

# VÝPOČTOVÉ MODELOVÁNÍ A OCEŇOVÁNÍ TVÁŘECÍCH STROJŮ COMPUTATIONAL MODELLING AND VALUATION OF FORMING MACHINES

Roman Šústek<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ing. Roman Šústek, Ústav soudního inženýrství, Vysoké učení technické v Brně, e-mail: roman.sustek@vut.cz, ORCID 0000-0003-3260-889X

**Abstract:** Determining the value of the default as an input variable into the valuation algorithm can be one of the fundamental problems in the valuation of machines. The value of a machine depends on the level of its properties. A machine is a complex system, and the properties of this system are described by several parameters. Increasing the level of these parameters usually significantly affects the production costs. Correct definition of pricing parameters and determination of their price dependencies can lead to improved approaches in the determination of the default value and thus to achieving more credible valuation results. The aim of the contribution was to create a price model for the calculation of the value of the default punching machine depending on its pricing parameters. The advantages of the chosen approach can be seen mainly in the possibilities of data processing and the use of processing outputs for creating practical applications.

**Keywords:** punching machine, valuation, default value, computational modelling, pricing parameters

**JEL Classification:** C10

---

## ÚVOD

Oceňování movitého majetku se řadí mezi ekonomické disciplíny, jejichž význam neustále roste. Jedná se o procesy s přesahem zejména do daňové, účetní a právní problematiky. Existuje mnoho situací, ve kterých je ocenění majetku vyžadováno různými subjekty. Mohou to být například bankovní ústavy, pojišťovny, obecné soudy, policie, advokáti a občané. Obecně při oceňování movitých věcí je problém, že shodné nebo podstatně podobné provedení movité věci zpravidla není, máme nejvýše srovnatelné provedení. U oceňování tvářecích strojů je to ještě složitější. Máme sice srovnatelné tvářecí stroje, ale mezi oceňovaným tvářecím strojem a tvářecími stroji určenými pro porovnání prakticky vždy existují podstatné odlišnosti základních charakteristik. Pokud se tržní informace netýkají přesně nebo podstatně stejného tvářecího stroje, musí se provést srovnávací analýza kvalitativních a kvantitativních podobností a rozdílů mezi srovnatelným tvářecím strojem a oceňovaným tvářecím strojem (International Valuation Standards Council, 2021). Pro zjišťování podstatných odlišností základních charakteristik tvářecích strojů a jejich oceňovacích modelů chybí metody, které by nebyly založeny jen na subjektivním posouzení, ale které by byly objektivní a rychlé. Současným trendem je maximalizace automatizace procesu ocenění. Provedení ocenění v krátké době je v dnešní době z hlediska přísunu zakázek zcela zásadní. Proto je nutné vytvořit zautomatizované postupy, které vedou nejen ke správnosti a transparentnosti výsledků ocenění, ale i k rychlému vyřešení znaleckého úkolu.

## 1. ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

Mezi základní způsoby oceňování majetku patří ocenění založené na bázi směnné hodnoty, vyjádřené ať již tržní hodnotou majetku, podle mezinárodních standardů pro oceňování, nebo obvyklou cenou majetku ve smyslu zákona o oceňování majetku. Podle všeobecných uznávaných zásad musí být tento způsob ocenění vždy založen na analýze trhu. Realizace těchto analýz však vyžaduje použití věrohodných

způsobů provádění srovnávacích analýz tak, aby tyto umožnily správně zohlednit nejen podstatné charakteristiky jeho okolí, a také rozdíly mezi majetkem oceňovaným a majetkem použitým pro porovnání. Dle ustanovení uvedeného v International Valuation Standards: „Pokud se srovnatelné tržní informace netýkají přesně nebo podstatně stejného aktiva, musí oceňovatel provést srovnávací analýzu kvalitativních a kvantitativních podobností a rozdílů mezi srovnatelnými aktivy a oceňovaným aktivem. Na základě této srovnávací analýzy bude často nezbytné provést úpravy. Tyto úpravy musí být přiměřené a oceňovatelé musí zdokumentovat důvody úprav, a jak byly kvantifikovány.“ (International Valuation Standards Council, 2021). Realizace těchto analýz však vyžaduje použití věrohodných způsobů provádění srovnávacích analýz tak, aby tyto umožnily správně zohlednit nejen podstatné charakteristiky jeho okolí, a také rozdíly mezi majetkem oceňovaným a majetkem použitým pro porovnání.

Do algoritmu oceňování vstupuje hodnota výchozí stroje. Je to veličina, od které se odvíjí tržní hodnota stroje. Odvození hodnoty výchozí je otázkou cenových informací. Hodnota výchozí stroje vyjadřuje peněžitou částku, za kterou by bylo možno shodný nebo srovnatelný stroj pořídit v době ocenění jako nový. V případě, že oceňovaný stroj je dostupný na trhu, je hodnotou výchozí pořizovací cena nového stroje stejného typu. Pokud se oceňovaný stroj jako nový již nevyrábí, zpravidla se stanoví jako cena srovnatelná na základě cenového a parametrického porovnání (Bradáč et al., 2015).

Praktický přístup k určení výchozí hodnoty uvádí Makovec (2003). Výchozí hodnotu vyjadřuje přepočtem původní pořizovací ceny pomocí indexu růstu cen, v druhém případě srovnáním s pořizovací cenou nového stroje. Tento postup lze provést u jednoduchých strojů, u kterých nedošlo k výraznějším změnám výchozích parametrů. U složitějších zařízení je však nutné provést důkladnější analýzu. Parametry mají rozdílný vliv na konečnou technickou úroveň, a tedy i výchozí cenu zařízení. Důležitost každého parametru lze postihnout bodovým ohodnocením, vahou. Metodický postup je pak nazván multikriteriální bodovou metodou. Metoda je určena zejména pro znalce a pracovníky v oblasti oceňování majetku.

Problematice oceňování a stanovení výchozí hodnoty zboží se rozsáhle věnoval Borg (1995), který pro zboží sériové výroby sestavil cenové funkce vyjadřující závislost prodejních cen na výkonových parametrech zboží.

Závislost vybraných provozních parametrů na tržní hodnotě dopravních letadel sledoval Plötner et al. (2012). Pro odvození logaritmické parametrické cenové funkce byly použity parametry: doletová vzdálenost, Machovo číslo, přepravní kapacita (počet cestujících), velikost letadla, délka vzletové a přistávací dráhy, spotřeba paliva, u kterých se zjišťoval jejich vliv na tržní hodnotu. Významnost celkového modelu v závislosti na uvedených parametrech je 97,6 %. Největší vliv na tržní hodnotu letadel měl podle dosažených výsledků parametr přepravní kapacita.

Přístupů ke stanovení hodnoty výchozí strojů není mnoho. Vždy je však nutné provádět cenová a parametrická porovnání, ve kterých se také odráží cenová úroveň nových strojů v době ocenění. Pokud se stroj již nevyrábí nebo se jedná o unikátní zařízení, je ocenění, resp. nalezení srovnatelného stroje velmi náročné.

## 2. CÍL A METODIKA

Současným trendem oceňování majetku je maximalizace automatizace procesu ocenění při současném zohlednění specifík oceňovaného majetku nebo technologie. Z výše uvedené analýzy současného stavu vyplývá, že tyto přístupy jsou sice aplikovatelné, chybí zde ale formalizovaný přístup k řešení problematice. Problémem při oceňování tvářecích strojů je, že při provádění srovnávací analýzy se porovnává oceňovaný stroj se srovnatelnými stroji, ale ty se mohou podstatně lišit v cenotvorných parametrech. Z hlediska oceňovacích potřeb je důležité najít souvislosti pro stanovení hodnot výchozích a cenotvorných parametrů, založených na cenovém a parametrickém porovnání. Cílem řešení příspěvku je návrh cenového modelu děrovacího automatu jednoho výrobce, jehož použitím pro děrovací automat jiného výrobce, lze dosáhnou výsledků, které nebudou v rozporu s oceňovacími principy.

Řešení problému je založeno na průzkumu trhu výrobců tvářecích strojů. V další části jsou získané údaje zpracovány do výpočtového modelu, který vyjadřuje vliv cenotvorných (určujících) parametrů

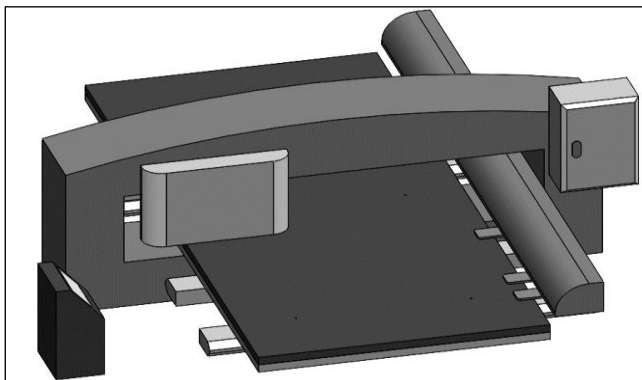
na nabídkovou cenu tvářecího stroje. Výpočtový model pro stanovení hodnoty výchozí tvářecího stroje je vytvořen pomocí vícerozměrné regresní analýzy.

### 3. VÝSLEDKY A DISKUZE

#### 3.1 Závislost prodejní ceny děrovacího automatu na určujících parametrech

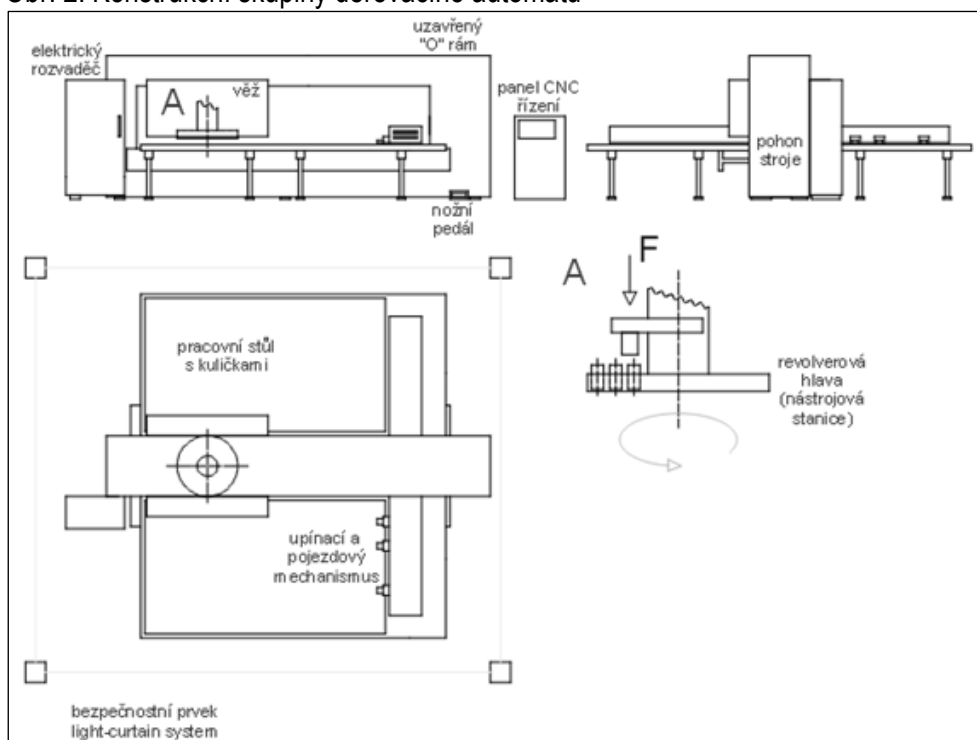
Předmětem posouzení jsou děrovací automaty. Norma ČSN 21 0200 (1992) definuje tvářecí automat jako tvářecí stroj s vestavenými zařízeními, která jsou částmi stroje; automaticky podávají výchozí polotovar, přenášejí ho z pozice do pozice a vyjímají výtvarky. Grafické znázornění děrovacího automatu je zobrazeno na obr. 1 a obr. 2.

Obr. 1: 3D schéma děrovacího automatu



Zdroj: autor

Obr. 2: Konstrukční skupiny děrovacího automatu



Zdroj: autor

Aby bylo možné stanovit hodnotu výchozí tvářecího stroje, je nutné vymezit cenotvorné, tzn. určující parametry. Z výsledků prezentovaných autorem při řešení jiného problému (Šústek, 2021) jsou určující parametry děrovacího automatu p1 pracovní rozsah v ose X, p2 pracovní rozsah v ose Y a p5 počet nástrojů (metoda zjištění určujících parametrů je pracovní nazývána metoda ECM).

Děrovací automat lze kategorizovat podle kritérií, resp. podle druhu a typu (ČSN 210200 1992). Druhem se rozumí automat a typem se rozumí technologické určení děrovací, druh pohonu hydraulický a zpracovávaný materiál plech. Konkrétní tvářecí stroj tak je možné definovat jako hydraulický děrovací automat pro zpracování plechu.

Jedním z problémů při oceňování tvářecích strojů je získání cenových údajů. Pro tento movitý majetek v podstatě neexistují ceníky, které by bylo možné při oceňování použít. Získání cenových údajů tak záleží na ochotě obchodníků a výrobců. Vůbec obtížné je získání cenových údajů tvářecích strojů v určité výrobní řadě. To je případ i řešeného problému, kdy ze známých údajů je vytvořen oceňovací model. Oceňování je založeno na porovnání předmětu ocenění se srovnatelnými předměty (International Valuation Standards Council, 2021). Obecně při oceňování movitých věcí je problém, že shodné nebo podstatně podobné provedení movité věci zpravidla není, máme nejvýše srovnatelné provedení. U oceňování tvářecích strojů je to složitější. Máme sice srovnatelné tvářecí stroje, ale mezi oceňovaným tvářecím strojem a tvářecími stroji určenými pro porovnání prakticky vždy existují podstatné odlišnosti základních charakteristik. Znalci tak musí využít pro své výpočty to co je pro ně dostupné.

Prostřednictvím obvyklých informačních zdrojů byly získány údaje o základních cenách děrovacího automatu s hydraulickým pohonem s rozdílnými hodnotami parametrů  $p_1$  pracovní rozsah v ose X,  $p_2$  pracovní rozsah v ose Y a  $p_5$  počet nástrojů (tab. 1).

Tab. 1: Prodejní ceny děrovacích automatů a určující parametry

Číslo položky	$p_1$ pracovní rozsah v ose X [mm]	$p_2$ pracovní rozsah v ose Y [mm]	$p_5$ počet nástrojů [ks]	Cena [€]
1	1 250	1 250	33	180 000
2	1 250	2 500	33	200 000
3	1 524	2 500	33	230 000
4	1 250	2 500	200	350 000
5	1 524	3 048	200	400 000

Zdroj: autor, databáze (LVD, 2021)

Pro zjednodušení příkladu jsou parametry  $p_1$  pracovní rozsah v ose X a  $p_2$  pracovní rozsah v ose Y vyjádřeny součinem a označeny jako  $p_0$  pracovní rozsah celkem (tab. 2).

Tab. 2: Prodejní ceny děrovacích automatů a hodnoty určujících parametrů, upravené

Číslo položky	$p_0$ (pracovní rozsah celkem) [m <sup>2</sup> ]	$p_5$ počet nástrojů [ks]	Cena [€]
1	1,5625	33	180 000
2	3,1250	33	200 000
3	3,8100	33	230 000
4	3,1250	200	350 000
5	4,6451	200	400 000

Zdroj: autor, databáze (LVD, 2021)

V tomto případě, kdy máme dvě vysvětlující proměnné, použijeme vícerozměrné regresní analýzy. Vícenásobný lineární regresní model (Ramík a Stoklasová, 2017) má následující tvar:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n. \quad (1)$$

resp. vícenásobný regresní model v parametrech:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 f_1(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}) + \beta_2 f_2(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}) + \dots + \beta_k f_k(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}) + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n. \quad (2)$$

kde  $f_j(x_1, x_2, \dots, x_k)$ ,  $j=1, 2, \dots, k$  jsou funkce proměnných  $x_1, x_2, \dots, x_k$ , nezávislé na parametrech  $\beta_i$ .

Předpoklady pro použití lineární analýzy:

- nezávisle proměnná musí být intervalová nebo dichotomická,
- nezávisle proměnné nesmí být mezi sebou příliš vysoce korelovány, protože by to bylo porušení požadavku na multikolinearitu,
- vztah mezi proměnnými musí být lineární,
- proměnné mají normální rozdělení,
- vztahy mezi proměnnými by měly vykazovat homoskedasticitu, tj. homogenitu rozptylu, která znamená, že rozptyl v datech jedné proměnné bude přibližně odpovídat rozptylům ostatních proměnných. Heteroskedasticita naopak má za následek, že model nebude vypovídající a nestranný (Meloun a Militký, 2002).

Pro ověření normality rozdělení základního souboru (hodnoty parametru  $p_0$ ) je použit Shapirův-Wilkův test. Shapirův-Wilkův test využíváme k testování hypotézy, že náhodný výběr  $x_1, x_2, \dots, x_k$  pochází z normálního rozdělení. Otestujeme pomocí SW testu hypotézu, že náhodný výběr  $x=(1,5625; 3,1250; 3,810, 3,8100; 3,1250; 4,6451)$ , hodnoty parametru  $p_0$  pracovní rozsah celkem, pochází z normálního rozdělení. Pracujeme na hladině významnosti  $\alpha=0,05$ .

Testované hypotézy jsou následující:

$H_0$ : rezidua mají normální rozdělení

$H_1$ : rezidua nemají normální rozdělení

Pro vyhodnocení bude použita aplikace GRET. Výsledky testové statistiky jsou uvedeny na obr. 3. Hodnota testové statistiky je  $W=0,95402$ . Porovnání s kritickou hodnotou Shapirova-Wilkova testu  $0,95402 > 0,762$  (kritická hodnota viz. studijní podklady). P-hodnota je větší než zvolená hodnota významnosti. Normalitu nelze zamítnout na dané hladině významnosti.

Obr. 3: Výsledky SW testu – parametr  $p_3$  pracovní rozsah celkem

```
Test normality pracovni_rozsah
Shapiro-Wilkův W test = 0,95402, s p-hodnotou 0,765852
Lillieforsův test = 0,254858, s p-hodnotou ~ 0,36
Test Jarque-Bery = 0,22849, s p-hodnotou 0,892039
```

Zdroj: autor

Pro ověření normality rozdělení základního souboru (hodnoty parametru  $p_5$ ) je použit Shapirův-Wilkův test. Shapirův-Wilkův test využíváme k testování hypotézy, že náhodný výběr  $x_1, x_2, \dots, x_k$  pochází z normálního rozdělení. Otestujeme pomocí SW testu hypotézu, že náhodný výběr  $x=(33; 33; 33; 200; 200)$ , hodnoty parametru  $p_5$  počet nástrojů, pochází z normálního rozdělení. Pracujeme na hladině významnosti  $\alpha=0,05$ .

Testované hypotézy jsou následující:

$H_0$ : rezidua mají normální rozdělení

$H_1$ : rezidua nemají normální rozdělení

Pro vyhodnocení bude použita aplikace GRET. Výsledky testové statistiky jsou uvedeny na obr. 1. Hodnota testové statistiky je  $W=0,684029$ . Porovnání s kritickou hodnotou Shapirova-Wilkova testu  $0,684029 < 0,762$  (kritická hodnota viz. studijní podklady). P-hodnota ( $0,00646997$ ) je menší než zvolená hodnota významnosti. Normalitu zamítáme na dané hladině významnosti.

Obr. 1: Výsledky SW testu – parametr  $p_5$  počet nástrojů

```
Test normality pocet_nastroju
Shapiro-Wilkův W test = 0,684029, s p-hodnotou 0,00646997
Lillieforsův test = 0,367396, s p-hodnotou ≈ 0,03
Test Jarque-Bery = 0,83912, s p-hodnotou 0,657336
```

Zdroj: autor

Po testu normality rozdělení bylo zjištěno že hodnoty parametru  $p_5$  počet nástrojů vykazují porušení normality rozdělení (Shapiro-Wilkův test  $p=0,00656997$ ). Pouze u testu Jarque-Bery je  $p$ -hodnota (0,657336) větší než hladina významnosti. Nicméně pro ověření normality je použito dalšího testování, konkrétně testů neparametrických. K testování hypotézy o rozdílu mezi nezávislými soubory je použit neparametrický Mann-Whitney test. Mann-Whitney test pracuje s neparametrickými daty, popřípadě pokud soubory s parametrickými daty nevykazují normalitu rozdělení četností. Testovány jsou hypotézy o mediánu (Meloun a Militký, 2002).

Testované hypotézy jsou následující:

$H_0$ : mediány obou souborů se rovnají

$H_1$ : mediány obou souborů jsou odlišné

Výsledky neparametrického testu jsou uvedeny na obr. 2. Vzhledem k tomu, že  $0,6672 > 0,05$ , nulovou hypotézu nemůžeme zamítnout, mezi skupinami není statisticky významný rozdíl.

Obr. 2: Výsledky Mann-Whitney testu – parametr  $p_5$  počet nástrojů

```
The U-value is 21. The critical value of U at p < .05 is 8. Therefore, the result is not significant at p < .05.
The z-score is -0.42866. The p-value is .6672. The result is not significant at p < .05.
```

Zdroj: autor

Odvození regresního modelu je provedeno pomocí aplikace GRETL. Výsledky regresní analýzy jsou uvedeny na obr. 3. Odhadnutý regresní model má tvar (substituce  $x_1=p_0$  a  $x_2=p_5$ ):

$$y = 105525 + 24342,1p_0 + 874,52p_5 \quad (3)$$

kde  $y$  je prodejní cena děrovacího automatu, hodnoty 105 525 a 24 342,1 a 874,52 jsou odhadnuté regresní koeficienty  $\beta_0$ ,  $\beta_1$  a  $\beta_2$ .

Obr. 3: Výsledky regresní analýzy

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota
const	105525	17295,0	6,101	0,0258
pracovni_rozsah	24342,1	5835,57	4,171	0,0429
pocet_nastroju	874,519	72,3121	12,09	0,0068
Střední hodnota závisle proměnné		272000,0		
Sm. odchylka závisle proměnné		97313,93		
Součet čtverců reziduí		2,59e+08		
Sm. chyba regrese		11389,67		
Koeficient determinace		0,993151		
Adjustovaný koeficient determinace		0,986302		
F(2, 2)		145,0017		
P-hodnota(F)		0,006849		
Logaritmus věrohodnosti		-51,50627		
Akaikovo kritérium		109,0125		
Schwarzovo kritérium		107,8409		
Hannan-Quinnovo kritérium		105,8679		

Zdroj: autor

Výsledky analýzy rozptylu jsou uvedeny na obr. 4.

Obr. 4: Výsledky ANOVA

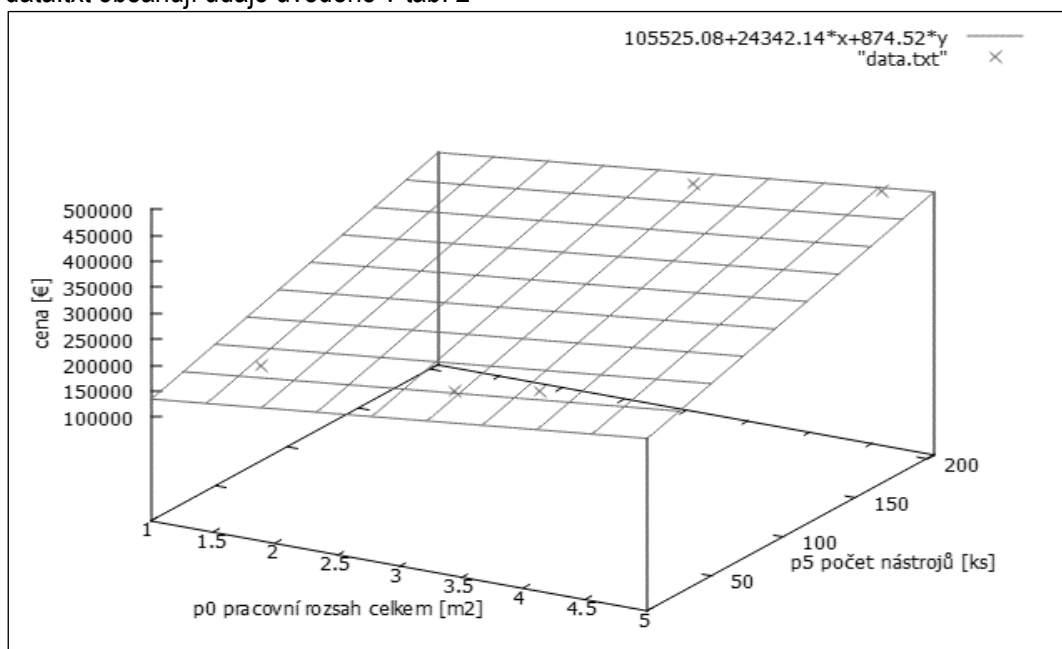
Analýza rozptylu:			
	Součet čtverců	df	Střední kvadrát
Regrese	3,76206e+010	2	1,88103e+010
Reziduum	2,59449e+008	2	1,29725e+008
Úplné	3,788e+010	4	9,47e+009

$R^2 = 3,76206e+010 / 3,788e+010 = 0,993151$   
 $F(2, 2) = 1,88103e+010 / 1,29725e+008 = 145,002$  [p-hodnota 0,0068]

Zdroj: autor

Grafické vyjádření závislosti je provedeno v aplikaci Gnuplot. Grafické vyjádření závislosti prodejní ceny děrovacího automatu na určujících parametrech znázorňuje obr. 5.

Obr. 5: Vyjádření závislosti prodejní ceny děrovacího automatu na určujících parametrech  $x=p_0$ ,  $y=p_5$ ; data.txt obsahují údaje uvedené v tab. 2



Zdroj: autor

Z tab. 6 a 7 je zřejmé:

- index determinace je  $R^2=0,99$ , tzn. regresní model vystihuje data z 99 %,
- celkový F-test (významnost F) se týká významnosti modelu jako celku  $F=0,01$ , hodnota je menší než zvolená hladina významnosti 0,05, tzn. regresní model je statisticky významný,
- hodnota p je u  $p_0=0,04$  a  $p_5=0,01$ , hodnota je menší než zvolená hladina významnosti 0,05.

Vytvořený model je významný a významné jsou i regresní koeficienty.

Na závěr je zde uveden test homogenity rozptylu. Předpokladem OLS patří homoskedasticita reziduí tzn. variance reziduí je konstantní. Pro otestování heteroskedasticity byl využit Whiteův test.

Testované hypotézy jsou následující:

$H_0$ : homoskedasticita

$H_1$ : heteroskedasticita

Výsledky testu homogenity rozptylu jsou uvedeny na obr. 6. Výsledný test ukazuje p-hodnotu vyšší (0,867003) než hodnota významnosti 0,05. Na hladině významnosti 0,05 nezamítáme  $H_0$ . Model je považován za homoskedasticitní.

Obr. 6: Test homogenity rozptylu

```
Whiteův test heteroskedasticity (pouze druhé mocniny)
OLS, za použití pozorování 1-5
Závisle proměnná: uhat^2
Vynecháno z důvodu přesné kolinearit: sq_pocet_nastroju
```

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota
const	3,72507e+07	2,53827e+08	0,1468	0,9072
pracovni_rozsah	2,57279e+07	1,73233e+08	0,1485	0,9061
pocet_nastroju	-27197,6	438005	-0,06209	0,9605
sq_pracovni_rozs~	-5,71358e+06	2,81991e+07	-0,2026	0,8727

Neadjustovaný koeficient determinace = 0,145259

Testovací statistika:  $TR^2 = 0,726293$ ,  
s p-hodnotou =  $P(\text{Chi-kvadrát}(3) > 0,726293) = 0,867003$

Zdroj: autor

Pro odvození normalizovaného regresního modelu je navržena obecná matice hodnot, kterou lze zapsat následujícím způsobem:

$$\begin{pmatrix} y_{p_5, p_0} & y_{p_5+50, p_0} & y_{p_5+100, p_0} & y_{p_5+150, p_0} & \dots \\ y_{p_5, p_0+0,5} & y_{p_5+50, p_0+0,5} & y_{p_5+100, p_0+0,5} & y_{p_5+150, p_0+0,5} & \dots \\ y_{p_5, p_0+1,0} & y_{p_5+50, p_0+1,0} & y_{p_5+100, p_0+1,0} & y_{p_5+150, p_0+1,0} & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{pmatrix} \quad (4)$$

kde parametr  $p_5$  počet nástrojů je uvažován v rozmezí od 5 ks do 205 ks v rozdělení po 50 ks a parametr  $p_0$  pracovní rozsah celkem je uvažován v rozmezí od 1,0 m<sup>2</sup> do 5,0 m<sup>2</sup> v rozdělení po 0,5 m<sup>2</sup>. Hodnoty prvků jsou pro jednotlivé rozsahy vypočteny z regresního modelu (3) a jsou dále použity pro výpočet poměrného čísla, tj. normalizované hodnoty podílu NHP:

$$NHP = \frac{y_{p_5+k, p_0+l}}{y_{p_5, p_0}} \quad (5)$$

kde normalizovaná hodnota podílu vyjadřuje podíl hodnoty  $i, j$ -tého prvku k hodnotě prvního prvku v obecné matici hodnot. Po dosazení příslušných normalizovaných hodnot podílu do obecné matice hodnot (4), lze vytvořit matici normalizovaných hodnot:

$$\begin{pmatrix} 1,000000 & 1,325730 & 1,651461 & 1,977191 & \dots \\ 1,090667 & 1,416397 & 1,742128 & 2,067858 & \dots \\ 1,181333 & 1,507064 & 1,832794 & 2,158525 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{pmatrix} \quad (6)$$

Provedením operace vícenásobné regresní analýzy z hodnot vypočtených a uvedených v matici normalizovaných hodnot (6), je získán normalizovaný regresní model:

$$kn = 0,786094 + 0,181333 \cdot p_0 + 0,006515 \cdot p_5 \quad (7)$$

kde  $kn$  je normalizovaný regresní model a hodnoty 0,786094 a 0,181333 a 0,006515 jsou odhadnuté regresní koeficienty  $\beta_0$ ,  $\beta_1$  a  $\beta_2$ . Po dosazení konkrétních hodnot parametrů  $p_0$  a  $p_5$  do normalizovaného regresního modelu (7) dostáváme normalizovaný koeficient  $KN$  [-]. Hodnota normalizovaného koeficientu vyjadřuje odhad navýšení hodnoty libovolného děrovacího automatu s parametry  $p_0$  pracovní rozsah celkem a  $p_5$  počet nástrojů vůči etalonu, kterým je děrovací automat s parametry  $p_0=1,0$  m<sup>2</sup> a  $p_5=5$  ks.

### 3.2 Použití normalizovaného koeficientu v oceňovací praxi

Applikací výše odvozeného postupu lze zjistit hodnotu výchozí oceňovaného děrovacího automatu (u kterého prodejní cena není známa), ze známé ceny srovnatelného děrovacího automatu daného výrobce, ale s odlišnými parametry  $p_0$  pracovní rozsah celkem a  $p_5$  počet nástrojů. Hodnota výchozí děrovacího stroje je vyjádřena vztahem:



$$HN = CP_{SR} \cdot KOP \cdot KTP \quad (8)$$

kde HN je hodnota výchozí [euro],  $CP_{SR}$  je cena prodejní tvářecího stroje nového, srovnatelného se strojem oceňovaným [euro], KOP je koeficient odlišnosti zohledňující rozdíly v cenotvorných, tzv. určujících parametrech [-], KTP je koeficient odlišnosti technického pokroku [-].

Koeficient odlišnosti KOP, zohledňující rozdíly určujících parametrů popisujících základní funkce porovnávaných tvářecích strojů, tj. stroje oceňovaného a stroje srovnatelného, je vyjádřen následovně:

$$KOP = \frac{KN_O}{KN_S} \quad (9)$$

kde  $KN_O$  je normalizovaný koeficient oceňovaného tvářecího stroje [-] a  $KN_S$  je normalizovaný koeficient srovnatelného tvářecího stroje [-].

Kvalitě posuzování pak může významně přispět vhodné využití objektivizovaných metod pro stanovení KOP, založených na analýze určitosti a výpočtovém modelování (viz výše). Tímto přístupem se míra subjektivních úprav prováděných znalcem významně zredukuje, a to v podstatě jen na zhodnocení technického pokroku příp. zohlednění vlivu méně významných jinde neuvažovaných rozdílů (např. konstrukčních úprav tvářecího stroje). Tyto odlišnosti jsou zohledněny v koeficientu KTP, který je odborně odhadnut znalcem. Pro ověření výpočtového modelu, je koeficient odlišnosti technického pokroku uvažován  $KTP = 1$ .

Ověření výpočtového modelování je provedeno na děrovacích automatech s hydraulickým pohonem. Určující parametry uvádí tab. 1. Pro vyzkoušení postupu je jako třetí vzorek vybrán děrovací automat s mechanickým pohonem (servoelektrickým).

Tab. 1: Určující parametry oceňovaných děrovacích automatů

Výrobce/označení	DURMA TP9(20t)	DURMA TP9(20t)	DURMA TP ALPHA 256(25t) <sup>1</sup>
$p_0$ pracovní rozsah celkem	2,5000 m <sup>2</sup>	2,5000 m <sup>2</sup>	1,8750 m <sup>2</sup>
$p_5$ počet nástrojů	27	27	10

Zdroj: autor, databáze (LVD, 2021)

Náklady na nové pořízení jsou odhadovány s využitím srovnatelných děrovacích automatů daného výrobce se známými prodejními cenami  $CP_{SR}$  (tab. 2).

Tab. 2: Specifikace srovnatelných děrovacích automatů, z nichž jsou dovozovány náklady na nové pořízení

Výrobce/označení	DURMA TP123(30t)	DURMA TPL93(30t)	DURMA TP BETA 256(25t)
$p_0$ pracovní rozsah celkem	3,1250 m <sup>2</sup>	4,5000 m <sup>2</sup>	1,8750 m <sup>2</sup>
$p_5$ počet nástrojů	27	27	50
Hodnoty určujících parametrů	vyšší $p_0$	výrazně vyšší $p_0$	vyšší $p_5$
$CP_{SR}$	193 400 €	225 600 €	160 000 €

Zdroj: autor, databáze (HESSE + CO MASCHINENFABRIK, 2022; Pártl, 2022)

Tab. 3 obsahuje vypočtené hodnoty normalizovaných koeficientů  $KN_O$  (oceňovaný stroj) a  $KN_S$  (srovnatelný stroj) a jejich vzájemné porovnání a odhad hodnoty výchozí oceňovaných děrovacích automatů HN s využitím navrženého výpočtového modelu. Hodnoty normalizovaných koeficientů  $KN_O$  a  $KN_S$  jsou odvozeny z normalizovaného regresního modelu (7).

<sup>1</sup> Děrovací automat s druhem pohonu mechanický (servoelektrický).

Tab. 3: Porovnání normalizovaných koeficientů a hodnot výchozích

Výrobce	DURMA	DURMA	DURMA
KN <sub>0</sub> viz rovnice (7) pro parametry z tab. 3	1,415	1,415	1,191
KN <sub>s</sub> viz rovnice (7) pro parametry z tab. 4	1,529	1,778	1,452
KOP viz rovnice (9)	0,926	0,796	0,821
Odhad HN viz rovnice (8)	179 062 €	179 583 €	131 281 €

Zdroj: autor

Porovnáním výsledků výpočtového modelování se zjištěnou cenou prodejní oceňovaného děrovacího automatu CP<sub>0</sub> (tab. 4) se posoudí správnost odhadu.

Tab. 4: Ověření výsledků

	DURMA	DURMA	DURMA
Odhad HN (tab. 3)	179 062 €	179 583 €	131 281 €
CP <sub>0</sub> (HESSE + CO MASCHINENFABRIK, 2022; Pártl, 2022)	175 200 €	175 200 €	120 000 €
Odchylka odhadu	2,2 %	2,5 %	8,6 %

Zdroj: autor

Pro porovnání byly použity děrovací automaty stejné výrobní značky DURMA. Jak je zřejmé z tab. 4, i při vyšším rozdílu parametru  $p_0$  pracovní rozsah celkem u druhého vzorku vychází odchylka odhadu příznivě, a to 2,5 %. Odchylka odhadu zahrnuje v prvním a druhém případě, mimo jiné i rozdíl v tonáži, a to 20 tun, resp. 30 tun. Z výsledků je patrné, že u tohoto druhu a typu tvářecího stroje v zásadě nezáleží na parametru  $p_3$  vysekávací (děrovací) síla. Tato skutečnost utvrzuje správnost výběru určujících parametrů metodou ECM (Šústek, 2021). U třetího vzorku je použito srovnání děrovacích automatů, které mají odlišný druh pohonu, než který byl uvažován pro odvození odhadnutého regresního modelu (3), resp. normalizovaného regresního modelu (7) a také odlišný parametr  $p_5$  počet nástrojů. Při praktickém oceňování děrovacího automatu je vhodné využít návrh normativu (tab. 5), který vychází z matice normalizovaných hodnot (6).

Tab. 5: Tabulka hodnot normalizovaných koeficientů

Děrovací automat	$p_5$ počet nástrojů [ks]					
	KN <sub>(0 a s)</sub>	5	55	105	155	205
$p_0$ pracovní rozsah celkem [m <sup>2</sup> ]	1,0	1,000	1,326	1,651		
	1,5	1,091	1,416	1,742	2,068	
	2,0	1,181	1,507	1,833	2,159	2,484
	2,5	1,272	1,598	1,923	2,249	2,575
	3,0	1,363	1,688	2,014	2,340	2,666
	3,5	1,453	1,779	2,105	2,431	2,756
	4,0	1,544	1,870	2,195	2,521	2,847
	4,5		1,960	2,286	2,612	2,938
	5,0			2,377	2,703	3,028

Zdroj: autor

## ZÁVĚR

Jedním z problémů při oceňování tvářecích strojů je získání cenových údajů. Pro tento movitý majetek v podstatě neexistují ceníky, které by bylo možné při oceňování použít. Získání cenových údajů tak záleží na ochotě obchodníků a výrobců. Cílem řešení příspěvku je návrh cenového modelu děrovacího automatu jednoho výrobce, jehož použitím pro děrovací automat jiného výrobce, lze dosáhnout výsledků, které nebudou v rozporu s oceňovacími principy. Odlišnosti v hodnotách určujících parametrů jsou vyjádřeny koeficientem KOP. Pro odvození koeficientu odlišnosti zohledňujícího rozdíly v určujících parametrech KOP, byla využita vícerozměrná regresní analýza. Navrhovaný postup byl ověřen na děrovacím automatu. Pomocí poměru normalizovaných koeficientů oceňovaného a srovnatelného tvářecího stroje KNO/KNS je možné dovození koeficientu odlišnosti KOP, zohledňujícího rozdíly určujících parametrů. Normalizované koeficienty KN lze snadno odvodit buď přímo z tabulky hodnot normalizovaných koeficientů (tab. 7), kdy se dohledají nejbližší možné určující parametry, nebo výpočtově, pomocí normalizovaného regresního modelu (7). Závislost prodejních cen děrovacího automatu na určujících parametrech je vykreslena do 3D grafu.

Souhrnné výsledky vypočtených odchylek odhadu za využití KOP znázorňuje tab. 6. Pro porovnání oceňovaného a srovnatelného tvářecího stroje byly použity tvářecí stroje s rozdílnými hodnotami určujících parametrů. Z výsledků je zřejmé, že hodnoty odchylek odhadů jsou do 3 % u prvních dvou vzorků. U třetího vzorku je hodnota 8,6 %, která zahrnuje i odchylku odhadu u jiného druhu pohonu, než pro který byl navržen odhadnutý regresní model. Obdobné výpočtové modely by bylo vhodné vypracovat pro další tvářecí stroje a v případě osvědčení pro stroje obráběcí.

Nový přístup prezentovaný v tomto příspěvku lze s výhodou využívat nejen pro stanovení výchozí hodnoty, ale také při následných analýzách stavu trhu, konkrétně při kvantifikaci rozdílů prodejních cen zjištěných na trhu a odpovídajících časových cen.

## ZDROJE

- Borg, U. (1995). *Hodnocení movitého hospodářského majetku*. Praha: CONSULTINVEST.
- Bradáč, A., Scholzová V., & Krejčíř, P. (2015). Komentář k oceňování věcí movitých. In: *Úřední oceňování majetku 2016*. Brno: Akademické nakladatelství CERM.
- ČSN 21 0200 (1992). *Názvosloví a třídění tvářecích strojů*. Praha: Český normalizační institut.
- HESSE + CO MASCHINENFABRIK (2022). HESSE: Copyright © 2022 [cit. 19.07.2022]. Dostupné z: <<https://www.hesse-maschinen.com/>>
- International Valuation Standards Council (2021). *International Valuation Standards 2022*. London: Page Bros.
- LVD (2021). LVD Group: Copyright © 2021 [cit. 26.06.2022]. Dostupné z: <<https://www.lvdgroup.com/en>>
- Makovec, J. (2003). Multikriteriální bodová metoda k určování vstupní ceny zařízení. *Ekonomika a management*. 10(5), 66–71.
- Meloun, M., Miličák, J. (2002). *Kompendium statistického zpracování dat*. Praha: ACADEMIA.
- Pártl, L. (2022). Info\_studium [elektronická pošta]. Message to: roman.sustek@usi.vutbr.cz. 7. července 2022. [cit. 19.07.2022]. Osobní komunikace.
- Plötner, O., Cole, M., & Homung, M. (2012). Influence of Aircraft Parameters on Aircraft Market Price. In: 61. *Deutscher Luft-und Raumfahrtkongress 2012*. At Berlin.
- Ramík, J., Stoklasová, R. (2017). *Statistické zpracování dat*. Opava: Slezská univerzita v Opavě.
- Šustek, R. (2021). Use of Multicriterion Method in Significance Analysis. *Odhadce a oceňování majetku*. 2021(1-2), 20–26.