
01.02.2024	ČT	6	24 616	1 354,3	0,63	174,22
02.02.2024	PÁ	5	22 409	1 087,1	1,63	156,55
03.02.2024	SO	5	22 720	1 268,4	1,01	109,42
04.02.2024	NE	5	17 052	1 274,5	3,42	126,42
05.02.2024 ¹	PO	7	12 350	1 061,7	0,99	185,52
06.02.2024	ÚT	7	25 573	1 198,5	2,58	182,75
07.02.2024	ST	7	23 362	1 441,7	0,69	178,14
08.02.2024	ČT	6	26 254	710,9	0,22	127,71
09.02.2024	PÁ	6	25 469	840,1	1,59	166,72
10.02.2024	SO	6	17 643	1 293,4	2,02	184,88
11.02.2024	NE	7	23 379	1 326,5	1,94	89,93
12.02.2024	PO	5	22 498	854,5	0,57	128,44
13.02.2024	ÚT	7	20 892	1 131,3	0,67	142,66
14.02.2024	ST	5	18 830	1 164,9	1,72	238,87
15.02.2024	ČT	7	21 520	1 217,8	1,08	190,94
16.02.2024	PÁ	5	26 421	1 203,4	2,73	213,33
17.02.2024	SO	7	18 297	1 402	3,55	270,88
18.02.2024	NE	5	20 566	1 041,2	1,73	155,99
19.02.2024 ²	PO	6	0	306,3	100	19,85
20.02.2024	ÚT	5	20 876	893,3	3,36	103,34
21.02.2024	ST	7	21 109	1 305,8	2,12	263,03
22.02.2024	ČT	5	20 280	991	1,92	170,65
23.02.2024	PÁ	6	23 688	1 011	0,4	165,99
24.02.2024	SO	7	21 517	1 304,5	1,18	103,02
25.02.2024	NE	8	20 069	1 269,5	1,35	181,57
26.02.2024	PO	5	26 133	881,2	0,57	125,33
27.02.2024	ÚT	7	28 169	1 265	0,61	74,99
28.02.2024	ST	6	23 377	1 149,4	3,75	290,55
29.02.2024	ČT	7	20 457	1 294,4	1,2	157,15

Zdroj: Vlastní

Z důvodu co nejvyšší přesnosti při měření efektivity budou denní směny z 05.02. a 19.02. vyřazeny z měření.

¹ Malá čistící směna

² Velká čistící směna

Tabulka 5: Hodnoty měřených kritérií u noční směny y_{ij}

Datum	Den v týdnu	PZ	OV (kg)	OE (kWh)	O (%)	SV (m ³)
Váha		2	4	1	4	1
MIN/MAX		MAX	MAX	MIN	MIN	MIN
01.02.2024	ČT	6	18 079	1 255,1	2,39	153,22
02.02.2024	PÁ	5	24 624	1 273,9	1,29	235,06
03.02.2024	SO	6	14 699	1 217,3	3,71	169,74
04.02.2024	NE	6	27 959	1 067,5	1,18	89,75
05.02.2024	PO	5	13 121	1 295,1	3,02	55,65
06.02.2024	ÚT	6	24 853	1 389,1	0,6	76,61
07.02.2024	ST	6	26 315	1 309,1	1,92	174,6
08.02.2024	ČT	4	22 843	769,1	1,47	172,01
09.02.2024	PÁ	7	22 330	1 326,1	2,01	195,69
10.02.2024	SO	6	20 270	1 405,3	1,97	302,74
11.02.2024	NE	7	23 218	1 362,5	0,96	155,85
12.02.2024	PO	5	23 108	1 228,4	2,46	105,07
13.02.2024	ÚT	7	26 164	1 443,2	3,71	184,1
14.02.2024	ST	5	24 363	1 248,9	1,32	270,76
15.02.2024	ČT	9	20 849	1 319,6	2,73	253,49
16.02.2024	PÁ	6	20 940	1 343	2,09	192,97
17.02.2024	SO	6	20 724	1 163,3	2,05	146,27
18.02.2024	NE	5	23 225	930,8	1,16	223,67
19.02.2024	PO	7	19 189	849,3	0,66	187,93
20.02.2024	ÚT	6	21 681	1 116,7	3,28	184,18
21.02.2024	ST	7	21 105	1 135	6,19	246,08
22.02.2024	ČT	6	25 502	1 326,9	1,06	249,67
23.02.2024	PÁ	7	20 957	1 344,5	1,56	153,01
24.02.2024	SO	6	22 534	1 348,5	0,51	113,42
25.02.2024	NE	6	26 153	1 222,9	0,95	243,79
26.02.2024	PO	7	25 702	1 299,7	1,1	205,55
27.02.2024	ÚT	8	20 584	1 350,8	2,67	224,56
28.02.2024	ST	6	25 710	1 387,9	0,7	270,51
29.02.2024	ČT	7	25 920	1 349,7	0,83	132,65

Zdroj: Vlastní

4.2 Metoda váženého součtu

Při počítání pomocí metody váženého součtu (WSA) je zapotřebí určit si hodnoty H_j a D_j , kde H_j představuje nejvyšší kritériální hodnotu daného kritéria a D_j naopak nejnižší hodnotu. Aby bylo možné porovnat efektivitu denní a noční směny, jsou hodnoty vybírány bez ohledu na to, zda jsou z denní či noční směny. Nejvyšší a nejnižší hodnoty jednotlivých kritérií jsou uvedeny v tabulkách 6 a 7.

Tabulka 6: Nejvyšší hodnoty měřených kritérií

	PZ	OV (kg)	OE (kWh)	O (%)	SV (m³)
H_j	9	28 169	1 443,2	6,19	302,74

Zdroj: Vlastní

Tabulka 7: Nejnižší hodnoty měřených kritérií

	PZ	OV (kg)	OE (kWh)	O (%)	SV (m³)
D_j	4	13 121	710,9	0,22	55,65

Zdroj: Vlastní

Dalším krokem ve výpočtu efektivity je zapotřebí převést hodnoty y_{ij} na y'_{ij} . U maximalizačních kritérií, kterými jsou počet zaměstnanců (PZ) a objem výroby (OV), budou nejvyšší (a tedy nejlepší) hodnoty budou rovny 1. Nejnižší (a tedy nejhorší) hodnoty budou rovny 0. Ostatní hodnoty se budou nacházet mezi 0 a 1 a k jejich vypočítání bude sloužit vztah (3). U minimalizačních kritérií, jimiž jsou odběr elektřiny (OE), odpady (O) a spotřeba vody (SV) se bude postupovat obráceně. Nejnižší (a tedy nejlepší) hodnoty budou rovny 1 a nejvyšší (a tedy nejhorší) hodnoty budou rovny 0. Při výpočtu ostatních hodnoty se musí uvedený vztah (3) modifikovat na vztah (4).

V následujících tabulkách 8 a 9 jsou vypočítány hodnoty y'_{ij} podle výše uvedených vztahů.

Tabulka 8: Výpočty hodnot y_{ij} pro denní směnu

Datum	Den v týdnu	PZ	OV	OE	O	SV
Váha		0,166	0,334	0,083	0,334	0,083
MIN/MAX		MAX	MAX	MIN	MIN	MIN
01.02.2024	ČT	0,40	0,764	0,121	0,931	0,520
02.02.2024	PÁ	0,20	0,617	0,486	0,764	0,592
03.02.2024	SO	0,20	0,638	0,239	0,868	0,782
04.02.2024	NE	0,20	0,261	0,230	0,464	0,714
05.02.2024	PO	-	-	-	-	-
06.02.2024	ÚT	0,60	0,827	0,334	0,605	0,486
07.02.2024	ST	0,60	0,681	0,002	0,921	0,504
08.02.2024	ČT	0,40	0,873	1	1	0,708
09.02.2024	PÁ	0,40	0,821	0,824	0,771	0,550
10.02.2024	SO	0,40	0,301	0,205	0,698	0,477
11.02.2024	NE	0,60	0,682	0,159	0,712	0,861
12.02.2024	PO	0,20	0,623	0,804	0,941	0,705
13.02.2024	ÚT	0,60	0,516	0,426	0,925	0,648
14.02.2024	ST	0,20	0,379	0,380	0,749	0,258
15.02.2024	ČT	0,60	0,558	0,308	0,856	0,452
16.02.2024	PÁ	0,20	0,884	0,327	0,580	0,362
17.02.2024	SO	0,60	0,344	0,056	0,442	0,129
18.02.2024	NE	0,20	0,495	0,549	0,747	0,594
19.02.2024	PO	-	-	-	-	-
20.02.2024	ÚT	0,20	0,515	0,751	0,474	0,807
21.02.2024	ST	0,60	0,531	0,188	0,682	0,161
22.02.2024	ČT	0,20	0,476	0,618	0,715	0,535
23.02.2024	PÁ	0,40	0,702	0,590	0,970	0,553
24.02.2024	SO	0,60	0,558	0,189	0,839	0,808
25.02.2024	NE	0,80	0,462	0,237	0,811	0,490
26.02.2024	PO	0,20	0,865	0,767	0,941	0,718
27.02.2024	ÚT	0,60	1	0,243	0,935	0,922
28.02.2024	ST	0,40	0,682	0,401	0,409	0,049
29.02.2024	ČT	0,60	0,488	0,203	0,836	0,589

Zdroj: Vlastní

Tabulka 9: Výpočty hodnot y_{ij} pro noční směnu

Datum	Den v týdnu	PZ	OV	OE	O	SV
Váha		0,166	0,334	0,083	0,334	0,083
MIN/MAX		MAX	MAX	MIN	MIN	MIN
01.02.2024	ČT	0,40	0,329	0,257	0,637	0,605
02.02.2024	PÁ	0,20	0,764	0,231	0,821	0,274
03.02.2024	SO	0,40	0,105	0,308	0,415	0,538
04.02.2024	NE	0,40	0,986	0,513	0,839	0,862
05.02.2024	PO	0,20	0	0,202	0,531	1
06.02.2024	ÚT	0,40	0,780	0,074	0,936	0,915
07.02.2024	ST	0,40	0,877	0,183	0,715	0,519
08.02.2024	ČT	0	0,646	0,921	0,791	0,529
09.02.2024	PÁ	0,60	0,612	0,160	0,700	0,433
10.02.2024	SO	0,40	0,475	0,052	0,707	0
11.02.2024	NE	0,60	0,671	0,110	0,876	0,594
12.02.2024	PO	0,20	0,664	0,293	0,625	0,800
13.02.2024	ÚT	0,60	0,867	0	0,415	0,480
14.02.2024	ST	0,20	0,747	0,265	0,816	0,129
15.02.2024	ČT	1	0,514	0,169	0,580	0,199
16.02.2024	PÁ	0,40	0,520	0,137	0,687	0,444
17.02.2024	SO	0,40	0,505	0,382	0,693	0,633
18.02.2024	NE	0,20	0,671	0,700	0,843	0,320
19.02.2024	PO	0,60	0,403	0,811	0,926	0,465
20.02.2024	ÚT	0,40	0,569	0,446	0,487	0,480
21.02.2024	ST	0,60	0,531	0,421	0	0,229
22.02.2024	ČT	0,40	0,823	0,159	0,859	0,215
23.02.2024	PÁ	0,60	0,521	0,135	0,776	0,606
24.02.2024	SO	0,40	0,626	0,129	0,951	0,766
25.02.2024	NE	0,40	0,866	0,301	0,878	0,239
26.02.2024	PO	0,60	0,836	0,196	0,853	0,393
27.02.2024	ÚT	0,80	0,496	0,126	0,590	0,316
28.02.2024	ST	0,40	0,837	0,076	0,920	0,130
29.02.2024	ČT	0,60	0,851	0,128	0,898	0,688

Zdroj: Vlastní

Poté co jsou hodnoty y_{ij} přetransformovány na hodnoty y'_{ij} a váhy p_j přetransformovány na v_j , je možné vypočítat efektivitu výroby pomocí metody váženého součtu podle vztahu (5).

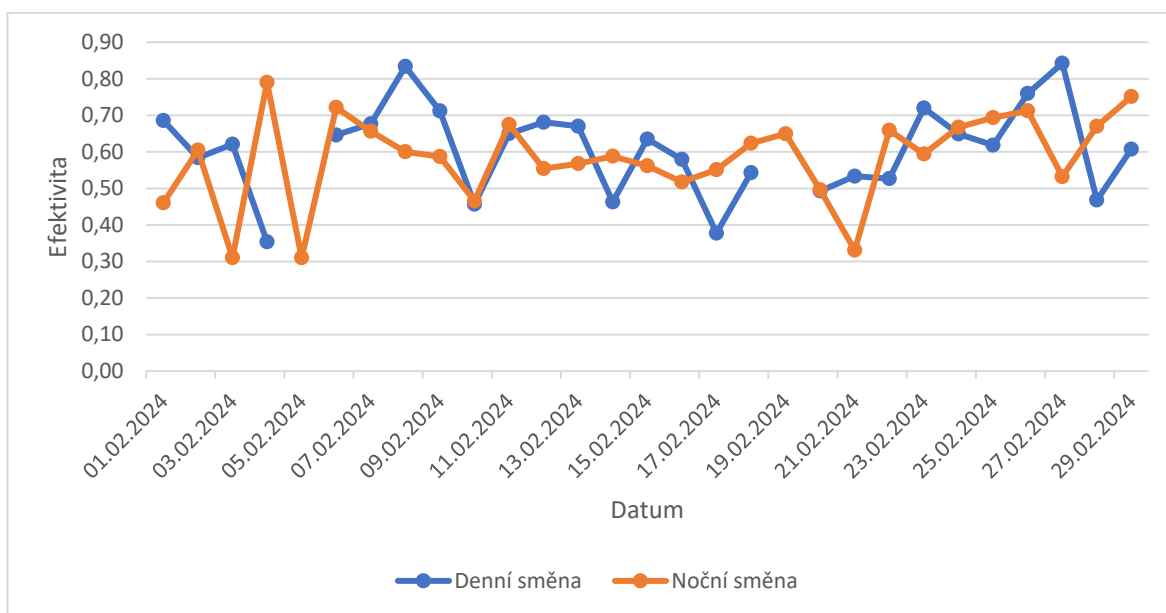
Výslednou efektivitu podle metody váženého součtu lze vidět v následující tabulce 10.

Tabulka 10: Efektivita denní a noční směny podle WSA

		Denní směna	Noční směna
Datum	Den v týdnu	Efektivita $u(X_i)$	Efektivita $u(X_i)$
01.02.2024	ČT	0,69	0,46
02.02.2024	PÁ	0,58	0,60
03.02.2024	SO	0,62	0,31
04.02.2024	NE	0,35	0,79
05.02.2024	PO	-	0,31
06.02.2024	ÚT	0,65	0,72
07.02.2024	ST	0,68	0,66
08.02.2024	ČT	0,83	0,60
09.02.2024	PÁ	0,71	0,59
10.02.2024	SO	0,46	0,47
11.02.2024	NE	0,65	0,67
12.02.2024	PO	0,68	0,55
13.02.2024	ÚT	0,67	0,57
14.02.2024	ST	0,46	0,59
15.02.2024	ČT	0,64	0,56
16.02.2024	PÁ	0,58	0,52
17.02.2024	SO	0,38	0,55
18.02.2024	NE	0,54	0,62
19.02.2024	PO	-	0,65
20.02.2024	ÚT	0,49	0,50
21.02.2024	ST	0,53	0,33
22.02.2024	ČT	0,53	0,66
23.02.2024	PÁ	0,72	0,59
24.02.2024	SO	0,65	0,67
25.02.2024	NE	0,62	0,69
26.02.2024	PO	0,76	0,71
27.02.2024	ÚT	0,84	0,53
28.02.2024	ST	0,47	0,67
29.02.2024	ČT	0,61	0,75

Zdroj: Vlastní

Pro větší přehlednost bude efektivita denní a noční směny pomocí WSA zaznamenána do grafu, kde je možné lépe vidět jak efektivita na oddělení Přípravna 1 vypadala během února 2024.



Obrázek 1: Graf efektivity denní a noční směny pomocí WSA
Zdroj: Vlastní

Je nezbytné také porovnat průměrnou efektivitu mezi denní a noční směnnou. V tabulce 11 lze vidět celkovou průměrnou efektivitu, průměrnou efektivitu od pondělí do pátku a průměrnou efektivitu o víkendech.

Tabulka 11: Průměrná efektivita podle WSA

	Denní efektivita $u(X_i)$	Noční efektivita $u(X_i)$
Celkový průměr	0,61	0,58
Průměr PO-PÁ	0,64	0,58
Průměr SO-NE	0,53	0,60

Zdroj: Vlastní

Z výsledků metody váženého součtu (WSA) v tabulkách 10 a 11 lze vidět, že nejeftektivnějším dnem v oddělení přípravný 1 bylo úterý 27.02.2024 během denní směny s efektivitou 0,84. Naopak nejméně efektivní byly dny sobota 03.02.2024 a pondělí 05.02.2024 během noční směny s efektivitou 0,31. Dále je možné vidět, že v měsíci únor byla lehce efektivnější denní směna s průměrnou efektivitou 0,61. Z tabulky 11 také vyplývá, že v pracovních dnech od pondělí do pátku byla opět efektivnější denní směna s efektivitou 0,64. Naopak o víkendu byla efektivnější noční směna, kde průměrná efektivita dosáhla hodnoty 0,60.

4.3 Metoda TOPSIS

Aby bylo možné metodu TOPSIS aplikovat, je nejprve zapotřebí převést minimalizační kritéria y_{ij} , jimiž jsou odběr elektřiny, odpady a spotřeba vody, na maximalizační z_{ij} . Toho lze dosáhnout tak, že se zavede nové kritérium, které bude udávat rozdíl oproti nejhorší variantě. Pro tento výpočet je zapotřebí vztah (6). Transformované hodnoty z_{ij} lze vidět v tabulce 12.

Tabulka 12: Hodnoty z_{ij} pro denní a noční směnu

Datum	Den v týdnu	Denní směna			Noční směna		
		OE	O	SV	OE	O	SV
01.02.2024	ČT	88,9	5,56	128,52	188,1	3,80	149,52
02.02.2024	PÁ	356,1	4,56	146,19	169,3	4,90	67,68
03.02.2024	SO	174,8	5,18	193,32	225,9	2,48	133
04.02.2024	NE	168,7	2,77	176,32	375,7	5,01	212,99
05.02.2024	PO	-	-	-	148,1	3,17	247,09
06.02.2024	ÚT	244,7	3,61	119,99	54,1	5,59	226,13
07.02.2024	ST	1,5	5,50	124,60	134,1	4,27	128,14
08.02.2024	ČT	732,3	5,97	175,03	674,1	4,72	130,73
09.02.2024	PÁ	603,1	4,60	136,02	117,1	4,18	107,05
10.02.2024	SO	149,8	4,17	117,86	37,9	4,22	0
11.02.2024	NE	116,7	4,25	212,81	80,7	5,23	146,89
12.02.2024	PO	588,7	5,62	174,30	214,8	3,73	197,67
13.02.2024	ÚT	311,9	5,52	160,08	0	2,48	118,64
14.02.2024	ST	278,3	4,47	63,87	194,3	4,87	31,98
15.02.2024	ČT	225,4	5,11	111,80	123,6	3,46	49,25
16.02.2024	PÁ	239,8	3,46	89,41	100,2	4,10	109,77
17.02.2024	SO	41,2	2,64	31,86	279,9	4,14	156,47
18.02.2024	NE	402	4,46	146,75	512,4	5,03	79,07
19.02.2024	PO	-	-	-	593,9	5,53	114,81
20.02.2024	ÚT	549,9	2,83	199,40	326,5	2,91	118,56
21.02.2024	ST	137,4	4,07	39,71	308,2	0	56,66
22.02.2024	ČT	452,2	4,27	132,09	116,3	5,13	53,07
23.02.2024	PÁ	432,2	5,79	136,75	98,7	4,63	149,73
24.02.2024	SO	138,7	5,01	199,72	94,7	5,68	189,32
25.02.2024	NE	173,7	4,84	121,17	220,3	5,24	58,95
26.02.2024	PO	562	5,62	177,41	143,5	5,09	97,19
27.02.2024	ÚT	178,2	5,58	227,75	92,4	3,52	78,18
28.02.2024	ST	293,8	2,44	12,19	55,3	5,49	32,23
29.02.2024	ČT	148,8	4,99	145,59	93,5	5,36	170,09

Zdroj: Vlastní

Dalším krokem při využití metody TOPSIS je transformování kritériálních hodnot y_{ij} a z_{ij} na hodnoty r_{ij} podle vztahu (7). Transformované hodnoty r_{ij} pro denní a noční směnu je možné vidět v následujících tabulkách 13 a 14.

Tabulka 13: Hodnoty r_{ij} pro denní směnu

Datum	Den v týdnu	PZ	OV	OE	O	SV
Váha		0,166	0,334	0,083	0,334	0,083
01.02.2024	ČT	0,19	0,21	0,05	0,23	0,17
02.02.2024	PÁ	0,16	0,19	0,20	0,19	0,19
03.02.2024	SO	0,16	0,19	0,10	0,21	0,25
04.02.2024	NE	0,16	0,15	0,09	0,11	0,23
05.02.2024	PO	-	-	-	-	-
06.02.2024	ÚT	0,22	0,22	0,14	0,15	0,16
07.02.2024	ST	0,22	0,20	0,00	0,23	0,16
08.02.2024	ČT	0,19	0,22	0,41	0,25	0,23
09.02.2024	PÁ	0,19	0,22	0,34	0,19	0,18
10.02.2024	SO	0,19	0,15	0,08	0,17	0,15
11.02.2024	NE	0,22	0,20	0,07	0,18	0,28
12.02.2024	PO	0,16	0,19	0,33	0,23	0,23
13.02.2024	ÚT	0,22	0,18	0,17	0,23	0,21
14.02.2024	ST	0,16	0,16	0,16	0,18	0,08
15.02.2024	ČT	0,22	0,18	0,13	0,21	0,15
16.02.2024	PÁ	0,16	0,23	0,13	0,14	0,12
17.02.2024	SO	0,22	0,16	0,02	0,11	0,04
18.02.2024	NE	0,16	0,18	0,22	0,18	0,19
19.02.2024	PO	-	-	-	-	-
20.02.2024	ÚT	0,16	0,18	0,31	0,12	0,26
21.02.2024	ST	0,22	0,18	0,08	0,17	0,05
22.02.2024	ČT	0,16	0,17	0,25	0,18	0,17
23.02.2024	PÁ	0,19	0,20	0,24	0,24	0,18
24.02.2024	SO	0,22	0,18	0,08	0,21	0,26
25.02.2024	NE	0,25	0,17	0,10	0,20	0,16
26.02.2024	PO	0,16	0,22	0,31	0,23	0,23
27.02.2024	ÚT	0,22	0,24	0,10	0,23	0,30
28.02.2024	ST	0,19	0,20	0,16	0,10	0,02
29.02.2024	ČT	0,22	0,17	0,08	0,21	0,19

Zdroj: Vlastní

Tabulka 14: Hodnoty r_{ij} pro noční směnu

Datum	Den v týdnu	PZ	OV	OE	O	SV
Váha		0,166	0,334	0,083	0,334	0,083
01.02.2024	ČT	0,18	0,15	0,14	0,16	0,21
02.02.2024	PÁ	0,15	0,20	0,12	0,20	0,09
03.02.2024	SO	0,18	0,12	0,16	0,10	0,19
04.02.2024	NE	0,18	0,23	0,27	0,21	0,30
05.02.2024	PO	0,15	0,11	0,11	0,13	0,35
06.02.2024	ÚT	0,18	0,20	0,04	0,23	0,32
07.02.2024	ST	0,18	0,21	0,10	0,18	0,18
08.02.2024	ČT	0,12	0,19	0,49	0,20	0,18
09.02.2024	PÁ	0,21	0,18	0,08	0,17	0,15
10.02.2024	SO	0,18	0,17	0,03	0,18	0,00
11.02.2024	NE	0,21	0,19	0,06	0,22	0,21
12.02.2024	PO	0,15	0,19	0,16	0,16	0,28
13.02.2024	ÚT	0,21	0,21	0,00	0,10	0,17
14.02.2024	ST	0,15	0,20	0,14	0,20	0,04
15.02.2024	ČT	0,27	0,17	0,09	0,14	0,07
16.02.2024	PÁ	0,18	0,17	0,07	0,17	0,15
17.02.2024	SO	0,18	0,17	0,20	0,17	0,22
18.02.2024	NE	0,15	0,19	0,37	0,21	0,11
19.02.2024	PO	0,21	0,16	0,43	0,23	0,16
20.02.2024	ÚT	0,18	0,18	0,24	0,12	0,17
21.02.2024	ST	0,21	0,17	0,22	0,00	0,08
22.02.2024	ČT	0,18	0,21	0,08	0,21	0,07
23.02.2024	PÁ	0,21	0,17	0,07	0,19	0,21
24.02.2024	SO	0,18	0,18	0,07	0,24	0,27
25.02.2024	NE	0,18	0,21	0,16	0,22	0,08
26.02.2024	PO	0,21	0,21	0,10	0,21	0,14
27.02.2024	ÚT	0,24	0,17	0,07	0,15	0,11
28.02.2024	ST	0,18	0,21	0,04	0,23	0,05
29.02.2024	ČT	0,21	0,21	0,07	0,22	0,24

Zdroj: Vlastní

Nyní je ještě zapotřebí pronásobit transformované hodnoty r_{ij} příslušnými vahami, aby bylo možné získat hodnoty vážené kritériální matice w_{ij} . Hodnoty vážené kritériální matice w_{ij} pro denní a noční směnu lze vidět v tabulkách 15 a 16.

Tabulka 15: Hodnoty w_{ij} pro denní směnu

Datum	Den v týdnu	PZ	OV	OE	O	SV
01.02.2024	ČT	0,031	0,070	0,004	0,077	0,014
02.02.2024	PÁ	0,026	0,064	0,017	0,063	0,016
03.02.2024	SO	0,026	0,065	0,008	0,071	0,021
04.02.2024	NE	0,026	0,049	0,008	0,038	0,019
05.02.2024	PO	-	-	-	-	-
06.02.2024	ÚT	0,036	0,073	0,011	0,050	0,013
07.02.2024	ST	0,036	0,067	0,000	0,076	0,014
08.02.2024	ČT	0,031	0,075	0,034	0,082	0,019
09.02.2024	PÁ	0,031	0,073	0,028	0,063	0,015
10.02.2024	SO	0,031	0,050	0,007	0,057	0,013
11.02.2024	NE	0,036	0,067	0,005	0,059	0,023
12.02.2024	PO	0,026	0,064	0,027	0,077	0,019
13.02.2024	ÚT	0,036	0,060	0,014	0,076	0,017
14.02.2024	ST	0,026	0,054	0,013	0,062	0,007
15.02.2024	ČT	0,036	0,061	0,010	0,070	0,012
16.02.2024	PÁ	0,026	0,075	0,011	0,048	0,010
17.02.2024	SO	0,036	0,052	0,002	0,036	0,003
18.02.2024	NE	0,026	0,059	0,019	0,061	0,016
19.02.2024	PO	-	-	-	-	-
20.02.2024	ÚT	0,026	0,060	0,026	0,039	0,022
21.02.2024	ST	0,036	0,060	0,006	0,056	0,004
22.02.2024	ČT	0,026	0,058	0,021	0,059	0,014
23.02.2024	PÁ	0,031	0,068	0,020	0,080	0,015
24.02.2024	SO	0,036	0,061	0,006	0,069	0,022
25.02.2024	NE	0,042	0,057	0,008	0,067	0,013
26.02.2024	PO	0,026	0,075	0,026	0,077	0,019
27.02.2024	ÚT	0,036	0,080	0,008	0,077	0,025
28.02.2024	ST	0,031	0,067	0,014	0,034	0,001
29.02.2024	ČT	0,036	0,058	0,007	0,069	0,016

Zdroj: Vlastní

Tabulka 16: Hodnoty w_{ij} pro noční směnu

Datum	Den v týdnu	PZ	OV	OE	O	SV
01.02.2024	ČT	0,029	0,049	0,011	0,053	0,017
02.02.2024	PÁ	0,025	0,067	0,010	0,068	0,008
03.02.2024	SO	0,029	0,040	0,014	0,035	0,015
04.02.2024	NE	0,029	0,076	0,023	0,070	0,025
05.02.2024	PO	0,025	0,036	0,009	0,044	0,029
06.02.2024	ÚT	0,029	0,068	0,003	0,078	0,026
07.02.2024	ST	0,029	0,072	0,008	0,060	0,015
08.02.2024	ČT	0,020	0,062	0,041	0,066	0,015
09.02.2024	PÁ	0,034	0,061	0,007	0,058	0,012
10.02.2024	SO	0,029	0,055	0,002	0,059	0,000
11.02.2024	NE	0,034	0,063	0,005	0,073	0,017
12.02.2024	PO	0,025	0,063	0,013	0,052	0,023
13.02.2024	ÚT	0,034	0,071	0,000	0,035	0,014
14.02.2024	ST	0,025	0,066	0,012	0,068	0,004
15.02.2024	ČT	0,044	0,057	0,007	0,048	0,006
16.02.2024	PÁ	0,029	0,057	0,006	0,057	0,013
17.02.2024	SO	0,029	0,056	0,017	0,058	0,018
18.02.2024	NE	0,025	0,063	0,031	0,070	0,009
19.02.2024	PO	0,034	0,052	0,036	0,077	0,013
20.02.2024	ÚT	0,029	0,059	0,020	0,041	0,014
21.02.2024	ST	0,034	0,058	0,019	0,000	0,007
22.02.2024	ČT	0,029	0,070	0,007	0,072	0,006
23.02.2024	PÁ	0,034	0,057	0,006	0,065	0,017
24.02.2024	SO	0,029	0,061	0,006	0,079	0,022
25.02.2024	NE	0,029	0,071	0,013	0,073	0,007
26.02.2024	PO	0,034	0,070	0,009	0,071	0,011
27.02.2024	ÚT	0,039	0,056	0,006	0,049	0,009
28.02.2024	ST	0,029	0,070	0,003	0,077	0,004
29.02.2024	ČT	0,034	0,071	0,006	0,075	0,020

Zdroj: Vlastní

Dále se určí ideální a bazální varianty kritérií, kde ideální hodnota je nejlepší kritériální hodnota a bazální hodnota je nejhorší kritériální hodnota. Ideální a bazální hodnoty jednotlivých kritérií jsou zaznamenány v tabulce 17.

Tabulka 17: Ideální a bazální varianty w_{ij}

	PZ	OV	OE	O	SV
Ideální hodnota	0,044	0,080	0,041	0,082	0,029
Bazální hodnota	0,020	0,036	0,000	0,000	0,000

Zdroj: Vlastní

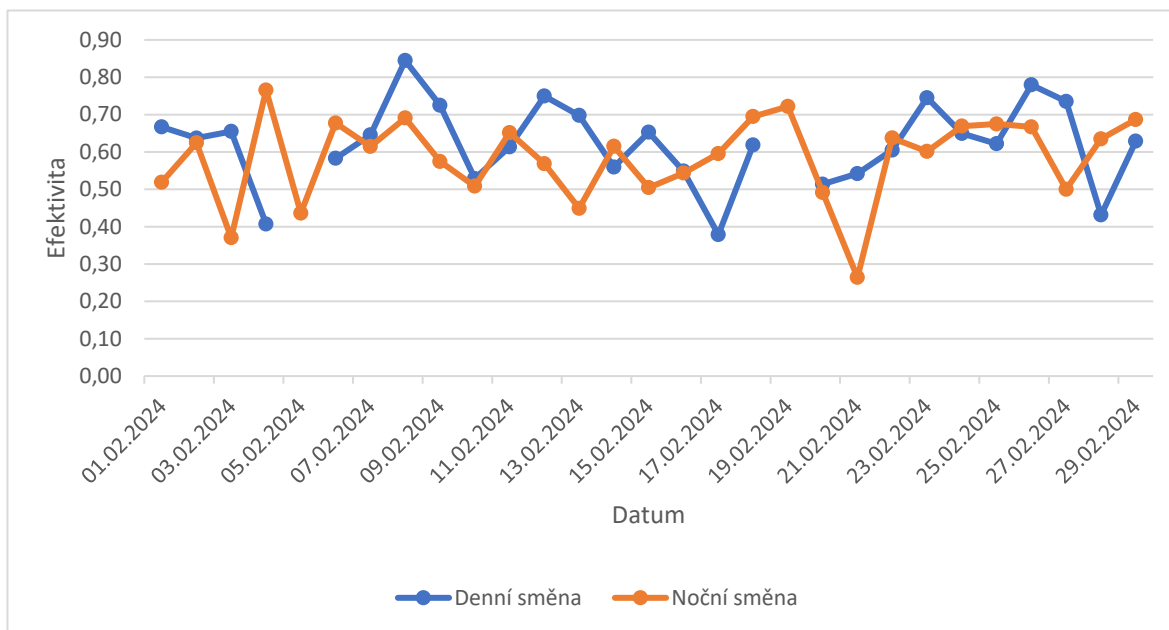
Po definování ideální a bazální varianty kritérií je možné vypočítat vzdálenosti variant od ideálních hodnot d_i^+ a bazálních hodnot d_i^- za pomoci vzorců (8) a (9). Následně lze vypočítat podle vzorce (10) ukazatel c_i , který udává celkovou efektivitu. Vypočítané hodnoty d_i^+ a d_i^- a efektivitu denní a noční směny pomocí metody TOPSIS lze vidět v tabulce 18.

Tabulka 18: Efektivita denní a noční směny podle metody TOPSIS

Datum	Den v týdnu	Denní směna			Noční směna		
		d_i^+	d_i^-	Efektivita (c_i)	d_i^+	d_i^-	Efektivita (c_i)
01.02.2024	ČT	0,043	0,086	0,67	0,055	0,059	0,52
02.02.2024	PÁ	0,041	0,073	0,64	0,046	0,076	0,62
03.02.2024	SO	0,042	0,081	0,65	0,071	0,042	0,37
04.02.2024	NE	0,067	0,046	0,41	0,027	0,088	0,77
05.02.2024	PO	-	-	-	0,069	0,054	0,44
06.02.2024	ÚT	0,048	0,067	0,58	0,042	0,089	0,68
07.02.2024	ST	0,047	0,085	0,65	0,045	0,072	0,61
08.02.2024	ČT	0,018	0,100	0,84	0,037	0,083	0,69
09.02.2024	PÁ	0,031	0,081	0,73	0,049	0,067	0,57
10.02.2024	SO	0,055	0,062	0,53	0,061	0,063	0,51
11.02.2024	NE	0,046	0,072	0,61	0,043	0,081	0,65
12.02.2024	PO	0,030	0,089	0,75	0,049	0,065	0,57
13.02.2024	ÚT	0,037	0,085	0,70	0,066	0,054	0,45
14.02.2024	ST	0,052	0,066	0,56	0,047	0,076	0,61
15.02.2024	ČT	0,042	0,078	0,65	0,058	0,059	0,50
16.02.2024	PÁ	0,053	0,064	0,55	0,053	0,063	0,54
17.02.2024	SO	0,071	0,044	0,38	0,045	0,067	0,60
18.02.2024	NE	0,043	0,070	0,62	0,036	0,082	0,69
19.02.2024	PO	-	-	-	0,034	0,089	0,72
20.02.2024	ÚT	0,054	0,057	0,51	0,055	0,054	0,49
21.02.2024	ST	0,054	0,064	0,54	0,091	0,033	0,26
22.02.2024	ČT	0,044	0,068	0,61	0,046	0,080	0,64
23.02.2024	PÁ	0,031	0,090	0,75	0,048	0,072	0,60
24.02.2024	SO	0,043	0,079	0,65	0,043	0,087	0,67
25.02.2024	NE	0,046	0,075	0,62	0,040	0,083	0,67
26.02.2024	PO	0,026	0,093	0,78	0,041	0,081	0,67
27.02.2024	ÚT	0,034	0,094	0,74	0,058	0,058	0,50
28.02.2024	ST	0,065	0,049	0,43	0,049	0,085	0,63
29.02.2024	ČT	0,045	0,076	0,63	0,039	0,086	0,69

Zdroj: Vlastní

Pro větší přehlednost bude efektivita denní a noční směny pomocí metody TOPSIS zaznamenána do grafu, kde je možné lépe vidět jak efektivita na oddělení Přípravna 1 vypadala během února 2024.



Obrázek 2: Graf efektivity denní a noční směny pomocí TOPSIS

Zdroj: Vlastní

Je opět nezbytné porovnat průměrnou efektivitu mezi denní a noční směnnou. V tabulce 19 lze vidět celkovou průměrnou efektivitu, průměrnou efektivitu od pondělí do pátku a průměrnou efektivitu o víkendech.

Tabulka 19: Průměrná efektivita podle metody TOPSIS

	Denní efektivita (<i>c_i</i>)	Noční efektivita (<i>c_i</i>)
Celkový průměr	0,62	0,58
Průměr PO-PÁ	0,65	0,57
Průměr SO-NE	0,56	0,62

Zdroj: Vlastní

Z výsledků metody TOPSIS v tabulce 18 je zřejmé, že nejefektivnějším dnem v oddělení přípravy 1 byl čtvrtek 08.02.2024 během denní směny s efektivitou 0,84. Naopak nejméně efektivním dnem byla středa 21.02.2024 během noční směny s efektivitou 0,26. V tabulce 19 lze vidět, že za měsíc únor byla lehce efektivnější denní směna s průměrnou efektivitou 0,62. Z tabulky 19 také vyplývá, že v pracovních dnech od pondělí do pátku byla opět efektivnější denní směna s efektivitou 0,65. Naopak o víkendu byla efektivnější noční směna, kde průměrná efektivita dosáhla hodnoty 0,62.

5 Korelační analýza

Korelační analýza je statistická metoda, která se používá ke zjištění, zda existuje vztah mezi dvěma proměnnými/datovými sadami a jak silný tento vztah může být. V podstatě se používá k odhalování vzorů v datových sadách. Pozitivní korelační výsledek znamená, že obě proměnné se ve vzájemném vztahu zvyšují, zatímco negativní korelace znamená, že když jedna proměnná klesá, druhá roste. (James, 2021)

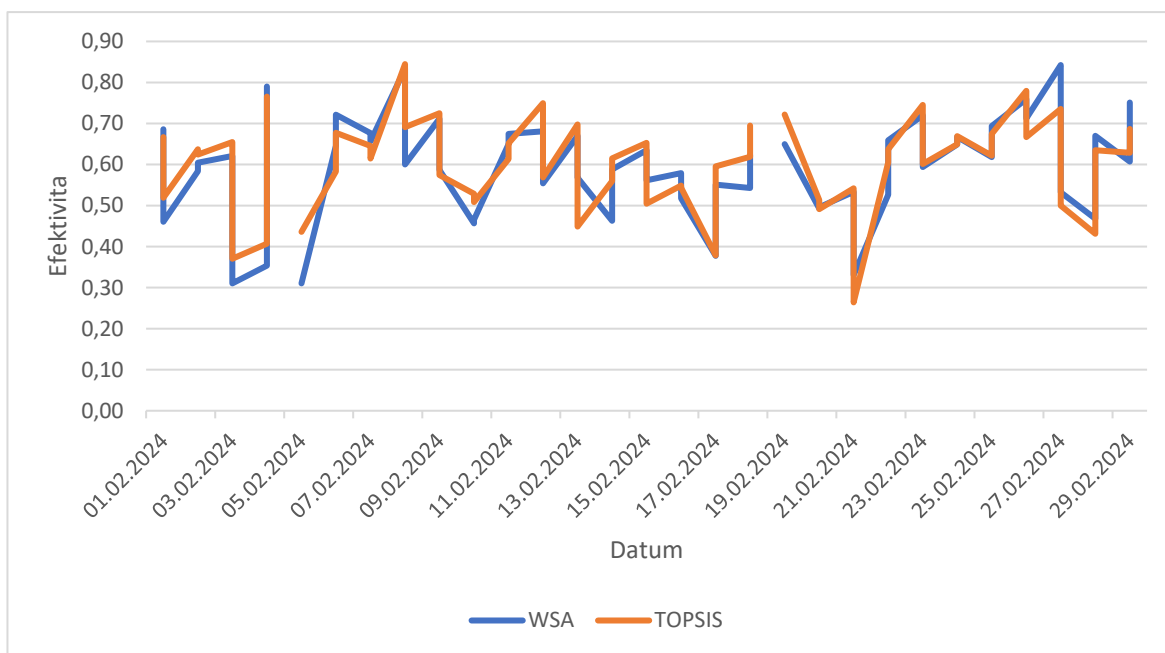
Pearsonův lineární korelační koeficient r je nejpoužívanější vzorec korelační analýzy, který měří sílu lineárních vztahů mezi nezpracovanými daty z obou proměnných, spíše než jejich pořadí. Jedná se o bezrozměrný koeficient, což znamená, že při provádění analýz pomocí tohoto vzorce není třeba brát v úvahu žádné hranice související s daty. Pro výpočet Pearsonova lineárního korelačního koeficientu r se vychází ze vztahu:

$$r = \frac{\sum(X-\bar{X})*(Y-\bar{Y})}{\sqrt{\sum(X-\bar{X})^2}*\sqrt{\sum(Y-\bar{Y})^2}} \quad (11)$$

\bar{X} a \bar{Y} jsou výběrové průměry zkoumaných veličin. Výsledek bude v číselné hodnotě mezi -1 a 1. Rozlišujeme buď pozitivní, negativní nebo žádnou korelaci. Pokud je hodnota $r > 0$, jedná se o pozitivní korelaci, naopak pokud je hodnota $r < 0$, jedná se o negativní korelaci. Jakmile je hodnota $r = 0$, neexistuje mezi proměnnými žádná korelace. (James, 2021)

V rámci korelační analýzy bude autor ověřovat, zda mezi výsledky metody váženého součtu a metody TOPSIS existuje souvislost.

Po dosazení hodnot $u(X_i)$ za X a c_i za Y do vztahu (11) bylo dosaženo výsledku $r = 0,91$, což dokazuje, že se jedná o velmi silnou pozitivní korelaci.



Obrázek 3: Graf efektivita v jednotlivých dnech

Zdroj: Vlastní

V grafu 3 je zachycena efektivita oddělení Přípravná 1 v jednotlivých dnech v rámci měsíce února. Z grafu je patrné, že mezi metodami WSA a TOPSIS existuje pozitivní korelace, což bylo dokázáno i za pomoci Pearsonova lineárního korelačního koeficientu, který vyšel $r = 0,91$.

Závěr

Práce byla zaměřena na měření efektivnosti oddělení Přípravna 1 ve společnosti Devro s.r.o. V úvodu byla práce zaměřena na řízení výroby, kde byly charakterizovány metody řízení výroby, plánování výroby a systémy řízení výroby. Dále se práce zaměřovala na hodnocení efektivnosti, kde byly nejprve popsány základní rozhodovací problémy, se kterými se rozhodovatel v rámci rozhodovacího procesu může potýkat. Následně byly popsány 4 nejběžnější metody pro odhad vah kritérií, jimiž jsou metoda pořadí, bodovací metoda, Fullerův trojúhelník a Saatyho metoda. Dále byly uvedeny metody vícekritériálního hodnocení variant, konkrétně metoda váženého součtu (WSA) a metoda TOPSIS, u nichž byl vysvětlen jejich princip a způsob, jak s jejich pomocí vypočítat efektivitu. V neposlední řadě byla představena společnost Devro s.r.o. a její základní údaje jako jsou identifikační údaje, předmět podnikání nebo základní kapitál.

V praktické části byla nejprve uvedena jednotlivá kritéria, u nichž za pomoci Fullerova trojúhelníku určil rozhodovatel Petr Valenta ze společnosti Devro s.r.o. jejich váhy. Poté byla efektivita oddělení Přípravna 1 spočítána pomocí metody WSA, kde se ukázalo, že v únoru 2024 byla nejefektivnější denní směna ze dne 27.02.2024 s efektivitou 0,84. Bylo také zjištěno, že v únoru byla denní směna mírně efektivnější, avšak o víkendech byla s průměrnou efektivitou 0,60 výkonnější noční směna. Následně byla efektivita oddělení Přípravna 1 vypočítána metodou TOPSIS, pomocí níž bylo zjištěno, že nejlepší efektivitu měla denní směna 08.02.2024 s efektivitou 0,84. I pomocí této metody bylo zjištěno, že denní směna byla lehce efektivnější, ale o víkendech měla vyšší efektivitu opět noční směna. Zajímavé je, že denní směna je podle obou metod efektivnější v pracovní dny od pondělí do pátku, kdežto noční směna je naopak efektivnější o víkendech. Po výpočtu efektivity pomocí obou metod byla pomocí Pearsonova lineárního korelačního koeficientu ověřena souvislost mezi výsledky obou metod. Zde bylo dokázáno, že mezi výsledky existuje velmi silná pozitivní korelace.

Závěrem lze ze získaných dat konstatovat, že si oddělení Přípravna 1 vede velice dobře, ačkoliv je zde i tak prostor pro zlepšení. Například ze získaných výstupů je vidět, že je v průměru nejnižší efektivita o víkendech na denních směnách. To může být způsobeno tím, že zde o víkendech pracují vedle kmenových zaměstnanců i

brigádníci, jejichž kvalifikace není dostatečná. Avšak je možné, že efektivita by byla o víkendech ještě nižší, pokud by zde brigádníci nepomáhali. Také je možné vidět, že v některých dnech se množství odpadů pohybuje nad hranicí 3 %. Toto číslo by se dalo snížit například vyšší a častější péčí o stroje nebo vyšší kvalifikací zaměstnanců. I tak je ale v průměru množství odpadů velice malé a v tomto ohledu si firma stojí dobře.

Seznam použité literatury

- DEVRO. At a glance. Online. © 2023. In: *Devro*. Dostupné z: <https://www.devro.com/about/at-a-glance/>. [citováno 2024-03-05].
- FIALA, Petr, 2013. *Modely a metody rozhodování*. 3. přepracované vydání. Praha: Oeconomica. ISBN 978-80-245-1981-4.
- GROS, Ivan; Ivan BARANČÍK a Zdeněk ČUJAN, 2016. *Velká kniha logistiky*. Praha: VŠCHT Praha. ISBN 978-80-7080-952-5.
- HAJDUCHOVÁ, Silvia, 2015. Rozhodovací proces v modeli hodnotenia nákladov zariadenia staveniska/decision making process for cost assessment model of the construction equipment. online. *Mladá Veda*, vol. 3, no. 2, s. 72-81. ISSN 1339-3189. Dostupné z: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/rozhodovací-proces-v-modeli-hodnotenia-nákladov/docview/1737409404/se-2?accountid=17116>
- ISHIZAKA, Alessio a Philippe NEMERY, 2013. *Multi-criteria decision analysis: methods and software*. Chichester: John Wiley & Sons. ISBN 978-1-119-97407-9.
- JABLONSKÝ, Josef a Martin DLOUHÝ, 2004. *Modely hodnocení efektivnosti produkčních jednotek*. Praha: Professional Publishing. ISBN 80-86419-49-5.
- JABLONSKÝ, Josef a Martin DLOUHÝ, 2015. *Modely hodnocení efektivnosti a alokace zdrojů*. Praha: Professional Publishing. ISBN 978-80-7431-155-0.
- JABLONSKÝ, Josef a Milada LAGOVÁ, 2014. *Lineární modely*. 3. vydání. Praha: Oeconomica. ISBN 978-80-245-2020-9.
- JAMES, Emily. What is Correlation Analysis? A Definition and Explanation. Online. © 2021. In: *FlexMR*. Dostupné z: <https://blog.flexmr.net/correlation-analysis-definition-exploration#:~:text=Definition%20of%20Correlation%20Analysis%20Correlation%20Analysis%20is%20statistical,variables%2Fdatasets%2C%20and%20how%20strong%20that%20relationship%20may%20be.> [citováno 2024-04-28].

- PENÍZE. Devro s.r.o., Jilemnice, IČO: 27061973 - Obchodní rejstřík. Online. 14. 9. 2023 [2023-09-14]. In: *Peníze.cz*. Dostupné z: <https://rejstrik.penize.cz/27061973-devro-s-r-o>. [citováno 2024-03-05].
- RŮŽEK, Michal. Devro: Jsme hrdí na naše výrobky, lidi a čelíme novým výzvám. Online. 15. 5. 2020 [2020-05-15]. In: *Vrchlabinky*. Dostupné z: <https://vrchlabinky.cz/zpravy/z-okresu/2020/kveten/devro-jsme-hrdi-na-nase-vyrobky-lidi-a-celime-novym-vyzvam/>. [citováno 2024-03-05].
- SYNEK, Miloslav, 2011. *Manažerská ekonomika*. 5. aktualizované a dopl. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3494-1.
- SYNEK, Miloslav a Eva KISLINGEROVÁ, 2015. *Podniková ekonomika*. 6. přeprac. a dopl. vyd. Beckovy ekonomické učebnice. V Praze: C.H. Beck. ISBN 978-80-7400-274-8.
- TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2014. *Integrované řízení výroby*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4486-5.
- VOCHOZKA, Marek a Petr MULAČ, 2012. *Podniková ekonomika*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4372-1.
- VOCHOZKA, Marek, 2020. *Metody komplexního hodnocení podniku*. 2. aktualizované vydání. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-1701-7.

