

# Návratnost průmyslové robotizace

David Ženíšek <sup>1</sup>, Tomáš Broum <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní, Katedra průmyslového inženýrství a managementu  
Univerzitní 8, 306 14, Plzeň, Česká republika  
[zenisek@kp.v.zcu.cz](mailto:zenisek@kp.v.zcu.cz)  
[broum@kp.v.zcu.cz](mailto:broum@kp.v.zcu.cz)

**Anotace:** Článek je zaměřen na aktuální téma průmyslových robotů, jejichž potenciální implementace v podniku je zvažována zejména s ohledem na jejich návratnost. Tato vazba návratnosti na průmyslovou robotizaci je řešena v tomto článku. V článku je nejprve provedena rešerše odborné literatury, která reprezentuje hodnocení návratnosti investic a může být využita pro hodnocení návratnosti průmyslové robotizace. Dále byl proveden průzkum internetových stránek společností, vyrábějících a prodávajících roboty, které nabízejí na jejich webu online kalkulátory pro výpočet návratnosti investic. Tyto přístupy jsou v závěru zhodnoceny.

## 1 Úvod

Moderní technologie zásadně ovlivňují výrobu na celém světě. Každá průmyslová revoluce s sebou přinesla výrazné změny a během pár desetiletí zásadně změnila průmysl na celém světě. V dnešní době se hovoří o čtvrté průmyslové revoluci (také nazývané Průmysl 4.0), která s sebou přináší technologie, které mají zásadní vliv na výkonnost pracovníka, či možná spíš pracoviště. Mezi tyto prvky se řadí také automatizace pomocí robotů, kde lidé a roboty nejen koexistují, ale také spolupracují (kolaborují). Některé studie ukazují, že ve 30. letech 20. století přijde 3. vlna automatizace, tzv. autonomická vlna, která má mít zásadní vliv na manuální a rutinně prováděnou práci, což má vliv zejména na průmyslové podniky. [1] Robotická řešení jsou stále častěji nasazována například tam, kde je pro člověka nebezpečné prostředí, je vyžadována kvalita, které člověk nedokáže dosáhnout, či a především tam, kde se to vyplatí, s čímž souvisí i návratnost těchto technologií, na což se tento článek podrobněji zaměří.

Článek je zaměřen na provedení rešerše odborné literatury, která reprezentuje hodnocení návratnosti investic a může být využita pro hodnocení návratnosti průmyslové robotizace. Dále byl proveden průzkum internetových stránek dalších společností, vyrábějících a prodávajících roboty, které nabízejí na jejich webu online kalkulátory pro výpočet návratnosti investic.

## 2 Návratnost

Většina společností uvažuje o investici do robotů kvůli úspoře nákladů a zajímá je tedy jejich návratnost. Existují různé definice a pohledy na návratnost.

Pearce tvrdí, že návratnost podnikání je cílem výpočtu návratnosti investic měřit za určité období míru návratnosti peněz investovaných do ekonomické jednotky, aby se rozhodlo, zda se vyplatí provést investici. [2]

Botchkarev a Andru píší, že návratností investice lze chápat jakýkoliv druh (finanční i nefinanční) přínosu/efektu/ výsledku či vlivu/ hodnoty pro podnik. V tomto článku se budeme držet této definice. [3]

Následovat bude uvedení návratnosti v odborné literatuře.

### 2.1 Návratnost v odborné literatuře

Při hodnocení návratnosti investice existuje celá rada metod. Odborná literatura nabízí řadu způsobů, jak nahlížet na problematiku investic do aktiv a jejich hodnocení. Z ekonomického hlediska je lze rozdělit na statické a dynamické metody a to podle toho, zda přihlížejí či nepřihlížejí k faktoru času. [4]

#### 2.1.1 Statické metody

Mezi statické metody lze zařadit:

##### **TCO (Total Cost of Ownership)**

Jedním takovým způsobem, jak hodnotit a srovnávat investice, je například metoda celkových nákladů spojených s vlastnictvím TCO (Total Cost of Ownership), které jsou zejména oblíbené v oblasti IT. Prostřednictvím TCO se vyjadřují kompletní náklady na investici a její provoz, zohledňující nejen pořizovací cenu, ale také výdaje vznikající vlastnictvím hodnocených statků. TCO nezohledňuje výhody plynoucí z investice, či hodnocení návratnosti investice. TCO je vhodná ke srovnání dvou investičních alternativ které budou použity ve stejných případech, a tím pádem od nich neočekáváme rozdílné výnosy.

TCO je počítáno jako:

$$TCO = I + O + M - R \quad (1)$$

Kde:

I... Přímé náklady na pořízení investice (cena)

O... náklady spojené s výškolením uživatelů investice

M... náklady spojené s údržbou a opravami a náklady spojené s nečinností investičního celku z příčiny opravy, odstávky v důsledku poruchy, inovace atp.

R... zbytková hodnota na konci životního cyklu.

Obecně metody určené k hodnocení investic vycházejí z odhadovaného cash-flow v jednotlivých letech. Zohledňují tak všechny příjmy plynoucí z investice. Náklady, které jsou zahrnuty do výpočtu, však hodnotí pouze účetní položky. V případě TCO lze zahrnout i neúčetní položky. [5]

### ROI (Return On Investments)

Další použitelnou metodou je ROI. ROI je zkratka z anglického Return On Investments, v češtině návratnost investic. Podle Kleinové [6] a Kislingerové [5] ROI (někdy též ROI index) označujeme poměr vydělaných peněz k penězům investovaným a je to vrcholový ukazatel komplexní efektivity podniku. ROI tedy udává výnos v procentech z utracené částky. Z ekonomického hlediska jde o jeden ze způsobů, jak uvést do souvislosti zisky a investovaný kapitál. Kalkulace ROI je následující [6]:

$$\text{ROI (\%)} = (\text{čistý zisk} / \text{investice}) * 100 \quad (2)$$

Způsoby využití ROI se liší dle různých autorů. Zatímco například Kleinová říká, že úspory díky investici neznamenají nezbytně zisk a tedy je nelze použít do jmenovatele, v praxi, například v IT a zahraničních člancích se úspory, někdy i potenciální úspory v čitateli používají. [5]

Dalším podstatným bodem je výpočet doby návratnosti investice. Doba návratnosti lze počítat jako prostou a reálnou dobu návratnosti. Prostá doba návratnosti patří do statických ukazatelů a reálná do dynamických.

Prostou dobu návratnosti vypočteme jako:

$$T_s = \frac{IN}{CF} \quad (3)$$

Kde:

$T_s$  ... doba návratnosti,  
 $CF$  ... roční úspora nákladů,  
 $IN$  ... investiční výdaj.[5]

V neposlední řadě bychom také neměli vynechat zmínku o bodu zvratu (z anglického Break Even Point), který se používá ke stanovení množství produkce nebo času, při kterém nevzniká podniku žádný zisk ani ztráta. [7] V případě investice je to moment, kdy se podniku investice zaplatí (vrátí peníze), avšak ještě negeneruje žádný zisk. Investicí do robotického zařízení zásadně ovlivníme fixní i variabilní náklady.

Pro provedení analýzy bodu zvratu je klíčová klasická rovnice, kterou Kalouda uvádí jako [8]:

$$\text{Zisk} = \text{Objem výroby} \times (\text{Cena} - \text{Variabilní náklady}) - \text{Fixní náklad} \quad (4)$$

### 2.1.2 Dynamické metody

Mezi dynamické metody lze zařadit:

## NPV (Net Present Value)

Net Present Value (NPV), nebo-li čistá současná hodnota je jednou z nejčastěji používaných kritérií při hodnocení investic. Metoda určuje rozdíl mezi diskontovanými výnosy z investice a počátečními investičními náklady. NPV lze vyjádřit pomocí vzorce

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} \quad (5)$$

Kde:

NPV... čistá současná hodnota

CF... peněžní toky v jednotlivých letech

r... diskontní úroková míra

t... doba životnosti

IN... počáteční investiční náklady

Podle NPV lze říci, že uskutečnitelné jsou ty investice, které mají vyšší hodnotu než 0. Čím vyšší hodnota NPV, tím je investice hodnocena jako lepší.

## IRR (Internal Rate of Return)

Internal Rate of Return (IRR), česky vnitřní výnosové procento je metoda, při které jako výslednou hodnotu získáme procento, které v sobě odráží diskontní hodnotu, při které jsou přínosy investice rovny počátečním investičním nákladům. Vzorec pro výpočet IRR vychází z NPV. Vnitřní výnosové procento je taková diskontní míra, při které je čistá současná hodnota investice rovna 0.

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} \quad (6)$$

Reálná doba návratnosti:

$$\sum_{t=1}^{T_{sd}} CF_t * (1+r)^{-t} - IN = 0 \quad (7)$$

Kde:

Tsd ... doba návratnosti,

CFt ... roční úspora nákladů (nebo roční příjem) v roce t,

r ... diskontní míra,

IN ... investiční výdaj.

## 2.2 Návratnost robotizace - průzkum internetu

Při průzkumu webu byla objevena řada kalkulátorů návratnosti investic. Všechny tyto kalkulátory pracují na podobném principu. Tyto kalkulátory byly k nalezení na webových adresách viz odkaz [9,10,11,12,13].

Všechny tyto nabízené kalkulátory se zabývají výpočtem návratnosti investice, který nazývají ROI. V případě kalkulátorů z webových stránek se však nejedná o výpočet pomocí ROI dle tohoto vzorce. Kalkulátory spíše používají zkratku ROI (Return on Investments – návratnost investice), jako vyjádření účelu kalkulace a informace (hodnoty), které jsou v nich vypočítány jsou vždy:

- Doba návratnosti investice,
- Výše úspory nákladů za specifikované období

V případě online kalkulátorů je cash flow počítáno pomocí prosté doby návratnosti jako:

$$\sum_{\tau=1}^{T_{SD}} (PNS\check{R} - PNR\check{R}) - IDR\check{R} = 0 \quad (8)$$

Kde:

PNSŘ ... provozní náklady současného řešení

IDRŘ ... investice do robotického řešení

PNRŘ ... provozní náklady robotického řešení

Úplné náklady na robotické (ÚNRŘ) řešení jsou pak počítány jako:

$$\check{U}NR\check{R} = \sum_{\tau=1}^{T_{OP}} (PNS\check{R} - PNR\check{R}) - IDR\check{R} \quad (9)$$

Kde:

Top ... doba očekávaného provozu

Pojďme se nyní podívat, jaké faktory berou jednotlivé kalkulátory v potaz.

### **Robotics Industries Association (RIA) sleduje:**

#### Proměnné za celkové náklady na systém

- Celkové náklady na zakoupené robotické řešení
- Počet robotů

#### Proměnné pro aktuální provozní náklady

- Směnnost
- Průměrné pracovní náklady na operátora, včetně ostatních nákladů
- Počet operátorů ze směny odebraných

- % pracovníků, které zůstane pro údržbu robotického systému
- % očekávaný přírůstek produktivity
- Ostatní očekávané úspory

Výstupem kalkulátoru jsou:

- Bod zvratu (Break even poin) v měsících
- Úspory na personálních nákladech
- Úspory produktivity
- Tabulka ROI s hodnotami jednotlivých let pro: náklady na systém, údržbové náklady, provozní náklady (s uvažovanou 2% roční inflací nákladů na energie), úspory na personálních nákladech (s uvažovanou 2% roční inflací), úspory produktivity, ostatní úspory, roční cash-flow a kumulativní cash flow.

**Společnost RobotWorx na svém webu používá kalkulátor ROI (návrstnost investice), který bere v potaz:**

Celkové náklady systému:

- Celkovou navrženou cenu za robota + příslušenství
- Počet robotů v systému

Operativní náklady:

- Současný proces
  - o Počet pracovníků na směnu
  - o Počet směn
  - o Roční náklady na jednoho zaměstnance (včetně odhadovaných benefitů a bonusů)
- Náklady na řešení roboty
  - o Počet operátorů robotů
  - o Počet směn ve dni
  - o Roční náklady na jednoho operátora (včetně odhadovaných benefitů a bonusů)
  - o Odhadované náklady na elektřinu (které uvažují o nákladech na elektřinu 0,5\$/hodinu na robota.

Výstupem této kalkulace jsou:

- Bod zvratu (break even point) v měsících
- Odhadované čisté ušetřené náklady během prvního roku a během pěti let. U výsledku upozorňují, že tyto výpočty neberou v úvahu: inflaci, zvyšující se životní náklady, operační náklady robotického řešení, údržbu a další.

V popisu je dále uvedeno, že typická doba návratnosti jakéhokoliv robotického systému, nového i použitého, je mezi 6-18 měsíci, v závislosti na vstupní investici. Je uváděno, že robotický systém je schopný dosahovat 95% účinnosti, zatímco manuální pracovník pouze 20-25% během jakékoliv směny. To je způsobeno povinnými přestávkami, dovolenou, únavou a dalšími faktory. V závislosti na práci může robot zvládnout práci až čtyř lidí za směnu, což při třísměnném provozu dělá dvanáct lidí. RobotWorx dále uvádějí, že by robot měl být funkční alespoň 20 let.

Ostatní kalkulátory jsou vesměs stejné. Jediný Yaskawapartners kalkulátor zohledňuje úspory. Do výpočtu zahrnuje cíle úspor:

- Cílovou dobu návratnosti v měsících
- Cílovou propustnost (z anglického jazyka Throughput Gain – míra produkce či míra v jaké je něco zpracováno) za směnu
- Přibližné roční úspory na odpad a reklamace
- Přibližné roční úspory za materiál
- Jiné roční úspory

### **3 Závěr**

Při zjišťování návratnosti se podniky obvykle zaměřují pouze na finanční stránku návratnosti. Nejčastěji je počítána návratnost investice pomocí ROI. Prodejci, resp. výrobci robotů zpravidla nabízejí výpočet návratnosti investice pomocí online kalkulátoru ROI, případně nabízejí poskytnutí informací týkajících se investic. Výslednou návratnost si pak počítá zákazník.

Lze tedy konstatovat, že ačkoliv podniky počítají návratnost investice do robotizace, zohledňují obvykle jen některá kritéria a pouze základní, hrubé faktory, což jim poskytne jen velmi přibližnou informaci o tom, zda se nasazení robotů vyplatí.

#### **Poděkování**

Příspěvek byl vytvořen za podpory projektu SGS-2021-028 s názvem "Vývojové a tréninkové prostředky pro interakci člověka a kyber-fyzického výrobního systému" řešeného v rámci Interní grantové agentury Západočeské univerzity v Plzni.

#### **Použitá literatura**

- [1] KLIMENT, M., PEKARCIKOVA, M., TREBUNA, P. TREBUNA, M. Application of TestBed 4.0 Technology within the Implementation of Industry 4.0 in Teaching Methods of Industrial Engineering as Well as Industrial Practice. *SUSTAINABILITY*. 2021, AUG 2021, 13(16), doi:10.3390/su13168963, eISSN: 2071-1050.

- [2] PEARCE, J. M. Return on investment for open source scientific hardware development. *Science and Public Policy*. 2016, 43 (2), 192–195, doi:10.1093/scipol/scv034, ISSN 1471-5430
- [3] BOTCHKAREV, A. & ANDRU, P. A Return on Investment as a Metric for Evaluating Information Systems: Taxonomy and Application. *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management*. 2011, 6, 245-269. doi:10.28945/1535, ISSN: 1555-1237.
- [4] MALEGA, P., GAZDA, V., RUDY, V. Optimization of production system in Plant Simulation. *SIMULATION-TRANSACTIONS OF THE SOCIETY FOR MODELING AND SIMULATION INTERNATIONAL*. 2021, AUG 2021, doi:10.1177/00375497211038908, ISSN: 0037-5497.
- [5] KISLINGEROVÁ, E. Manažerské finance. 2. přeprac. a rozš. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2007. ISBN 978-80-7179-903-0.
- [6] KLEINOVÁ, J. Ekonomické hodnocení výrobních procesů. Plzeň: Západočeská univerzita, 2005, 90 s. ISBN: 80-7043-364-7.
- [7] POLLAK, M., KOCISKO, M., BASISTOVA, A. HLAVATA, S. Production of Fiber as an Input Material for the 3d Printing Process. *MM SCIENCE JOURNAL*. 2021, JUN 2021, 4414-4419, doi: 10.17973/MMSJ.2021\_6\_2021031, ISSN1803-1269.
- [8] KALOUDA, F. Finanční řízení podniku. 2., rozš. vyd. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011, 299 s. ISBN 978-80-7380-315-5.
- [9] ROI Calculator for Robotics System Value. [online] Association for Advancing Automation, 2021 [cit. 23. 9. 2021]. <https://www.robotics.org/robotics-roi-calculator>
- [10] Return On Investment – RobotWorx. [online] 2021 [cit. 23. 9. 2021]. <https://www.robots.com/roi>
- [11] Robotics ROI calculator. [online] Applied DC, 2021 [cit. 23. 9. 2021]. <https://www.applieddc.com/robotics-roi-calculator/>
- [12] Robot ROI calculator. [online] MSITEC, 2021 [cit. 23. 9. 2021]. <https://www.msitec.com/robot-roi-calculator/>
- [13] Robotic system savings calculator. [online] Yaskawa Partners, 2021 [cit. 23. 9. 2021]. <https://yaskawapartners.com/robotic-system-savings-calculator/>