

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra systémového inženýrství**



**Bakalářská práce**

**Výběr dodavatele dotykových obrazovek s PC sestavou  
pomocí metod VAV**

**Tomáš Roštejnský**

© 2022 ČZU v Praze

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Tomáš Roštejnský

Ekonomika a management

Název práce

**Výběr dodavatele dotykových obrazovek s PC sestavou pomocí metod VAV**

Název anglicky

**Selection of a Supplier of Touch Screens with PC Set Using the Multiple-Attribute Decision-Making Methods**

---

### Cíle práce

Cílem této práce je vybrat pomocí metod vícekriteriální analýzy variant vhodného dodavatele dotykových obrazovek s PC sestavou, který bude nejlépe splňovat kritéria a požadavky rozhodovatele.

### Metodika

1. Teoretická část:

- a) Problematika vícekriteriální analýzy
- b) Metody stanovení vah kritérií
- c) Metody výběru kompromisní varianty

2. Praktická část:

- a) Charakteristika rozhodovatele
- b) Stanovení kritérií a jejich vah podle požadavků rozhodovatele
- c) Výběr kompromisní varianty podle vhodné metody

3. Závěrečná část:

- a) Doporučení pro rozhodovatele
- b) Diskuse výsledků
- c) Zhodnocení dosažení cíle práce

## **Doporučený rozsah práce**

30 – 40 stran

## **Klíčová slova**

Vícekritériální analýza variant, kritérium, dotyková obrazovka, rozhodovatel, varianta

---

## **Doporučené zdroje informací**

JABLONSKÝ, J. *Operační výzkum : kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. Praha: Professional Publishing, 2007. ISBN 978-80-86946-44-3.

ŠUBRT, T. *Ekonomicko-matematické metody*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, s.r.o., 2015. ISBN 978-80-7380-563-0.

---

## **Předběžný termín obhajoby**

2021/22 LS – PEF

## **Vedoucí práce**

Ing. Martina Houšková Beránková, Ph.D.

## **Garantující pracoviště**

Katedra systémového inženýrství

Elektronicky schváleno dne 24. 11. 2021

**doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 26. 11. 2021

**Ing. Martin Pelikán, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 06. 03. 2022

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Výběr dodavatele dotykových obrazovek s PC sestavou pomocí metod VAV" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 15.3.2022

---

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Martině Houškové Beránkové, Ph.D. za věnovaný čas, odbornou pomoc a cenné rady a nápady, které mi pomohly při psaní této bakalářské práce.

# Výběr dodavatele dotykových obrazovek s PC sestavou pomocí metod VAV

## Abstrakt

Tato bakalářská práce je zaměřena na aplikaci vícekriteriální analýzy variant v praxi. Cílem práce je výběr nejvhodnějšího dodavatele dotykových obrazovek s PC sestavou za použití vybraných metod vícekriteriální analýzy variant.

Bakalářská práce je rozdělena do dvou hlavních částí, a to na teoretickou část a praktickou část.

V teoretické části práce je vymezena stručná charakteristika vícekriteriální rozhodování a základní pojmy. Dále jsou popsány metody pro určení vah kritérií a vybrané metody pro výběr kompromisní varianty.

V praktické části jsou představeny základní informace o rozhodovateli a rozhodovací situaci. Dále jsou popsány minimální požadavky rozhodovatele na kompletní sestavu, kritéria, podle kterých bude vybrána kompromisní varianta a jednotlivé nabídky dodavatelů. Následně je aplikována Saatyho metoda pro výpočet vah kritérií, metoda bazické varianty a metoda AHP pro výběr kompromisní varianty.

V závěrečné části jsou shrnuty výsledky použitých metod a rozhodovateli je doporučena kompromisní varianta.

**Klíčová slova:** Vícekriteriální analýza variant, kritérium, dotyková obrazovka, rozhodovatel, varianta

# **Selection of a Supplier of Touch Screens with PC Set Using the Multiple-Attribute Decision-Making Methods**

## **Abstract**

This bachelor thesis is focused on how to use the multiple-attribute decision-making methods in practice. The aim of the thesis is a selection of the best suitable supplier of touch screens with PC set using the multiple-attribute decision-making methods.

The bachelor thesis is divided into two main parts, theoretical part and practical part.

The theoretical part contains basic terms and characteristics of the multiple-attribute analysis. Furthermore, methods for construction of the criterial scales and certain methods for selection of the compromise variant are described.

The practical part introduces the decision-making company and the case of decision itself. Furthermore, the minimum requirements of the decision-maker for the complete set, the criteria according to which the compromise variant will be selected, and the offers of suppliers are described. Subsequently, the Saaty's method for construction of the criterial scales, the basic variant method and the AHP method for selecting the compromise variant are applied.

The final part summarizes the results of the applied methods and the compromise variant is recommended to the decision-maker.

**Keywords:** multiple-attribute analysis of variants, criteria, touch screen, decision-maker, variant

# Obsah

<b>1 Úvod .....</b>	<b>11</b>
<b>2 Cíl práce a metodika .....</b>	<b>12</b>
2.1 Cíl práce .....	12
2.2 Metodika .....	12
<b>3 Teoretická část.....</b>	<b>13</b>
3.1 Vícekriteriální rozhodování .....	13
3.2 Vícekriteriální analýza variant .....	13
3.2.1 Varianty se speciálními vlastnostmi .....	15
3.2.2 Klasifikace úloh vícekriteriální analýzy variant .....	16
3.3 Metody stanovení vah kritérií .....	17
3.3.1 Metody přímého stanovení vah.....	18
3.3.2 Metody založené na párovém srovnání významnosti kritérií .....	18
3.4 Metody výběru kompromisních variant .....	20
3.4.1 Metoda pořadí .....	20
3.4.2 Bodovací metoda .....	20
3.4.3 Konjunktivní metoda a disjunktivní metoda.....	21
3.4.4 Metoda bazické varianty .....	21
3.4.5 Metoda váženého součtu.....	22
3.4.6 Metoda Analytického hierarchického procesu – AHP .....	22
<b>4 Vlastní práce .....</b>	<b>24</b>
4.1 Vymezení problematiky .....	24
4.2 Popis rozhodovatele .....	24
4.3 Popis dotykové obrazovky a PC sestavy.....	24
4.4 Technické zadání rozhodovatele (požadavky na dodavatele).....	25
4.5 Kritéria .....	26
4.5.1 Celková cena.....	27
4.5.2 Cena obrazovky jako náhradní díl .....	27
4.5.3 SLA koncept .....	27
4.5.4 Instalace a kompletace .....	27
4.5.5 Možnost opce na nákup dalších sestav .....	28
4.5.6 Cena SLA konceptu za rok .....	28
4.5.7 Termínový plán.....	28
4.6 Nabídky dodavatelů .....	28
4.6.1 Dodavatel 1 .....	29
4.6.2 Dodavatel 2 .....	29
4.6.3 Dodavatel 3 .....	29



4.6.4	Dodavatel 4 .....	29
4.7	Dominance variant .....	30
4.8	Určení vah kritérií .....	31
4.9	Výběr kompromisní varianty .....	32
4.9.1	Metoda bazické varianty .....	32
4.9.2	Metoda Analytického hierarchického procesu (AHP).....	34
<b>5</b>	<b>Výsledky a diskuse .....</b>	<b>38</b>
5.1	Interpretace výsledků .....	38
5.2	Doporučení.....	38
<b>6</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>40</b>
<b>7</b>	<b>Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>41</b>

## Seznam tabulek

Tabulka 1	Nabídka instalace (vlastní zpracování) .....	28
Tabulka 2	Kritéria (vlastní zpracování) .....	30
Tabulka 3	Saatyho metoda (vlastní zpracování).....	31
Tabulka 4	Saatyho metoda, váhy kritérií (vlastní zpracování) .....	31
Tabulka 5	Výchozí tabulka variant (vlastní zpracování) .....	33
Tabulka 6	Bazická varianta (vlastní zpracování).....	33
Tabulka 7	Normalizovaná tabulka metody bazické varianty (vlastní zpracování).....	33
Tabulka 8	Pořadí variant podle bazické metody (vlastní zpracování) .....	34
Tabulka 12	AHP-Saatyho matice celková cena (vlastní zpracování).....	35
Tabulka 13	AHP-Saatyho matice cena náhr. dílu obrazovky (vlastní zpracování) .....	35
Tabulka 14	AHP-Saatyho matice SLA koncept (vlastní zpracování) .....	35
Tabulka 15	AHP-Saatyho matice instalace (vlastní zpracování).....	35
Tabulka 16	AHP-Saatyho matice možnost opce (vlastní zpracování) .....	36
Tabulka 17	AHP-Saatyho matice cena SLA/rok (vlastní zpracování) .....	36
Tabulka 18	AHP-Saatyho matice termínový plán (vlastní zpracování) .....	36
Tabulka 19	AHP-Saatyho matice tabulka dílčích užitků (vlastní zpracování).....	36
Tabulka 20	AHP-výsledná tabulka (vlastní zpracování) .....	37

## Seznam grafů

Graf 1	Grafické řešení dominance variant (vlastní zpracování) .....	30
Graf 2	Váhy kritérií (vlastní zpracování).....	32

## **Seznam obrázků**

Obrázek 1 Kriteriaální matice (Brožová, et al., 2009).....	14
Obrázek 2 Fullerův trojúhelník (Jablonský, 2002) .....	19
Obrázek 3 Metoda AHP, hierarchická struktura (Šubrt, et al., 2019).....	23

## **Seznam rovnic**

Rovnice 1 Saatyho metoda, index konzistence (Jablonský, 2002).....	20
Rovnice 2 Saatyho metoda, geometrický průměr (Šubrt & kolektiv, 2019) .....	20
Rovnice 3 Saatyho metoda, normalizace hodnot (Šubrt & kolektiv, 2019) .....	20
Rovnice 4 Metoda bazické varianty, max. kritérium (Šubrt & kolektiv, 2019) .....	21
Rovnice 5 Metoda bazické varianty, min. kritérium (Šubrt & kolektiv, 2019).....	21
Rovnice 6 Metoda bazické varianty, vážený součet užítku (Šubrt & kolektiv, 2019) .....	22
Rovnice 7 Metoda váženého součtu, dílčí užitek (Šubrt & kolektiv, 2019).....	22
Rovnice 8 Metoda váženého součtu, celkový užitek (Šubrt & kolektiv, 2019) .....	22

# 1 Úvod

S vícekriteriálním rozhodováním přichází v každodenním životě do kontaktu úplně každý, aniž by si to možná uvědomil. Nemusí se totiž vždy jednat o rozhodování problémů globálního rozměru s dopady na celou společnost. Nejčastěji se člověk s vícekriteriálním rozhodováním setká v běžných životních situacích. K takovému rozhodování můžeme řadit situace od výběru mobilního telefonu, přes nákup automobilu, až po rozhodnutí o způsobu financování bydlení.

Lidé, kteří nejsou obeznámeni s problematikou vícekriteriálního rozhodování, v těchto situacích rozhodují intuitivně. Tento způsob řešení je vhodný v případech, kdy z volby, jiné než nejlepší varianty, nevyplývají výrazné negativní důsledky. Mezi tyto případy patří krátkodobá, vratná nebo nenákladná rozhodnutí.

Naopak zásadní rozhodnutí s velkými dopady častokrát i na celý život, jako je již zmíněný nákup automobilu nebo způsob financování bydlení, je nutné velmi zvažovat, protože tato rozhodnutí bývají obvykle jen obtížně napravitelná.

Zvláštní kapitolou jsou pak rozhodnutí v rámci podniků, či o veřejných zakázkách. V těchto případech je úkolem odpovědné osoby vybrat objektivně nejlepší variantu a být schopný rozhodnutí obhájit, k čemuž slouží právě metody vícekriteriálního rozhodování.

Tato práce má za cíl ukázat použitelnost metod vícekriteriálního rozhodování v praktickém životě a inspirovat budoucí rozhodovatele k použití vícekriteriální analýzy variant při jejich následujících rozhodnutích.

## **2 Cíl práce a metodika**

### **2.1 Cíl práce**

Cílem této práce je vybrat pomocí metod vícekriteriální analýzy variant vhodného dodavatele dotykových obrazovek s PC sestavou, který bude nejlépe splňovat kritéria a požadavky rozhodovatele.

### **2.2 Metodika**

Práce je rozdělena do dvou částí, teoretické a praktické. Teoretická část práce je tvořena literární rešerší z odborné literatury zabývající se vícekriteriální analýzou variant. Je zde vymezena základní problematika a terminologie VAV. Dále jsou popsány metody pro stanovení vah kritérií a metody pro výběr kompromisní varianty.

V praktické části je představen rozhodovatel a rozhodovací situace. Dále jsou stanovena kritéria a vypočítány jejich váhy za použití Saatyho metody. Praktická část je ukončena aplikací metod pro výběr kompromisní varianty, konkrétně bazické metody a metody AHP.

V závěrečné části práce jsou interpretovány výsledky a rozhodovateli je doporučena kompromisní varianta. Celou práci uzavírá zhodnocení dosažení cíle práce a seznam použitých zdrojů literatury.

### 3 Teoretická část

V teoretické části práce jsou na základě literární rešerše shrnuta teoretická východiska k problematice vícekriteriálního rozhodování. Nejprve jsou rozebrány základní informace a terminologie následovaná vymezením metod pro určení vah kritérií. Na závěr jsou popsány vybrané metody pro výběr kompromisní varianty.

#### 3.1 Vícekriteriální rozhodování

Úlohy vícekriteriálního rozhodování se dělí do dvou skupin, a to na úlohy vícekriteriálního hodnocení variant a úlohy vícekriteriálního programování. Do skupiny úloh vícekriteriálního hodnocení (analýzy) variant patří úlohy, ve kterých je množina variant vymezena konečným výčtem či seznamem. Proti tomu úlohy vícekriteriálního programování mají nekonečně mnoho variant a množina variant je vymezena soustavou omezujících podmínek. (Jablonský, 2002)

#### 3.2 Vícekriteriální analýza variant

Úlohy vícekriteriální analýzy variant jsou dány konečnou množinou  $m$  variant, které jsou hodnoceny na základě  $n$  kritérií. Cílem úloh je nalézt variantu, která je na základě všech kritérií hodnocena nejlépe, tzv. kompromisní variantu, nebo seřadit varianty sestupně od nejlepší po nejhorší. V některých případech může být cílem úlohy vyloučení neefektivních variant. (Šubrt, et al., 2019)

*„Varianty jsou konkrétní rozhodovací možnosti, předmět vlastního rozhodování. Přípustná varianta je varianta, která je realizovatelná a která není logickým nesmyslem.“* (Brožová, et al., 2009)

*„Kritérium je hledisko hodnocení variant“* (Brožová, et al., 2009)

Kritéria musí být nezávislá a měla by pokrývat co nejvíce možných hledisek výběru, zároveň jejich počet nesmí být moc velký, protože tím by se úloha stala nepřehlednou. Kritéria se dělí na dvě skupiny podle způsobu hodnocení, a to na kvantitativní kritéria a kvalitativní kritéria. Do kvantitativních kritérií se řadí kritéria, jejichž hodnoty lze vyjádřit pomocí objektivně měřitelných údajů. Z toho důvodu jsou označovány jako objektivní kritéria. Kvalitativní kritéria jsou kritéria, jejichž hodnoty nelze objektivně změřit. Často jde o hodnoty, které jsou odhadnuté uživatelem. Proto se nazývají jako kritéria subjektivní. Pro jejich

kvantifikaci se používají bodovací stupnice nebo relativní hodnocení variant. (Šubrt, et al., 2019)

Je-li hodnocení variant podle všech kritérií kvantifikováno, pak je možné vytvořit kritériální matici  $Y$ , kde prvek  $y_{ij}$ , vyjadřuje hodnocení  $i$ -té varianty podle  $j$ -tého kritéria. V matici  $Y = (y_{ij})$  sloupce odpovídají kritériím a řádky variantám. (Brožová, et al., 2009)

$$Y = \begin{matrix} & f_1 & f_2 & \dots & f_n \\ a_1 & y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1n} \\ a_2 & y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2n} \\ \vdots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_m & y_{m1} & y_{m2} & \dots & y_{mn} \end{matrix}$$

Obrázek 1 Kritériální matice (Brožová, et al., 2009)

Kritéria se dále dělí podle povahy na minimalizační a maximalizační. U minimalizačních kritérií má nejlepší varianta nejmenší hodnocení. Naopak u maximalizačních kritérií má nejlepší varianta hodnocení nejhorší. (Šubrt, et al., 2019)

Nejvýhodnější je v úloze pracovat se všemi kritérii maximalizačními. Pro transformaci minimalizačních kritérií na kritéria maximalizační lze použít 2 způsoby:

1. „Vynásobení celého sloupce kritériální matice  $-1$ , transformace  $y'_{ij} = -y_{ij}$ “ (Šubrt, et al., 2019)
2. „Vpočet hodnot, které udávají zlepšení oproti nejhorší kritériální hodnotě, transformace  $y'_{ij} = y_{ij} - \max(y_{ij})$ “ (Šubrt, et al., 2019)

V řešení úlohy vícekritériálního rozhodování také záleží, zda je mezi jednotlivými kritérii nějaký vztah preference.

„Preference kritéria vyjadřuje důležitost tohoto kritéria v porovnání s kritérii ostatními“ (Brožová, et al., 2009)

Existuje několik možností, jak může být preference kritéria vyjádřena.

1. Aspiračními úrovněmi kritérií, což jsou minimální hodnoty, kterých musí být dosaženo, aby varianta byla přípustná. Stanovení aspiračních úrovní nevyjadřuje preferenci mezi kritérii, ale čím je požadavek aspirační úrovně přísnější, tím je kritérium důležitější. Naopak, čím je požadavek aspirační úrovně nižší, tím je kritérium méně důležité.
2. Pořadím kritérií, což dokáže seřadit kritéria od nejdůležitějšího po to nejméně důležité, nedokáže však vyjádřit rozdíl důležitosti mezi dvěma kritérii.

3. Vahami kritérií, které vyjadřují relativní důležitost daných kritérií. Obvykle nabývají hodnot z intervalu  $\langle 0;1 \rangle$ . Součet všech vah je roven 1. Mohou být vyjádřeny i procentuálně.
4. Kompenzační hodnot kritérií, při které je možné špatné kritériální hodnoty varianty podle některých kritérií kompenzovat lepšími hodnotami podle ostatních kritérií.
5. Existují případy, kdy preference nejsou známy vůbec. (Šubrt, et al., 2019)

### 3.2.1 Varianty se speciálními vlastnostmi

#### Dominující varianta

Pro to, aby se varianta stala dominující nad jinou variantou musí být její kritériální hodnoty stejné nebo lepší než kritériální hodnoty druhé varianty a obě varianty nesmí být hodnoceny stejně podle všech kritérií.

Tento vztah lze v případě, že jsou všechna kritéria maximalizační, vyjádřit jako:

$$(y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{ik}) \geq (y_{j1}, y_{j2}, \dots, y_{jk}),$$

kdy zároveň platí nerovnost obou vektorů. (Jablonský, 2002)

Dominanci variant lze také vyjádřit graficky. Ze středu grafu jsou vyneseny poloosy, pro každé kritérium jedna poloosa. Na každou poloosu jsou vyneseny kritériální hodnoty variant. Platí pravidlo, čím příznivější hodnota, tím je od středu vzdálenější. Po vynesení všech kritériálních hodnot všech variant se jednotlivé body každé varianty spojí, čímž vznikne pro každou z variant mnohoúhelník. V případě, že první mnohoúhelník zcela překrývá druhý mnohoúhelník, tak první varianta dominuje variantu druhou. (Fiala, et al., 1994)

#### Paretovská varianta

Paretové varianty jsou vzájemně nedominované varianty. To znamená, že existuje alespoň jedno kritérium, ve kterém je daná varianta lepší, a zároveň alespoň jedno kritérium, ve kterém je daná varianta horší oproti variantě druhé. Tento vztah lze vyjádřit následovně:

$$y_{il} > y_{jl} \wedge y_{ik} < y_{jk}$$

Jelikož cílem vícekritériální analýzy variant je výběr nejlepší varianty, lze v úlohách uvažovat pouze nedominované, tedy paretové, varianty. (Šubrt, et al., 2019)

#### Ideální varianta

Ideální varianta je varianta složená z nejlepších možných kritériálních hodnot napříč variantami. Jedná se o variantu hypotetickou, jelikož je ve většině případů složená z hodnot několika různých variant. Pokud by ideální varianta existovala, tak by dominovala všechny ostatní varianty a byla by tak i optimální variantou. (Brožová, et al., 2009)

### Bazální varianta

Bazální varianta je opakem varianty ideální. Skládá se z nejhorších hodnot všech kritérií. Stejně tak jako varianta ideální, je variantou hypotetickou, složenou hodnotami z několika různých variant. (Šubrt, et al., 2019)

### Kompromisní varianta

Kompromisní varianta je jedinou nedominovanou variantou doporučenou jako řešení úlohy. K určení kompromisní varianty může být použito několik různých metod, které budou popsány v následujících kapitolách. (Brožová, et al., 2009)

## **3.2.2 Klasifikace úloh vícekritériální analýzy variant**

### Klasifikace podle cíle řešení úlohy

Úlohy vícekritériální analýzy variant lze dělit podle cíle řešení do třech základních kategorií:

#### 1. Úlohy s cílem nalezení jediné nejlepší varianty

Taková varianta je nazývána variantou kompromisní. V takových úlohách není vhodné použití aspiračních úrovní jako informací o preferencích mezi kritérii. Naopak vhodné metody pro výběr kompromisní varianty jsou např. metoda TOPSIS, ORESTE, váženého součtu a další.

#### 2. Úlohy s cílem uspořádání všech variant od nejlepší po nejhorší

Tato kategorie je velmi podobná předchozí kategorii. Po získání řešení kompromisní varianty je tato varianta vyřazena z dalšího rozhodování. Kompromisní variantě získané v druhém kole rozhodování bude přiřazeno druhé místo a postup se bude opakovat, dokud nedojde k úplnému uspořádání variant.

#### 3. Úlohy, jejichž cílem je rozdělení množiny variant na přípustné a nepřípustné

V této kategorii úloh je nejčastěji používány aspirační úrovně, kdy varianty, aby byly označeny jako přípustné musí splnit určité minimální požadavky. Druhou možností nalezení řešení je vytvoření fiktivní varianty, jejichž kritériální hodnoty nabývají hraničních hodnot. Aplikací metody pro úplné uspořádání variant je získáno pořadí všech hodnocených variant, a právě fiktivní varianta rozděluje celou množinu na varianty přípustné a nepřípustné. Pomocí fiktivních variant může být množina variant rozdělena do více částí, např. s dvěma fiktivními variantami dojde k rozdělení na množiny na 3 části např. nadprůměrné, průměrné a podprůměrné. (Brožová, et al., 2009)



### Klasifikace podle typu informace

#### 1. Žádná informace

Neexistuje žádná informace o preferencích. Tento druh informace je přípustný jen pro preference mezi kritérii. V případě neexistující preference mezi variantami by nebylo možné úlohu vyřešit.

#### 2. Nominální informace

Rovněž jako předchozí typ informace i nominální informace je přípustná pouze pro preference mezi kritérii. Vyjadřuje tzv. aspirační úroveň, tedy nejhorší možné přípustné hodnoty, se kterými může být varianta akceptovatelná.

#### 3. Ordinální informace

Tento druh informace určuje pořadí kritérií podle důležitosti nebo pořadí variant podle hodnot každého kritéria.

#### 4. Kardinální informace

Tento druh informace má kvantitativní i kvalitativní charakter. Dokáže vyjádřit nejen, které z kritérií, nebo která z variant, je důležitější, ale také o kolik je důležitější. V případě preference mezi kritérii se jedná o váhy, v případě variant se jedná o kritériální hodnoty, které jsou většinou vyjádřeny numericky. Kritériální hodnoty mohou být vyjádřeny i slovně, tyto hodnoty je pro aplikaci metod vícekritériální analýzy variant nutné kvantifikovat. (Šubrt, et al., 2019)

### **3.3 Metody stanovení vah kritérií**

Pro aplikaci většiny metod vícekritériální analýzy variant je nezbytné nejprve určit váhy jednotlivých kritérií. Váhy kritérií, nazývané také jako koeficienty významnosti, vyjadřují důležitost vybraných kritérií. Jedná se o numericky vyjádřené hodnoty, tedy kardinální informaci, o preferenci určitého kritéria před ostatními. Čím je dané kritérium důležitější, tím vyšší má váhu. Naopak čím je kritérium méně důležité, tím menší je jeho váha. V případě některých metod je nutné provést normalizaci vah, tak aby jejich součet byl roven jedné. Toho je dosaženo podílem nenormalizované váhy daného kritéria a součtu nenormalizovaných vah všech kritérií. (Fotr, et al., 2016)

Metody pro stanovení vah kritérií lze rozdělit do dvou kategorií. A to na metody přímého stanovení vah a metody založené na párovém srovnání významnosti kritérií.

### 3.3.1 Metody přímého stanovení vah

#### Bodová stupnice

V metodě bodové stupnice je úkolem rozhodovatele vyjádřit preferenci každého kritéria podle předem určené stupnice. Důležitým faktorem je rozlišovací schopnost stupnice neboli rozpětí mezi nejdůležitějším a nejméně důležitým kritériem. Stupnice s nižší rozlišovací úrovní je např. pětibodová stupnice. Stupnice s vyšší rozlišovací schopností může být např. devítibodová stupnice. Bodové hodnocení je subjektivní podle preferencí rozhodovatele a počet bodů se může opakovat. Může nastat situace, kdy budou např. dvě kritéria ohodnocena maximálním počtem bodů. Pro získání vah kritérií je nutné bodové ohodnocení normalizovat podle postupu popsáného v předchozí kapitole. Tedy vydělit počet bodů kritéria sumou bodů všech kritérií. (Fotr, et al., 2016)

#### Alokace 100 bodů

Metoda alokace 100 bodů funguje téměř identicky jako metoda bodové stupnice. Při této metodě, ale musí rozhodovatel dbát na to, aby rozdělil mezi všechna kritéria přesně 100 bodů. Váha kritéria je pak určena procentuálně právě počtem bodů. Tato metoda není vhodná pro úlohy s větším množstvím kritérií. (Fotr, et al., 2016)

#### Metoda pořadí

V metodě pořadí je úkolem rozhodovatele, jak název napovídá, určit pořadí kritérií sestupně podle důležitosti. Nejdůležitější kritérium, tedy první v pořadí, obdrží tolik bodů, kolik je kritérií značeno  $k$ , druhému kritériu je přiděleno  $k-1$  bodů. Takto je postupováno až k poslednímu, nejméně důležitému kritériu, které obdrží 1 bod. Následně je nutné provedení normalizace bodových hodnocení, stejně jako v předchozích případech, čímž dosáhneme výsledných vah kritérií. (Jablonský, 2002)

### 3.3.2 Metody založené na párovém srovnání významnosti kritérií

#### Fullerův trojúhelník

V metodě Fullerova trojúhelníku rozhodovatel porovnává vždy preferenci mezi dvěma kritérii. Během celého postupu dojde k porovnání každého kritéria s každým, přičemž rozhodovatel vybírá z každé dvojice vždy to kritérium důležitější. Důležitější kritérium si je nutné vždy nějakým způsobem označit, např. tučným písmem. V případě, že jsou v páru obě kritéria stejně důležitá, může rozhodovatel označit obě. Následně se sečtou všechna označení každého kritéria, čímž je v podstatě získáno bodové hodnocení. (Jablonský, 2002) V případě dokonalé konzistence rozhodovatele je hodnota rovna 0, čímž by byla i váha kritéria rovna 0, a

mohlo by být eliminováno z úlohy. Tento postup by mohl být opakován do doby, kdy by zbylo jen jedno jediné kritérium, což ale není žádoucí. Pro předejití této situace je doporučeno po sečtení všech označení kritérií zvětšit všechny hodnoty o 1. (Šubrt, et al., 2019) Následně je opět je potřeba pro získání vah kritérií hodnoty normalizovat, stejně jako v předchozích metodách. (Jablonský, 2002)

Y <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>
Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	Y <sub>5</sub>	Y <sub>6</sub>
	Y <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>
	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	Y <sub>5</sub>	Y <sub>6</sub>
		Y <sub>3</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>3</sub>
		Y <sub>4</sub>	Y <sub>5</sub>	Y <sub>6</sub>
			Y <sub>4</sub>	Y <sub>4</sub>
			Y <sub>5</sub>	Y <sub>6</sub>
				Y <sub>5</sub>
				Y <sub>6</sub>

Obrázek 2 Fullerův trojúhelník (Jablonský, 2002)

### Saatyho metoda

Nejpoužívanější metodou pro určení vah kritérií je Saatyho metoda. Stejně jako u metody Fullerova trojúhelníku dochází i v Saatyho metodě k porovnání vždy dvojice kritérií. Na rozdíl od Fullerova trojúhelníku v Saatyho metodě rozhodovatel vyjadřuje preferenci kritéria před druhým pomocí celočíselné stupnice s hodnotami 1-9, kdy hodnota 1 označuje, že jsou kritéria stejně důležitá a hodnota 9 značí absolutní preferenci daného kritéria před druhým. Informace z párového porovnání jsou zpravidla vyneseny do Saatyho matice  $S=(s_{ij}, i, j=1, 2, \dots, k)$ . Prvky matice  $s_{ij}$  lze interpretovat jako odhady podílu vah  $i$ -tého a  $j$ -tého kritéria. Pro prvky Saatyho matice dále platí, že  $s_{ii} = 1, i= 1, 2, \dots, k$ , což znamená, že na diagonále matice jsou jedničky a dále  $s_{ij} = 1/ s_{ji}, i, j=1, 2, \dots, k$ , což znamená, že prvky symetrické podle diagonály jsou převrácenými hodnotami. (Jablonský, 2002)

Devítibodová stupnice je vyjádřena i verbálním způsobem, který často bývá rozhodovateli bližší.

- 1 - kritéria  $i$  a  $j$  jsou rovnocenná
- 3 - kritérium  $i$  je slabě preferované před kritériem  $j$
- 5 - kritérium  $i$  je silně preferované před kritériem  $j$
- 7 – kritérium  $i$  je velmi silně preferované před kritériem  $j$
- 9 - kritérium  $i$  je absolutně preferované před kritériem  $j$  (Šubrt, et al., 2019)

Jelikož prvky Saatyho matice zpravidla nebývají dokonale konzistentní čili neplatí vztah  $s_{hj} = s_{hi} \times s_{ij}$  pro všechna  $h, i, j = 1, 2, \dots, n$ , je potřeba ověřit míru konzistence. Test konzistence lze změřit např. indexem konzistence, který je Saatyem definován jako

$$I_s = \frac{l_{max} - k}{k - 1},$$

*Rovnice 1 Saatyho metoda, index konzistence (Jablonský, 2002)*

kde hodnota  $l_{max}$  je největším kořenem polynomu, který je získán tak, že je determinant matice  $(S - l_{max} E)$  položen do rovnosti s nulou. (Šubrt, et al., 2019)

Saatyho matice je považována za konzistentní, jestliže je  $I_s < 0,1$ . (Jablonský, 2002)

Dalším krokem k určení vah kritérií je výpočet geometrických průměrů ( $b_i$ ) řádků Saatyho matice podle vzorce

$$b_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n s_{ij}}$$

*Rovnice 2 Saatyho metoda, geometrický průměr (Šubrt & kolektiv, 2019)*

Vypočítané geometrické průměry  $b_i$  je pro získání výsledných vah kritérií nutné stejně jako u předchozích metod normalizovat stejným způsobem podle vzorce

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}$$

*Rovnice 3 Saatyho metoda, normalizace hodnot (Šubrt & kolektiv, 2019)*

### 3.4 Metody výběru kompromisních variant

#### 3.4.1 Metoda pořadí

V metodě pořadí jsou varianty seřazeny od nejlepší po nejhorší podle každého kritéria. Nejlepší kritériální hodnota je tedy ohodnocena jedničkou, naopak nejhorší varianta je ohodnocena číslem odpovídajícím počtu variant v úloze. K vyhodnocení nejlepší varianty je nutné provést součet všech dílčích hodnot pro každou variantu. Vítěznou kompromisní variantou je pak ta varianta, která má sumu všech hodnocení nejnižší. (Brožová, et al., 2009)

#### 3.4.2 Bodovací metoda

Bodovací metoda funguje na podobném principu jako metoda pořadí. Namísto pořadí variant podle každého kritéria, jsou jednotlivé kritériální hodnoty přebodovány podle předem stanovené stupnice. Nejčastěji používanou stupnicí je stupnice 1 až 10, kdy nejlepší kritériální hodnota je rovna 10 a nejhorší 1. Stejně jako u metody pořadí je následně nutné provést součet

všech dílčích hodnot každé varianty. Vítěznou kompromisní variantou je varianta, která má v celkovém součtu nejvíce bodů. (Šubrt, et al., 2019)

### 3.4.3 Konjunktivní metoda a disjunktivní metoda

Výstupem konjunktivní i disjunktivní metody je rozdělení množiny variant na dvě části, část akceptovatelných variant a část neakceptovatelných variant. Aby se varianta stala podle konjunktivní metody akceptovatelnou, pak musí splňovat všechny aspirační úrovně.

V případě disjunktivní metody stačí, aby varianta splnila alespoň jednu aspirační úroveň kritéria, aby byla považována za variantu akceptovatelnou. (Brožová, et al., 2009)

Kritickým bodem těchto metod je správné nastavení aspiračních úrovní. Při příliš přísných aspiračních úrovních může dojít k situaci, kdy žádná z variant nebude akceptovatelná. Zároveň pokud budou aspirační úrovně příliš mírné, tak mohou být akceptovatelné všechny varianty. (Šubrt, et al., 2019)

Metody pracující s aspiračními úrovněmi se nejčastěji používají pro snížení počtu variant v úlohách s aplikací metod využívajících kardinální informace. (Šubrt, et al., 2019)

### 3.4.4 Metoda bazické varianty

V metodě bazické varianty je pro určení kompromisní varianty použita funkce užitku, která vychází z porovnání jednotlivých kritériálních hodnot každé z variant s odpovídajícími hodnotami bazické varianty. Bazická varianta je hypotetická varianta, která se skládá z nejlepších kritériálních hodnot napříč všemi variantami. (Šubrt, et al., 2019)

K výpočtu užtkové funkce každé varianty je nejprve potřeba vypočítat dílčí užitek podle každého kritéria zvlášť. Pro maximalizační kritéria je dílčí užitek počítán jako podíl kritériální hodnoty dané varianty a kritériální hodnota bazické varianty:

$$u_{ij} = \frac{y_{ij}}{y_j^B}$$

*Rovnice 4 Metoda bazické varianty, max. kritérium (Šubrt, et al., 2019)*

Pro kritéria minimalizační povahy se jedná o převrácenou hodnotu předchozího vzorce.

$$u_{ij} = \frac{y_j^B}{y_{ij}}$$

*Rovnice 5 Metoda bazické varianty, min. kritérium (Šubrt, et al., 2019)*

Celkový užitek každé varianty se vypočítá jako vážený součet dílčích užiteků.

$$u_i = \sum_{j=1}^k v_j u_{ij}$$

*Rovnice 6 Metoda bazické varianty, vážený součet užtku (Šubrt, et al., 2019)*

Kompromisní varianta je pak ta varianta, která má nejvyšší celkový užitek. Případně mohou být varianty uspořádány od nejlepší po nejhorší sestupně podle celkového užtku. (Šubrt, et al., 2019)

### 3.4.5 Metoda váženého součtu

Stejně jako metoda bazické varianty i metoda váženého součtu pracuje s lineární užtkovou funkcí. Pro aplikaci metody váženého součtu je nutné nejprve určit ideální variantu  $H$ , tvořenou nejlepšími kriteriálními hodnotami napříč variantami, a bazální variantu  $D$ , tvořenou naopak nejhoršími kriteriálními hodnotami napříč variantami. (Šubrt, et al., 2019)

Dalším krokem postupu je výpočet dílčích užiteků ( $y'_{ij}$ ) pomocí vzorce:

$$y'_{ij} = \frac{y_{ij} - d_j}{h_j - d_j}$$

*Rovnice 7 Metoda váženého součtu, dílčí užitek (Šubrt, et al., 2019)*

Pro získání celkového užtku každé z variant je nutné vypočítat agregovanou funkci užtku, kde  $v_j$  jsou váhy kriterií. Celkový užitek se vypočítá podle vzorce:

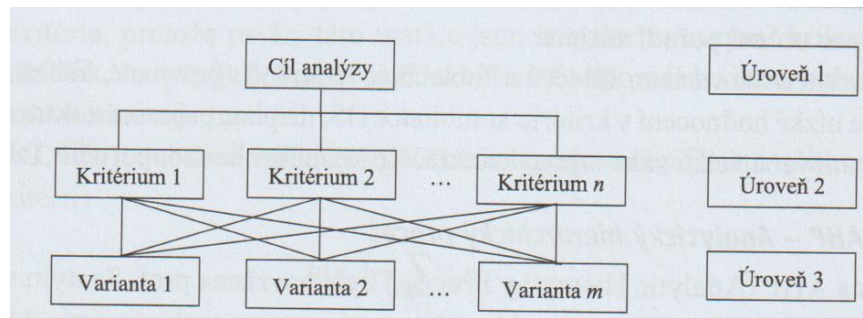
$$u = \sum_{j=1}^n v_j \cdot r_{ij}$$

*Rovnice 8 Metoda váženého součtu, celkový užitek (Šubrt, et al., 2019)*

### 3.4.6 Metoda Analytického hierarchického procesu – AHP

Metodu analytického hierarchického procesu navrhl Thomas L. Saaty pro usnadnění a zrychlení procesu rozhodování. Základem metody AHP je hierarchická struktura, která obsahuje určitý počet úrovní vždy s několika prvky. Struktura bývá vystavěna od nejobecnějšího ke konkrétnímu. Jednoduché úlohy vícekriteriální analýzy variant mívají většinou úrovně 3. Na úrovni 1 bývá cíl rozhodování, na úrovni 2 jsou pak kriteriia a 3 úroveň tvoří samotné varianty. (Šubrt, et al., 2019)

Hierarchická struktura jednoduché úlohy vypadá následovně:



Obrázek 3 Metoda AHP, hierarchická struktura (Šubrt, et al., 2019)

V případě složitějších úloh může být ve struktuře zařazena i čtvrtá úroveň expertů, ta by se vklínila mezi první a druhou úroveň výše uvedené hierarchické struktury. (Brožová, et al., 2009)

Metoda AHP funguje na principu rozdělování hodnoty prvku na úrovni 1 dále do nižších úrovní hierarchie podle párového porovnání prvků na dané úrovni. Nejvyššímu prvku hierarchické struktury bývá z pravidla přidělena hodnota 1, která se následně rozdělí mezi prvky na úrovni 2, což jsou v jednoduchých úlohách VAV kritéria. Jak už bylo popsáno v jedné z předchozích kapitol, váhy kritérií jsou vypočítány Saatyho metodou za použití matice o rozměru  $n \times n$ , kde  $n$  je počet prvků na druhé úrovni, tedy počet kritérií. Tím jsou získány hodnoty pro prvky na druhé úrovni struktury. Dále na třetí úrovni hierarchie je nutné vytvořit  $n$  počet matic o rozměru  $m \times m$ , kde  $m$  je počet prvků na úrovni 3. V těchto maticích dojde k párovému porovnání variant podle daného kritéria. V každé z matic je pro každou variantu následně vypočten geometrický průměr, který je podle již známého postupu normalizován. Tím je dosaženo dílčích užiteků variant podle daného kritéria, které je nutné násobit s hodnotami prvků na druhé úrovni. Součtem všech  $n$  součinů pro každou variantu je pak dosaženo celkového užitku každé varianty. Kompromisní variantou je zvolena varianta s nejvyšším celkovým užitekem. (Šubrt, et al., 2019)

Pro ověření výpočtu je doporučeno vypočítat sumu celkových užiteků všech variant, ta se musí rovnat 1.

## **4 Vlastní práce**

### **4.1 Vymezení problematiky**

Cílem bakalářské práce je výběr nejlepšího dodavatele dotykových obrazovek včetně kompletní PC sestavy s veškerými hardwarovými doplňky pro výrobní závody rozhodovatele. Ve spolupráci s rozhodovatelem budou vymezena kritéria, podle kterých budou jednotliví dodavatelé posuzováni. Váhy kritérií budou určeny pomocí Saatyho matice s posouzením preferencí od rozhodovatele.

Pro výběr nejlepšího dodavatele budou použity tři metody vícekriteriální analýzy variant. Výsledky všech tří metod budou v závěrečné části vzájemně porovnány a diskutovány s rozhodovatelem.

### **4.2 Popis rozhodovatele**

Rozhodovatelem je akciová společnost s několika výrobními závody na území České republiky. V rámci digitalizace a ekologizace provozu nahrazuje společnost dosud používané standardní papírové nástěnky moderní technologií vizualizace informací pro zaměstnance. Součástí této technologie jsou velkoplošné multidotykové obrazovky s integrovaným počítačem a příslušenstvím usnadňujícím ovládání (klávesnice) nebo umožňujícím v případě potřeby identifikaci uživatele (čtečky identifikačních karet). Celkem se jedná až o 250 kompletních setů nakupovaných v několika etapách.

Společnost nakupuje v rámci svých vnitřních pravidel. Prvním krokem nákupu je vytvoření technického zadání se základními požadavky na daný produkt. Toto technické zadání následně rozešle možným dodavatelům. Dodavatelé pak vypracují na základě technického zadání své nabídky a zašlou je rozhodovateli. Rozhodovatel posléze vyhodnocuje nabídky a vybírá tu nejvhodnější. V tomto případě poptávaných dotykových obrazovek rozhodovatel obdržel šest nabídek od čtyř dodavatelů, ze kterých bude za pomoci vícekriteriální analýzy variant vybrána ta nejlepší.

### **4.3 Popis dotykové obrazovky a PC sestavy**

Jaký je účel dotykové obrazovky ve výrobní hale? Dotykové obrazovky slouží jako náhrada veškerých papírových nástěnek. Stejně jako na běžné nástěnce jsou informace vyvěšeny i na té elektronické. Výhodou elektronických obrazovek oproti běžným nástěnkám



je, že odpadá potřeba kontroly, zda se vyvěšené informace neztratily nebo nebyly poškozeny. Zároveň je jejich aktualizace jednodušší a jsou schopné zobrazit výrazně větší množství dat a informací, které mohou být uloženy přímo v zařízení, nebo zobrazovány ze společného serveru.

Jedna obrazovka na pracovišti obvykle připadá na jeden tým zaměstnanců (cca 10 až 15 pracovníků) v jedné směně. Každý tým zaměstnanců pracuje na několika operacích, které jsou různě obtížné a různě důležité. Některé operace jsou kritické z hlediska bezpečnosti, jiné zase z hlediska dalších předpisů. Členové týmu se na jednotlivých operacích pravidelně střídají, aby nedošlo k jednostrannému zatížení, aby všichni pracovníci v týmu byli schopni zastoupit každou pozici a podobně. Na obrazovce je uveden seznam členů týmu a seznam operací. U každého člena je informace, zda danou operaci umí dobře nebo třeba neumí vůbec, učí se ji. Dále se zobrazuje časový harmonogram, kdy a který člen týmu bude danou operaci provádět, aby se mohl připravit a celý tým věděl, jak dojde ke střídání. Zároveň se na obrazovce zobrazují kalendáře s dovolenou, termíny školení nebo informace všeobecného charakteru (např. testování na covid, mimořádné směny, jídelníček atd.). Na obrazovce se dále promítají cíle týmu jako je bezpečnost práce (pracovní úrazy), kvalita práce (jaké závady tým udělal), dodržování čistoty na pracovišti, seznámení s častými chybami, ke kterým dochází a způsob, jak se jich vyvarovat. Každý zaměstnanec si pak může po načtení zaměstnanecké karty na obrazovce prohlédnout důvěrné informace (např. výplatnice) nebo možnosti školení vázaná na konkrétní osobu, proto je nutná identifikace. Obrazovka také zaměstnancům umožňuje nahlédnout do potřebných návodů a pracovních postupů. Vedoucí týmu může v rámci týmových rozhovorů nebo školení na obrazovce promítat svoji prezentaci.

#### **4.4 Technické zadání rozhodovatele (požadavky na dodavatele)**

Technické zadání lze chápat v terminologii vícekriteriální analýzy variant jako aspirační hodnoty, tedy nejhorší možné hodnoty, při kterých může být daná varianta akceptována, a rozděluje varianty podle daného kritéria na akceptovatelné a neakceptovatelné. (Šubrt, et al., 2019) Tento přístup ušetří jak rozhodovateli, tak v tomto případě samotným dodavatelům velké množství času a celý průběh výběrového řízení urychlí.

Prvním parametrem je samotná obrazovka. Rozhodovatel požaduje dotykovou obrazovku s rozměrem 55" a prodlouženou záruční lhůtou na 5 let nebo 30 000 hodin provozu.

Druhým požadavkem je počítač vybavený minimálně procesorem Intel core I5 8400H 8MB Cache, 4x4.2GHz a Intel UHD Graphics 630, operační paměť 8GB a SSD diskem o kapacitě 128GB. Operační systém je požadován Windows 10IoT.

Dalším z požadavků je licence k dohledovému softwaru NetOP pro vzdálenou správu zařízení a licence k zálohovacím softwaru Acronis.

Kromě softwarových požadavků jsou v technickém zadání parametry i pro příslušenství. A to držák na stěnu s příslušnou nosností pro použitý monitor s možností vertikálního a horizontálního náklonu. Nezbytnou součástí sestavy jsou i čtecí zařízení pro zaměstnanecké karty, a to Elatec Legic NFC reader USB ve verzi TWN3-1 pro příkládání karty, která umožňuje přihlášení do systému všem zaměstnancům. Z důvodu nízkého stupně zabezpečení je přístup do systému přes čtečku TWN3-1 omezen. Proto je nutnou součástí i čtečka Elatec Legic NFC reader USB ve verzi PKI-CT30. Tato čtečka po vložení zaměstnanecké karty je schopna načíst kontaktní čip. Jedná se o zabezpečenější možnost přihlášení do systému. Zaměstnanec má vyšší stupeň oprávnění v rámci systému. Rozhodovatel požaduje obě čtečky do každé sestavy. Dále je k počítači požadována bezdrátová klávesnice s touchpadem, pouze jako příklad je uvedena Logitech Wireless Touch Keyboard K400. Posledním požadavkem na samotnou PC sestavu je dostatečný počet USB vstupů, vyžadováno je minimálně 6 USB vstupů, ať už v rámci PC nebo prostřednictvím USB hubu například HAMA USB 2.0 Hub 4 port.

Technické zadání dále obsahuje požadavek na minimální záruční dobu celé sestavy, a to 5 let nebo 30 000 hodin provozu, kterákoliv situace nastane dříve. Po dobu záruční lhůty je po dodavateli vyžadováno poskytnutí technického poradenství a servisní asistence. V neposlední řadě rozhodovatel požaduje, aby byla veškerá komunikace s dodavatelem vedena v českém jazyce a všechna nastavení PC sestavy rovněž v českém jazyce.

## **4.5 Kritéria**

Pro hodnocení dodavatelů dotykových obrazovek s PC sestavou bylo ve spolupráci s rozhodovatelem vymezeno celkem 7 kritérií:

- Celková cena
- Cena obrazovky jako náhradního dílu
- SLA koncept
- Instalace
- Možnost opce na nákup dalších sestav
- Cena SLA/rok
- Termínový plán

#### **4.5.1 Celková cena**

Celková cena je kritérium porovnávající celkové náklady na jednu dotykovou obrazovku s PC sestavou. Cena je vyjádřena v eurech. Kritérium je hodnoceno jako minimalizační. Pro rozhodovatele je nejvýhodnější co možná nejnižší cena. Ceny byly získány ze šesti nabídek dodavatelů.

#### **4.5.2 Cena obrazovky jako náhradní díl**

Kritérium cena obrazovky jako náhradní díl porovnává cenu, za kterou dodavatel nabízí náhradní díl. Kritérium bylo zvoleno pro případ, kdy by došlo k poškození obrazovky, které by nespadlo do záručních podmínek. K tomu může na některých pracovištích dojít. Cena je vyjádřena v eurech. Kritérium je hodnoceno stejně jako v předchozím případě jako minimalizační.

#### **4.5.3 SLA koncept**

Toto kritérium porovnává nabídky dodavatelů na SLA koncept. Tento koncept obsahuje telefonickou podporu, komplexní online podporu atd. Nejdůležitější součástí je v tomto případě pro rozhodovatele servis u zákazníka. Standardní nabídkou je „next business day“ (NBD), což znamená mechanická oprava nebo výměna zařízení do druhého pracovního dne. Další variantou je mechanická oprava včetně reinstalace zařízení (uvedení zařízení do stavu před poruchou). Obě tyto varianty mohou být nabízeny s různě rychlou reakční dobou („NBD“ nebo 24/7). Kritérium je hodnoceno slovně a pro metody vícekritériální analýzy variant budou varianty obodovány na škále od 1 do 10, kdy 10 bodů obdrží nejlepší nabídka. Kritérium je tedy maximalizační.

#### **4.5.4 Instalace a kompletace**

Kritérium instalace a kompletace porovnává v jakém stavu dodavatel zařízení předává. Minimálním požadavkem je mechanická kompletace celé sestavy včetně připojení do datových a silových zásuvek, upevnění na stěnu a instalace softwarů Acronis a NetOP. Dále srovnává, zda dodavatel nabízí instalaci dalších softwarů, popřípadě připojení do datové sítě rozhodovatele, instalaci antivirů či aktualizaci operačního systému. Hodnocení kritéria bude provedeno na základě následující tabulky, ve které jsou vypsány nabídky instalace jednotlivých dodavatelů.

Instalace	Mech. Komp.	Acronis	NetOP	Antivirus	Instal. Intranetu	Připojení na SAP	Zajištění aktual. OS	Body
Dodavatel 1								10
Dodavatel 2								4
Dodavatel 3								6
Dodavatel 4								10

Tabulka 1 Nabídka instalace (vlastní zpracování)

#### 4.5.5 Možnost opce na nákup dalších sestav

Kritérium opce posuzuje, zda je dodavatel ochoten přistoupit na možnost dalšího nákupu více kusů sestav za stejných cenových podmínek i v dalších etapách projektu. Jedná se o bivalentní kritérium, které je hodnoceno „ANO“ nebo „NE“. Možnosti budou kvantifikovány pomocí bodového systému. Dodavatel, který je ochoten přistoupit na možnost opce bude ohodnocen 10 body, naproti tomu dodavatel, který opci neumožňuje, bude ohodnocen 5 body.

#### 4.5.6 Cena SLA konceptu za rok

Kritérium cena SLA konceptu za rok bude stejně jako v předchozích dvou cenových kritériích vyjádřena v eurech. Jelikož někteří z dodavatelů nabízejí SLA koncept v rámci celkové ceny, bude toto kritérium obodováno na stupnici od 1 do 10, kdy 10 bodů obdrží dodavatel, který nabízí SLA koncept v rámci celkové ceny. Kritérium je maximalizační povahy. Dodavatel, který nabízí cenu od 100€ do 150€ bude ohodnocen 5 body. Dodavatel který nabízí cenu od 200€ do 250€ obdrží body 3.

#### 4.5.7 Termínový plán

Kritérium termínového plánu hodnotí, jak termínový plán projektu souhlasí s projektovým plánem rozhodovatele. Hodnota kritéria značí do kolika týdnů je dodavatel schopen doručit veškeré objednané zboží. Je preferováno co nejdříve doručení. Jedná se o minimalizační kritérium.

### 4.6 Nabídky dodavatelů

Jednotlivé nabídky budou označeny anonymně pod názvy Dodavatel 1 až Dodavatel 4. Z důvodu rozšířené nabídky SLA konceptu v případě dvou dodavatelů budou počítány dvě varianty označené 1.1;1.2 a 4.1;4.2. V následující kapitole budou podrobněji popsány a v závěru kapitoly budou data zanesena do tabulky, která bude následně využita k aplikaci metod vícekritériální analýzy variant pro výběr kompromisní varianty.

#### **4.6.1 Dodavatel 1**

Dodavatel 1 nabízí celkovou cenu za jednu kompletní sestavu s dotykovou obrazovkou 6 056 €. Náhradní díl obrazovky nabízí za cenu 2 850 € bez DPH. Dále nabízí dvě varianty SLA konceptu, a to standardní SLA koncept „next business day“ (NBD) nebo SLA koncept 24/7 včetně reinstalace a uvedení zařízení do původního stavu před poruchou. Součástí nabídky je mechanická kompletace a instalace veškerých programů potřebných pro uvedení do provozu. Cena SLA konceptu na rok v případě nabídky NBD činí 0 €, protože ji dodavatel nabízí po dobu 5 let v rámci celkové nabídky. Koncept v režimu 24/7 včetně reinstalace nabízí za 242 €/rok za zařízení. Na možnost opce na nákup dalších kusů v dalších etapách projektu není ochoten Dodavatel 1 přistoupit. Doručení je zaručeno do 8 týdnů od potvrzení objednávky.

#### **4.6.2 Dodavatel 2**

Dodavatel 2 nabízí celkovou cenu za kompletní set 6 219 €. Náhradní díl obrazovky nabízí v ceně 2 820 € bez DPH. Nabídka SLA konceptu je standardní „next business day“ po dobu 5 let zdarma. Dodavatel 2 zajišťuje pouze základní požadavky na instalaci a kompletaci plus aktualizaci operačního systému. S možností opce na nákup dalších kusů by Dodavatel 2 souhlasil. Doručení zaručuje do 8 týdnů od potvrzení objednávky.

#### **4.6.3 Dodavatel 3**

Nabídka dodavatele 3 na cenu jednoho kompletního zařízení činí 6 155 €. Náhradní díl obrazovky nabízí za cenu 2 780 €. Dodavatel 3 nabízí standardní SLA koncept NBD zdarma po dobu 5 let. Součástí nabídky je základní požadovaná instalace a kompletace, instalace antiviru a zajištění aktualizace operačního systému. Dodavatel 3 je ochoten přistoupit na možnost opce na nákup dalších zařízení. Doručení zaručuje do 10 týdnů od obdržení objednávky.

#### **4.6.4 Dodavatel 4**

Dodavatel 4 nabízí cenu za kompletní set 5 992 €. Náhradní díl obrazovky za cenu 2 750 €. Nabídka na SLA koncept je ve dvou variantách. První možností je základní nabídka „next business day“ bez žádného dalšího příplatku, nebo druhá varianta konceptu, a to NBD včetně reinstalace a uvedení zařízení do původního stavu před poruchou za cenu 120 € ročně za zařízení. Součástí nabídky je kompletní sestavení a instalace zařízení před uvedením do

provozu. Dodavatel 4 nenabízí možnost opce na nákup dalších kusů. Termín doručení činí 12 týdnů od potvrzení objednávky.

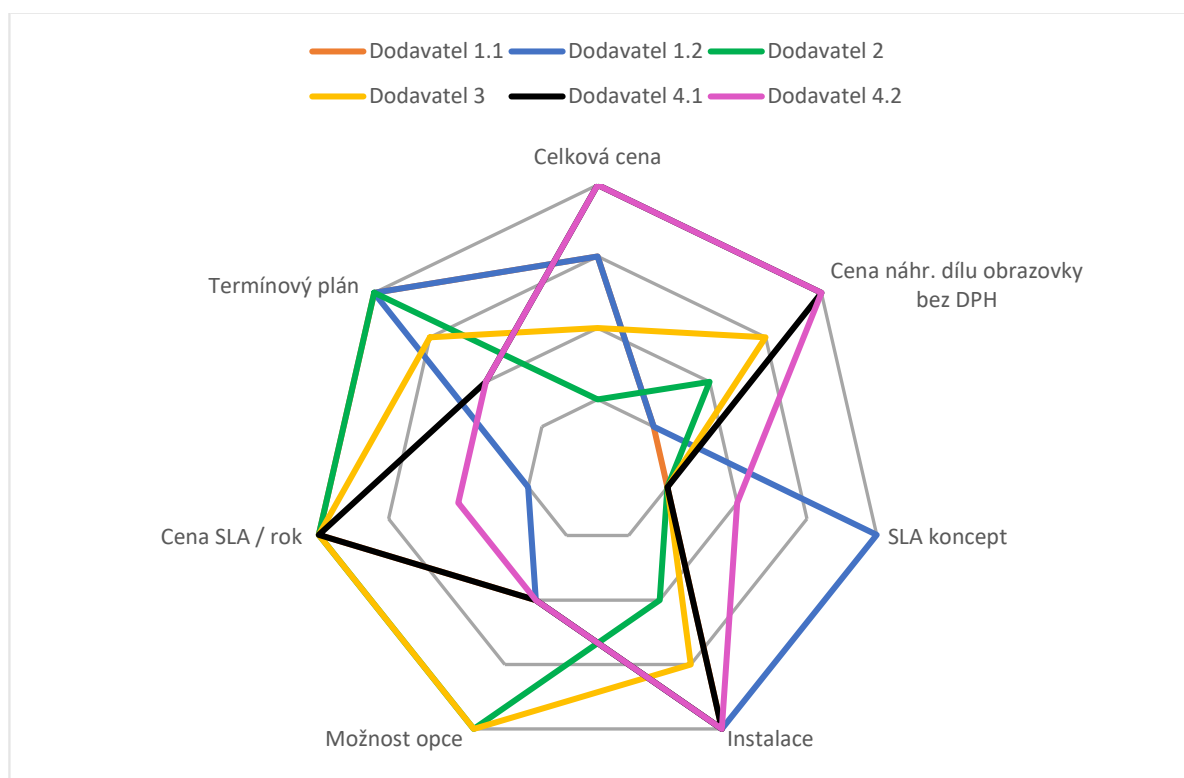
Nabídky od všech dodavatelů splnily požadovanou aspirační úroveň, a proto byly zařazeny do dalšího výběru.

V následující tabulce jsou shrnuty všechny varianty a jejich hodnocení podle kritérií rozhodovatele.

Kritéria	Celková cena	Náhr. díl obrazovky	SLA koncept	Instalace	Možnost opce	Cena SLA / rok	Termínový plán
Dodavatel 1.1	6 056 €	2 850 €	NBD	Kompletní	NE	0 €	8KT
Dodavatel 1.2	6 056 €	2 850 €	24/7 vč. rel	Kompletní	NE	242 €	8KT
Dodavatel 2	6 219 €	2 820 €	NBD	Zákl. + OS	ANO	0 €	8KT
Dodavatel 3	6 155 €	2 780 €	NBD	Zákl. + OS;AV	ANO	0 €	10KT
Dodavatel 4.1	5 992 €	2 750 €	NBD	Kompletní	NE	0 €	12KT
Dodavatel 4.2	5 992 €	2 750 €	NBD vč. rel	Kompletní	NE	120 €	12KT

Tabulka 2 Kritéria (vlastní zpracování)

## 4.7 Dominance variant



Graf 1 Grafické řešení dominance variant (vlastní zpracování)

Pro ověření, zda není žádná z možných variant dominována jinou variantou, bylo použito grafické řešení. Při vynášení hodnot na graf byla nejlepší hodnota pro rozhodovatele umístěna

vždy nejdále od středu grafu a nejhorší varianta nejbližší středu. Z grafu je patrné, že mezi variantami není vztah dominance, žádná z variant není z hlediska všech kritérií lepší než kterákoliv jiná varianta.

## 4.8 Určení vah kritérií

Pro určení vah jednotlivých kritérií byla použita Saatyho metoda. Tato metoda funguje na bázi párového porovnání, což umožňuje přesnější rozlišení důležitosti jednotlivých kritérií než např. u metody pořadí nebo bodovací metody. Porovnáno bude celkem 7 kritérií a to: celková cena, cena náhradního dílu obrazovky, SLA koncept, instalace, možnost opce, cena SLA konceptu/rok a termínový plán. Určení síly preference bylo provedeno na základě posouzení rozhodovatele. Hodnoty jsou vyjádřeny v následující tabulce.

Saatyho mat.	Celková cena	Cena náhr. dílu	SLA koncept	Instalace	Opce	Cena SLA / rok	Termínový plán
Celková cena	1	9	4	3	5	5	2
Náhr. díl	1/9	1	1/5	1/6	1/2	1/6	1/7
SLA	1/4	5	1	1/3	5	2	1/3
Instalace	1/3	6	3	1	6	3	1/2
Opce	1/5	2	1/5	1/6	1	1/4	1/6
Cena SLA/rok	1/5	6	1	1/3	4	1	1/5
Termín. plán	1/2	7	3	2	6	5	1

Tabulka 3 Saatyho metoda (vlastní zpracování)

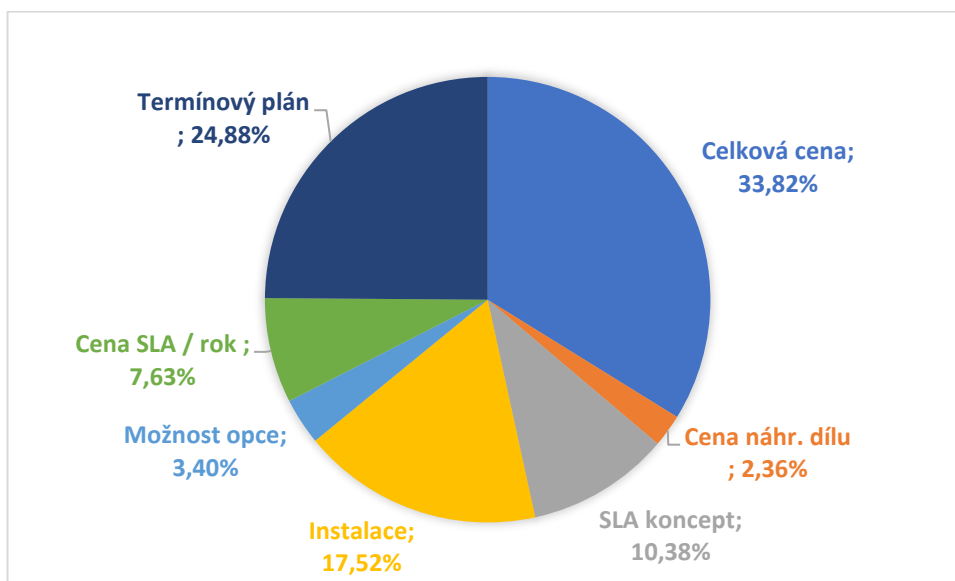
Z hodnot jednotlivých kritérií je vypočítán geometrický průměr značen zkratkou  $R_i$  a následnou normalizací hodnot  $R_i$  dopočteny váhy všech kritérií.

Kritéria	$R_i$	Váhy
Celková cena	3,41	0,34
Náhr. díl	0,24	0,02
SLA	1,05	0,10
Instalace	1,77	0,18
Opce	0,34	0,03
Cena SLA/rok	0,77	0,08
Termín. plán	2,51	0,25

Tabulka 4 Saatyho metoda, váhy kritérií (vlastní zpracování)

Saatyho metodou pro určení vah kritérií bylo zjištěno, že nejdůležitějším kritériem je kritérium celková cena, která má nejvyšší váhu. Naopak nejméně důležitým kritériem je

kritérium cena náhradního dílu obrazovky a velmi podobnou váhu získalo i kritérium možnost opce. Výsledné váhy byly pro lepší přehlednost vyneseny v procentuálním vyjádření do grafu.



Graf 2 Váhy kritérií (vlastní zpracování)

Pro potvrzení, že mohou být vypočtené váhy použity k dalšímu postupu je nutné ověřit konzistenci úvodní matice. Pro ověření konzistence je nutné vypočítat index konzistence C.I. Index konzistence se v tomto případě rovná hodnotě 0,0817. Saatyho matice je konzistentní, jestliže je  $C.I. < 0,1$ . Saatyho matici lze považovat za konzistentní.

## 4.9 Výběr kompromisní varianty

K výběru kompromisní varianty byly zvoleny dvě metody vícekritériální analýzy variant popsané v teoretické části práce. První metodou je metoda bazické varianty. Druhou metodou byla použita metoda Analytického hierarchického procesu AHP.

### 4.9.1 Metoda bazické varianty

K výpočtu jako první byla použita metoda bazické varianty. Bazická varianta je varianta obsahující nejlepší hodnotu ze všech kritérií ve výchozí tabulce. Na základě porovnání každého dodavatele s ideální bazickou variantou je vypočítán užitek jednotlivých variant, podle kterého je následně určeno pořadí variant sestupně od nejvyššího užitku po nejnižší.



Pro výpočet byla použita následující výchozí tabulka s již obodovanými hodnotami slovně hodnocených kritérií a váhami kritérií vypočítaných v předchozí kapitole. Bodové hodnocení bylo určeno ve spolupráci s rozhodovatelem.

Kritéria	Celková cena	Náhr. díl obrazovky	SLA koncept	Instalace	Možnost opce	Cena SLA / rok	Termínový plán
Dodavatel 1.1	6056	2850	4	10	5	10	8
Dodavatel 1.2	6056	2850	10	10	5	3	8
Dodavatel 2	6219	2820	4	4	10	10	8
Dodavatel 3	6155	2780	4	6	10	10	10
Dodavatel 4.1	5992	2750	4	10	5	10	12
Dodavatel 4.2	5992	2750	7	10	5	5	12
Min/Max	Min	Min	Max	Max	Max	Max	Min
Váhy	0,34	0,02	0,10	0,18	0,03	0,08	0,25

Tabulka 5 Výchozí tabulka variant (vlastní zpracování)

Z této tabulky byla v dalším kroku vyhodnocena bazická varianta nejlepších hodnot každého kritéria.

Kritéria	Celková cena	Náhr. díl obrazovky	SLA koncept	Instalace	Možnost opce	Cena SLA / rok	Termínový plán
Baz. varianta	5992	2750	10	10	10	10	8

Tabulka 6 Bazická varianta (vlastní zpracování)

Dále bylo postupováno k sestavení normalizované kritériální matice. K výpočtu této matice byly použity vzorce jak pro maximalizační kritéria, tak pro kritéria minimalizační.

Kritéria	Celková cena	Náhr. díl obrazovky	SLA koncept	Instalace	Možnost opce	Cena SLA / rok	Termínový plán
Dodavatel 1.1	0,98941059	0,96491228	0,4	1	0,5	1	1
Dodavatel 1.2	0,98941059	0,96491228	1	1	0,5	0,3	1
Dodavatel 2	0,96342412	0,9751773	0,4	0,4	1	1	1
Dodavatel 3	0,97346177	0,98920863	0,4	0,6	1	1	0,8
Dodavatel 4.1	1	1	0,4	1	0,5	1	0,66666667
Dodavatel 4.2	1	1	0,7	1	0,5	0,5	0,66666667
Váhy	0,34	0,02	0,10	0,18	0,03	0,08	0,25

Tabulka 7 Normalizovaná tabulka metody bazické varianty (vlastní zpracování)

Následně pomocí skalárního součinu normalizovaných hodnot každého dodavatele a vah každého kritéria byl získán celkový užitek jednotlivých dodavatelů. Kompromisní variantou je vybrána ta varianta, která dosahuje nejvyššího užítku. V případě potřeby seřazení všech variant je pořadí určeno sestupně podle výše užítku.

Varianty	Užitek	Pořadí
Dodavatel 1.1	0,916298	2.
Dodavatel 1.2	0,925222	1.
Dodavatel 2	0,819618	5.
Dodavatel 3	0,808613	6.
Dodavatel 4.1	0,837761	3.
Dodavatel 4.2	0,830783	4.

Tabulka 8 Pořadí variant podle bazické metody (vlastní zpracování)

Metoda bazické varianty určila kompromisní variantou nabídku Dodavatele 1 s rozšířenou nabídkou SLA konceptu, druhou v pořadí je nabídka stejného dodavatele s poskytnutím základní verze SLA konceptu. Naproti tomu nejhorší variantou byla určena varianta Dodavatele 3.

#### 4.9.2 Metoda Analytického hierarchického procesu (AHP)

Jako druhá metoda byla zvolena metoda Analytického hierarchického procesu. V této metodě byla použita pro výběr kompromisní varianty třístupňová hierarchická struktura, kdy prvky na vyšším stupni hierarchie předávají svou váhu prvkům na nižším stupni hierarchie. Na nejvyšším (prvním) stupni je cíl celého výpočtu, v tomto případě výběr nejlepší nabídky dodavatele. Na druhém stupni hierarchie jsou vymezena kritéria, podle kterých je výběr prováděn. Třetí stupeň představují samotné varianty.

Váhy prvků na druhém stupni hierarchie, tedy kritérií, byly již vypočteny v předchozí části práce. V dalším kroku je třeba párově porovnat jednotlivé varianty podle každého kritéria zvlášť. K tomu bude využita Saatyho metoda. Saatyho matic bude vytvořeno celkem sedm, za každé kritérium jedna. Stejně jako při výpočtu vah kritérií bude použita 9 bodová stupnice. Preference jednotlivých variant byla posuzována ve spolupráci s rozhodovatelem. Z hodnot každé varianty v Saatyho matici bude následně vypočítán geometrický průměr vnesený do sloupce označeného  $R_i$ . Jednotlivé hodnoty  $R_i$  budou následně normalizovány do sloupce  $V$ . Normalizované hodnoty budou vynásobeny váhou daného kritéria, čímž bude získána hodnota užitku jednotlivé varianty v rámci určitého kritéria.

### Celková cena

Cel. Cena	D 1.1	D 1.2	D 2	D 3	D 4.1	D 4.2	$R_i$	V	Užitek
D 1.1	1	1	3	2	1/2	1/2	1,0699	0,15	0,0520
D 1.2	1	1	3	2	1/2	1/2	1,0699	0,15	0,0520
D 2	1/3	1/3	1	1/2	1/4	1/4	0,3891	0,06	0,0189
D 3	1/2	1/2	2	1	1/3	1/3	0,6177	0,09	0,0300
D 4.1	2	2	4	3	1	1	1,9064	0,27	0,0927
D 4.2	2	2	4	3	1	1	1,9064	0,27	0,0927
							6,9594	1,00	0,3382

Tabulka 9 AHP-Saatyho matice celková cena (vlastní zpracování)

### Cena náhradního dílu obrazovky

Náhr. díl	D 1.1	D 1.2	D 2	D 3	D 4.1	D 4.2	$R_i$	V	Užitek
D 1.1	1	1	1/2	1/3	1/4	1/4	0,4673	0,06	0,0015
D 1.2	1	1	1/2	1/3	1/4	1/4	0,4673	0,06	0,0015
D 2	2	2	1	1/2	1/3	1/3	0,7783	0,11	0,0025
D 3	3	3	2	1	1/2	1/2	1,2849	0,18	0,0042
D 4.1	4	4	3	2	1	1	2,1398	0,29	0,0070
D 4.2	4	4	3	2	1	1	2,1398	0,29	0,0070
							7,2775	1,00	0,0236

Tabulka 10 AHP-Saatyho matice cena náhr. dílu obrazovky (vlastní zpracování)

### SLA Koncept

SLA	D 1.1	D 1.2	D 2	D 3	D 4.1	D 4.2	$R_i$	V	Užitek
D 1.1	1	1/7	1	1	1	1/4	0,5739	0,07	0,0068
D 1.2	7	1	7	7	7	3	4,3946	0,50	0,0519
D 2	1	1/7	1	1	1	1/4	0,5739	0,07	0,0068
D 3	1	1/7	1	1	1	1/4	0,5739	0,07	0,0068
D 4.1	1	1/7	1	1	1	1/4	0,5739	0,07	0,0068
D 4.2	4	1/3	4	4	4	1	2,0982	0,24	0,0248
							8,7883	1,00	0,1038

Tabulka 11 AHP-Saatyho matice SLA koncept (vlastní zpracování)

### Instalace

Instalace	D 1.1	D 1.2	D 2	D 3	D 4.1	D 4.2	$R_i$	V	Užitek
D 1.1	1	1	7	5	1	1	1,8086	0,23	0,0402
D 1.2	1	1	7	5	1	1	1,8086	0,23	0,0402
D 2	1/7	1/7	1	1/3	1/7	1/7	0,2276	0,03	0,0051
D 3	1/5	1/5	3	1	1/5	1/5	0,4107	0,05	0,0091
D 4.1	1	1	7	5	1	1	1,8086	0,23	0,0402
D 4.2	1	1	7	5	1	1	1,8086	0,23	0,0402
							7,8727	1,00	0,1752

Tabulka 12 AHP-Saatyho matice instalace (vlastní zpracování)

### Možnost opce

Opce	D 1.1	D 1.2	D 2	D 3	D 4.1	D 4.2	$R_i$	V	Užitek
D 1.1	1	1	1/5	1/5	1	1	0,5848	0,07	0,0024
D 1.2	1	1	1/5	1/5	1	1	0,5848	0,07	0,0024
D 2	5	5	1	1	5	5	2,9240	0,36	0,0121
D 3	5	5	1	1	5	5	2,9240	0,36	0,0121
D 4.1	1	1	1/5	1/5	1	1	0,5848	0,07	0,0024
D 4.2	1	1	1/5	1/5	1	1	0,5848	0,07	0,0024
							8,1872	1,00	0,0340

Tabulka 13 AHP-Saatyho matice možnost opce (vlastní zpracování)

### Cena SLA/rok

Cena SLA/rok	D 1.1	D 1.2	D 2	D 3	D 4.1	D 4.2	$R_i$	V	Užitek
D 1.1	1	7	1	1	1	5	1,808609	0,23	0,0175
D 1.2	1/7	1	1/7	1/7	1/7	1/3	0,227552	0,03	0,0022
D 2	1	7	1	1	1	5	1,808609	0,23	0,0175
D 3	1	7	1	1	1	5	1,808609	0,23	0,0175
D 4.1	1	7	1	1	1	5	1,808609	0,23	0,0175
D 4.2	1/5	3	1/5	1/5	1/5	1	0,410715	0,05	0,004
							7,872703	1,00	0,0763

Tabulka 14 AHP-Saatyho matice cena SLA/rok (vlastní zpracování)

### Termínový plán

Termínový plán	D 1.1	D 1.2	D 2	D 3	D 4.1	D 4.2	$R_i$	V	Užitek
D 1.1	1	1	1	4	7	7	2,410142	0,28	0,0699
D 1.2	1	1	1	4	7	7	2,410142	0,28	0,0699
D 2	1	1	1	4	7	7	2,410142	0,28	0,0699
D 3	1/4	1/4	1/4	1	3	3	0,721125	0,08	0,0209
D 4.1	1/7	1/7	1/7	1/3	1	1	0,314725	0,04	0,0091
D 4.2	1/7	1/7	1/7	1/3	1	1	0,314725	0,04	0,0091
							8,581001	1,00	0,2488

Tabulka 15 AHP-Saatyho matice termínový plán (vlastní zpracování)

Z užiteků jednotlivých variant a kritérií byla vyplněna konečná tabulka variant a kritérií.

Kritéria	Celková cena	Náhr. díl obrazovky	SLA koncept	Instalace	Možnost opce	Cena SLA / rok	Termínový plán
Dodavatel 1.1	0,052000	0,001519	0,006781	0,040247	0,002426	0,017521	0,069893
Dodavatel 1.2	0,052000	0,001519	0,051930	0,040247	0,002426	0,002204	0,069893
Dodavatel 2	0,018913	0,002529	0,006781	0,005064	0,012129	0,017521	0,069893
Dodavatel 3	0,030022	0,004175	0,006781	0,009140	0,012129	0,017521	0,020912
Dodavatel 4.1	0,092653	0,006953	0,006781	0,040247	0,002426	0,017521	0,009127
Dodavatel 4.2	0,092653	0,006953	0,024795	0,040247	0,002426	0,003979	0,009127

Tabulka 16 AHP-Saatyho matice tabulka dílčích užiteků (vlastní zpracování)

Celkový užitek je vypočítán součtem dílčích užiteků každé varianty za každé kritérium. Stejně jako u dvou předchozích metod je vítěznou kompromisní variantou ta s nejvyšší hodnotou užitku. Pořadí dalších variant je určeno sestupně podle hodnot celkového užitku.

Varianty	Celk. užitek	Pořadí
Dodavatel 1.1	0,190386	2.
Dodavatel 1.2	0,220219	1.
Dodavatel 2	0,132829	5.
Dodavatel 3	0,100680	6.
Dodavatel 4.1	0,175707	4.
Dodavatel 4.2	0,180179	3.
	1	

*Tabulka 17 AHP-výsledná tabulka (vlastní zpracování)*

Výsledek metody Analytického hierarchického procesu potvrdil výsledky předchozích dvou metod. Opět byla kompromisní variantou vybrána nabídka Dodavatele 1 s rozšířenou nabídkou SLA konceptu a na druhém místě nabídka od stejného dodavatele se základním SLA konceptem. Poslední příčka byla metodou AHP přiřazena nabídce od Dodavatele 3.

## **5 Výsledky a diskuse**

### **5.1 Interpretace výsledků**

Podle metody bazické varianty je nejvhodnějším dodavatelem Dodavatel 1, jehož nabídky obsadily první dvě místa. Nejvíce k tomuto výsledku přispěla kombinace velmi dobrých hodnot ve dvou nejdůležitějších kritériích. V kritériu celkové ceny byla nabízená cena Dodavatele 1 druhá nejlepší a v kritériu termínového plánu byla nabídka Dodavatele 1 přímo nejlepší. Kompromisní variantou byla zvolena druhá nabídka Dodavatele 1 s rozšířenou nabídkou SLA konceptu. Třetí a čtvrtou nejlepší variantou byly zvoleny nabídky Dodavatele 4. Ačkoliv byly hodnoty Dodavatele 4 v kritériu Termínový plán nejhorší, kompenzovala to nejlepší hodnota v nejdůležitějším kritériu celková cena. V tomto případě byla z dvojice nabídek Dodavatele 4 lépe vyhodnocena nabídka se základním SLA konceptem, která obsadila třetí místo. Druhou nejhorší nabídkou dle bazické varianty je nabídka Dodavatele 2. Příčinou je jednoznačně nejvyšší celková cena a nejhorší nabídka instalace zařízení. S druhou nejhorší celkovou cenou, nabídkou instalace a také průměrnou dobou termínu dodání byla jako nejhorší nabídka označena nabídka Dodavatele 3.

Metoda AHP potvrdila výsledky bazické metody. První dvě pozice obsadily rovněž nabídky Dodavatele 1. K jediné změně došlo na třetím místě. Podle metody AHP je z dvojice nabídek Dodavatele 4 výhodnější nabídka s rozšířeným SLA konceptem. Na posledních dvou místech jsou pak nabídky Dodavatele 2 a 3.

### **5.2 Doporučení**

Rozhodovateli byl na základě výsledků metody bazické varianty i metody AHP doporučen Dodavatel 1. Dodavatel 1 nabízí nejkratší dobu doručení, realizace projektu je tak snáze zařazena do termínového plánu. Zároveň součástí nabídky je kompletní instalace zařízení včetně připojení do veškerých potřebných sítí a instalace všech požadovaných programů pro spuštění do provozu. Zároveň celková cena je druhá nejnižší, přičemž ztráta na nejlepší cenu je cca 1% celkové ceny jedné sestavy. Dodavatel 1 také nabízí možnost rozšířené nabídky SLA konceptu, tedy servisu v režimu 24 hodin 7 dní v týdnu s reinstalací a uvedením zařízení do původního stavu před poruchou. Právě nabídka s rozšířeným SLA konceptem byla metodami vícekritériální analýzy variant určena jako nejvýhodnější podle preferencí rozhodovatele.

V případě, kdy by rozhodovatel byl ochoten přistoupit na pozdější termín dodání, mohl by uvažovat i nabídky Dodavatele 4, který nabízí kompletní instalaci zařízení včetně zapojení do veškerých potřebných sítí a instalaci všech požadovaných softwarů pro spuštění do provozu za lepší celkovou cenu. Malou výhodou by mohla být i nižší cena náhradního dílu obrazovky. Avšak Dodavatel 4 nabízí v rámci rozšířené nabídky SLA konceptu oproti Dodavateli 1 pouze koncept NBD s reinstalací a uvedením do původního stavu před poruchou.

## 6 Závěr

Cílem práce bylo vybrat pomocí metod vícekriteriální analýzy variant vhodného dodavatele dotykových obrazovek s PC sestavou. Kompromisní varianta byla vybrána podle kritérií a preferencí, uvedených rozhodovatelem.

Pro dosažení uvedeného cíle byla nejprve provedena literární rešerše odborné literatury věnující se problematice vícekriteriálního rozhodování. V teoretické části práce byly objasněny základní pojmy a charakteristiky vícekriteriálního rozhodování. Dále bylo představeno několik metod pro stanovení vah kritérií, z nichž byla v práci úspěšně použita Saatyho metoda. Po metodách pro stanovení vah kritérií byly představeny i metody pro výběr kompromisní varianty, z nichž pro řešení rozhodovací situace byly zvoleny metody bazické varianty a analytického hierarchického procesu.

V praktické části byl stručně popsán rozhodovatel a rozhodovací situace. Následně byly představeny minimální požadavky rozhodovatele na potenciální dodavatele. Ve spolupráci s rozhodovatelem byla definována kritéria, podle kterých byla kompromisní varianta vybírána. Dále byly vypsány jednotlivé nabídky dodavatelů, které byly převedeny na základě zvolených kritérií do ucelené tabulky. Pro výpočet vah kritérií byla použita metoda využívající párové porovnání, tedy Saatyho metoda. Pro výběr kompromisní varianty byla nejprve aplikována metoda bazické varianty. Pro ověření výsledků byla aplikována i druhá metoda, a to metoda analytického hierarchického procesu.

Oběma metodami byla kompromisní variantou vybrána nabídka Dodavatele 1 s rozšířenou nabídkou SLA konceptu. Celkově se výsledky obou metod lišily pouze na třetí a čtvrté pozici. Tyto pozice obsadily nabídky Dodavatele 4. V případě bazické varianty byla lepší z dvojice nabídka se základním SLA konceptem, naopak v případě metody AHP to byla nabídka s rozšířenou nabídkou SLA konceptu. Dvě nejhorší nabídky byly opět v obou metodách shodné.

V poslední části byl rozhodovateli doporučen Dodavatel 1. Zejména z důvodu nejlepší rychlosti dodání, druhé nejlepší celkové ceny a kompletní instalaci zařízení včetně úplné připravenosti zařízení pro uvedení do provozu.



## **7 Seznam použitých zdrojů**

BROŽOVÁ, Helena, HOUŠKA, Milan, ŠUBRT, Tomáš. Modely pro vícekriteriální rozhodování. 1. vydání, 2. dotisk. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, 2009. 178 s. ISBN 978-80-213-1019-3.

FIALA, Petr, JABLONSKÝ, Josef, MAŇAS, Miroslav. Vícekriteriální rozhodování. 1. vydání. Praha: Vysoká škola ekonomická, 1994. 316 s. ISBN 80-7079-748-7.

FOTR, Jiří, ŠVECOVÁ, Lenka a kolektiv. Manažerské rozhodování postupy, metody a nástroje. 3. přepracované vydání. Praha: Ekopress, s.r.o. 2016. 474 s. ISBN 978-80-87865-33-0.

JABLONSKÝ, Josef. Operační výzkum: Kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování. 2.vydání. Praha: Professional Publishing, 2002. 323 s. ISBN 80-86419-42-8.

ŠUBRT, Tomáš a kolektiv. Ekonomicko-matematické metody. 3. upravené a rozšířené vydání. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2019. 354 s. ISBN 978-80-7380-762-7.