

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra systémového inženýrství**



**Bakalářská práce**

**Výběr dodavatele na modernizaci hydraulického lisu na  
lisování termosetů**

**Hana Prunerová**

© 2011 ČZU v Praze

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství

Akademický rok 2009/2010

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Hana Prunerová**

obor Veřejná správa a regionální rozvoj - Klatovy

Vedoucí katedry Vám ve smyslu Studijního a zkušebního řádu ČZU v Praze  
čl. 16 určuje tuto bakalářskou práci.

Název práce: **Výběr dodavatele na modernizaci hydraulického  
lisu na lisování termosetů**

## **Osnova bakalářské práce:**

1. Úvod
2. Cíl práce a metodika
3. Literární rešerše
4. Případová studie
5. Závěr
6. Seznam použitých zdrojů
7. Přílohy

Rozsah hlavní textové části: 30 - 40 stran

Doporučené zdroje:

Fotr, J., Dědina, J., Hrůzová, H.: Manažerské rozhodování. EKOPRESS, Praha, 2003, ISBN 80-86119-20-3

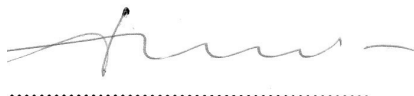
Jablonský, J.: Operační výzkum – kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování. Professional Publishing, Praha 2002, ISBN 80-86419-23-1

Řehulka, Z.: Konstrukce výlisků z plastů a forem pro zpracování plastů. Sekkuron, Brno, ISBN 80-86604-28-4


Získal, J.: Metody optimálního rozhodování pro veřejnou správu. ČZU v Praze, 250 s., 2001, ISBN 80-213-0794-3

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Milan Houška, Ph.D.**

Termín odevzdání bakalářské práce: březen 2011

  
.....  
Vedoucí katedry



  
.....  
Děkan

V Praze dne: 19. 3. 2010

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Výběr dodavatele na modernizaci hydraulického lisu na lisování termosetů" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 30.3.2011

---

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu bakalářské práce Ing. Milanu Houškovi, Ph.D. za čas, který věnoval konzultacím a za cenné připomínky a rady. Dále bych chtěla velmi poděkovat p. Josefu Prunerovi za poskytnuté podklady a cenné informace pro zpracování rozhodovacího problému.

# Výběr dodavatele na modernizaci hydraulického lisu na lisování termosetů

-----  
Supplier choice for the renovation of a hydraulic press for termosets pressing

## Souhrn

Bakalářská práce se zabývá problematikou výběru dodavatele na modernizaci hydraulického lisu ve společnosti Plzeňské dílo, v.d. provozovna Velhartice. Skládá se ze dvou hlavních částí. V první teoretické části je vysvětlena základní terminologie, jsou zde podrobně popsány vícekriteriální metody a jejich postupy, které se vztahují k problematice řešení rozhodovací situace. Ve druhé praktické části je využito teoretických poznatků, podkladových materiálů a vybraných metod vícekriteriální analýzy variant k aplikaci na konkrétní, výše uvedenou rozhodovací situaci. Dosažené výsledky z jednotlivých aplikovaných metod jsou následně vyhodnoceny a je navržen konkrétní dodavatel, jehož nabídka je doporučena firmě k realizaci při výběru dodavatele na modernizaci hydraulického lisu.

## Summary

The thesis deals with a supplier selection problem in Plzeňské dílo, v.d. place of business Velhartice to modernize a hydraulic press. The thesis consists of two parts. In the first part, fundamentals of multiple-criteria decision-making (MCDM) theory are described. We introduce basic terminology as well as particular methods which we use in the case study. Practical part of the thesis provides the solution of the selection problem. We start with the determination of the objective and criteria of the choice problem. Then we introduce alternatives and their parameters and finally we apply the MCDM methods to choose the best alternative. In conclusion, we recommend the specific hydraulic press to buy.

## Klíčová slova:

Vícekriteriální analýza variant, lis, metoda TOPSIS, kritérium, varianta, matice, firma

## Keywords:

Multiple criteria decision-making methods, TOPSIS method, criterion, option, criterial matrix, company

## OBSAH

1. ÚVOD .....	8
2. CÍL A METODIKA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE.....	10
2.1. CÍL PRÁCE.....	10
2.2. METODIKA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE .....	10
3. LITERÁRNÍ REŠERŽE .....	11
3.1. VÍCEKRITERIÁLNÍ ROZHODOVÁNÍ .....	11
3.2. ÚPRAVA KRITÉRIÍ.....	14
3.3. VÁHY KRITÉRIÍ A METODA JEJICH STANOVENÍ.....	15
3.4. METODY STANOVENÍ POŘADÍ VARIANT A VÝBĚRU KOMPROMISNÍ VARIANTY .....	16
3.4.1. METODA BAZICKÉ VARIANTY .....	16
3.4.2. TOPSIS.....	17
4. PŘÍPADOVÁ STUDIE .....	19
4.1. POPIS PROBLÉMOVÉ SITUACE .....	19
4.1.1. PROFIL FIRMY .....	19
4.1.2. ZDŮVODNĚNÍ MODERNIZACE .....	23
4.1.3. VYMEZENÍ PARAMETROVÝCH POŽADAVKŮ .....	23
4.2. STANOVENÍ KRITÉRIÍ A SPECIFIKACE OSOBY HODNOTITELE.....	24
4.2.1. STANOVENÍ VAH KRITÉRIÍ.....	26
4.3. TVORBA VARIANT .....	27
4.3.1. PŘEDSTAVENÍ VARIANT A JEJICH NABÍDEK .....	28
4.3.2. ÚPRAVA A KVANTIFIKACE KRITÉRIÍ.....	32
4.4. VÝBĚR ŘEŠENÍ, KOMPROMISNÍ VARIANTY .....	36
4.4.1. METODA BAZICKÉ VARIANTY .....	36
4.4.2. METODA TOPSIS .....	37
4.5. ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ A NÁVRH ŘEŠENÍ .....	39
5. ZÁVĚR .....	40
6. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	41
7. SEZNAM TABULEK .....	43
8. PŘÍLOHY .....	44
8.1. GRAFY.....	45
8.2. FOTODOKUMENTACE.....	49

## 1. ÚVOD

Velmi těžko bychom hledali něco, co by provázelo člověka životem tak nerozlučně a spolehlivě jako je nutnost rozhodování. Je to běžná lidská aktivita, která nás provází celým našim životem již od narození. Nejprve ho za nás činí naši rodiče, počínaje výběrem jména, školky, základní školy a následují rozhodnutí, za která si už zodpovídáme sami a neseme za ně také zodpovědnost. Může se jednat o finančně nenáročná rozhodnutí (koupě zubního kartáčku, výběr košile atd.), běžné každodenní aktivity až po rozhodnutí, na kterých může být závislý celý náš život (výběr dalšího vzdělávání, výběr povolání, koupě domu, bytu, atd.). Tato závažná rozhodnutí můžeme realizovat sami nebo s pomocí odborníka (např. finančního poradce nebo realitního makléře).

Vedle výše uvedených rozhodnutí existují i ta, která jsou činěna v podnikatelské a státní sféře, a probíhající na různých úrovních řízení. Realizují je manažeři a úředníci v organizacích jakéhokoliv typu a je jim přikládána velká váha. Ve veřejné správě se tato rozhodnutí týkají především výběrových řízení. Cílem je dojít k nestrannému a kvalitnímu rozhodnutí. Nekvalitně provedené rozhodnutí, může mít za následek podnikatelský neúspěch, neprosazení na trhu a v nejzazším případě i zánik firmy.

Téměř každé rozhodování je vícekritériální, i když nemusí být účelné a nelze na něj aplikovat modelový způsob. Na každodenní finančně nenáročná rozhodování není třeba aplikovat matematické či ekonomické metody, ale pro manažery, posuzující často velmi složité situace, mohou metody typu vícekritériální analýzy variant sloužit jako významný podpůrný prostředek pro rozhodování. Jednotlivé typy rozhodovacích procesů mají společné vlastnosti a existují postupy, které je možno při jejich řešení aplikovat. Jak už napovídá samotný název, důsledky jsou posuzovány podle více kritérií.

Neustálá sílící konkurence má největší podíl na nutnosti permanentní změny organizací. Konkurenční schopností podniku rozumíme způsobilost obstát se svým zbožím na příslušných trzích. Pro zajištění úspěchu svých produktů na trhu, musí podnik sledovat trendy vývoje trhu a inovovat, ať už technologii či výrobky. Vzhledem ke znalostem a možnostem získávání potřebných dat, jsem oslovila firmu Plzeňské dílo, výrobní družstvo, provozovna Velhartice, zda využívá při rozhodovacích procesech (výběr pracovníků, výběr dodavatele zboží či služeb, atd.) metody vícekritériální analýzy variant.



Firma mi následně navrhla aplikovat tyto metody při řešení výběru dodavatele na modernizaci hydraulického lisu na lisování termosetů.

Tato práce může být zároveň vodítkem i pro jiné firmy a jejich manažery při jejich každodenním rozhodování za účelem dosažení hospodářského úspěchu a předního postavení na trhu.

## **2. CÍL A METODIKA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

### **2.1. CÍL PRÁCE**

Plzeňské dílo, v.d. provozovna Velhartice se zabývá lisováním termosetů, tj. výrobou součástí pro elektrotechniku, jako jsou například elektroměrové a přístrojové desky, rozvaděčové skříně, izolátory a několik druhů zářivek. Součástí je i montáž a kompletace některých výrobků.

Cílem této bakalářské práce je vybrat jednoho konkrétního dodavatele na modernizaci hydraulického lisu na lisování termosetů v této firmě.

### **2.2. METODIKA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Pro úspěšné naplnění výše stanoveného cíle v kap. 2.1 je zapotřebí splnit tyto dílčí cíle:

- 1) studium literatury- teoretická část
- 2) aplikace teoretických poznatků na konkrétním příkladu – praktická část
- 3) zhodnocení výsledků a návrh konkrétní varianty – praktická část

K úspěšnému naplnění prvního nadefinovaného cíle: studia literatury, vznikla Literární rešerše zastoupená kapitolou 3, kde se zaměřuji na uvedení do problematiky, vymezení a charakteristiku vícekritériálního rozhodování a jsou zde popsány jednotlivé použité metody, které budou aplikovány na konkrétním příkladu.

Cíl dvě: aplikace teoretických poznatků na konkrétním příkladu je charakterizován kap. 4 s názvem Případová studie, ve které je představena společnost, poskytnuty základní informace o její výrobě, popsán předmět výroby, stanoveny základní parametry lisu, kritéria, varianty a proveden výpočet modelu vícekritériální analýzy.

Některá vstupní data jsou upravena pomocí výpočtů, aby vyhovovala analýze. Pro převod kritérií z kvalitativních (verbálně vyjádřených) na kvantifikovaná (číslně vyjádřená) je použita Saatyho metoda párového porovnání. Pro výpočet vah kritérií je použita bodovací metoda, a pro výpočet konkrétní varianty metoda bážické varianty a TOPSIS.

V závěru bakalářské práce je z výsledků vyplývajících z jednotlivých variant navržena jediná kompromisní varianta, která bude doporučena firmě Plzeňské dílo, v.d. provozovna Velhartice k realizaci (cíl 3: zhodnocení výsledků a návrh konkrétní varianty).

### 3. LITERÁRNÍ REŠERŽE

#### 3.1. VÍCEKRITERIÁLNÍ ROZHODOVÁNÍ

Při řešení rozhodovacích problémů se setkáváme s nutností volby, kdy optimální řešení musí vyhovovat více kritériím.

Modely vícekriteriálního rozhodování tedy zobrazují rozhodovací problémy, v nichž se důsledky rozhodnutí posuzují podle více kritérií. Zohlednění více kritérií při hodnocení vnáší do řešení problémů obtíže, které vyplývají z obecné protichůdnosti kritérií. Kdyby totiž všechna kritéria ukazovala na stejné řešení, stačilo by pro volbu nejvhodnějšího rozhodnutí jediné z nich. Účelem modelů v těchto situacích je buď nalezení „nejlepší“ varianty podle všech uvažovaných hledisek, vyloučení neefektivních variant nebo uspořádání množiny variant (Fotr, Dědina, 1994).

Podle charakteru množiny variant či přípustných řešení se dělí úlohy vícekriteriálního rozhodování na 2 základní skupiny- **vícekriteriální analýzu variant** (či vícekriteriální hodnocení variant) a **vícekriteriální programování**. Jablonský, Dlouhý (2004) dále blíže specifikuje vícekriteriální programování na lineární, za předpokladu linearitu všech funkcí v modelu.

Modely vícekriteriální analýzy variant jsou zadány pomocí konečného seznamu variant a jejich ohodnocení podle jednotlivých kritérií. Pokud jsou varianty určeny soustavou omezujících podmínek, jde o skupinu vícekriteriálního programování (Jablonský, Dlouhý, 2004).

Fiala (2006) nazývá modely vícekriteriálního hodnocení variant diskrétními a modely vícekriteriálního programování spojitými.

Dle autorů Jablonský, Dlouhý (2004) patří mezi základní cíle vícekriteriální analýzy variant tyto tři následující:

**výběr jedné varianty** – tj. kompromisu mezi jednotlivými rozhodovacími kritérii

**uspořádání variant** - od „nejlepší“ po „nejhorší“

**klasifikace variant** – rozhodovateli jde o rozdělení variant do několika tříd (2 a více)

Cílem rozhodnutí v modelech vícekritériální analýzy variant je výběr jedné nebo více variant z množiny přípustných variant a řešení a doporučit je k řešení (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

Při řešení vícekritériálních modelů se uvažují dva subjekty. Jedním je **řešitel**, který využívá modelu a poskytovaných doporučení pro své rozhodování, druhým subjektem je **analytik**, nazývaný in Brožová, Houška, Šubrt (2003) řešitelem, jež zpracovává informace o preferencích od rozhodovatele a předkládá rozhodovateli doporučení (Fiala, 2006). Dle Brožová, Houška, Šubrt (2003) spočívá výhoda rozdělení na 2 subjekty v objektivním rozhodnutí nezainteresovaného analytika. Mezi nevýhody řadí analytikovu neznalost detailů úlohy, které se při zadávání nedaly modelově zachytit.

Tvorba variant patří podle autorů Fotr, Dědina (1994) mezi nejvýznamnější fáze řešení rozhodovacích problémů, proto jejich kvalita ve značné míře ovlivňuje kvalitu řešení rozhodnutí.

**Varianty** jsou předmětem vlastního rozhodování. Přípustná varianta je varianta, která je realizovatelná, a která není logickým nesmyslem (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

Mezi varianty se speciálními vlastnostmi jsou řazeny i ideální a bazální varianta, které jsou dle Brožová, Houška, Šubrt (2003) většinou hypotetické. **Ideální varianta** je nadefinována jako hypotetická nebo reálná varianta, která dosahuje ve všech kritériích současně nejlepší možné hodnoty. **Bazální varianta** je označována in Brožová, Houška, Šubrt (2003) jako hypotetická nebo reálná varianta, jejíž ohodnocení je nejhorší podle všech kritérií.

Varianty jsou hodnoceny dle jednotlivých kritérií. **Kritérium** je tedy hledisko hodnocení variant. Pokud máme hodnocení variant dle kritérií kvantifikováno, lze je dle autorů Brožová, Houška, Šubrt (2003) uspořádat do kritériální matice, jejíž prvky nemusí být jen konkrétní čísla. Brožová, Houška, Šubrt (2003) ji definují jako matici  $Y(y_{ij})$ , jejíž prvky tvoří hodnocení  $i$ -té varianty podle  $j$ -tého kritéria, složenou ze čtyř prvků:

- **variant rozhodnutí**
- **kritérií**
- **kritériální matice**
- **vah kritérií**

Kritéria mohou být rozdělena dle povahy na:

- **maximalizační** (nejlepší varianty mají nejvyšší hodnoty)
- **minimalizační** (nejlepší varianty mají nejnižší hodnoty).

Podle kvantifikovatelnosti lze kritéria rozdělit na:

- **kvantitativní (objektivní)** – hodnoty variant tvoří objektivně měřitelné údaje, jsou vyjádřeny číselně
- **kvalitativní (subjektivní)** – hodnoty variant nelze objektivně měřit, jedná se o hodnoty subjektivně odhadnuté uživatelem, vyjádřené verbálně

Brožová, Houška, Šubrt (2003) za velmi důležité při řešení problému považují preference mezi kritérii a definují preference mezi kritérii jako vyjádření důležitosti tohoto kritéria v porovnání s kritérii ostatními.

Fiala (2006) uvádí 3 přístupy modelování preferencí mezi kritérii:

- **aspirační úrovně**
- **ordinální informace** – tj. pořadí kritérií
- **kardinální informace** – ve formě vah.

**Aspirační úrovně** – rozhodovatel vyjádří hodnoty, které by alespoň měla dosáhnout varianta hodnocená podle jednotlivých kritérií. Varianty dosahující alespoň požadované aspirační úrovně nazývá Fiala (2006) akceptovatelnými, ostatní jako neakceptovatelné.

**Ordinální informace** – vyjadřuje uspořádání kritérií podle důležitosti nebo pořadí variant z hlediska jednotlivých kritérií.

**Kardinální informace** – informace ve formě vah. Váha kritéria je hodnota z intervalu  $<0;1>$ . Čím je vyšší hodnota vah, tím je kritérium důležitější.

Podle autorů Brožová, Houška, Šubrt (2003) může být preference kritérií vyjádřena kromě uvedených způsobů také kompenzačními kritériálními hodnotami.

Fiala (2006) považuje získání přímých hodnot vah od rozhodovatele za velmi obtížné. Existují však metody, které na základě jednodušších subjektivních informací od rozhodovatele konstruuji a vypočtou odhady vah (např. metoda pořadí, bodovací metoda, metoda párového srovnání kritérií, Saatyho metoda kvantitativního párového srovnání kritérií).

## 3.2. ÚPRAVA KRITÉRIÍ

Pro rozhodování je žádoucí, aby všechna kritéria byla kvantifikované povahy. K převodu kritérií kvalifikované povahy na kvantifikovaná je aplikována Saatyho metoda kvantitativního párového porovnání, která odvozuje váhový vektor z informace o odhadu poměru vah, který stanoví přímo uživatel. Brožová, Houška, Šubrt (2003) uvádí následující postup.

Nejdříve expert porovná každou dvojici variant a stanoví velikost preference. Pro ohodnocení se používá 9-ti bodová stupnice (1-9). Je možno používat i mezistupně (2, 4,6,8) pro citlivější vyjádření preferencí.

1 – rovnocenné varianty  $i$  a  $j$

3 – slabě preferovaná varianta  $i$  před  $j$

5- silně preferovaná varianta  $i$  před  $j$

7- velmi silně preferovaná varianta  $i$  před  $j$

9- absolutně preferovaná varianta  $i$  před  $j$

Rozhodovatel porovnává preference každé dvojice variant. Je možno je uspořádat do Saatyho matice  $S$ , jejíž prvky představují odhady podílů vah variant jednotlivých kritérií. Jsou-li  $i$ -té a  $j$ -té varianty rovnocenné, je  $s_{ij} = 1$ , preferuje-li slabě  $i$ -tou variantu před  $j$ -tou, je  $s_{ij} = 3$ , preferuje-li silně  $i$ -tou variantu před  $j$ -tou, je  $s_{ij} = 5$ , při velmi silné preferenci  $i$ -té varianty je  $s_{ij} = 7$ , při preferenci absolutní dokonce  $s_{ij} = 9$ . Je-li preferována  $j$ -tá varianta před  $i$ -tou, zapíše se do Saatyho matice převrácené hodnoty ( $s_{ij} = 1/3$  při slabé preferenci,  $s_{ij} = 1/5$  při silné preferenci atd.). Z toho již vyplývají základní vlastnosti Saatyho matice. Jedná se o matici čtvercovou řádu  $n \times n$  a reciproční, tj. platí, že  $s_{ij} = 1/s_{ji}$ . Prvky matice vyjadřují odhad podílů vah  $i$ -té a  $j$ -té varianty. Na diagonále matice  $S$  jsou vždy hodnoty jedna (každá varianta je sama sobě rovnocenná). In Brožová, Houška, Šubrt (2003) je uveden nejčastější postup výpočtu vah dle Saatyho jako normalizovaného geometrického průměru řádků Saatyho matice. Postup se někdy označuje termínem “metoda logaritmičeských nejmenších čtverců”. Vypočteme hodnoty  $b_i$  jako geometrický průměr řádků Saatyho matice.

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

Váhy se pak vypočtou normalizací hodnot  $b_i$

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i} \quad [2]$$

### 3.3. VÁHY KRITÉRIÍ A METODA JEJICH STANOVENÍ

Výchozím krokem analýzy modelu vícekritériální analýzy variant označuje Brožová, Houška, Šubrt (2003) stanovení vah kritérií, která jsou nadefinována jako nezáporná reálná čísla  $v_1, v_2, \dots, v_n$ , která vyjadřují rozdílnou významnost jednotlivých kritérií vzhledem k celkovému hodnocení variant. Existuje více metod, kterými je možno stanovit váhy kritérií, v této bakalářské práci bude použita bodovací.

Tato metoda spočívá v tom, že rozhodovatel si stanoví libovolnou bodovací stupnici (např. 0-10 nebo 0-100) a ohodnotí  $i$ -té kritérium hodnotou  $b_i$  ležící ve zvolené stupnici. Kritériu jsou přiřazeny tím vyšší body, čím je pro rozhodovatele důležitější (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

Výpočet vah se z bodového hodnocení provede podle následujícího vzorce a hodnoty váhového vektoru se pak normalizují:

$$v_j = \frac{b_j}{\sum_{j=1}^n b_j}, \text{ kde } j = 1, 2, \dots, n, \quad [3]$$

kde  $b_j$  je součet všech bodů od jednotlivých expertů, které  $j$ -tému kritériu tito experti přidělili.

Autoři Brožová, Houška, Šubrt (2003) polemizují nad otázkou, zda je vhodné či nevhodné stanovit natvrdo rozsah stupnice již na začátku hodnocení. Vhodnost tohoto postupu vidí v případě, že máme hned na počátku jasnou představu o tom, jak asi jsou ta která kritéria důležitá pro hodnocení variant. Potom považují za nejvhodnější přiřadit nejdůležitějšímu kritériu nejvyšší možný počet bodů, nejméně důležitému kritériu nejnižší možný počet bodů a všechna ostatní kritéria umístit na danou stupnici s přihlédnutím na hodnocení

nejen těchto dvou kritérií, ale i na hodnocení ostatních, již dříve umístěných kritérií. Tohoto postupu je využito i v této práci.

### **3.4. METODY STANOVENÍ POŘADÍ VARIANT A VÝBĚRU KOMPROMISNÍ VARIANTY**

Cílem metod vícekriteriálního hodnocení variant jak je již uvedeno výše, je stanovení výhodnosti jednotlivých variant z hlediska zvolených kritérií a za ním následující výběr kompromisní varianty. Zpravidla platí, že varianta s nejlepším umístěním představuje nejlepší kompromisní variantu. Možných metod výběru je celá řada, liší se náročností a použitelností pro různé typy vícekriteriálních úloh. Výsledky získané různými metodami mají subjektivní charakter a mohou se navzájem lišit ([http://fzp.ujep.cz/~Pokornyr/01\\_Materialy/KREK\\_VKV\\_skripta.pdf](http://fzp.ujep.cz/~Pokornyr/01_Materialy/KREK_VKV_skripta.pdf)).

Jednotlivé metody vycházejí z různých předpokladů a využívají různých výpočetních postupů, proto je doporučeno při vícekriteriálním hodnocení variant uplatnit více metod. Jako kompromisní je vybrána ta varianta, která byla zvolena za optimální většinou použitých metod ([http://fzp.ujep.cz/~Pokornyr/01\\_Materialy/KREK\\_VKV\\_skripta.pdf](http://fzp.ujep.cz/~Pokornyr/01_Materialy/KREK_VKV_skripta.pdf)).

#### **3.4.1. METODA BAZICKÉ VARIANTY**

Metoda bazické varianty se řadí mezi metody maximalizace užitku. Principem této metody je porovnání variant podle všech kritérií, v nichž si určíme vždy jednu výchozí nejlepší hodnotu (maximální eventuelně minimální) a vztáhneme k ní individuální parametr té určité varianty (Fotr, Dědina, 1994).

Opět je vycházeno ze základní kriteriální matice uvedené v tab. 14. Hodnotu  $j$ -tého kritéria v bazické variantě označíme  $y_j^{(b)}$ , a pro užitek kritéria výnosového typu při volbě  $i$ -té varianty platí

$$u_{ij} = y_{ij} / y_j^{(b)} \quad [4]$$

a pro užitek kritéria nákladového typu

$$u_{ij} = y_j^{(b)} / y_{ij} \quad [5]$$

V následujícím kroku jsou vynásobeny jednotlivé hodnoty sloupců z matice  $R=(r_{ij})$  příslušnými váhami kritérií a je proveden součet hodnot jednotlivých variant. Tím jsou



spočítány hodnoty agregovaného užitku. Výsledné hodnoty seřadíme sestupně a určíme pořadí.

Dle autorů Fotr, Dědina (1994) je metoda bazické varianty využitelná především pro hodnocení variant vzhledem k souboru kritérií kvantitativní povahy.

### 3.4.2. TOPSIS

Patří do skupiny metod vyžadující kardinální informaci o variantách podle každého kritéria. Aplikací metody TOPSIS (Technique for Order Preference by Similitary to Ideal Solution) se posoudí varianty vzhledem k jejich vzdálenosti od ideální a bazální varianty. Vybírá se varianta, která je nejbližší k ideální variantě a současně nejdále od bazální varianty (Brožová, Houška, Šubrt, 2003). Při výpočtu je také vycházeno stejně jako u výše uvedených metod ze základní kritériální matice, ve které jsou uvedeny varianty, kritéria, jejich povahy a váhy.

V prvním kroku vytvoříme normalizovanou kritériální matici  $R=(r_{ij})$  podle vztahu

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^p y_{ij}^2}}, \text{ kde } i=1,2,\dots,p \quad [6]$$

Sloupce matice  $R$  jsou vektory jednotkové normy (Fiala, 2006).

V druhém kroku vypočteme normalizovanou váženou kritériální matici  $W = (w_{ij})$  dle vztahu

$$w_{ij} = v_j r_{ij} \quad [7]$$

Každá hodnota ze sloupce matice  $R$  je vynásobena váhou odpovídajícího kritéria.

Zároveň jsou určeny ideální varianta  $h=(h_1, h_2, \dots, h_k)$  a bazální varianta  $d=(d_1, d_2, \dots, d_k)$  vzhledem k hodnotám ve vážené kritériální matici.

U kritérií maximalizační povahy platí:

$$h_j = \max_i(w_{ij}); \quad i=1,2,\dots,k \quad [8]$$

$$d_j = \min_i(w_{ij}); \quad j=1,2,\dots,k \quad [9]$$

a u kritérií minimalizační povahy platí:

$$h_j = \min_i(w_{ij}); \quad i=1,2,\dots,k \quad [10]$$

$$d_j = \max_i(w_{ij}); \quad j=1,2,\dots,k \quad [11]$$

Další krok spočívá ve výpočtu vzdáleností variant od ideální varianty

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^k (w_{ij} - h_j)^2}, \text{ kde } i=1,2,\dots,k \quad [12]$$

a vzdálenosti variant od bazální varianty

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^k (w_{ij} - d_j)^2}, \text{ kde } i=1,2,\dots,k \quad [13]$$

V obou případech je použita Euklidova míra vzdálenosti (Fiala, 2006).

V předposledním kroku spočítáme relativní ukazatele vzdáleností jednotlivých variant od bazální varianty podle vzorce

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}, \text{ kde } i=1,2,\dots,k \quad [14]$$

Hodnoty těchto ukazatelů se pohybují v rozmezí mezi 0 a 1, přičemž bazální varianta je rovna 0 a ideální 1.

Na závěr se seřadí varianty podle klesajících hodnot ukazatele  $c_i$ . Tím získáme uspořádání všech variant.

Výhodou této metody je, že nestanovuje pouze nejlepší variantu, ale i poskytuje úplné uspořádání variant podle hodnot relativního ukazatele  $c_i$ .

## **4. PŘÍPADOVÁ STUDIE**

### **4.1. POPIS PROBLÉMOVÉ SITUACE**

V této části bakalářské práce bude představena firma Plzeňské dílo, v.d. provozovna Velhartice z hlediska základních informací. Pro potřeby této firmy budou aplikovány některé metody vícekritériální analýzy variant s cílem vybrat jednoho konkrétního dodavatele na modernizaci hydraulického lisu na lisování termosetů.

#### **4.1.1. PROFIL FIRMY**

Plzeňské dílo, v.d. provozovna Velhartice je součástí firmy Plzeňské dílo, výrobní družstvo, která byla založena v roce 1943 a je zapsána v obchodním rejstříku s právní formou družstvo.

V počátcích se podnik zabýval dřevoobráběním, výrobou hraček, krejčovstvím a knihařstvím, později se do výroby přidalo zpracování plastických hmot, termoplastů, duroplastů a výroba dílů ze skelných laminátů. Po roce 1990 družstvo zúžilo výrobní program a zůstala pouze technologie zpracování plastických hmot a laminátů (Procházková, 1999). Družstvo je řízeno vedoucími pracovníky z ústředí družstva, sídlícího ve Skladové ulici v Plzni. V současnosti má firma 2 provozovny: jednu se sídlem v Plzni, druhou se sídlem ve Velharticích. Závod v Plzni se zabývá zpracováním termoplastů a ve Velharticích se lisují termosety. Provozovna Velhartice se stala objektem této bakalářské práce, proto je následně blíže specifikována.

Plzeňské dílo, v.d. provozovna Velhartice vlastní pro zpracování termosetů celkem 25 hydraulických lisů na přímé lisování s uzavírací silou 45, 100, 160, 250, 350, 500 a 600 tun. Lisy mají upínací desky do maximálního rozměru 1000 x 2000 mm. Nosným programem je výroba součástek pro elektrotechniku, například elektroměrové a přístrojové desky, rozvaděčové skříně, izolátory a několik druhů zářivek. Zpracovávanými materiály jsou SMC, BMC a bakelit. Jednotlivé formy na výrobky jsou dodávány odběrateli. Hospodaření je na dobré úrovni, roční objem výroby činí cca 68-70 mil. Kč, z čehož podíl exportu se pohybuje kolem 60%. Mezi hlavní odběratele patří firmy Bernstein Compact GmbH, Ranger, Schuch a na domácím trhu firma ELPLAST-KPZ Rokycany, spol. s r.o..

Zásadní posun v kvalitě výroby a možnosti oslovení nových zákazníků byla příprava a posléze úspěšná certifikace podle systému ČSN EN ISO 9001:2000 v roce 2001. Certifikát ISO 9001: 2000 je stvrzením, že firma splňuje požadavky uznávané evropské normy kvality, potvrzené renomovanými zkušebními středisky na základě splnění náročných kritérií. V současnosti tuto certifikaci již vyžadují všichni zahraniční i tuzemští zákazníci, kteří si její dodržování kontrolují pravidelnými audity, při kterých Plzeňské dílo, v.d. provozovna Velhartice prokazuje, že úroveň a kvalita práce odpovídají systému řízení kvality podle požadavků normy (Pruner, 2010).

### **Popis stávajícího lisu**

Jak již bylo uvedeno v kap. 4.1.1., Plzeňské dílo, v.d. provozovna Velhartice využívá pro lisování celkem 25 hydraulických lisů na přímé lisování s různou uzavírací silou (160 – 500 t). Popsán bude lis CBA 160/63 (výrobce TOS Rakovník), na jehož modernizaci se vybírá dodavatel. Lis je určen pro výrobu výlisků s teplem tvrditelných hmot popsáných níže v textu. Hydraulický lis je znázorněn na obrázcích 1-3 v příloze 8.2 Fotodokumentace.

CBA 160/63 je poloautomatický hydraulický lis vertikální, rámové konstrukce. Skládá se z vlastního lisu, hydraulického agregátu (tlakový zdroj), elektroskříně, ovládacího panelu a rozvodů.

Samostatná lisovací jednotka s horní pohyblivou lisovací deskou a spodním pevným upínacím stolem je umístěna na základové desce. Hydraulický agregát, kterým jsou ovládané pohyby hydraulického válce je umístěn samostatně za strojem vpravo. Pro pohon celého lisu je použito čerpadlo, které je konstruováno jako kombinace zubového čerpadla s pístovým. Zubová část pohání píst nízkým tlakem při chodu naprázdno a pístová vysokým tlakem při vlastním lisování.

Hydraulické rozvody jsou elektricky ovládané z řídicí skříně. Elektroskříně na levé straně lisu obsahuje řídicí systém, tlačítka a přepínače pro řízení chodu lisu a regulátory topení formy. Řízení lisu je tlačítkové.

Hlavní část lisu tvoří rám lisovací jednotky, který je uzavřený, svařený z profilového materiálu a ocelových plechů. V horní části lisu je přišroubován ocelový válec s uzavíracím pístem. Na pístu je připevněna deska ze šedé litiny, na kterou se upínkami připevňuje horní část formy. Spodní část formy se připevňuje upínkami na stůl, ve kterém je otvor pro spodní píst. Vedení desky je provedeno stavitelnými pravítky umístěnými

uvnitř rámu. Bočnice jsou spojeny ve spodní části příčnickem, na němž sedí rovněž ocelový stříkací válec, který je připevněn k příčnicku. Rozvod uzavírací části je ovládán třemi tlačítky umístěnými na elektroskříni. Pohyb beranu směrem dolů lze pomocí zarážky v libovolné poloze zpomalit. Po dosažení předem zvolené lisovací síly, zůstává beran po dobu, která je nastavena na časovém relé, sevřen. Po uplynutí doby se beran vrátí do výchozí polohy, která je také určena nastavitelnou zarážkou. Tím je umožněno, aby beran při lisování nízkých výlisků vykonával krátký zdvih a byl tak zrychlen pracovní cyklus.

Lis je rovněž vybaven zařízením pro automatické odvzdušnění formy. Po dosažení zvoleného lisovacího tlaku nadzvedne zařízení krátce a rychle beran, čímž odvzdušní formu (1-2krát při stejném tlaku).

Uzavírací válec s pístem je ocelový výkovek uzavřený ocelolitinovou zátkou. Lisovací deska je spojena s pístem maticí. Tlak v uzavíracím válci je držen zpětným ventilem. Vstříkovací válec je ocelový výkovek usazený do příčnicku. Při zpracování bakelitu lze píst použít jako vyrážecí výrobků. Z důvodu bezpečnosti je opatřen lis protiúrazovou zábranou, která je v přední části pohyblivá (Návod na použití lisu CBA 160/63, TOS Rakovník).

### **Popis pracovního cyklu lisu**

Provozní úkony lisu mohou být řízeny buď poloautomaticky, nebo ručně. Popis pracovního lisu je uveden pro poloautomatický cyklus při přímém lisování.

Po upnutí lisovací formy na lis je zapotřebí nejprve formu vyhřát, tzn. ohřát na lisovací teplotu, jež se pohybuje v rozmezí 120-160 °C dle použitého materiálu. Poté lisař provede naplnění formy hmotou (materiálem), buď vložením tablet, nasypáním prášku nebo vložením nakrájeného materiálu. Váhové množství materiálu je předem lisaři stanoveno. Po naplnění formy hmotou, provede obsluha vlastní zalisování stisknutím tlačítka „START“. Uzavírací píst sjede dolů vyšší rychlostí, před dosedem nastane zpomalení, až se forma uzavře. Při dostoupení plného uzavíracího tlaku forma zůstává sevřena nastavitelnou silou po dobu nastavenou na časovém relé. Po uběhnutí technologického času dojde k otevření formy a vyrážecí vyrazí hotový výlisek. Obsluha odebere hotový výlisek a vyrážecí se vrátí do dolní polohy stisknutím tlačítka. Po vyjmutí výlisků z formy očistí lisař formu od přetoků ofoukáním stlačeným vzduchem. Poté znovu vloží či vsype materiál a celý cyklus se opakuje. Přívod vzduchu je zajištěn z centrálního rozvodu

vzduchu. Při přepnutí na ruční ovládání je každá jednotlivá operace řízena samostatným stisknutím příslušného tlačítka (Osten, 1962).

## **Výrobky**

Firma Plzeňské dílo, v.d. provozovna Velhartice se zabývá především výrobou přístrojových a elektroměrových desek do domovních rozvaděčů. Desky jsou určeny pro montáž elektroměrů, sazbových spínačů a dalších elektrických přístrojů do jmenovitého proudu 63A. Pro firmu ELPLAST-KPZ Rokycany, spol. s r.o. jsou lisovány jednotlivé části rozvaděčů - dveře, bočnice, moduly, pojistkové skříně a lišty, přičemž jednotlivé díly si kompletuje zákazník sám. Na veškeré elektroměrové desky vyráběné firmou Plzeňské dílo, výrobní družstvo bylo vydáno prohlášení o shodě.

Mezi výrobky určené na export patří 17 druhů polyesterových skříní řady CP s víkem pro elektrovýrobu pro firmu Bernstein Compact GmbH. Skříně jsou určeny pro vnitřní i vnější použití k ochraně zařízení před vnějšími vlivy prostředí při teplotách okolí  $-50^{\circ}\text{C}$  až  $180^{\circ}\text{C}$  trvale. Krabice jsou vyráběny ve 2 barvách (šedé a černé), přičemž ty v černém provedení mohou být použity i ve výbušném prostředí. Dalšími výrobky určenými pro zákazníky na zahraničním trhu je 20 druhů různých elektrotechnických výrobků pro firmu Ranger, a 3 druhy zářivek určené pro firmu Schuch (Pruner, 2010).

Na obrázcích 4 a 5 v příloze 8.2 Fotodokumentace jsou znázorněny některé výrobky.

## **Používané materiály**

Hydraulický lis je určen pro vylisky za tepla tvrditelných hmot zpracovatelných lisováním ve vytápěných formách. V současnosti využívá Plzeňské dílo, v.d. provozovna Velhartice těchto materiálů: SMC, BMC, bakelit. Nejvíce výrobků cca 80 % se vyrábí z lisovací hmoty Menzolit SMC 0200 určené pro výrobu plastů na základě nenasyčených polyesterových pryskyřic. Produkt je zesílen skleněnými vlákny a obsahuje minerální plniva a je dodáván v rolích.

Teplotní rozmezí nutnosti nahřátí formy je pro každý materiál rozdílný – bakelit ( $155-160^{\circ}\text{C}$ ), SMC ( $130-140^{\circ}\text{C}$ ), BMC ( $140-150^{\circ}\text{C}$ ) z důvodu rozdílných teplotních bodů, při kterých se jednotlivé materiály tvarují.

Mezi nejdůležitější přednosti materiálů SMC a BMC pro elektrotechnické účely je možnost vysokého stupně krátkodobého i trvalého mechanického namáhání materiálu,

možnost trvalého tepelného zatížení bez ztráty mechanických pevností materiálu, tvarová stálost materiálu za tepla bez deformace dílů, vysoká požární odolnost, vynikající el.izolační vlastnosti a odolnost vůči chemikáliím bez tvorby korozních mikrotrhlin (Fielitz a Hissnauer, 1997).

#### **4.1.2. ZDŮVODNĚNÍ MODERNIZACE**

Podnět k modernizaci lisu spočíval v již nevyhovujícím stavu stávajícího lisu. Firma se rozhodla pro modernizaci hydraulického lisu CBA 160/63 z výrobních důvodů, ale samozřejmě i ekonomických. Generální opravou dojde k inovaci lisu, ke zkvalitnění výlisků (co se týče vzhledu i kvality), ke zvýšení jejich produkce a tím pádem ke zvýšení produktivity práce. To vše patří mezi hlavní ekonomické ukazatele hospodaření firmy. Zároveň firma předpokládá úsporu elektrické energie, která také tvoří nezanedbatelnou položku rozpočtu společnosti. Předpoklad návratnosti investice je 7 let.

#### **4.1.3. VYMEZENÍ PARAMETROVÝCH POŽADAVKŮ**

Jako první byly stanoveny minimální požadavky, které by měly jednotlivé nabídky splňovat, a byli vytipováni možní budoucí dodavatelé na základě následujících požadavků:

- jak je firma zavedená na trhu, jaké má zkušenosti, preference od jiných podniků, jaké má strojní vybavení, kvalifikaci zaměstnanců, na dřívějších vlastních zkušenostech objednavatele, zda celou repasi lisu dělá firma svépomocí, či dodavatelsky.

Potencionálním dodavatelům byla zaslána poptávka s technickými parametry původního lisu uvedené v tabulce 1 níže v textu, se specifikací typu čerpadla, řídicí jednotky, těsnění pístů, atd. Pro objednatele je důležitá shoda těchto repasovaných dílů s již dříve provedenými modernizovanými lisami, a to z důvodu jejich budoucích možných oprav, náhradních dílů (skladové zásoby) a servisu. Dále byly přiloženy jednotlivé výkresy lisu. Předpokladem je, že technické parametry budou povětšinou zlepšeny, inovovány či vyměněny za nové.

Po písemné nabídce od budoucích možných dodavatelů provedl hodnotitel prvotní výběr a následně zúžení možných dodavatelů. Při výběru byly částečně preferovány nové věci před opravou, pokud se týkaly bezpečnosti práce, jinak nebyly nové součástky nijak zvýhodňovány, neboť objednatel vlastní již několik dříve repasovaných lisů a s modernizovanými součástkami se nevyskytly žádné problémy.

Po využití vícekritériální analýzy dojde k vyhodnocení a bude vybrána kompromisní varianta, která bude vykazovat nejlepší poměr cena: kvalitní řešení, což je cílem celého poptávkového řízení.

**Tabulka 1 - Parametry původního lisu**

	lis	uzavírací válec	stříkací válec
max.otevření [mm]	900		
max.průchod [mm]	760		
rozměry stolu s beranem [mm]	700 x 700		
průměr otvoru v upínacím stole [mm]	175		
průměr pístu [mm]		250/180	175/140
max.zdvih [mm]		500	200
max.uzav.síla [MPa]		40-160	
max.odtah.síla [MPa]		20-75	7-27
rychlost sjíždějícího pístu [mm/s]		70	
lisovací rychlost [mm.s <sup>-1</sup> ]		2	
provozní tlak [MPa]		5-32	
max stříkací síla [MPa]			20-76
max.stříkací rychlost pístu [mm.s <sup>-1</sup> ]			80
max.příkon horní i dolní formy [kW]	22		
výkon elektromotoru čerpadla [kW]	5,5		

zdroj: Plzeňské dílo v.d.

## 4.2. STANOVENÍ KRITÉRIÍ A SPECIFIKACE OSOBY HODNOTITELE

V rozhodovacím procesu hraje vhodná volba kritérií zásadní roli. Na jejich základě dochází k hodnocení variant a nesprávně zvolené kritérium by mohlo vést ke špatnému posouzení situace. Kritéria byla vybrána spolu s hodnotitelem (technikem) z firmy Plzeňské dílo, v.d.. Hodnotitel zastává funkci vedoucího provozovny Velhartice a ve firmě je zaměstnán již od roku 1988. Původně zastával funkci mistra a roku 2007 převzal řízení této části družstva. Jeho dlouholetých zkušeností s výrobou termosetů a jeho cenných technických rad je maximálně využito při zpracovávání tématu této bakalářské práce.

V této kapitole jsou kritéria popsána obecně, jsou upřesněny způsoby jejich výpočtu, je uvedena povaha kritérií a jednotky, v jakých se budou posuzovat. Ostatním možným kritériím nepřikládá uživatel žádnou váhu nebo jsou podle nich varianty hodnoceny stejně.

**Přibližovací rychlost beranu** – maximalizační kritérium v mm.s<sup>-1</sup>. Udává, jakou rychlostí při pokynu zalisování sjede beran dolů. Kritérium velice důležité na plynulý chod a kvalitu



výlisku. Pokud jde lis rychleji do tlaku, je prokázána lepší kvalita povrchu výrobků, netvoří se nedolisky, je možno nalisovat více kusů za směnu.

**Rychlost vyrážecího válce a možnost regulace vyrážení**- maximalizační kritérium v  $\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$ . Vyrážecí válec slouží k vyrážení hotových výlisků z formy. Důležitá je regulace jeho rychlosti, kterou splňují všechny varianty, proto se dále budeme zabývat a ve výpočtech používat jen kritérium rychlost vyrážení. Některé výrobky vyžadují rychlejší a jiné pomalejší nastavení vyrážení. Záleží na materiálu, respektive na jeho složení a množství. Proto při každém počátku lisování nového výrobku se nastaví rychlost na potřebnou hodnotu.

Jelikož je rychlost vyjádřena jako rozpětí hodnot, kterých může nabývat, vypočteme její hodnotu pro konkrétní varianty, jako rozdíl dolní a horní hranice uvedených hodnot a získáme tak rychlost vyjádřenou jednou číselnou hodnotou pro každou z variant.

**Cena** - jde o minimalizační kritérium uváděné v Kč. Pro hodnotitele je toto kritérium nezanedbatelné, avšak není nejdůležitější. Firmou nebyly sice stanoveny žádné omezující finanční prostředky, ale její snahou je samozřejmě zaplacení co nejnižší peněžní sumy.

Níže v kapitole 4.3.1. je u každé potencionální dodavatelské firmy podrobněji uvedeno jaké služby spadají pod cenu.

**Bezpečnost** – velmi důležité kritérium. Zařízení musí být v souladu s bezpečnostními předpisy platnými pro hydraulické stroje. Lisovací prostor musí být zajištěn zábranami a vybaven dalšími prvky, aby byla zaručena bezpečnost práce. Pro stanovení hodnot variant tohoto kritéria bude použita Saatyho metoda párového porovnání, kdy budou hodnoty vyjádřeny kvantitativně.

**Hlučnost stroje** – minimalizační kritérium, které bude uváděno v dB. Hluk nesmí přesahovat stanovenou hranici, neboť dochází k jeho pravidelnému odbornému měření. Při překročení povolené hranice by následoval finanční postih firmy.

**Zpětná rychlost beranu**- maximalizační kritérium v  $\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$ . Významově je podobné jako výše uvedená přibližovací rychlost beranu.

**Umístění ovládacího panelu obsluhy**– Ovládací panel s tlačítky důležitými pro chod, může být umístěn buď na lisu nebo vedle lisu. Hodnotitel dává přednost panelu na lisu, z důvodu rychlejší obsluhy. Pro stanovení hodnot níže uvedených kritérií bude použita

Saatyho metoda kvantitativního párového porovnání jako tomu bylo v případě kritéria Bezpečnost.

**Doprava stroje** (transport lisu) – Lis je dopravován buď ve smontovaném stavu, ve vodorovné poloze nebo v rozloženém stavu. Hydraulický agregát a elektroskřín jsou zvlášť. U tohoto kritéria hodnotitel upřednostnil ty varianty, kdy veškerou činnost spojenou s transportem lisu zařídí a následně provede zhotovitel.

**Dodací lhůta** – minimalizační hledisko uváděné v týdnech.

**Záruční a pozáruční servis** – maximalizační hledisko v měsících. Důležitá je délka záruční doby a rozsah záručního a pozáručního servisu. Vše blíže specifikováno v kap. 4.3.1. Představení nabídek.

#### **4.2.1. STANOVENÍ VAH KRITÉRIÍ**

Stanoveným kritériím bude přidělena určitá váha, aby byla ohodnocena jejich důležitost. Vzhledem k tomu, že řešitel s hodnotitelem jsou schopni vyjádřit velikost preferencí jednotlivých kritérií, je možné použít při stanovení vah některou z metod vyžadující kardinální informaci. Kvůli většímu počtu kritérií bude využito ke stanovení vah kritérií bodovací metody. Podrobný postup výpočtu touto metodou je uveden v kap. 3.3.

U jednotlivých kritérií bude jejich důležitost vyjádřena určitým počtem bodů z intervalu od 1 do 100. Váhu každého z kritérií určíme součtem bodů a jeho následným vydělením celkovým počtem bodů rozdělených mezi všechna kritéria (tj. je provedena normalizace vah kritérií).

Saatyho metoda párového porovnání není na tento typ příkladu doporučována a to z důvodu rozsáhlejší úlohy (Brožová, Houška, Šubrt, 2003). Bodovací metoda je relativně nenáročná na rozhodovatele, ten nemusí být schopen stanovovat míru preference pro jednotlivé dvojice kritérií.

U obou metod se ale nelze oprostít od jistého subjektivního pohledu hodnotitele, což je jedno z rizik rozhodovacích situací.

V prvním kroku si označíme jednotlivá kritéria  $k_1 - k_{10}$ , jak jen uvedeno v tab. 2.

**Tabulka 2 - Označení kritérií**

kritérium	Označení
max.přibližovací rychlost beranu	$k_1$
rychlost vyrážecího pístu	$k_2$
cena	$k_3$
bezpečnost	$k_4$
hlučnost	$k_5$
zpětná rychlost beranu	$k_6$
umístění ovládacího panelu	$k_7$
doprava stroje	$k_8$
dodací lhůta	$k_9$
záruční doba	$k_{10}$

zdroj: vlastní

Výsledné váhy jednotlivých kritérií určené bodovací metodou jsou zaznamenány v následující tabulce č. 3.

**Tabulka 3 - Váhy kritérií stanovené bodovací metodou**

	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_6$	$k_7$	$k_8$	$k_9$	$k_{10}$	celkem
$b_i$	70	60	70	95	60	75	50	15	20	5	520
$v_i$	0,135	0,115	0,135	0,183	0,115	0,144	0,096	0,029	0,038	0,010	1
%	13,5	11,5	13,5	18,3	11,5	14,4	9,6	2,9	3,8	1,0	100

zdroj: vlastní

### 4.3. TVORBA VARIANT

Cílem podniku je vybrat vhodnou variantu na základě určených kritérií.

Byli vytipováni a osloveni s nabídkou na modernizaci hydraulického lisu 4 možní dodavatelé. Z tohoto počtu se vygenerovali 3 dodavatelé (INVERA s.r.o, DIEFFENBACHER - CZ, hydraulické lisy, s.r.o.( dále DIEFFENBACHER – CZ s.r.o.) a Rakovnické tvářecí stroje s.r.o. (dále RTS s.r.o.), kteří budou seřazeni podle zvolených kritérií tak, aby byl jako první určen dodavatel, který vykazuje nejlepší parametry ve zvolených kritériích.

#### **4.3.1. PŘEDSTAVENÍ VARIANT A JEJICH NABÍDEK**

V této kapitole budou podrobněji představeny předměty nabídek jednotlivých potencionálních zhotovitelů na generální opravu a modernizaci lisu CBA 160/63. Informace jsou převzaty z nabídek jednotlivých možných dodavatelů, které byly poskytnuty hodnotitelem z firmy Plzeňské dílo, v.d. provozovna Velhartice pro řešení rozhodovací situace.

Generální opravy mechanické, hydraulické a elektrické části lisu se v nabídkách dodavatelů téměř neliší, splňují zákaznickovy nároky, proto nejsou zahrnuty hodnotitelem do zvolených kritérií pro řešení.

##### **INVERA s.r.o.**

Společnost INVERA s.r.o. vznikla v roce 1992 oddělením od firmy TOS Rakovník. Firma se z počátku zaměřila na opravy a modernizaci původních výrobků TOSu Rakovník (lisy CBA, CBJ, CSB, CSY a CS). Její současný výrobní program je zaměřen především na oblast technologie zpracování plastů a gumy. Vyrábí a modernizují se zde vstřikovací stroje na plasty INTEC a TOSHIBA, vstřikovací stroje na výrobu voskových modelů určené pro slévárny přesného lití kovů, horizontální a vertikální vstřikovací stroje na gumu, vstřikovací stroje na zpracování silikonu, stroje na termosety, univerzální hydraulické lisy. Dále se firma zabývá zakázkovou výrobou hydraulických pohonných jednotek pro různé oblasti průmyslu, dodávkou a servisem zařízení firmy GAS INJECTION pro technologii vstřikování plastů s dusíkem, dodávkou řídicích systémů pro technologie zpracování plastů a gumy a dodávkou řídicích systémů pro tvářecí stroje (<http://www.invera.cz/>)

Nabídka firmy INVERA s.r.o. je uvedena níže v textu:

1. demontáž stroje
2. mechanická GO – oprava a přebroušení vodících částí stroje, kompletní povrchová úprava RAL, přebroušení a chromování pístnice, konstrukční úprava těsnění válce těsníci prvky (tzn. výroba nové hlavy válce a uzavírací matice s novými těsníci prvky) a ruční přebroušení upínacích desek
3. hydraulická část – vysokotlaké a nízkotlaké čerpadlo umožňující rychlý pohyb lisovacího pístu a lisování max. silou. Agregát bude vybaven všemi bezpečnostními prvky

vyžadující bezpečnostní normy a normy pro konstrukci strojů. Dále bude agregát vybaven separátním chlazením.

4. elektrická část – nový řídicí elektronický systém umístěný v samostatné elektroskříně vedle stroje (pod plošinou agregátu) obsahující silovou část a vlastní 16bitový řídicí systém komunikující v češtině. Samostatný ovládací panel s 6,5“ displejem umístěným do elektroskříně. Bezkontaktní spínače dráhy horního pístu, snímač tlaku. Koncové spínače pro bezpečnostní zábranu včetně bezpečnostního relé. Regulace topných zón (dle přání zákazníka) - 16x jednofázová zásuvka a 4x třífázová zásuvka (pro německé formy).

5. bezpečnost – světelná bezpečnostní zábrana na přední straně u obsluhy, pevné zábrany na bočních a zadní straně stroje se zadními revizními dveřmi. Revizní dveře hlídány koncovým spínačem. Zruční provoz

6. ostatní úpravy – dle požadavků zákazníka lze provést individuální specifikaci technických parametrů stroje (tlaků, rychlostí) a jeho funkcí. Dle těchto požadavků lze stroj následně vybavit: proporčním řízením rychlostí či tlaků, lineárními snímači dráhy uzavíracích či vyrážecích válců, individuálním programovým vybavením a ovládáním stroje, bezpečnostními prvky dle požadavků (např. laserové scannery), a speciálním příslušenstvím (vyrážení, manipulace, zakládání, atd.). Tyto parametry nad rámec základní nabídky jsou zpoplatněny a jejich cena je předem zákazníkovi uvedena.

cena – 1 630 000 Kč bez DPH, uvedená cena je včetně zkušebního provozu a zaškolení obsluhy servisním technikem ve výrobním závodě dodavatele. V ceně není zahrnuta doprava, pojištění, olejová náplň, instalace a uvedení do provozu

termín dodání – 16 týdnů od podpisu smlouvy a složení zálohy

záruka – 12 měsíců od předání stroje do provozu, přičemž záruční a placený pozáruční servis je zajištěn.

doprava stroje- dopravu stroje zajišťuje objednatel (Vaněk, 2010)

### **RTS s.r.o.**

Firma RTS s.r.o. byla založena v roce 1999 a navázala na tradici strojírenské výroby a speciálně výroby hydraulických lisů firmy TOS Rakovník. Výrobní program firmy byl postupně rozšířen o generální opravy s modernizací lisů, ostříhovací lisy, naklápací licí

stroje pro beztlaké odlévání hliníkových slitin do ocelové formy a hydraulické lisy (<http://www.tosrakovnik.cz/>).

Nabídka firmy RTS s.r.o. je uvedena zde:

1. demontáž stroje
2. oprava mechanických částí – technické zjištění opotřebení, přebroušení vedení, přebroušení desek, generální oprava válce a pístnice, jejich přetěsnění, úpravy pro novou hydrauliku, úpravy pro nové rozvody elektro nebo nový řídicí systém
3. hydraulická část – nové hydraulické rozvody, nové bloky řízení, hydraulické prvky, kompletní nový hydraulický agregát
4. elektrická část – nový řídicí systém, nové rozvody elektro, nové snímače dráhy uzavíracího pístu a vyrážече, nový ovládací panel a nová skříň silové části
5. bezpečnost – nový bezpečnostní hydraulický blok, pevná zadní zábrana, přední světelná zábrana
6. ostatní úpravy – čtyřnásobná kostka pro rozvod vzduchu včetně řízení jednotlivých větví zakončené rychlospojkami pro připojení na formu, vzduchový chladič pro chlazení hydraulického agregátu, 4 regulační pásma s celkem 36 topnými tělesy, připojených pomocí 36 zásuvek

- veškeré technologické prodlevy jsou volně stavitelné, je možné řízení dráhy a tlaku horního uzavíracího válce, řízení dráhy a tlaku spodního vyrážече, povrchová úprava barvy RALL dle přání zákazníka

- technický popis – celokovová řídicí skříň umístěná mimo lis 600x1800x400, ovládací panel obsluhy umístěn na lisu, 36 zásuvek pro připojení topných těles na boku skříně, regulace 4 teplotních pásem-propojení přes konektory, bezpečnostní vyhodnocování stavu hydraulického rozvaděče pohybu závěru, elektrovýzbroj –snímač dolní polohy uzávěru, snímač lisovacího tlaku, k měření teploty ve formě je využito 4 samostatných pásem (součástí dodávky nejsou teplotní čidla a propojovací kabel)

cena – je 1 693 000 Kč bez DPH, přičemž cena nezahrnuje dopravu lisu nebo jeho části od objednatele ke zhotoviteli a zpět, cena dále nezahrnuje montáž, oživení lisu, zaškolení obsluhy a údržby v sídle objednatele

termín dodání – do 20 týdnů od podpisu smlouvy a dodání stroje do RTS s.r.o

záruka – 12 měsíců od konečné přejímky u objednatele

doprava stroje- dopravu stroje k opravě a po opravě nezajišťuje RTS s.r.o., nýbrž objednatel

Zhotovitelská firma má uvedenu podmínku: pokud nebude stroj určený k opravě dodán objednatelem vyčištěný, bez náplní a s návodem k obsluze, budou náklady spojené s vyčištěním stroje a likvidací náplně fakturovány objednateli zvlášť.

### **DIEFFENBACHER - CZ s.r.o.**

Firma DIEFFENBACHER - CZ s.r.o. vyrábí a dodává hydraulické lisy pro tváření kovů, umělých hmot, lisy pro dřevozpracující průmysl a speciální tupírovací a ostříhovací lisy. Společnost se zabývá též generálními opravami a modernizací starých hydraulických lisů.

Její nabídka na modernizaci lisu CBA 160/63 spočívá v:

1. demontáží lisu u objednatele
2. opravě mechanických částí – přetěsnění pracovního válce a spodního vyrážeče a jejich ruční začištění drobných rýh, přerovnání vodících lišt vedení beranu, nové vodící destičky samomazné na beran, nový snímač beranu, oprava nátěru. Možnost aretace beranu v horní poloze.
3. hydraulická část – hydraulický agregát jako samostatný celek vedle lisu, na víko olejové nádrže bude nainstalován motor s čerpadlem a všechny ovládací a signalizační prvky, nová signalizace provozního stavu oleje na nádrži, teploměr a olejznak pro optickou kontrolu a integrovaný snímač teploty. Hydraulický pohon má samostatný chladicí a filtrační okruh, pracovní a zpětná rychlost jsou řízeny elektronickou regulací čerpadla. Součástí agregátu je ovládací blok spodního vyrážeče a propojovací potrubí mezi hydraulickým agregátem a spotřebiči.
4. elektrická část – kompletně nová, zajišťuje všechny potřebné funkce napájecí, řídicí, kontrolní a blokovací, el. zařízení se skládá z rozvaděče se silovou a řídicí částí, ovládacích prvků pro spouštění lisu a kabeláže s přechodovými svorkovnicemi. Silová část zajišťuje napájení a jištění pohonů hydraulického pohonu. Hlavní vypínač je uzamykatelný a je tak zabezpečen proti zneužití. Rozvaděč je umístěn na lisu.

Řídící část obsahuje programovatelný řídicí systém, zajišťující řízení jednotlivých pohybů lisu a jejich vazby, nastavování parametrů a sledování chodu, včetně zobrazení důležitých stavů. Tyto technické prostředky spolu s programovým vybavením umožňují komfortní obsluhu s vysokým stupněm automatizace a kontrolu průběhu nejdůležitějších fází technologického provozu. Ovládací panel s displejem a ovladači bude umístěn z boku rozvaděče. Ohřev nástrojů je řešen pomocí elektrických topných těles.

Pro startování pohybu beranu lisu slouží přenosný dvouruční stojánek.

5. bezpečnost – ze zadní části lisu bude zajištěna bezpečnost otevíratelným krytem, v přední části zajištěna stávajícím pohyblivým krytem s hlídáním spodní polohy (tzn. lis bude spouštěn na impuls od spouštěcích tlačítek)

6. ostatní úpravy – nový nátěr RAL

cena – 1 980 000 Kč bez DPH, přičemž cena zahrnuje průvodní dokumentaci, montáž a zkoušky u zhotovitele i objednatele a nakládku a převoz lisu.

Průvodní dokumentace bude obsahovat kompletní návod k obsluze a veškeré dokumenty potřebné pro provoz daného lisu – prohlášení o shodě a revizní zprávu elektrozařízení, výkresy, atd.

Montáž a zkouška u zhotovitele a objednatele zahrnuje montáž všech nových dílů na lis, seřízení a ověření všech funkcí lisu a předvedení objednateli a školení obsluhy a údržby.

termín dodání – do 16 týdnů od podpisu smlouvy

záruka – 12 měsíců po ověření zařízení u objednatele ve zkušebním jednosměnném provozu, pokud objednatel neuvede lis do provozu ihned po dodání, platí záruka 16 měsíců po převzetí lisu u dodavatele. Záruční doba se vztahuje na nedostatky materiálu, konstrukce a výroby, ne na opotřebitelné díly.

doprava stroje - transport lisu zajišťuje firma DIEFFENBACHER - CZ s.r.o.

Dodávka neobsahuje stavební projekt k základu lisu ani provozní náplně.

#### **4.3.2. ÚPRAVA A KVANTIFIKACE KRITÉRIÍ**

V této části jsou popsány úpravy a kvantifikace jednotlivých kritérií. Žádoucí pro rozhodování je mít všechna kritéria kvantifikované povahy, proto budou kvalitativní kritéria převedena na kvantifikovaná pomocí Saatyho metody párového porovnání,



stanovíme preference mezi 2 variantami a určíme jednotlivé váhy tohoto kritéria mezi jednotlivé varianty. Váhy jsou vypsány v přehledných tabulkách a znázorněny na grafech v příloze 8.1. Grafy.

Prvním kritériem je **maximální přibližovací rychlost beranu**. V tabulce č. 4 jsou uvedeny max. rychlosti bez jakékoliv úpravy.

**Tabulka 4 - Max. přibližovací rychlost beranu**

max.přibližovací rychlost beranu	INVERA	RTS	DIEFFENBACHER
max.přibližovací rychlost beranu [mm.s <sup>-1</sup> ]	118	120	105

zdroj: vlastní

Dalším kritériem je regulace rychlosti a rychlost vyrážecího válce. Kritérium regulace rychlosti vyrážecího válce splňují všechny varianty, jeho zařazení do hodnocení ztrácí tedy význam a došlo k jeho vyřazení.

**Rychlost vyrážecího válce** je vyjádřena rozpětím hodnot, odečteme tedy od sebe maximální a minimální hodnotu.

**Tabulka 5 - Rychlost vyrážecího válce**

rychlost vyrážecího válce	INVERA	RTS	DIEFFENBACHER
rychlost vyrážecího válce [mm.s <sup>-1</sup> ]	60	72	80

zdroj: vlastní

**Cena** – v tis. Kč vč. DPH. Hodnoty tohoto minimalizačního kritéria jsou uvedeny v tabulce č. 6.

**Tabulka 6 - Cena**

cena	INVERA	RTS	DIEFFENBACHER
cena (v tis. Kč)	1 630	1 693	1 980

zdroj: vlastní

**Bezpečnost** – Pro stanovení kvantitativních hodnot variant tohoto kritéria je použita Saatyho metoda párového porovnání. Jednotlivým variantám jsou vypočteny váhy. Vyšší hodnota váhy je z pohledu řešitele považována za lepší.

**Tabulka 7 - Saatyho matice pro kritérium bezpečnost**

bezpečnost	INVERA	RTS	DIEFFENBACHER	R <sub>i</sub>	v <sub>i</sub>
INVERA	1	3	5	2,466	0,62
RTS	0,33	1	5	1,182	0,30
DIEFFENBACHER	0,2	0,2	1	0,342	0,09
Celkem				3,990	1

zdroj: vlastní

**Hlučnost stroje** – minimalizační kritérium v dB. Hodnoty v tabulce jsou bez úprav.

**Tabulka 8 - Hlučnost stroje**

hlučnost stroje	INVERA	RTS	DIEFFENBACHER
hlučnost [ dB]	75	80	78

zdroj: vlastní

**Max. zpětná rychlost beranu** – maximalizační kritérium v mm.s<sup>-1</sup>. V tab. 9 jsou uvedeny hodnoty bez úprav.

**Tabulka 9 - Zpětná rychlost beranu**

zpětná rychlost beranu	INVERA	RTS	DIEFFENBACHER
max.zpětná rychlost beranu [mm.s <sup>-1</sup> ]	118	115	110

zdroj: vlastní

Pro stanovení hodnot níže uvedených kritérií, vyjma dodací lhůty, bude použito Saatyho metody kvantitativního párového porovnání jako tomu bylo v případě kritéria Bezpečnost. Opět jsou vypočítány váhy variant a následně je stanoveno pořadí variant od nejvyšší hodnoty po nejnižší.

### Umístění ovládacího panelu obsluhy

**Tabulka 10 - Saatyho matice pro kritérium umístění ovládacího panelu obsluhy**

umístění ovládacího panelu	INVERA	RTS	DIEFFENBACHER	R <sub>i</sub>	v <sub>i</sub>
INVERA	1	0,2	0,2	0,342	0,09
RTS	5	1	1	1,710	0,45
DIEFFENBACHER	5	1	1	1,710	0,45
celkem				3,762	1

zdroj: vlastní

## Doprava stroje

Tabulka 11 - Saatyho matice pro kritérium doprava stroje

doprava stroje	INVERA	RTS	DIEFFENBACHER	$R_i$	$v_i$
INVERA	1	1	0,2	0,585	0,14
RTS	1	1	0,2	0,585	0,14
DIEFFENBACHER	5	5	1	2,924	0,71
celkem				4,094	1

zdroj: vlastní

**Dodací lhůta** – v týdnech, u tohoto kritéria nedochází k úpravě hodnot.

Tabulka 12 - Dodací lhůta

dodací lhůta	INVERA	RTS	DIEFFENBACHER
dodací lhůta (v týdnech)	16	20	14

zdroj: vlastní

**Záruční a pozáruční servis** – maximalizační hledisko v týdnech.

Tabulka 13 - Saatyho matice pro kritérium záruční a pozáruční servis

záruční a pozáruční servis	INVERA	RTS	DIEFFENBACHER	$R_i$	$v_i$
INVERA	1	5	0,33	1,182	0,30
RTS	0,2	1	0,2	0,342	0,09
DIEFFENBACHER	3	5	1	2,466	0,62
celkem				3,990	1

zdroj: vlastní

Jsou-li určena kritéria a metody výpočtu hodnot těchto kritérií pro jednotlivé varianty, mohou úlohu charakterizovat kritériální maticí. Pro souhrnnou kritériální matici ohodnocení variant dle kritérií je využito označení kritérií z tabulky č. 2 uvedené v kap. 4.2.1. Číselné hodnoty kritérií jsou ponechány, u slovních hodnot je využito vah kritérií vypočtených Saatyho metodou párového porovnání. Tabulka obsahuje kromě kritériální matice i váhy kritérií a povahu kritéria. Grafické vyjádření matice je v příloze č. 8.1. Grafy – Obrázek 1.

**Tabulka 14 – Základní kritériální matice ohodnocení variant**

	k <sub>1</sub>	k <sub>2</sub>	k <sub>3</sub>	k <sub>4</sub>	k <sub>5</sub>	k <sub>6</sub>	k <sub>7</sub>	k <sub>8</sub>	k <sub>9</sub>	k <sub>10</sub>
INVERA	118	60	1630	0,62	75	118	0,09	0,14	16	0,3
RTS	120	72	1693	0,3	80	115	0,45	0,14	20	0,09
DIEFFENBACHER	105	80	1980	0,09	78	110	0,45	0,71	14	0,62
povaha kritérií	max	max	min	max	min	max	max	max	min	max
váhy kritérií	0,135	0,115	0,135	0,183	0,115	0,144	0,096	0,029	0,038	0,01

zdroj: vlastní

## 4.4. VÝBĚR ŘEŠENÍ, KOMPROMISNÍ VARIANTY

### 4.4.1. METODA BAZICKÉ VARIANTY

První metodou z metod vícekritériální analýzy variant použitou pro výběr kompromisní varianty je metoda bazické varianty. Pro její aplikaci je vycházeno ze základní kritériální matice viz tab. 15. Bazická varianta je variantou ideální, podle každého kritéria dosahuje nejlepšího možného výsledku (Fotr, Dědina, 1994).

**Tabulka 15 - Základní kritériální matice**

	k <sub>1</sub>	k <sub>2</sub>	k <sub>3</sub>	k <sub>4</sub>	k <sub>5</sub>	k <sub>6</sub>	k <sub>7</sub>	k <sub>8</sub>	k <sub>9</sub>	k <sub>10</sub>
INVERA	118	60	1630	0,62	75	118	0,09	0,14	16	0,3
RTS	120	72	1693	0,3	80	115	0,45	0,14	20	0,09
DIEFFENBACHER	105	80	1980	0,09	78	110	0,45	0,71	14	0,62
povaha kritérií	max	max	min	max	min	max	max	Max	min	max
váhy kritérií	0,135	0,115	0,135	0,183	0,115	0,144	0,096	0,029	0,038	0,01

zdroj: vlastní

Hodnoty kritérií jednotlivých variant v základní matici jsou upraveny následujícím způsobem: v prvním kroku je nejlepší varianta dle povahy kritéria označena 1 a ostatní varianty jsou procentuelně dopočteny vůči nejlepší variantě ozn. 1. Je vytvořena nová kritériální matice viz tab. 16.

**Tabulka 16 - Upravená kritériální matice**

	k <sub>1</sub>	k <sub>2</sub>	k <sub>3</sub>	k <sub>4</sub>	k <sub>5</sub>	k <sub>6</sub>	k <sub>7</sub>	k <sub>8</sub>	k <sub>9</sub>	k <sub>10</sub>
INVERA	0,98	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	0,20	0,88	0,48
RTS	1,00	0,90	0,96	0,48	0,94	0,97	1,00	0,20	0,70	0,15
DIEFFENBACHER	0,88	1,00	0,82	0,15	0,96	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00
povaha kritérií	max	max	min	max	min	max	max	max	min	max
váhy kritérií	0,135	0,115	0,135	0,183	0,115	0,144	0,096	0,029	0,038	0,01

zdroj: vlastní

V následujícím kroku je vytvořena kritériální matice  $r_{ij}$ , v které jsou hodnoty kritérií pro jednotlivé varianty vynásobeny příslušnými váhami k danému kritériu.

**Tabulka 17 - Kritériální matice  $r_{ij}$**

$r_{ij}$	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_6$	$k_7$	$k_8$	$k_9$	$k_{10}$
INVERA	0,133	0,086	0,135	0,183	0,115	0,144	0,019	0,006	0,033	0,005
RTS	0,135	0,104	0,130	0,089	0,108	0,140	0,096	0,006	0,027	0,001
DIEFFENBACHER	0,118	0,115	0,111	0,027	0,111	0,134	0,096	0,029	0,038	0,010
povaha kritérií	max	max	min	max	min	max	max	max	min	max
váhy kritérií	0,135	0,115	0,135	0,183	0,115	0,144	0,096	0,029	0,038	0,01

zdroj: vlastní

V posledním kroku jsou sečteny všechny hodnoty v rámci jednotlivých variant a určeno pořadí dle pravidla: čím vyšší hodnota, tím lepší umístění.

**Tabulka 18 - Pořadí variant**

	$\sum_{k1-k10}$	pořadí
INVERA	0,86	1.
RTS	0,83	2.
DIEFFENBACHER	0,79	3.

zdroj: vlastní

Vzhledem k tomu, že pořadí na prvních dvou místech je velice vyrovnané, bude proveden výpočet ještě dle další metody, a to metody TOPSIS.

#### 4.4.2. METODA TOPSIS

Při výpočtech touto metodou je postupováno dle popisu z kap. 3.4.2.

Obdobně jako tomu bylo v předchozím řešení, je vycházeno ze základní kritériální matice z tab. 19.

**Tabulka 19 - Základní kritériální matice**

	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_6$	$k_7$	$k_8$	$k_9$	$k_{10}$
INVERA	118	60	1630	0,62	75	118	0,09	0,14	16	0,3
RTS	120	72	1693	0,3	80	115	0,45	0,14	20	0,09
DIEFFENBACHER	105	80	1980	0,09	78	110	0,45	0,71	14	0,62
povaha kritérií	max	max	min	max	min	max	max	max	min	max
váhy kritérií	0,135	0,115	0,135	0,183	0,115	0,144	0,096	0,029	0,038	0,01

zdroj: vlastní

V prvním kroku je vypočtena odmocnina ze součtu druhých mocnin hodnot jednotlivých kritérií (tab. 20).

**Tabulka 20 – Mezikrok výpočtu normalizované kritériální matice**

$y_{ij}^2$	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_6$	$k_7$	$k_8$	$k_9$	$k_{10}$
INVERA	13924	3600	2656900	0,3844	5625	13924	0,0081	0,0196	256	0,09
RTS	14400	5184	2866249	0,09	6400	13225	0,2025	0,0196	400	0,0081
DIEFFENBACHER	11025	6400	3920400	0,0081	6084	12100	0,2025	0,5041	196	0,3844
$\Sigma$	39349	15184	9443549	0,4825	18109	39249	0,4131	0,5433	852	0,4825
$\sqrt{\quad}$	198,3658	123,2234	3073,0358	0,6946	134,5697	198,1136	0,6427	0,7371	29,1890	0,6946
povaha kritérií	max	max	min	max	min	max	max	max	min	max
váhy kritérií	0,135	0,115	0,135	0,183	0,115	0,144	0,096	0,029	0,038	0,01

zdroj: vlastní

Následně je vytvořena normalizovaná kritériální matice  $r_{ij}$  (tab. 21) a normalizovaná vážená kritériální matice  $w_{ij}$  a určeny ideální a bazální varianty (tab. 22).

**Tabulka 21 - Normalizovaná kritériální matice  $r_{ij}$**

$r_{ij}$	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_6$	$k_7$	$k_8$	$k_9$	$k_{10}$
INVERA	0,594861	0,486921	0,530420	0,892572	0,557332	0,595618	0,140028	0,189936	0,548151	0,431889
RTS	0,604943	0,584305	0,550921	0,431889	0,594488	0,580475	0,700140	0,189936	0,685189	0,129567
DIEFFENBACHER	0,529325	0,649227	0,644314	0,129567	0,579625	0,555237	0,700140	0,963249	0,479632	0,892572
povaha kritérií	max	max	min	max	min	max	max	max	min	max
váhy kritérií	0,135	0,115	0,135	0,183	0,115	0,144	0,096	0,029	0,038	0,01

zdroj: vlastní

**Tabulka 22 - Normalizovaná vážená kritériální matice  $w_{ij}$**

$w_{ij}$	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_6$	$k_7$	$k_8$	$k_9$	$k_{10}$
INVERA	0,080306	0,055996	0,071607	0,163341	0,064093	0,085769	0,013443	0,005508	0,020830	0,004319
RTS	0,081667	0,067195	0,074374	0,079036	0,068366	0,083588	0,067213	0,005508	0,026037	0,001296
DIEFFENBACHER	0,071459	0,074661	0,086982	0,023711	0,066657	0,079954	0,067213	0,027934	0,018226	0,008926
povaha kritérií	max	max	min	max	min	max	max	max	min	max
váhy kritérií	0,135	0,115	0,135	0,183	0,115	0,144	0,096	0,029	0,038	0,01
ideální varianta $\underline{h}$	0,081667	0,074661	0,071607	0,163341	0,064093	0,085769	0,067213	0,027934	0,018226	0,008926
bazální varianta $\underline{d}$	0,071459	0,055996	0,086982	0,023711	0,068366	0,079954	0,013443	0,005508	0,026037	0,001296

zdroj: vlastní

V dalším kroku byly vypočteny vzdálenosti jednotlivých variant od ideální a bazální varianty (tab. 23 a 24) a spočten relativní ukazatel vzdálenosti jednotlivých variant od bazální varianty (tab. 25). Na základě výsledků byly varianty seřazeny od varianty s nejvyšší hodnotou po nejnižší (tab. 25).

**Tabulka 23 - Vzdálenost od ideální varianty**

$d_i^+$	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_6$	$k_7$	$k_8$	$k_9$	$k_{10}$	$\sqrt{\Sigma (w_{ij} - h_j)^2}$
INVERA	1,85E-06	3,48E-04	0	0	0	0	2,89E-03	5,03E-04	6,78E-06	2,12E-05	6,14E-02
RTS	0	5,57E-05	7,66E-06	7,11E-03	1,83E-05	4,75E-06	0	5,03E-04	6,10E-05	5,82E-05	8,84E-02
DIEFFENBACHER	1,04E-04	0	2,36E-04	1,95E-02	6,57E-06	3,38E-05	0	0	0	0	1,41E-01
povaha kritérií	max	max	min	max	min	max	max	max	min	max	
váhy kritérií	0,135	0,115	0,135	0,183	0,115	0,144	0,096	0,029	0,038	0,01	

zdroj: vlastní

**Tabulka 24 - Vzdálenost od bazální varianty**

$d_i^-$	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_6$	$k_7$	$k_8$	$k_9$	$k_{10}$	$\sqrt{\sum (w_{ij} - d_j)^2}$
INVERA	7,83E-05	0	2,36E-04	1,95E-02	1,83E-05	3,38E-05	0	0	2,71E-05	9,14E-06	1,41E-01
RTS	1,04E-04	1,25E-04	1,59E-04	3,06E-03	0	1,32E-05	2,89E-03	0	0	0	7,97E-02
DIEFFENBACHER	0	3,48E-04	0	0	2,92E-06	0	2,89E-03	5,03E-04	6,10E-05	5,82E-05	6,22E-02
povaha kritérií	max	max	min	max	min	max	max	max	min	max	
váhy kritérií	0,135	0,115	0,135	0,183	0,115	0,144	0,096	0,029	0,038	0,01	

zdroj: vlastní

**Tabulka 25 - Relativní ukazatel vzdálenosti a výsledné pořadí metody TOPSIS**

	$d_i^+$	$d_i^-$	$c_i$	pořadí
INVERA	0,06142044	0,141065626	0,697	1.
RTS	0,08840745	0,079711719	0,474	2.
DIEFFENBACHER	0,14098761	0,062167261	0,306	3.

zdroj: vlastní

## 4.5. ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ A NÁVRH ŘEŠENÍ

Výsledky pořadí vypočtenými jednotlivými metodami jsou shrnuty do srovnávací tab. 27.

**Tabulka 26 - Srovnání výsledků dle jednotlivých metod**

	Metoda bazické varianty	TOPSIS
INVERA	1.	1.
RTS	2.	2.
DIEFFENBACHER	3.	3.

zdroj: vlastní

Jako první byla použita metoda bazické varianty. Z jejích výsledků vykazuje nejlepší užitek firma INVERA s.r.o., poté následuje firma RTS s.r.o. a na 3. místě se umístila dle užítku firma DIEFFENBACHER - CZ s.r.o..

Použití jenom výsledků dosažených touto metodou by nebylo objektivní, neboť užítky variant, které se umístily na prvních dvou místech, jsou velice vyrovnané, proto byla následně použita i metoda TOPSIS, a výsledky porovnány. Také pomocí této metody vykazuje největší vzdálenost od bazální varianty firma INVERA s.r.o., následovaná firmou RTS s.r.o. a firmou DIEFFENBACHER - CZ s.r.o..

Jelikož jsou výsledky pořadí určené oběma metodami shodné, lze považovat vítěznou variantu, nabídku firmy INVERA s.r.o., za nejvýhodnější a lze ji doporučit k realizaci.

Vítězná nabídka je nejen finančně nejlevnější, zároveň nejlépe splňuje i požadavky na kritérium bezpečnost, které je hodnotitelem dosti preferováno a nabízí i nejvýhodnější pro rozhodovatele hodně ceněný poměr cena- kvalita.

## 5. ZÁVĚR

Ze zadání vyplývající úkol této studie: výběr dodavatele na modernizaci hydraulického lisu pomocí vícekriteriální analýzy variant se povedl naplnit. Po podrobném prostudování jednotlivých dokumentů úzce souvisejících s danou problematikou byly vymezeny rozhodovatelem tři varianty. K nim byla nadefinována jednotlivá kritéria, z nichž některá byla upravena pomocí Saatyho metody kvantitativního párového porovnání. Pomocí bodovací metody byly vypočteny váhy jednotlivých kritérií. Obě metody byly vybrány s ohledem na povahu řešeného problému a na množství kritérií.

V další fázi byla vytvořena kriteriální matice rozhodovacího modelu, na jejímž základě byly za použití dvou různých vícekriteriálních metod (metody bazické varianty a TOPSIS) ohodnoceny jednotlivé varianty a z výsledků každé použité metody byl proveden výběr té nejlepší z nich. Metoda bazické varianty byla zvolena pro svoji jednoduchost a metoda TOPSIS je zástupcem matematicky obtížnějšího postupu. Všechny použité metody jsou založeny na subjektivním přístupu a hodnoty vah, tím pádem i výsledky, se mohou lišit dle názoru experta na tuto problematiku. Zvýšením počtu expertů by mohlo dojít k možnému vylepšení a přesnější expertize. Po praktické analýze metod vícekriteriálního rozhodování byla tedy vybrána, jak již bylo uvedeno v kap. 4.6. Zhodnocení výsledků, nabídka firmy INVERA s.r.o.

Zadáním zakázky firmě INVERA s.r.o. dojde nejen k ekonomické úspoře, neboť firma provede modernizaci lisu nejlevněji, ale nabízenými technologickými parametry dojde ke zrychlení stroje, ke zvýšení jeho výkonu, a s tím souvisejícímu navýšení množství výrobků, vyrobených za jednu směnu, tím pádem k navýšení zisku a v neposlední řadě k rychlejší předpokládané návratnosti investice než udávaných 7 let. Doporučuji firmě Plzeňské dílo, v.d. provozovna Velhartice využívat metody vícekriteriálního rozhodování i v dalších rozhodovacích procesech (např. při plánu výroby či dodavatele materiálu).

Domnívám se, že organizace jsou si vědomy důležitostí rozhodovacích procesů, které manažeři každodenně realizují. Výsledky procesu hrají velmi důležitou roli v efektivnosti fungování firem. Metody vícekriteriálního rozhodování celý tento rozhodovací proces značně urychlují a manažeři jsou tak schopni přijmout rozhodnutí rychleji a efektivněji.



## 6. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BROŽOVÁ, Helena, HOUŠKA, Milan, ŠUBRT, Tomáš. *Modely pro vícekriteriální rozhodování*. ČZU v Praze, Provozně ekonomická fakulta, Katedra systémového inženýrství. Praha: CREDIT. 2003. 178 s. ISBN 978-80-213-1019-3

FIALA, Petr. *Modely a metody rozhodování*. VŠE v Praze, Fakulta informatiky a statistiky. nakladatelství: VŠE OECONOMICA. 2006, ISBN 80-7079-748-7

FIELITZ B., HISSNAUER H.J.. SMC/BMC pro elektrotechnické aplikace. DUROFORM COMPOUNDS GmbH: B.. Karlovy Vary. 1997

FOTR, Jiří, DĚDINA, Jiří. *Manažerské rozhodování*. VŠE v Praze, Fakulta podnikohospodářská. 1994. 170 s. ISBN-80-7079-939-0

HUŠEK, Josef. *Nabídka č.79/09 –Generální oprava CBA 160 –firma DIEFFENBACHER-CZ.s.r.o.* Poskytnuto od: PRUNER, Josef. 2010

JABLONSKÝ, Josef., DLOUHÝ Martin. *Modely hodnocení efektivnosti produkčních jednotek*. Praha: Professional Publishing. 2004. 183 s. ISBN 80-86419-49-5

KVAPIL, Miroslav. *Nabídka č. NR09083 –Generální oprava s modernizací lisu CBA 160/63*. Poskytnuto od: PRUNER, Josef. 2010

OSTEN, Miloš. *Praxe lisování termosetů*. SNTL Praha. 1962. 150 s. ISBN 04-611-62

PROCHÁZKOVÁ, Jana. *Podnikatelská Plzeň 2000*. Gemini studio. 1999. 72 s. ISBN (neuveдено)

VANĚK Luboš. *Nabídka č. 09/09/15-CB236 – Generální oprava CBA 160 –firma INVERA s.r.o.* Poskytnuto od: PRUNER, Josef. 2010

elektronické dokumenty,ústní a písemná sdělení:

foto výrobků - Plzeňské dílo v.d.. [on-line],[citováno 2011-03-04]. Dostupné z <<http://www.plzenske-dilo.cz/termosety/elektromerove-a-pristrojove-desky-stresnikove-hlavice.htm>> a <<http://www.plzenske-dilo.cz/termosety/polyesterove-skrine-rady-cp.htm>>

historie firmy RTS s.r.o. [on- line]. [citováno 2011-02-04]. Dostupné z : <<http://tosrakovnik.cz/>>

historie firmy INVERA s.r.o.[on-line],[citováno 2011-02-04]. Dostupné z : <<http://www.invera.cz/index.php?lang=cs&id=o-firme-historie>>

*Návod na použití lisu CBA 160/63, TOS Rakovník*. Poskytnuto od: PRUNER Josef, 2010

PRUNER, Josef: ústní sdělení, Plzeňské dílo v.d. Velhartice, 2010

*Vícekritériální rozhodování za jistoty.* [citováno 2011-02-08]

Dostupné z: [http://fzp.ujep.cz/~Pokornyr/01\\_Materialy/KREK\\_VKV\\_skripta.pdf](http://fzp.ujep.cz/~Pokornyr/01_Materialy/KREK_VKV_skripta.pdf)

## 7. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Parametry původního lisu	24
Tabulka 2 - Označení kritérií	27
Tabulka 3 - Váhy kritérií stanovené bodovací metodou	27
Tabulka 4 - Max. přibližovací rychlost beranu	33
Tabulka 5 - Rychlost vyrážecího válce	33
Tabulka 6 - Cena	33
Tabulka 7 - Saatyho matice pro kritérium bezpečnost	34
Tabulka 8 - Hlučnost stroje	34
Tabulka 9 - Zpětná rychlost beranu	34
Tabulka 10 - Saatyho matice pro kritérium umístění ovládacího panelu obsluhy	34
Tabulka 11 - Saatyho matice pro kritérium doprava stroje	35
Tabulka 12 - Dodací lhůta	35
Tabulka 13 - Saatyho matice pro kritérium záruční a pozáruční servis	35
Tabulka 14 – Základní kritériální matice ohodnocení variant	36
Tabulka 15 - Základní kritériální matice	36
Tabulka 16 - Upravená kritériální matice	36
Tabulka 17 - Kritériální matice $r_{ij}$	37
Tabulka 18 - Pořadí variant	37
Tabulka 19 - Základní kritériální matice	37
Tabulka 20 – Mezikrok výpočtu normalizované kritériální matice	38
Tabulka 21 - Normalizovaná kritériální matice $r_{ij}$	38
Tabulka 22 - Normalizovaná vážená kritériální matice $w_{ij}$	38
Tabulka 23 - Vzdálenost od ideální varianty	38
Tabulka 24 - Vzdálenost od bazální varianty	39
Tabulka 25 - Relativní ukazatel vzdálenosti a výsledné pořadí metody TOPSIS	39
Tabulka 26 - Srovnání výsledků dle jednotlivých metod	39

## **8. PŘÍLOHY**

8.1 GRAFY

8.2 FOTODOKUMENTACE

## 8.1. GRAFY

### Seznam grafů

Obrázek 1 - Grafické zobrazení variant dle kritérií a jejich vah

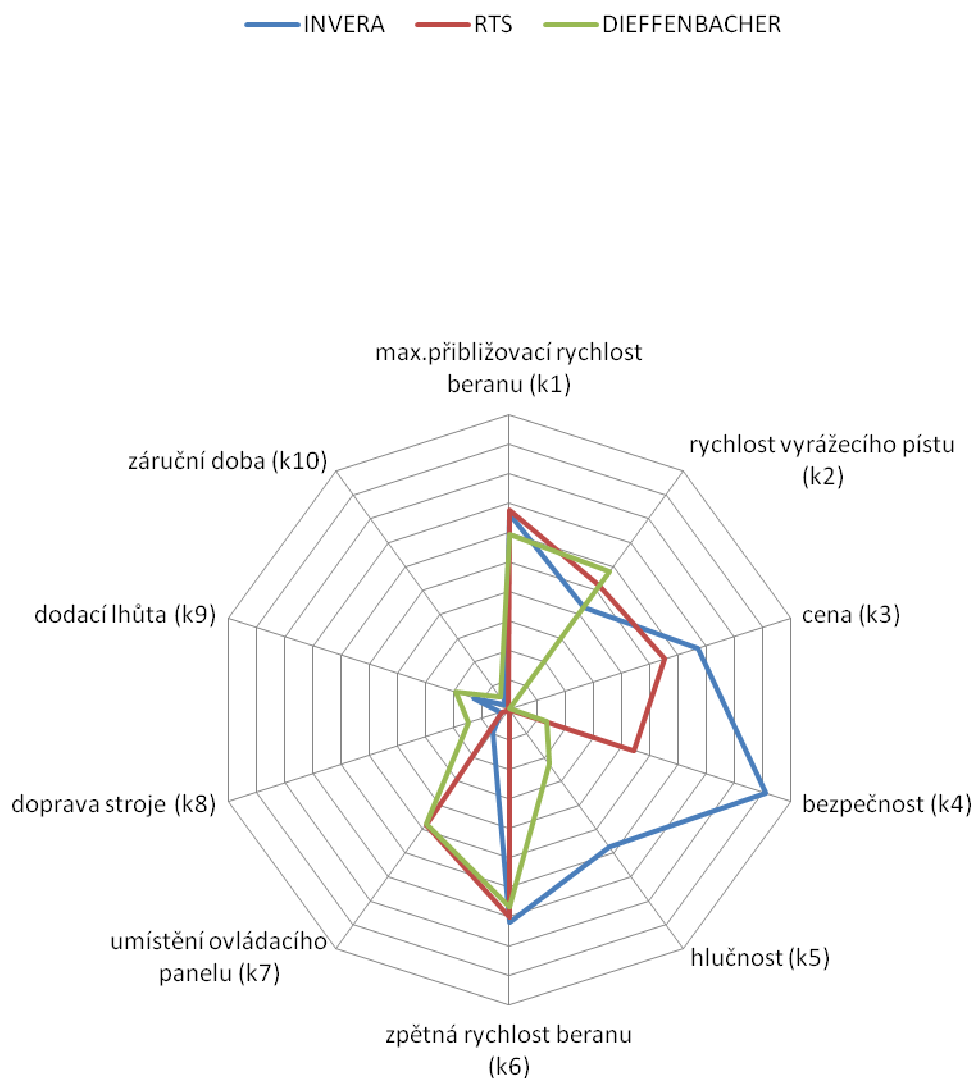
Obrázek 2 - Graf rozdělení váhy kritéria bezpečnost mezi jednotlivé varianty

Obrázek 3 - Graf rozdělení váhy kritéria umístění ovládacího panelu mezi jednotlivé varianty

Obrázek 4 - Graf rozdělení váhy kritéria záruční a pozáruční servis mezi jednotlivé varianty

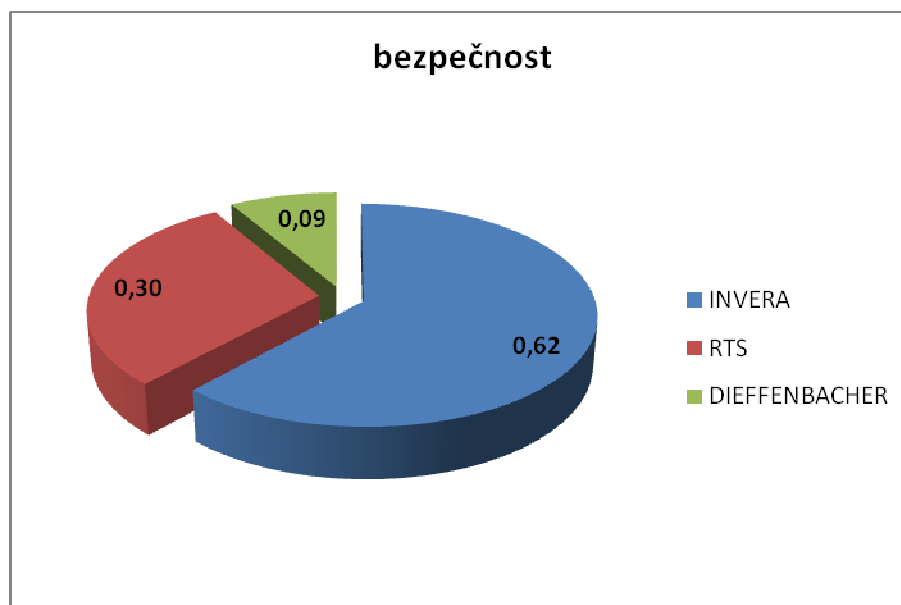
Obrázek 5 - Graf rozdělení váhy kritéria doprava stroje mezi jednotlivé varianty

## Grafické zobrazení variant dle kritérií a jejich vah



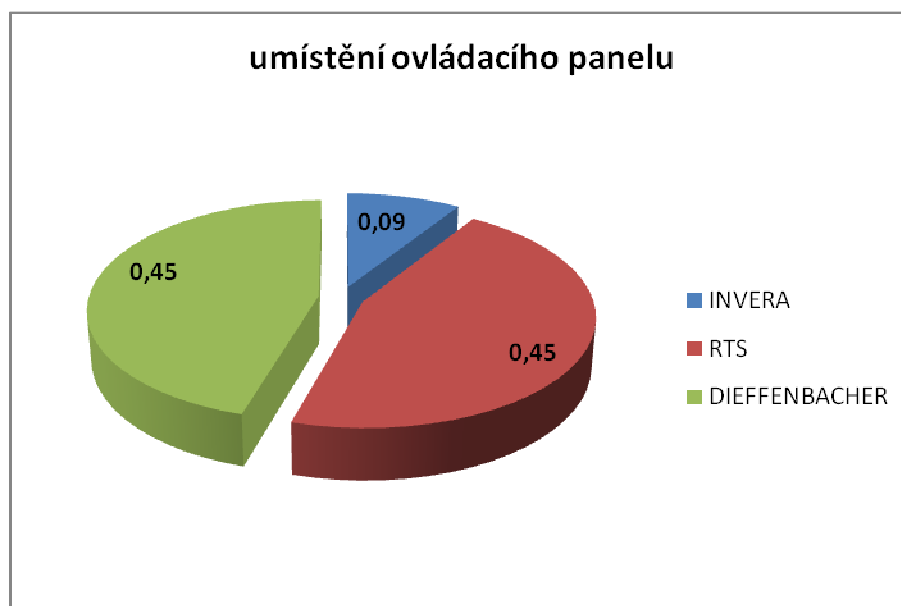
*zdroj: vlastní*

**Obrázek 1 - Grafické zobrazení variant dle kritérií a jejich vah**



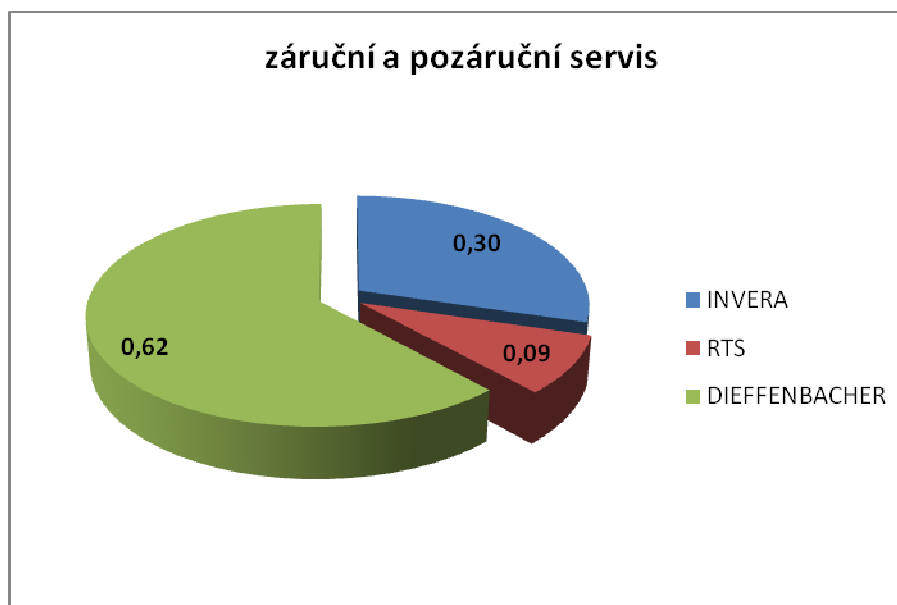
*zdroj: vlastní*

**Obrázek 2 - Graf rozdělení váhy kritéria bezpečnost mezi jednotlivé varianty**



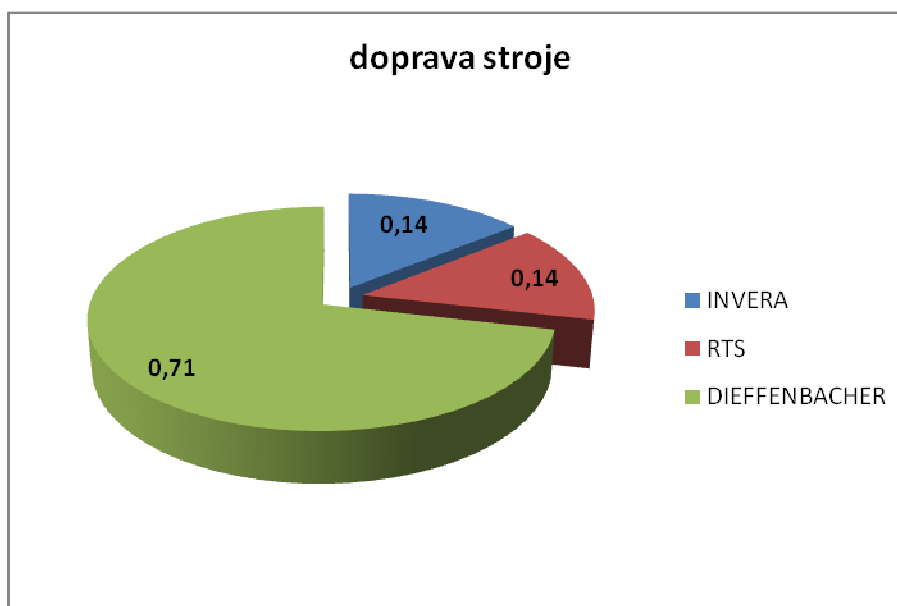
*zdroj: vlastní*

**Obrázek 3 - Graf rozdělení váhy kritéria umístění ovládacího panelu mezi jednotlivé varianty**



*zdroj: vlastní*

**Obrázek 4 - Graf rozdělení váhy kritéria záruční a pozáruční servis mezi jednotlivé varianty**



*zdroj: vlastní*

**Obrázek 5 - Graf rozdělení váhy doprava stroje mezi jednotlivé varianty**



## **8.2. Fotodokumentace**

### **Seznam fotodokumentace**

Obrázek 1 – Hydraulický lis CBA 160/63

Obrázek 2 - Hydraulický lis CBA 160/63 - boční pohled

Obrázek 3 - schéma lisu CBA 160/63

Obrázek 4 - Příklady výrobků 1

Obrázek 5 - Příklady výrobků 2



**Obrázek 1 – Hydraulický lis CBA 160/63**

*zdroj: vlastní*

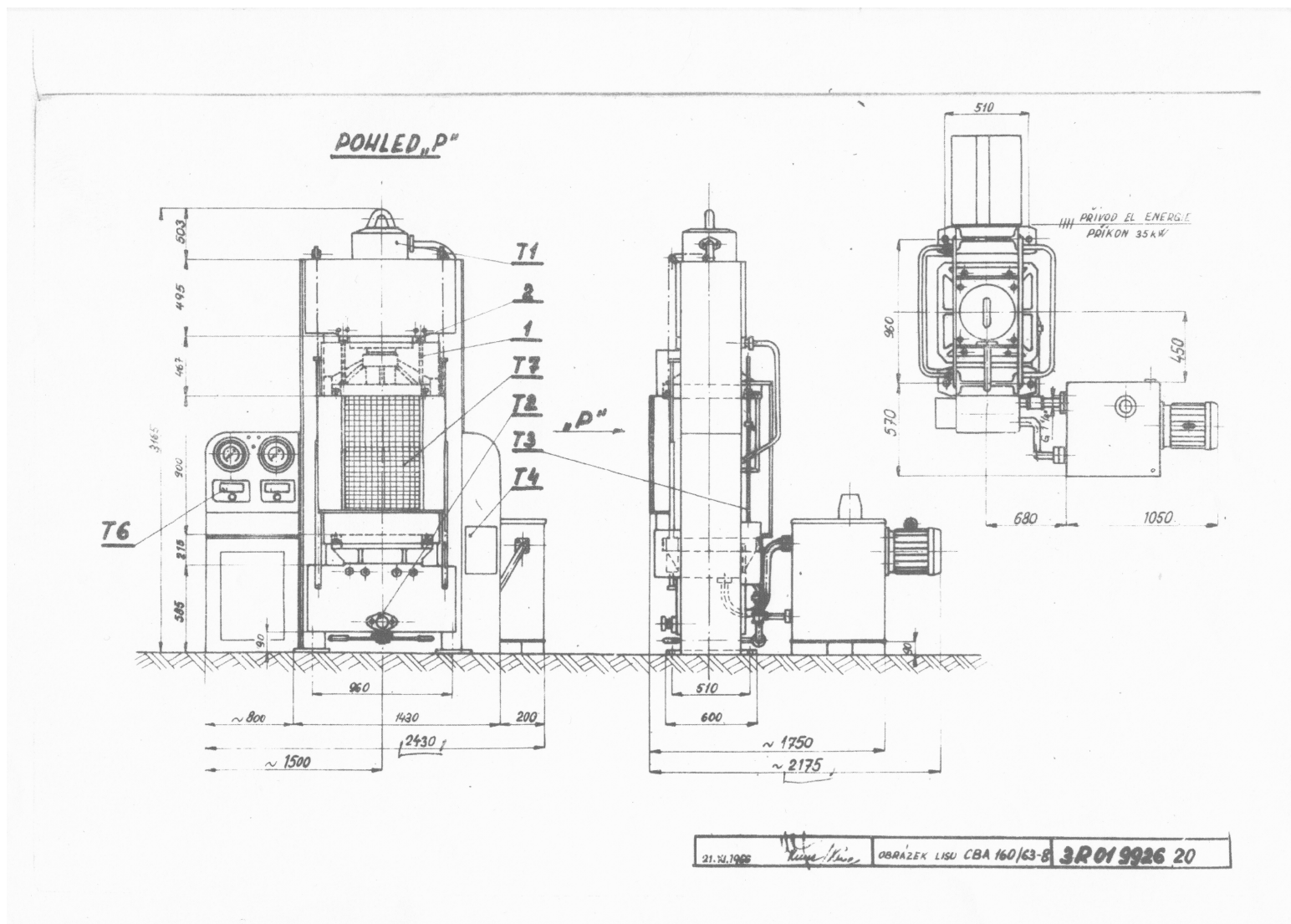


**Obrázek 2 – Hydraulický lis CBA 160/63 – boční pohled**

*zdroj: vlastní*

Obrázek 1 - schéma lisu CBA 160/63

zdroj: TOS Radovnik



T1 – uzavírací válec; T2 – stříkací válec; T3 – zpomalovací zařízení; T6 – elektrorozvodná skříň; T7 - zábrana



**Obrázek 2 - Příklady výrobků 1**

*zdroj: Plzeňské dílo*



**Obrázek 3 - Příklady výrobků 2**

*zdroj: Plzeňské dílo*