

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra systémového inženýrství**



**Diplomová práce**

**Aplikace metod operačního výzkumu ve státní správě**

**Bc. Andrea Zoubková**

**© 2020 ČZU v Praze**

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Andrea Zoubková

Kvantitativní metody v ekonomice  
Systémové inženýrství

Název práce

**Aplikace metod operačního výzkumu ve státní správě**

Název anglicky

**Operation research methods in government**

---

### Cíle práce

Cílem diplomové práce je aplikovat vybranou metodu operačního výzkumu na konkrétní problém ve státní správě.

Hlavním cílem diplomové práce je porovnat efektivnost financování veřejných vysokých škol z pohledu Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy za jedno období. Na základě získaných výsledků výzkumu budou navržena opatření, která by měla vést ke zlepšení fungování financování vysokých škol. Dílčím cílem práce je vyhledání a vybrání vhodných dat a zvolení vhodného modelu pro zpracování dostupných dat.

### Metodika

Diplomová práce je rozdělena na dvě hlavní části. První část práce obsahuje teoretická východiska nastudovaná z literárních zdrojů týkajících se dané problematiky. V první části bude popsán operační výzkum a jeho modely. Následně bude popsána konkrétní metoda operačního výzkumu, jež bude použita v druhé části práce. V teoretické části bude dále popsáno fungování financování veřejných vysokých škol a úloha Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy ve spojitosti s vysokými školami.

Na teoretickou část navazuje vlastní práce, která je rozdělena do tří hlavních částí podle Simonovy teorie, která zahrnuje tři fáze: Intelligence, Design a Choice. Ve fázi Intelligence bude popsáno vysoké školství a jeho současné přínosy a nedostatky. Ve fázi Design budou stanoveny a popsány jednotlivé vstupy a výstupy. Na základě zvolených kritérií bude v této fázi vybrána vhodná metoda hodnocení efektivnosti. V poslední fázi Choice budou interpretovány a vyhodnoceny výsledky použitého modelu. V případě možných nedostatků, bude uvedeno, jak by bylo možné zlepšit fungování systému.

## Doporučený rozsah práce

60-70 s.

## Klíčová slova

operační výzkum, Simonova teorie, hodnocení efektivnosti, státní správa, veřejné vysoké školy

---

## Doporučené zdroje informací

ČESKO. *Vysoké školství : zákon o vysokých školách : nařízení vlády, vyhlášky : redakční uzávěrka 19.8.2019.*

Ostrava: Sagit, 2019. ISBN 978-80-7488-366-8.

FÁBRY, J. *Matematické modelování.* Praha: Professional Publishing, 2011. ISBN 978-80-7431-066-9.

FIALA, P. *Operační výzkum : nové trendy.* Praha: Professional Publishing, 2010. ISBN 978-80-7431-036-2.

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

ŠUBRT, T. *Ekonomicko-matematické metody.* Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011. ISBN 978-80-7380-345-2.

---

## Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – PEF

## Vedoucí práce

Ing. Roman Kvasnička, Ph.D.

## Garantující pracoviště

Katedra systémového inženýrství

---

Elektronicky schváleno dne 10. 3. 2020

**doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 10. 3. 2020

**Ing. Martin Pelikán, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 30. 03. 2020

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Aplikace metod operačního výzkumu ve státní správě" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 6.4.2020

---

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu práce Ing. Romanu Kvasničkovi PhD. za pomoc při výběru tématu a za veškerou odbornou pomoc v průběhu psaní práce. Dále bych chtěla paní vedoucí z práce paní inženýrce Lucii Navrátilové, která mě průběžně kontrolovala a umožnila mi pracovat i v práci, když zrovna nebylo tolik práce.

# Aplikace metod operačního výzkumu ve státní správě

## Abstrakt

Diplomová práce se věnuje aplikaci metody operačního výzkumu ve státní správě, konkrétně hodnocením efektivity veřejných vysokých škol na základě vhodně zvolených vstupů a výstupů.

První část diplomové práce obsahuje literární rešerši, ve které je popsána podstata a rozdělení operačního výzkumu. Dále je v literární rešerši popsána problematika hodnocení efektivity metodou DEA a konkrétní modely hodnocení efektivity. V poslední části literární rešerše je popsána státní správa a fungování vysokého školství pod záštitou Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy.

Ve vlastní části práce budou specifikovány jednotlivé veřejné vysoké školy, jejich cíle, výhody a nevýhody. V další části vlastní práce budou vybrány vstupy a výstupy, následně bude vybrána vhodná metoda hodnocení efektivity vybraných jednotek. V poslední části budou provedeny výpočty, které budou posléze vyhodnoceny a interpretovány.

**Klíčová slova:** operační výzkum, hodnocení efektivity, modely DEA, státní správa, Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, vysoké školství, veřejné vysoké školy, financování vysokých škol.

# Operation research methods in government

## Abstract

The diploma thesis deals with the application of the operational research method in the state administration, specifically with the evaluation of the effectiveness of state colleges on the basis of appropriately selected inputs and outputs.

The first part of the thesis contains a literature research describing the keystone and division of operational research. Furthermore, the literary research describes the issue of efficiency evaluation using the DEA method and specific models of efficiency evaluation. The last part of the literature research describes the state administration and functioning of state colleges under the direction of the Ministry of Education, Youth and Physical education.

In the practical part of thesis will be specified individual state colleges, their goals, advantages and disadvantages. In another part of the thesis will be selected inputs and outputs and besides will be chosen a suitable method of evaluating the effectiveness of state colleges. In the last part, the calculations will be performed, which will be evaluated and interpreted.

**Keywords:** operation research, efficiency evaluation, Data envelopment analysis methods, state administration, Ministry of education, youth and physical education, colleges, public colleges, financing of colleges.

# Obsah

<b>1. Úvod.....</b>	<b>11</b>
<b>2. Cíl práce a metodika .....</b>	<b>12</b>
2.1 Cíl práce .....	12
2.2 Metodika .....	12
<b>3. Teoretická východiska .....</b>	<b>13</b>
3.1 Operační výzkum .....	13
3.1.1 Modely operačního výzkumu .....	13
3.1.2 Podstata operačního výzkumu .....	14
3.1.3 Klasifikace disciplín operačního výzkumu.....	15
3.2 Proces rozhodování .....	16
3.3 Hodnocení efektivnosti .....	17
3.3.1 Metoda analýzy obalu dat .....	18
3.3.1.1 Základní modely analýza obalu dat.....	21
3.4 Státní správa .....	29
3.4.1 Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy .....	30
3.5 Vysoké školství .....	30
3.5.1 Veřejné vysoké školy.....	31
3.5.2 Státní vysoké školy .....	32
3.5.3 Soukromé vysoké školy .....	32
3.6 Financování veřejných vysokých škol .....	33
<b>4. Vlastní práce .....</b>	<b>35</b>
4.1 Intelligence .....	35
4.1.1 Přehled veřejných vysokých škol .....	35
4.1.2 Cíle veřejného vysokého školství .....	45
4.1.3 Výhody a nevýhody veřejného vysokého školství .....	46
4.2 Design .....	47
4.2.1 Vstupy .....	47
4.2.2 Výstupy .....	51
4.2.3 Výběr metody hodnocení efektivnosti .....	57
4.3 Choice .....	57
4.3.1 Výpočet zvolenou metodou .....	57
4.3.2 Interpretace výsledků .....	59
4.3.3 Nedostatky modelu .....	67
4.3.4 Hodnocení práce s daty .....	68



Výsledky a diskuse .....	70
5. Závěr.....	72
6. Seznam použitých zdrojů .....	73
7. Přílohy .....	78

## Seznam obrázků

<i>Obrázek 1 - Fáze při aplikaci operačního výzkumu .....</i>	15
<i>Obrázek 2: Množina produkčních možností - konstantní výnosy z rozsahu .....</i>	20
<i>Obrázek 3: Množina produkčních možností - variabilní výnosy z rozsahu .....</i>	20
<i>Obrázek 4: Grafické znázornění principu CCR modelu - jeden vstup a jeden výstup.....</i>	21
<i>Obrázek 5: Matice vstupů a výstupů .....</i>	22
<i>Obrázek 6: Princip výstupově orientovaného modelu CCR .....</i>	25

## Seznam tabulek

<i>Tabulka 1: Kriteriační matice .....</i>	19
<i>Tabulka 2: Modifikace podmínek pro různé výnosy z rozsahu .....</i>	27
<i>Tabulka 3: Vstupy .....</i>	50
<i>Tabulka 4: Vratky dotací před převodem .....</i>	52
<i>Tabulka 5: Neúspěšnost 1. ročníku v %.....</i>	55
<i>Tabulka 6: Výstupy .....</i>	56
<i>Tabulka 7: Vektor vah AMU .....</i>	59
<i>Tabulka 8: Míry efektivity .....</i>	60
<i>Tabulka 9: Vektor vah MU .....</i>	61
<i>Tabulka 10: Vektor vah UP .....</i>	63
<i>Tabulka 11: Vektor vah ZČU.....</i>	65
<i>Tabulka 12: Transponovaná tabulka přepočtených výstupů .....</i>	66

## Seznam použitých zkratk

AMU	Akademie múzických umění v Praze
AVU	Akademie výtvarných umění v Praze
ČZU	Česká zemědělská univerzita v Praze
ČVUT	České vysoké učení technické v Praze
JAMU	Janáčkova akademie múzických umění v Brně
JU	Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
MU	Masarykova univerzita
MENDELU	Mendelova univerzita v Brně
MŠMT	Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy
OU	Ostravská univerzita
SU	Slezská univerzita v Opavě
TUL	Technická univerzita v Liberci
UHK	Univerzita Hradec Králové

UJEP	Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem
UK	Univerzita Karlova
UMPRUM	Vysoká škola uměleckoprůmyslová v Praze
UP	Univerzita Palackého
UPa	Univerzita Pardubice
UTB	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
VFU	Veterinární a farmaceutická univerzita Brno
VŠB-TUO	Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
VŠE	Vysoká škola ekonomická v Praze
VŠCHT	Vysoká škola chemicko-technologická v Praze
VŠPJ	Vysoká škola polytechnická Jihlava
VŠTE	Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích
VUT	Vysoké učení technické v Brně
ZČU	Západočeská univerzita v Plzni

## 1. Úvod

Ve státní správě je mnoho problémů, jež by se mohly řešit za pomoci metod operačního výzkumu. Státní správa ovšem tyto metody k řešení problémů nevyužívá. Pro zjednodušení poměrně složitých procesů ve státní správě by bylo vhodné využívat metody operačního výzkumu.

Ve státní správě probíhá mnoho rozhodovacích procesů, od výběru dodavatelů přes výběry vhodných firem pro splnění veřejných zakázek po rozhodování o výši udělování příspěvků různým institucím. Orgány státní správy denně rozhodují o rozdělování jim přidělených prostředků, které mohou využít.

Hodnocení efektivnosti financování jednotlivých institucí probíhá v současné době pouze formou jednoduchého poměru výstupů na vstupy. Toto hodnocení je nedostatečné a neodráží příliš dobře hospodaření institucí, kterým byly přiděleny finanční prostředky.

Výše uvedené nedostatky byly hlavním podnětem pro vznik této práce. Tato práce by měla ukázat jedno z možných využití operačního výzkumu pro orgány veřejné správy.

Právě nedostatečné hodnocení efektivnosti financovaných institucí, je velkým nedostatkem při rozdělování finančních prostředků. Při správně zvolených vstupech a výstupech a na základě výsledků hodnocení efektivnosti, jinak než jednoduchým poměrem, by mohly orgány státní správy lépe rozdělovat finanční prostředky. Tento postup by mohl snížit počet vratek nevyčerpaných finančních prostředků a tím i omezit administraci spojenou s evidováním vrácených finančních prostředků. Díky omezení administrace spojené s vratkami finančních prostředků by měli pracovníci možnost věnovat pozornost jiným problematikám, které je třeba řešit.

## 2. Cíl práce a metodika

### 2.1 Cíl práce

Cílem diplomové práce je využití metod operačního výzkumu ve státní správě. Dílčím cílem práce je zhodnocení efektivnosti veřejných vysokých škol z pohledu MŠMT, interpretovat získané výsledky a následně navrhnout možná zlepšení neefektivních jednotek. Veškeré výpočty budou realizovány pomocí metod DEA.

### 2.2 Metodika

Diplomová práce je rozdělena na dvě hlavní části. První část obsahuje teoretická východiska, která pojímá i literární rešerši. Konkrétně se věnuje operačnímu výzkumu a jeho metodám hodnocení efektivnosti a dále řeší problematiku vysokého školství a s ním souvisejících institucí.

Druhá část – vlastní práce – je rozdělena do tří fází podle Simonovy teorie:

1. **Fáze Intelligence** – v této části vlastní práce budou uvedeny a popsány všechny veřejné vysoké školy, jejich cíle, výhody a nevýhody v porovnání s jinými vzdělávacími institucemi působícími v terciálním vzdělávání.
2. **Fáze Design** – v druhé části budou popsány konkrétní vstupy a výstupy, které budou součástí modelu. Následně bude vybrán vhodný model pro výpočet.
3. **Fáze Choice** – v poslední části práce budou pak vypočteny efektivnosti pro všechny jednotky na základě modelu vybraného v předchozí fázi. Následně budou jednotlivé výsledky získané v této fázi interpretovány a vyhodnoceny.

## **3. Teoretická východiska**

### **3.1 Operační výzkum**

Operační výzkum (operational research) lze charakterizovat jako soubor vědních disciplín, které se zaměřují na analýzu různých druhů rozhodovacích problémů (Jablonský, 2007, s. 9). Operační výzkum studuje problémy ekonomické, technické i organizační povahy (Fiala, 2010, s. 9).

Operační výzkum umožňuje nalézt řešení rozhodovacích problémů, toto řešení by mělo být nejlepším (optimálním) (Fábry, 2011, s.15).

První zmínka o operačním výzkumu je z období 2. světové války. Během války byly tvořeny v USA a Velké Británii speciální týmy pracovníků, kteří měli za úkol analyzovat složité strategické a taktické vojenské problémy a operace. K dalšímu rozvoji operačního výzkumu došlo v 50. letech, kdy došlo v hojném poválečném rozvoji (Jablonský, 2007, s. 9). V roce 1950 také vyšlo první číslo časopisu „Operational Research Quarterly“, což byl další důležitý krok ve vývoji operačního výzkumu. Velký rozvoj přišel koncem 20. století především díky rozvoji výpočetní techniky (Fábry, 2011, s. 16).

#### **3.1.1 Modely operačního výzkumu**

Hlavním nástrojem operačního výzkumu je matematické modelování. Model je zjednodušeným obrazem reálného systému, to je nutné brát v potaz při analýze tohoto systému (Jablonský, 2007, s. 10).

V průběhu modelování je třeba brát v potaz přílišné zjednodušování skutečného systému, tím získáme zkreslený model a výsledky tedy budou nereálné. Zároveň není dobrá ani snaha o co nejvěrnější zachycení skutečnosti, z toho se sice získá kvalitní model, ale jeho analýza bude nemožná a výsledky neuchopitelné (Fábry, 2011, s. 9).

Matematické modelování má mnoho výhod. Matematické modely umožňují strukturalizaci systému a specifikaci všech možných variant stavu systému a analýzu ve zkráceném čase. S modely je možné snadno manipulovat, konat mnoho pokusů za pomoci změn parametrů. Další výhodou matematických modelů jsou nízké náklady na realizaci (Jablonský, 2007, s. 10).

Matematický model vychází z ekonomického modelu, který je přesným popisem daného ekonomického problému (Fábry, 2011, s. 17).

Ekonomický model se skládá z prvků a vazeb. Tento model by měl zahrnovat obzvláště (Jablonský, 2007, s. 11):

- Cíl analýzy – jednoznačné určení cílového stavu (např. maximalizace zisku nebo minimalizace nákladů).
- Popis procesů probíhajících v systému – procesem se rozumí reálná aktivita, která probíhá v systému s určitou intenzitou, tato aktivita ovlivňuje cíl analýzy.
- Popis činitelů ovlivňujících provádění procesů – procesy nemohou být prováděny s neomezenou intenzitou, jejich provádění je ovlivňováno mnoha činiteli. Činitelem může být například spotřeba omezených zdrojů.
- Popis vzájemného vztahu mezi cíli analýzy, procesy a činiteli.

Matematický model je vlastně převedeným ekonomickým modelem. Matematický model obsahuje stejné prvky jako model ekonomický (Jablonský, 2007, s. 12).

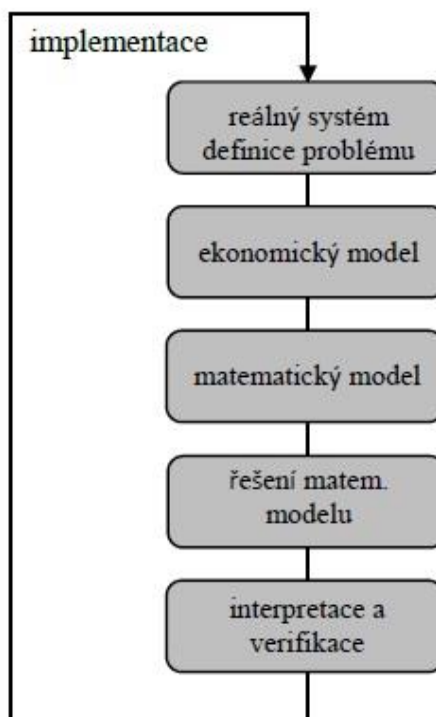
V matematickém modelu je třeba definovat proměnné. Cílem analýzy je účelová funkce, ve které se hledá maximum či minimum (Fábry, 2011, s. 17).

### **3.1.2 Podstata operačního výzkumu**

Při použití metod operačního výzkumu je možné rozlišit několik na sebe navazujících fází (Obrázek 1). První a velmi důležitou fází je rozpoznání a definice problému v reálném systému. V další fázi je třeba reálný systém zjednodušit, k čemuž slouží ekonomický model, který je popsán v předchozí kapitole. Na základě vytvořeného ekonomického modelu se vytvoří matematický model. K samotnému řešení matematického modelu dochází v dalším kroku (Jablonský, 2007, s. 10).

Další fází je interpretace výsledků a verifikace daného modelu. Interpretace je podstatná, jelikož je třeba rozumět výsledkům získaným z matematického modelu. Je tedy možné interpretaci chápat jako slovní vyjádření, případně vysvětlení výsledků. Verifikace je ověření správnosti sestaveného modelu a zhodnocení reálnosti získaných výsledků. Pokud se ověřením zjistí, že je model správně sestaven, přechází se k další fázi, kterou je implementace. Implementace znamená uvedení výsledků analýzy do praxe, tato implementace by měla zlepšit fungování systému (Fábry, 2011, s. 12) a (Jablonský, 2007, s. 13).

Obrázek 1 - Fáze při aplikaci operačního výzkumu



Zdroj: Jablonský, 2007, s. 11

### 3.1.3 Klasifikace disciplín operačního výzkumu

Z důvodu různorodosti modelů operačního výzkumu je třeba specifický přístup k řešení jednotlivých tříd problémů (Jablonský, 2007, s.13).

**Matematické programování** – zabývá se řešením optimalizačních úloh, ve kterých je úkolem nalezení extrémů daného kritéria. Tyto optimalizační úlohy se řeší pomocí lineárního a nelineárního programování, kdy lineární programování je častěji využíváno. Lineární programování se běžně aplikuje při optimalizaci výrobního programu či k určení strategie reklamy apod (Jablonský, 2007, s. 13).

**Vícekritériální rozhodování** – zobrazuje rozhodovací problémy, ve kterých se důsledky rozhodnutí posuzují dle několika kritérií. Smyslem vícekritériálního rozhodování je nalezení optimálního řešení, případně vyřazení neefektivních variant. Vícekritériální rozhodování se rozděluje na dvě skupiny modelů, a to na vícekritériální hodnocení variant a modely vícekritériální optimalizace (Šubrt a kol, 2011, s. 162).

**Teorie grafů** – pomocí grafů je možné zobrazit některé rozhodovací problémy. Graf je definován jako množina, která se skládá z množiny uzlů a množiny hran. Uzly jsou

znázorněny prvky (objekty) v reálném systému, hrany vyjadřují vztahy mezi těmito prvky. Grafy je možné znázornit například dopravní sítě (Fábry, 2011, s. 61).

**Teorie zásob** – věnuje se strategii řízení zásobovacího procesu a optimalizace objemu skladovaných zásob, kdy se bere ohled na minimalizaci nákladů či ztrát spojených s objednáváním, udržováním a vydáváním zásob (Jablonský, 2007, s. 15).

**Teorie hromadné obsluhy** – tzv. teorie front, zkoumá systémy, ve kterých se objevují požadavky vykonat posloupnost homogenních operací. Do těchto systémů vstupují prvky – zákazníci – s určitými požadavky na obsluhu systému. Příkladem systému hromadné obsluhy mohou být obchody (Šubrt a kol, 2011, s. 320).

**Modely obnovy** – se zabývají zkoumáním systémům, ve kterých existují jednotky, které po určité době používání přestanou fungovat. Doba, po kterou jednotka bezporuchově funguje, je náhodná veličina. Cílem modelů obnovy je predikovat počty jednotek, které se v jednotlivých časových obdobích porouchají (Jablonský, 2007, s. 16).

**Markovské rozhodovací procesy** – popisují chování dynamických systémů. Cílem Markovské analýzy je předpověď budoucího chování dynamického systému (Jablonský, 2007, s. 16).

**Teorie her** – v tomto případě závisí rozhodnutí jednoho subjektu na rozhodnutích učiněných jinými subjekty, což může platit i naopak, rozhodnutí jednoho ovlivní ostatní subjekty. Cílem každého hráče je zvolit takovou strategii, která pro něj bude mít nejvyšší hodnotu výplaty (Fábry, 2011, s. 135).

**Metoda datových obalů (DEA)** – jedná se o nástroj operačního výzkumu pro měření efektivnosti. Tato metoda je založena na porovnání jednoho virtuálního výstupu na základě jednoho virtuálního vstupu (Šubrt a kol., 2011, s. 223).

**Simulace** – za pomoci simulace je možné analyzovat složité systémy. Simulace je prostředkem analýzy a spočívá v experimentování s vytvořeným modelem systému za pomoci výpočetní techniky (Jablonský, 2007, s. 16).

### 3.2 Proces rozhodování

Rozhodování lze popsat jako proces, ve kterém je třeba vybrat jediné rozhodnutí z několika možných alternativ. Cílem rozhodovacího procesu je zvolit tu variantu, která je z určitého hlediska tou nejvýhodnější. Rozhodovatel musí velmi dobře znát věcnou stránku



rozhodovacího procesu, oblast řešeného problému, ve které se musí dobře orientovat (Šubrt a kol, 2011, s. 116).

Důležitým prvkem rozhodovacího procesu je objekt rozhodování. Objekt rozhodování je problémová, konfliktní situace, ve které je nezbytné vybrat právě jedno z rozhodnutí. Objekt rozhodování je konfliktem rozhodovatele, jelikož musí vybrat právě jednu variantu, tedy uskutečnit jedno rozhodnutí. Rozhodovatel je v literatuře nazýván jako subjekt rozhodování. Subjekt rozhodování může rozhodnout a realizovat rozhodnutí. Proces rozhodování se řídí záměrem, cílem, pravomocemi a přístupem rozhodovatele k problému (Šubrt a kol, 2011, s. 116).

Herbert A. Simon popsal proces rozhodování pomocí tří fází, toto v české literatuře vysvětluje Fotr a kol. (2010, s. 22). Těmito třemi fázemi jsou:

**Intelligence** – neboli analýza okolí – je první fází rozhodovacího procesu, ve které se nabývají znalosti a informace o dané problematice. V této fázi je nutné identifikovat problém, nalézt ho a zároveň správně formulovat.

**Design** – neboli návrh řešení – tato fáze navrhuje všechna řešení, která jsou možná. V tomto kroku se sestavuje samotný model vícekritériálního rozhodování, varianty získávají určitá kritéria, dle kterých jsou tyto varianty ohodnoceny.

**Choice** – neboli volba řešení – konečná fáze, ve které je určena finální a zároveň nejlepší varianta na základě modelu vytvořeného v předchozím kroku a vhodné metody řešení rozhodovacího problému. Vybraná nejlepší varianta je doporučena k realizaci.

### 3.3 Hodnocení efektivity

Efektivnost (účinnost) je ukazatelem výkonnosti dané produkční jednotky. Efektivnost popisuje vztahy mezi konkrétními vstupy a výstupy, které vstupují do transformačního procesu. Vstupy produkční jednotka zpracovává pro vytvoření výstupů. Vstupy by měly být minimalizačního charakteru, tzn. pro vyšší efektivnost jednotky je vhodné vstupy snižovat (Fiala, 2002, s. 107).

Dle Friedmanovy mikroekonomické definice je situace efektivní, v případě, že není možné ji zlepšit, tj. neexistuje žádná jiná situace, která by byla lepší.

Nejčastěji používaným nástrojem v praxi jsou různé poměrové ukazatele, které vycházejí z firemních finančních výkazů. Tyto ukazatele obvykle ale postihují málo faktorů, které ovlivňují celkovou efektivnost jednotky. Efektivnost, výkonnost

a produktivita závisí na řadě charakteristik. Tyto charakteristiky jsou různorodé a obvykle jsou těžko měřitelné. Příkladem těchto charakteristik můžou být například různé finanční ukazatele, počet zaměstnanců apod. (Jablonský, 2004, s. 9).

### 3.3.1 Metoda analýzy obalu dat

Za tvůrce myšlenky na vytvoření modelu DEA je považován M. J. Farrell, který se pokoušel najít lepší způsob hodnocení produktivity. V té době narážely pokusy o řešení problému na to, že měření byla velmi opatrná a neumožňovala spojení jednotlivých měření v náležité celkové měření efektivity. Farrell na základě těchto problémů navrhl analýzu, která by tento problém řešila, tedy aby se vztahovala na jakoukoli produkční jednotku. V roce 1978 vznikl první DEA model, který vytvořili Charnes, Cooper a Rhodes. Podle příjmení těchto autorů byl model označen jako model CCR (Cooper, Seiford, & Zhu, 2011, s. 3).

Modely analýzy obalu dat byly navrženy pro hodnocení efektivity, produktivity nebo výkonnosti homogenní produkční jednotky. Homogenní produkční jednotkou se rozumí produkční jednotka věnující se produkci identických nebo rovnocenných efektů, které jsou označovány jako výstupy dané jednotky. K vytváření efektů spotřebovává produkční jednotka vstupy, které jsou svou povahou minimalizační, to znamená, že nižší hodnota vstupů směřuje k vyšší výkonnosti produkční jednotky (Fiala, 2010, s. 85).

V případě hodnocení efektivity produkční jednotky, kdy je jen jeden vstup a výstup, pak je možné vyjádřit efektivity jednotky snadno poměrovým ukazatelem, tedy poměrem výstupu s vstupem. Příkladem jednoho vstupu a výstupu může být srovnání tržeb na počet zaměstnanců. K hodnocení produkční jednotky je však možné definovat řadu poměrových ukazatelů, které vycházejí z různých údajů a nemusejí být ve vzájemném souladu (Jablonský, Dlouhý 2004, s. 71).

Modely DEA vycházejí z toho, že pro daný problém existuje tzv. množina přípustných možností, která je tvořena všemi možnými kombinacemi vstupů a výstupů. Množina přípustných možností je vymezena tzv. efektivní hranicí. Produkční jednotky, jejichž kombinace vstupů a výstupů se nachází na efektivní hranici, jsou efektivními jednotkami, jelikož se nepředpokládá, že by mohla existovat reálně jednotka, která by dosáhla stejných výstupů s nižšími vstupy (Jablonský, Dlouhý, 2004, s. 72).

V případě modelů DEA se předpokládá, že je více druhů vstupů a výstupů, proto se tyto modely řadí mezi optimalizační modely do oblasti vícekritériálního rozhodování (Brožová, Houška, Šubrt, 2014, s. 126).

Cílem hodnocení efektivnosti je určit, které produkční jednotky jsou efektivní, ty které nejsou efektivní a do jaké míry, a jakým způsobem by se neefektivní jednotka mohla stát efektivní změnou hodnot vstupů a výstupů (Fiala, Dlouhý, 2006, s. 107)

Vstupní informace je možné zapsat do tabulky, která má podobu kritériální matice, kde sloupce vstupů odpovídají hodnocení podle minimalizačního kritéria a sloupce výstupů odpovídají hodnocení podle maximalizačního kritéria. Příkladem takové kritériální matice je Tabulka 1. V této tabulce se předpokládá  $p$  produkčních jednotek zkoumaného výběru, označené DMU 1 až DMU  $p$ . Každá jednotka spotřebovává  $m$  vstupů na vytvoření  $n$  výstupů.  $X_{ik}$  je množstvím vstupu  $i$  spotřebovávaného jednotkou  $k$  a  $y_{jk}$  je množství výstupu  $j$  produkovaného  $k$ -tou jednotkou.

Tabulka 1: Kritériální matice

	Vstupy				Výstupy			
	X1	X2		Xm	Y1	Y2		Yn
<b>DMU 1</b>	x <sub>11</sub>	x <sub>21</sub>		x <sub>m1</sub>	y <sub>11</sub>	y <sub>21</sub>		y <sub>n1</sub>
<b>DMU 2</b>	x <sub>12</sub>	x <sub>22</sub>		x <sub>m2</sub>	y <sub>12</sub>	y <sub>22</sub>		y <sub>n2</sub>
<b>DMU p</b>	x <sub>1p</sub>	x <sub>2p</sub>		x <sub>mp</sub>	y <sub>1p</sub>	y <sub>2p</sub>		y <sub>np</sub>

Zdroj: Brožová, Houška, Šubrt (2014, s. 127)

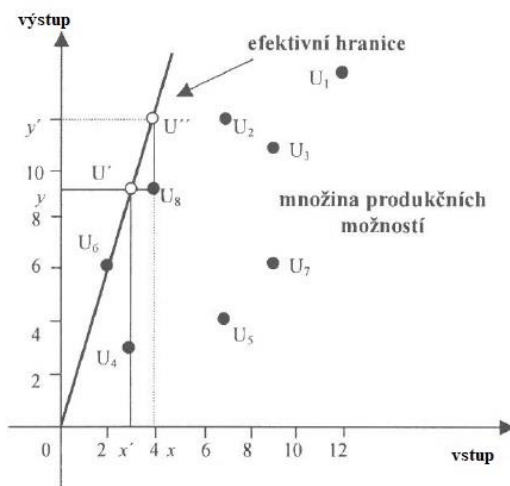
Efektivnost produkčních jednotek je dána poměrem vstupů a výstupů. V případě, že každá jednotka spotřebovává soubor vstupů na vytvoření souboru výstupů, používá se relativní míra efektivnosti, která je poměrem vážené sumy výstupů a vážené sumy vstupů. Metoda DEA zobecňuje výpočet relativní míry efektivnosti v tom smyslu, že připouští různé váhy vstupů a výstupů pro každou jednotku. Jelikož se váhy odvozují od technologie jednotlivých jednotek, užívá se označení relativní technická efektivnost. Pro tuto míru efektivnosti, kde  $u_{ik}$  a  $v_{jk}$  jsou individuální váhy vstupů a výstupů pro jednotlivé jednotky, je vztah vyjádřen následovně:

$$\phi_k = \frac{\sum_{j=1}^n u_{jk} y_{jk}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik}}, k = 1, \dots, p. \quad (1)$$

Předpoklad konstantních výnosů z rozsahu (CRS – constant returns to scale) udává, že je-li kombinace vstupů a výstupů  $(x, y)$  prvkem množiny přípustných možností, pak je prvkem dané množiny i kombinace  $(\alpha x, \alpha y)$ , kde je  $\alpha$  větší než 0. Konstantní výnosy

z rozsahu je možné znázornit grafem (viz. Obrázek 2). Z tohoto grafu je patrné, že jedinou efektivní jednotkou je v tomto případě jen jednotka  $U_6$ , ostatní jednotky jsou neefektivní (Jablonský, Dlouhý, 2004, s. 73).

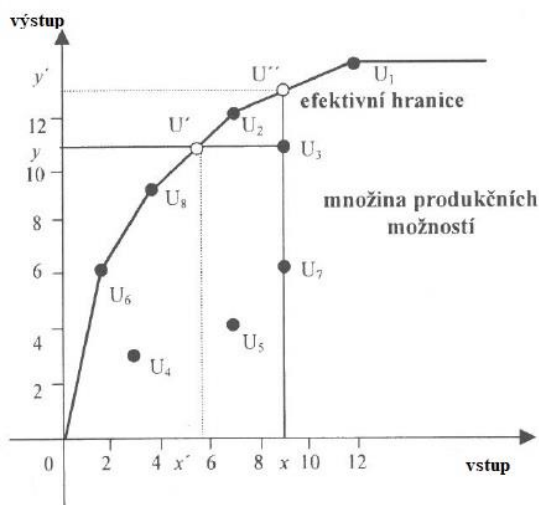
Obrázek 2: Množina produkčních možností - konstantní výnosy z rozsahu



Zdroj: Fiala a kol., 2010, s. 87

Předpoklad variabilních výnosů z rozsahu (VRS – variable returns to scale) vede k úpravě efektivní hranice. Z Obrázku 3 je patrné, že efektivní hranice zde tvoří obal dat, který je konvexní. V tomto případě jsou efektivní hned čtyři jednotky ( $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_6$  a  $U_8$ ). To je způsobeno tím, že neplatí požadavek o zachování efektivnosti musí být  $\alpha$ -násobek vstupů doplněn stejným násobkem výstupů. Variabilní výnosy z rozsahu vedou k tomu, že jednotka bude efektivní i v případě, že poměrný nárůst výnosů bude nižší nebo vyšší než odpovídající nárůst vstupů (Jablonský, Dlouhý, 2004, s. 75).

Obrázek 3: Množina produkčních možností - variabilní výnosy z rozsahu



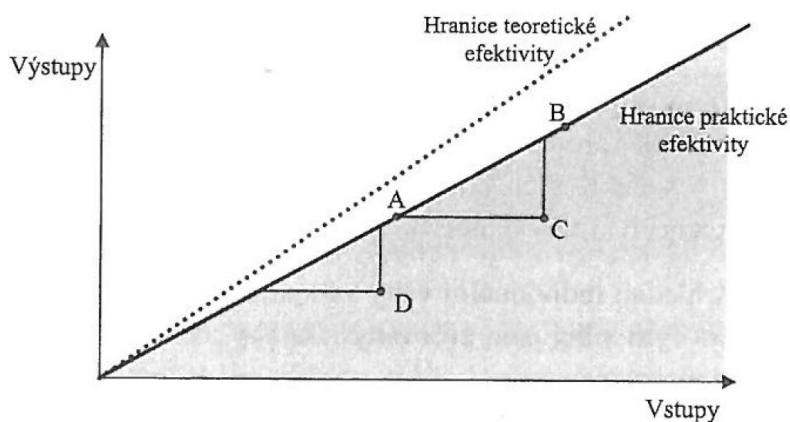
Zdroj: Fiala a kol., 2010, s. 89

### 3.3.1.1 Základní modely analýza obalu dat

#### CCR model

Tento model je označován jako CCR model, podle autorů tohoto modelu Charnese, Coopera a Rhodese. CCR model je zaměřen na určení takového množství vstupů, aby se neefektivní jednotka stala efektivní. Tento model předpokládá konstantní výnosy z rozsahu, tj. změna množství vstupů se přímo úměrně promítne do změny množství výstupů. Princip modelu CCR je možné znázornit grafem (Obrázek 4) (Šubrt a kol., 2011, s. 226).

Obrázek 4: Grafické znázornění principu CCR modelu - jeden vstup a jeden výstup



Zdroj: Šubrt a kol., 2011, s. 226

Základní charakteristikou modelu CCR je redukce většího množství vstupů a většího množství výstupů na jeden „virtuální“ vstup a jeden „virtuální“ výstup za pomoci vah, které jsou řešením modelu. Pro konkrétní produkční jednotku poměr mezi jedním virtuálním výstupem a jedním virtuálním vstupem udává míru efektivity, jež je funkcí váhových multiplikátorů ( $u$ ,  $v$ ), které agregují více vstupů a více výstupů do jediného ukazatele, podobně jako v úlohách vícekriteriální optimalizace (Fiala, Dlouhý, 2006, s. 113).

Model CCR maximalizuje míru efektivity hodnocené jednotky  $U_q$ , která je vyjádřena podílem vážených výstupů a vážených vstupů (2), při dodržení podmínek, že míry efektivity všech ostatních jednotek jsou menší nebo rovny 1. Pro každou jednotku se dostává pomocí vah pro vstupy  $v_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, m$ , virtuální vstup a pomocí vah pro výstupy  $u_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, r$ , virtuální výstup (Jablonský, Dlouhý, 2004, s. 79).

CCR model počítá váhy vstupů a výstupů optimalizačním výpočtem tak, aby to bylo pro hodnocenou jednotku co nejpříznivější z hlediska její efektivity při dodržení

podmínek maximální jednotkové efektivity všech ostatních jednotek. Celý model pro jednotku  $U_q$  lze vyjádřit jako úlohu lineárního lomeného programování:

$$\begin{aligned} \text{maximalizovat} \quad & z = \frac{\sum_i^r u_i y_{iq}}{\sum_j^m v_j x_{jq}} & (2) \\ \text{za podmínek} \quad & \frac{\sum_i^r u_i y_{ik}}{\sum_j^m v_j x_{jk}} \leq 1, k = 1, 2, \dots, m \\ & u_i \geq \varepsilon, i = 1, 2, \dots, r \\ & v_j \geq \varepsilon, j = 1, 2, \dots, m \end{aligned}$$

Ve vzorcích je  $z$  mírou efektivity jednotky  $U_q$ ,  $\varepsilon$  je infinitezimální konstanta, za jejíž pomoci model zabezpečuje, že všechny váhy vstupů a výstupů budou kladné a budou tedy alespoň nějakou minimální měrou v modelu zahrnuty,  $x_{ik}$ ,  $i = 1, 2, \dots, m$ ,  $k = 1, 2, \dots, n$  je hodnota  $i$ -tého vstupu pro jednotku  $U_k$  a  $y_{ik}$ ,  $i = 1, 2, \dots, r$ ,  $k = 1, 2, \dots, n$  je hodnota  $i$ -tého výstupu pro jednotku  $U_k$ . Hodnoty vstupů a výstupů jsou uspořádány do matice  $X$  o rozměrech  $(m, n)$  a matice  $Y$  o rozměrech  $(r, n)$  (Obrázek 5) (Jablonský, Dlouhý, 2004, s. 80).

Obrázek 5: Matice vstupů a výstupů

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

$$Y = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ y_{r1} & y_{r2} & \dots & y_{rn} \end{bmatrix}$$

Zdroj: Jablonský, Dlouhý, 2004, s. 80

Model (2) lze převést na standardní úlohu lineárního programování pomocí Charnes-Cooperovy transformace. Upravená úloha má následující podobu:

$$\begin{aligned} \text{maximalizovat} \quad & z = \sum_i^r u_i y_{iq}, & (3) \\ \text{za podmínek} \quad & \sum_i^r u_i y_{ik} \leq \sum_j^m v_j x_{kj}, k = 1, 2, \dots, n, \\ & \sum_j^m v_j x_{jq} = 1, \\ & u_i \geq \varepsilon, i = 1, 2, \dots, r, \\ & v_j \geq \varepsilon, j = 1, 2, \dots, m. \end{aligned}$$

Pokud je optimální hodnota míry efektivnosti, vypočtená modelem (3), rovna jedné, tedy  $z^* = 1$ , pak se hodnocená jednotka  $U_q$  označuje jako CCR-efektivní. Tento model bývá označován jako primární CCR model orientovaný na vstupy (Jablonský, Dlouhý, 2004, s. 81).

Tento model je orientován na určení množství vstupů jednotky, při kterém se jednotka dostane na efektivní hranici. Současně se předpokládá konstantní výnos z rozsahu, to znamená, že se změna množství vstupů promítne přímo úměrně do změny množství výstupů (Brožová, Houška, Šubrt, 2014, s. 138).

Tento model (3) může mít tři typy řešení, jež představují efektivní, smíšeně neefektivní a neefektivní produkční jednotky. Produkční jednotka je efektivní v případě, že je možné nalézt kladné váhy, pro které je relativní efektivnost produkční jednotky rovna jedné. O smíšeně neefektivní produkční jednotku se jedná, pokud je relativní efektivnost dané jednotky rovna jedné, ale jedna z vah je rovna nule. Smíšená neefektivní produkční jednotka leží sice na efektivní hranici, ale přesto nepatří mezi efektivní produkční jednotky. Neefektivní produkční jednotka má relativní efektivnost menší než jedna (Fiala, Dlouhý, 2006, 114).

Z hlediska výpočtů a interpretace je vhodné pracovat s modelem, který je duálně sdružený k modelu (3). Tento model může být označován jako duální CCR model orientovaný na vstupy a jeho formulace vypadá následovně:

$$\begin{aligned} &\text{minimalizovat} && \theta_q && (4) \\ & && && \\ &\text{za podmínek} && \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq \theta_q x_{iq}, i = 1, 2, \dots, m, && \\ & && \sum_{j=1}^n y_{ij} \lambda_j \geq y_{iq}, i = 1, 2, \dots, r, && \\ & && \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n. && \end{aligned}$$

V tomto modelu (4) je  $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n)$ ,  $\lambda \geq 0$  vektor vah, které jsou přiřazené jednotlivým jednotkám. Jedná se o vektor proměnných daného modelu. Proměnná  $\theta_q$  je v tomto modelu mírou efektivnosti hodnocené jednotky  $U_q$ . Proměnná  $\theta_q$  může být interpretována jako potřebná míra redukce vstupů pro dosažení efektivní hranice a její hodnota bude menší nebo rovna jedné (Fiala, 2010, s. 92).

Model (4) se pokouší najít virtuální jednotku, která je charakterizována vstupy  $X\lambda$  a výstupy  $Y\lambda$ , jež jsou lineární kombinací vstupů a výstupů ostatních jednotek souboru. Tyto jednotky jsou lepší, tj. nejsou horší, než vstupy a výstupy hodnocené jednotky  $U_q$ . Pro

vstupy a výstupy virtuální jednotky musí platit  $X\lambda \leq \theta_q x_q$  a  $Y\lambda \geq y_q$ , kde  $x_q$  a  $y_q$  jsou vektory vstupů a výstupů hodnocené jednotky. Jednotka  $U_q$  je efektivní v případě, že virtuální jednotka s uvedenými vlastnostmi neexistuje, tedy virtuální jednotka je shodná s hodnocenou jednotkou. Toto nastává ve chvíli, kdy je proměnná  $\theta$  rovna jedné. Zároveň musí být všechny přídatné proměnné, jež převádějí nerovnosti modelu (4) na rovnost, rovny nule. Po doplnění výše zmíněných proměnných má tvar modelu CCR orientovaného na vstupy následující tvar:

$$\begin{aligned} \text{minimalizovat} \quad & z = \theta_q - \varepsilon(e^T s^+ + e^T s^-), & (5) \\ \text{za podmínek} \quad & X\lambda + s^- = \theta_q x_q, \\ & Y\lambda - s^+ = y_q, \\ & \lambda, s^+, s^- \leq 0, \end{aligned}$$

kde  $s^+$  a  $s^-$  jsou vektory přídatných proměnných v omezeních pro vstupy a výstupy,  $e^T = (1, 1, \dots, 1)$  a  $\varepsilon$  je infinitezimální konstanta, jež se obvykle volí rovna  $10^{-8}$ . Hodnocená jednotka je efektivní, pokud je optimální hodnota proměnné  $\theta_q^*$  rovna jedné a pokud jsou optimální hodnoty všech přídatných proměnných rovny nule (Jablonský, Dlouhý, 2004, s. 82).

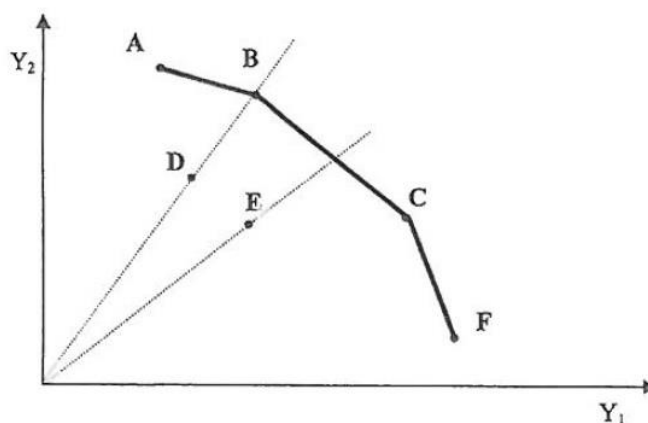
DEA modely vedle odhadu míry efektivnosti pro produkční jednotky a následné uspořádání těchto jednotek na základě míry efektivnosti, také poskytují informace o tom, jakým způsobem je možné zlepšit chování hodnocené jednotky tak, aby se tato jednotka stala efektivní. Získat zmíněné cílové hodnoty k dosažení efektivní hranice je možné z optimálních výsledků modelu (5) následujícími způsoby:

1.  $x_q' = X\lambda^*$ ,  $y_q' = Y\lambda^*$ , kde  $\lambda^*$  je vektorem optimálních hodnot vah vypočítaných modelem (5).
2.  $x_q' = \theta_q^* x_q - s^{*-}$ ,  $y_q' = y_q + s^{*+}$ , kde jsou symboly s hvězdičkou vektory optimálních hodnot proměnných modelu (5) (Fiala, 2010, s. 94).

Obdobně je možné formulovat modely, které jsou orientované na výstupy. Modely CCR orientované na výstupy určují množství výstupů, aby se neefektivní jednotka stala efektivní. Princip modelu CCR orientovaného na výstupy lze zobrazit grafem (Obrázek 6) (Šubrt a kol., 2011, s. 234).



Obrázek 6: Princip výstupově orientovaného modelu CCR



Zdroj: Šubrt a kol., 2011, s. 234

Z grafu je zřejmé, že A, B, C a F leží na hranici praktické efektivity, jelikož produkují největší množství výstupů. Průsečíky hranice praktické efektivity a spojnic neefektivních jednotek D a E představují virtuální efektivní jednotku pro tyto neefektivní jednotky (Šubrt a kol., 2011, s. 234).

Modely CCR orientované na výstupy mohou být buď primární nebo duální. Primární CCR model orientovaný na výstupy dle Jablonského a Dlouhého lze formulovat takto:

minimalizovat

$$g = \sum_j^m v_j x_{jq}, \quad (6)$$

za podmínek

$$\sum_i^r u_i y_{ik} \leq \sum_j^m v_j x_{jk}, \quad k = 1, 2, \dots, n,$$

$$\sum_i^r u_i y_{iq} = 1,$$

$$u_i \geq \varepsilon, \quad i = 1, 2, \dots, r,$$

$$v_j \geq \varepsilon, \quad j = 1, 2, \dots, m.$$

Duální model CCR orientovaný na výstupy se v maticové podobě formuluje následovně:

maximalizovat

$$g = \phi_q + \varepsilon(e^T s^+ + e^T s^-), \quad (7)$$

za podmínek

$$X\lambda + s^- = x_q,$$

$$Y\lambda - s^+ = \phi_q y_q,$$

$$\lambda, s^+, s^- \geq 0.$$

Interpretace výsledků modelu (7) je obdobná jako u přecházejícího modelu (5). Hodnocená jednotka  $U_q$  je efektivní, pokud je hodnota účelové funkce  $g^*$  rovna jedné. V případě, že je tato hodnota větší než jedna, není jednotka efektivní a optimální hodnota

proměnné  $\phi_q^*$  vyjadřuje potřebu proporcionálního navýšení výstupů pro dosažení efektivnosti (Fiala, 2010, s. 94).

Cílové hodnoty vstupů a výstupů  $x_q'$  a  $y_q'$  se získávají obdobně jako u předchozího modelu dvěma způsoby:

1.  $x_q' = X\lambda^*$ ,  $y_q' = Y\lambda^*$ , kde je  $\lambda^*$  vektorem optimálních hodnot vah získaných modelem (7).
2.  $x_q' = x_q - s^{*-}$ ,  $y_q' = \phi_q^* y_q + s^{*+}$ , kde jsou symboly s hvězdičkou vektory optimálních hodnot proměnných v modelu (7) (Jablonský, Dlouhý, 2004, s. 84).

### BCC model

Na rozdíl od CCR modelu, který předpokládá konstantní výnosy z rozsahu, model BCC uvažuje variabilní výnosy z rozsahu. Tento model navrhli v roce 1984 Banker, Charnes a Cooper jako modifikaci CCR modelu (Cooper, Seiford, Zhu, 2011, s. 12).

V případě BCC modelu se kónický obal dat mění na konvexní, to vede k tomu, že při jeho použití je označen vyšší počet jednotek za efektivní. Pro analýzu relativní efektivnosti při uvažování variabilních výnosů z rozsahu stačí duální modely (4) a (7) rozšířit o podmínku konvexnosti  $e^T \lambda = 1$  (Jablonský, Dlouhý, 2015, s. 102).

Primární BCC model orientovaný na vstupy lze formulovat následovně:

$$\begin{aligned}
 & \text{maximalizovat} && z = \sum_i^r u_i y_{iq} + \mu, && (8) \\
 & \text{za podmínek} && \sum_i^r u_i y_{ik} + \mu \leq \sum_j^m v_j x_{jk}, k = 1, 2, \dots, n, \\
 & && \sum_j^m v_j x_{jq} = 1, \\
 & && u_i \geq \varepsilon, i = 1, 2, \dots, r, \\
 & && v_j \geq \varepsilon, j = 1, 2, \dots, m,
 \end{aligned}$$

kde  $\mu$  je duální proměnná přiřazená podmínce konvexnosti. Modely (3) a (8) jsou vzájemně duálně sdružené, proto jsou optimální hodnoty účelových funkcí obou modelů shodné, tedy i interpretace výsledků je shodná. Tyto dva modely (3) a (8) se liší pouze v tom, jakých hodnot může nabývat proměnná  $\mu$ . V případě modelu CCR je tato proměnná rovna nule, v BCC modelu může nabývat libovolných hodnot (Jablonský, Dlouhý, 2004, s. 85).

Duální BCC model orientovaný na vstupy má následující podobu:

$$\begin{aligned}
 & \text{minimalizovat} && z = \theta_q - \varepsilon(e^T s^+ + e^T s^-), && (9) \\
 & \text{za podmínek} && X\lambda + s^- = \theta_q x_q,
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Y\lambda - s^+ &= y_q, \\
e^T\lambda &= 1, \\
\lambda, s^+, s^- &\geq 0,
\end{aligned}$$

kde mají všechny symboly použité v tomto modelu (9) stejnou interpretaci jako u modelu (5). Shodný je i způsob získání cílové hodnoty vstupů a výstupů pro neefektivní jednotky. Stejně je možné identifikovat i efektivní jednotky. Musí platit, že hodnota radiální proměnné  $\theta_q$  je rovna jedné a současně jsou všechny přídatné proměnné rovny nule, tzn. optimální hodnota účelové funkce  $z^*$  je rovna jedné. Neefektivní jednotky mají hodnotu  $z^* < 1$  (Fiala, 2010, s. 95).

Obdobně jako u modelu CCR je možné sestavit BCC model orientovaný na výstupy. Primární BCC model orientovaný na výstupy lze formulovat následovně:

$$\begin{aligned}
\text{minimalizovat} \quad & g = \sum_i^m v_i x_{iq} + v, & (10) \\
\text{za podmínek} \quad & \sum_i^r u_i y_{ik} \leq \sum_j^m v_j x_{jk} + v, k = 1, 2, \dots, n, \\
& \sum_i^r u_i y_{iq} = 1, \\
& u_i \geq \varepsilon, i = 1, 2, \dots, r, \\
& v_j \geq \varepsilon, j = 1, 2, \dots, m,
\end{aligned}$$

kde  $v$  je duální proměnná příslušející podmínce konvexnosti a může nabývat libovolných hodnot. Pro efektivní jednotky je optimální hodnota účelové funkce  $g^*$  rovna jedné, pro neefektivní jednotky je větší než jedna a určuje míru navýšení výstupů k dosažení efektivní hranice. Duální BCC model orientovaný na výstupy se od CCR modelu liší pouze přidáním podmínky konvexnosti (Jablonský, Dlouhý, 2004, s. 85).

Jak již bylo zmíněno výše modely CCR předpokládají konstantní výnosy z rozsahu a modely BCC předpokládají variabilní výnosy z rozsahu. Úpravou podmínek pro součet proměnných  $\lambda$  v duálních modelech je možné dostat další modifikace těchto modelů předpokládající neklesající nebo nerostoucí výnosy z rozsahu. Přehled modifikací těchto podmínek je uvedena v Tabulce 2 (Fiala, 2010, s. 96).

Tabulka 2: Modifikace podmínek pro různé výnosy z rozsahu

Výnosy z rozsahu	Tvar omezení
CRS – konstantní	$e^T\lambda$ - libovolné
VRS – variabilní	$e^T\lambda = 1$
NIRS – nerostoucí	$e^T\lambda \leq 1$
NDRS - neklesající	$e^T\lambda \geq 1$

Zdroj: Fiala, 2010, s. 96

### **Aditivní modely (SBM modely)**

Aditivní model se liší proti výše uvedeným modelům (CCR a BCC) tím, že při jeho formulaci není nutné rozlišovat mezi orientací na vstupy a výstupy. CCR a BCC modely jsou tzv. radiální modely, tzn. obsahují radiální proměnnou  $\theta_q$  a  $\phi_q$ , které udávají minimální míru redukce všech vstupů a míru navýšení všech výstupů pro dosažení efektivní hranice. Aditivní model, označovaný též jako SBM (*slack based measure*) model, měří efektivnost přímo pomocí přídatných proměnných  $s_i^+$  a  $s_i^-$  (Jablonský, Dlouhý, 2004, s. 86).

Při použití aditivního modelu se hodnocená jednotka  $U_q$  nazývá ADD-efektivní, pokud platí, že optimální hodnoty všech přídatných proměnných jsou rovny nule, tedy  $s_k^{+*} = 0, k = 1, 2, \dots, r$  a  $s_i^{-*} = 0, i = 1, 2, \dots, m$ . Je možné dokázat, že je jednotka ADD-efektivní, je-li CCR-efektivní při použití konstantních výnosů z rozsahu, případně BCC-efektivní při použití variabilních výnosů z rozsahu (Fiala, 2010, s. 96).

Nevýhodou aditivního modelu, který měří efektivnost jednotek jen pomocí přídatných proměnných, je skutečnost, že míra efektivnosti není nezávislá na změně měřítka, které je použito pro vstupy a výstupy (Fiala, 2010, s. 97).

Úpravu SBM modelu navrhl Tone (2002), jeho model není sice radiální, ale splňuje dvě podmínky. První podmínkou je, že míra efektivnosti je nezávislá na jednotkách použitých pro vyjádření vstupů a výstupů. Druhá podmínka udává, že míra efektivnosti je monotónně klesající funkce všech přídatných proměnných přiřazených vstupům a výstupům, tedy každé zlepšení (zhoršení) jakéhokoli vstupu i výstupu vede ke zvýšení (snížení) míry efektivnosti hodnocené jednotky (Jablonský, Dlouhý, 2004, s. 91).

### **FDH model**

Základní modely DEA, které byly uvedeny výše, porovnávají vstupy a výstupy hodnocené jednotky  $U_q$  s lineární kombinací vstupů a výstupů ostatních jednotek. Primární myšlenkou FDH modelu (Free Disposal Hull), který formulovali Deprins, Simar a Tulkens, je nekonvexnost množiny produkčních možností. Hodnocená jednotka může být porovnávána pouze relativně vůči skutečně existujícím jednotkám (Fiala, 2010, s. 99).

### **FRH model**

FRH model (Free Replicability Hull) je rozšířením modelu FDH. Model FRH umožňuje porovnávat hodnocenou jednotku  $U_q$  s násobnými kombinacemi ostatních jednotek (Fiala, 2010, s. 99).

### **DEA modely s nekontrolovatelnými vstupy a výstupy**

Způsobem, jak z hlediska rozhodovatele třídit vstupy a výstupy, je jejich dělení na kontrolovatelné a nekontrolovatelné. Kontrolovatelné charakteristiky může rozhodovatel nějakým způsobem ovlivňovat nebo řídit. Nekontrolovatelné jsou pak ty, které rozhodovatel nemůže ovlivnit. U nekontrolovatelných charakteristik nemá smysl počítat cílové hodnoty, jelikož není možné jich reálně dosáhnout a do modelu musejí být zahrnuty jiným způsobem (Jablonský, Dlouhý, 2004, s. 93).

### **DEA modely s nežádoucími výstupy**

Ve všech výše zmíněných model se uvažují pouze žádoucí výstupy, tj. výstupy, jejichž zvýšením se zvýší i míra efektivnosti. V reálných situacích je ovšem možný výskyt nežádoucích výstupů hodnocených jednotek. Příkladem nežádoucího výstupu mohou být odpady související s výrobou produktů. Nižší hodnota nežádoucích výstupů vede k vyšší míře efektivnosti. S výskytem nežádoucích výstupů se DEA modely vyrovnávají snadno, za pomoci transformace nežádoucích výstupů na výstupy žádoucí podle vzorce:

$$\psi_{ij} = -y_{ij} + d_i, i \in O_N, j = 1, 2, \dots, n, \quad (11)$$

kde se  $d_i$  volí tak, aby byly hodnoty  $\psi_{ij}$  byly kladné. Hodnotu  $d_i$  je možné zvolit jako  $\max_j (y_{ij}) + 1$ . Takto převedené hodnoty jsou již maximalizačního charakteru (Fiala, 2010, s. 100).

### **DEA modely s omezenými váhami vstupů a výstupů**

Základní modely DEA hledají váhy výstupů tak, aby to bylo co nejvýhodnější pro efektivnost hodnocené jednotky  $U_q$ . Tyto váhy musí splňovat pouze podmínku kladnosti, nejsou pro ně stanoveny žádné dolní meze. Nejjednodušším způsobem, jak se tomu vyhnout, je přímé stanovení dolních, případně i horních mezí pro jednotlivé váhy (Fiala, 2010, s. 101).

## **3.4 Státní správa**

Státní správa je součástí veřejné správy vykonávané státem nebo orgány, na které byl přenesen výkon státní správy (přenesená působnost). Hlavními orgány státní správy jsou parlament ČR, který se sestává z Poslanecké sněmovny a Senátu, prezident republiky, vláda, jež je vrcholným orgánem výkonné a politické moci, ministerstva a ostatní ústřední orgány státní správy, které řídí, kontroluje a koordinuje vláda (Lochamannová, 2017, s. 28).

V přenesené působnosti vykonávají státní správu kraje (krajské úřady), obce s rozšířenou působností, obce s pověřeným obecním úřadem a obce. Dále se státní správa dělí na ústřední, územní a místní. Ústřední státní správu vykonávají ministerstva a ústřední správní úřady, které mají celostátní působnost. Územní státní správa má teritoriálně omezenou působnost, příkladem mohou být kraje, obce, finanční úřady apod. (Lochamannová, 2017, s. 28).

Je nutné rozlišovat mezi státní správou a samosprávou. Orgány státní správy disponují pouze omezenou autonomií rozhodování, tzn., že jejich rozhodnutí se obvykle přezkoumává vyšším orgánem státní správy. Samospráva naopak disponuje autonomií rozhodování (Ústavní zákon č. 1/1993 Sb.)

### **3.4.1 Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy**

Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy (MŠMT) řídí výkon státní správy v oblasti školství a je zodpovědné za stav, koncepci a rozvoj vzdělávací soustavy. MŠMT tvoří podmínky pro provádění ochranné a ústavní výchovy, preventivně výchovné péče a vzdělávání pracovníků ve školských zařízeních (zákon č. 561/2004 Sb.).

MŠMT zřizuje a ruší školská zařízení pro výkon ústavní a ochranné výchovy a zařízení pro další vzdělávání pro pedagogické pracovníky. V rámci svých činností provádí MŠMT kontrolu správnosti a efektivnosti využívání finančních prostředků, které jsou přidělovány institucím z prostředků státního rozpočtu, z Národního fondu a prostředků od mezinárodních organizací. Ministerstvo školství vydává rámcové vzdělávací programy (Studijní text k otázkám zvláštní úřednické zkoušky pro obor služby Školství, mládeže a tělovýchova, s. 21).

Ve vztahu k vysokým školám MŠMT vypracovává a zveřejňuje výroční zprávu o stavu vysokého školství. Rozděluje vysokým školám finanční prostředky státního rozpočtu za kapitolu školství a kontroluje využití těchto finančních prostředků. MŠMT také kontroluje hospodaření VVŠ a poskytuje VVŠ metodickou pomoc (§ 87 odst. 1 zákona o vysokých školách).

## **3.5 Vysoké školství**

Vysoké školy se řídí §1 a 2 zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů (zákon o vysokých školách).

Vysoké školy jsou nejvyšším článkem vzdělávací soustavy. Jejich klíčovým cílem je nejen vzdělávání, ale i výzkumné a vědecké činnosti. Vysoké školy jsou jediné instituce, které mohou přiznávat akademické tituly, vykonávat akademické obřady a používat akademické insignie. Vysoké školy se dělí na veřejné, soukromé a státní (Lochamannová, 2017, s. 92).

Vysoké školy se dále dělí na univerzitní a neuniverzitní. Tento typ vysoké školy musí být ve shodě se stanoviskem Národního akreditačního úřadu pro vysoké školství. Pouze vysoká škola univerzitního typu může uskutečňovat doktorské studijní programy a může se rozdělovat na fakulty (některé vysoké školy univerzitního typu tuto možnost nevyužívají) (Studijní text k otázkám zvláštní úřednické zkoušky pro obor služby Školství, mládež a tělovýchova, s. 19).

Vysoké školy uskutečňují akreditované studijní programy, které jsou bakalářské, magisterské a doktorské. U bakalářských a magisterských studijních programů je stanoven profil, který je buď akademický, nebo profesní. Profesní studijní program je orientovaný na zvládnutí praktických dovedností, jež jsou potřebné pro výkon praxe. Akademický studijní program je naopak zaměřen na získávání teoretických znalostí pro výkon povolání, včetně uplatnění v oblasti výzkumu a vývoje (§2 a 44 zákona č. 111/1998 Sb.).

### **3.5.1 Veřejné vysoké školy**

Zřizovatelem těchto vysokých škol je stát. Veřejné vysoké školy (VVŠ) jsou zřizovány a rušeny zákonem o vysokých školách, kterým se musejí řídit. Zákon taktéž stanovuje název VVŠ (§ 5 odst. 3 zákona o vysokých školách).

Veřejné vysoké školy mají zákonem danou i jistou autonomii, tj. mají samosprávnou působnost. Tato působnost zahrnuje například stanovení vnitřní organizace, určování počtu přijímaných studentů a podmínek pro přijetí ke studiu, dále pak VVŠ tvoří a uskutečňují studijní programy atd. Stát tedy může zasahovat do samosprávné činnosti školy jen na základě zákona, v mezích zákona a způsobem zákonem stanoveným. Stát může chod vysokých škol ovlivňovat i výší finančních prostředků, které jim poskytuje (§ 6 odst. 3 zákona o vysokých školách).

Samosprávnými akademickými orgány na VVŠ je akademický senát, rektor, vědecká rada, umělecká nebo akademická rada (na neuniverzitních vysokých školách),

rada pro vnitřní hodnocení (pokud je zřízena), disciplinární komise, správní rada a kvestor. Každý z těchto orgánů má určené pravomoci (§ 7 odst. 3 zákona o vysokých školách).

Veřejné vysoké školy sestavují rozpočet na kalendářní rok, který nesmí být deficitní. Dále také sestavuje střednědobý výhled rozpočtu na minimálně 2 roky dopředu (§ 18 odst. 1 zákona o vysokých školách).

VVŠ je povinna každoročně vypracovat, předložit MŠMT a zveřejnit výroční zprávu o činnosti a o hospodaření (§ 21 odst. 1 zákona o vysokých školách).

### **3.5.2 Statní vysoké školy**

Statní vysoké školy spadají pod správu Ministerstva obrany a Ministerstva vnitra. Jedná se o vojenské a policejní vysoké školy (§ 2 odst. 7 zákona o vysokých školách).

Vojenské vysoké školy poskytují vzdělání odborníků pro ozbrojené síly, pro oblast bezpečnosti státu. Policejní vysoké školy pak poskytují vzdělání odborníků pro bezpečnostní sbory a obecní policii (§ 94 odst. 1 a 2 zákona o vysokých školách).

Státními vysokými školami jsou Vojenská vysoká škola, Univerzita obrany v Brně, Policejní vysoká škola a Policejní akademie České republiky v Praze (příloha č. 2 zákona o vysokých školách).

### **3.5.3 Soukromé vysoké školy**

Soukromé vysoké školy jsou právnické osoby, jež mají sídlo případně hlavní místo podnikatelské činnosti na území některého ze států EU. Soukromé školy mohou na území ČR působit pouze v případě, že jim Ministerstvo školství mládeže a tělovýchovy udělí státní souhlas. Za studium na soukromých školách musejí studenti platit poplatky stanovené školou (Lochamánová, 2017, s. 92).

MŠMT může poskytnout soukromé vysoké škole dotaci na uskutečňování akreditovaného studijního programu za podmínky, že se jedná o veřejně prospěšnou právnickou osobu. Dále může poskytnout soukromé vysoké škole dotace na stipendia (§ 40 odst. 2 zákona o vysokých školách).



### 3.6 Financování veřejných vysokých škol

Ministerstvo školství poskytuje veřejným vysokým školám finanční prostředky v podobě příspěvků a dotací. MŠMT každoročně vydává Pravidla pro poskytování příspěvků a dotací veřejným vysokým školám pro daný rok.

Příjmy veřejných vysokých škol jsou již výše zmíněné příspěvky na vzdělávací činnost a dotace ze státního rozpočtu, podpora výzkumu, experimentálního vývoje z veřejných prostředků, poplatky spojené se studiem, výnosy z majetku, výnosy z doplňkové činnosti, příjmy z darů a dědictví a jiné příjmy ze státního rozpočtu, ze státních fondů, z Národního fondu a z rozpočtů obcí a krajů (§ 18 odst. 2 zákona o vysokých školách).

O přidělení dotace rozhoduje MŠMT na základě podané žádosti vysoké školy, jež vytváří žádost na základě vydané výzvy. Náležitosti žádosti stanovují rozpočtová pravidla, další požadavky na obsah mohou být specifikovány v konkrétní výzvě. Všechny žádosti musejí být v písemné formě podepsané rektorem VVŠ (článek 2 Pravidel pro poskytování příspěvků a dotací VVŠ).

MŠMT stanovuje výši dotace dle typu a náročnosti akreditovaných studijních programů a programů celoživotního vzdělávání, dle počtu studentů a dle dosažených výsledků v činnostech vzdělávacích, vědeckých, uměleckých a ostatních. O výši dotace taktéž rozhoduje strategický záměr VVŠ (§ 18 odst. 3 zákona o vysokých školách).

Na počátku kalendářního roku poskytne MŠMT vysoké škole na základě její žádosti příspěvek ve výši  $\frac{1}{4}$ , aby byla zajištěna činnost VVŠ. V průběhu roku poskytne MŠMT vysoké škole příspěvek vypočtený dle rozpočtového okruhu I ve výši 90 % jeho ročního objemu. Nevyužitou část příspěvku může ministerstvo poskytnout VVŠ na základě odůvodněné žádosti (článek 5 pravidel pro poskytování příspěvků a dotací VVŠ).

Vysoké školy mají povinnost čerpat a využívat přidělené finanční prostředky za účelem, kterého má být dosaženo. V případě, že vysoká škola příspěvek čerpá v rozporu se zákonem nebo v rozporu s vydaným rozhodnutím, ministerstvo rozhodnutím příspěvek odejme. K odejmutí příspěvku dochází i v případě ukončení akreditovaného studijního programu, na nějž byly finanční prostředky poskytnuty (§ 18a odst. 4 zákona o vysokých školách).

Za účelné využití poskytnutých finančních prostředků, za řádné hospodaření s majetkem vysoké školy a za správné vypořádání se státním rozpočtem odpovídá

za vysokou školu rektor. MŠMT provádí pravidelně kontrolní činnost v oblasti nakládání s přidělenými finančními prostředky (článek 6 pravidel pro poskytování příspěvků a dotací VVŠ).

## **4. Vlastní práce**

### **4.1 Intelligence**

V této kapitole budou popsány jednotlivé vysoké školy. V druhé části této kapitoly budou uvedeny cíle veřejného vysokého školství, jeho výhody a nevýhody.

#### **4.1.1 Přehled veřejných vysokých škol**

##### **Akademie múzických umění v Praze (AMU)**

Akademie múzických umění je největší uměleckou školou v České republice. AMU byla založena 27. října 1945 dekretem prezidenta Edvarda Beneše „o zřízení vysoké školy Akademie múzických umění v Praze“.

AMU klade ve výuce důraz na individuální rozvoj talentu, tzn. že výuka probíhá v malých studijních skupinách. AMU se skládá ze tří fakult – Filmová a televizní fakulta, Hudební a taneční fakulta a Divadelní fakulta.

AMU pořádá jiné vzdělávací aktivity, jimiž jsou například kurzy celoživotního vzdělávání včetně univerzity třetího věku nebo tzv. DAMU junior, které bylo určeno pro děti ve věku 10-12 let.

AMU se zároveň zapojuje do vědeckovýzkumné činnosti, jedná se o výzkum o umění, výzkum pro umění a výzkum prostřednictvím umění. V těchto oblastech výzkumu je AMU centrem inovace a předním výzkumným pracovištěm.

Dlouhodobým cílem AMU je udržování a posilování stávající pozice mezi uměleckými vysokými školami. Dále chce AMU podporovat spolupráci se zahraničními partnerskými školami především v oblasti výzkumu.

##### **Akademie výtvarných umění v Praze (AVU)**

Akademie výtvarných umění je nejstarší uměleckou školou v České republice, vznikla již v roce 1799 císařským dekretem. Původně byla založena jako kreslířská akademie.

AVU se zaměřuje na profesní přípravu talentovaných osob. Vytváří zázemí pro svobodný a všestranný rozvoj studentů. AVU si udržuje tradiční postoj k výuce, šestileté magisterské studium probíhá formou ateliérové výuky. Základním principem je

individuální přístup k rozvoji výtvarného talentu jednotlivých studentů. AVU se snaží propojit uměleckou, výzkumnou a pedagogickou činnost.

Mimo již výše zmíněných tradičních studijních programů se AVU zaměřuje i na jiné činnosti, které nejsou přímo spojené s výukou studentů. AVU pořádá různé veřejné přednášky, letní akademie pro předškoláky, školáky a dospělé. AVU také pořádá kurzy celoživotního vzdělávání v restaurátorských oborech.

### **Česká zemědělská univerzita v Praze (ČZU)**

Česká zemědělská univerzita byla založena v roce 1906, kdy byl založen zemědělský odbor při České vysoké škole technické. V roce 1920 byl změněn zemědělský odbor na Vysokou školu zemědělského a lesního inženýrství. Samostatnou vysokou školou se ČZU stala až v roce 1952.

Česká zemědělská univerzita se skládá ze šesti fakult – Provozně ekonomická fakulta, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Technická fakulta, Fakulta lesnická a dřevařská, Fakulta životního prostředí a Fakulta tropického zemědělství. Všechny tyto fakulty sídlí v Praze, výjimkou jsou některá detašovaná pracoviště, která se nacházejí na různých místech České republiky.

Jedním z cílů ČZU je zkvalitňování a inovování pedagogické činnosti. Dále se zaměřuje na využívání kvalitních studijních opor pro své studenty. Neustále se snaží zvyšovat odbornost pedagogických pracovníků.

V rámci mezinárodní spolupráce podporuje ČZU krátkodobé výjezdy studentů do zahraničí, například na letní školy. ČZU zapojuje v některých studijních oborech studenty v rámci výuky do výzkumných projektů. Také se angažuje v mnohých mezinárodních výzkumných činnostech.

### **České vysoké učení technické v Praze (ČVUT)**

České vysoké učení technické patří k největším a nejstarším technickým univerzitám v Evropě. V roce 1803 podepsal císař schvalovací dekret o založení Českého stavovského polytechnického ústavu. Následně pak v roce 1815 získal tehdejší ústav statut samostatné školy. Spojením sedmi vysokých škol technických vzniklo jednotné České vysoké učení technické.

V současnosti má ČVUT osm fakult – Fakulta stavební, Fakulta strojní, Fakulta elektrotechnická, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Fakulta architektury, Fakulta dopravní, Fakulta biomedicínského inženýrství a Fakulta informačních technologií.

S výjimkou Fakulty biomedicínského inženýrství, která se nachází v Kladně, všechny ostatní fakulty sídlí v Praze.

ČVUT má vysoké nároky na znalosti a dovednosti svých studentů. Podporuje kariérní rozvoj všech svých zaměstnanců, jež vede ke zkvalitnění výuky a výzkumu univerzity.

ČVUT klade velký důraz na podporu mezinárodních vztahů. V rámci uzavřených smluv se zahraničními partnery je umožněno studentům vycestovat na krátkodobé i dlouhodobé studijní pobyty v zahraničí.

Vedle akreditovaných studijních programů realizuje ČVUT i jiné vzdělávací aktivity. ČVUT pořádá pravidelný cyklus přednášek pro studenty, pracovníky i pro veřejnost. ČVUT pořádá i tzv. Dětskou univerzitu, která je určena žákům základních škol. Na univerzitě je organizována i univerzita třetího věku.

### **Janáčkova akademie múzických umění v Brně (JAMU)**

Janáčkova akademie múzických umění byla založena v roce 1947. Tato umělecká škola byla pojmenována po významném hudebním skladateli Leoši Janáčkovi, který se snažil prosadit založení umělecké vysoké školy v Brně, ale během jeho života se to nepodařilo realizovat.

JAMU se skládá ze dvou fakult – Divadelní a Hudební fakulta. Obě tyto fakulty sídlí v Brně. Hlavním cílem JAMU je mít kvalitní absolventy, kteří budou všestranně připraveni na uměleckou činnost.

JAMU se zapojila do mezinárodních aktivit podporujících spolupráci s mimoevropskými uměleckými vysokými školami. Zároveň spolupracuje s Královskou konzervatoří v Haagu, s kterou se pokouší realizovat společný studijní program.

JAMU pořádá vzdělávání i v rámci univerzit třetího věku a kurzů celoživotního vzdělávání. JAMU usiluje o uznatelnost výstupů umělecké tvorby rovnocenně jako výzkumné a vědecké aktivity. JAMU podporuje rozvoj svých zaměstnanců, umožňuje jim možnost dalšího vzdělávání v podobě odborných seminářů a kurzů.

### **Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích (JU)**

Jihočeská univerzita se sídlem v Českých Budějovicích byla založena v roce 1991. JU se orientuje na přírodní, humanitní a sociální vědy, které mohou studenti studovat na osmi fakultách – Ekonomické fakultě, Fakultě rybářství a ochrany vod, Filozofické

fakultě, Pedagogické fakultě, Přírodovědecké fakultě, Teologické fakultě, Zdravotně sociální fakultě a Zemědělské fakultě.

JU spolupracuje s mnohými vysokými školami po celém světě. Zároveň podporuje studijní pobyty v zahraničí studentů a akademických pracovníků. V mezinárodní spolupráci nejvíce spolupracuje JU s Univerzitou Jana Keplera v Linci a s univerzitou v Pasově.

JU zaměřuje svou výzkumnou činností především na problematiku přírodních, sociálních a humanitních věd. Úzce spolupracuje s Akademií věd České republiky. JU se zároveň snaží o popularizaci výzkumu na různých akcích, které pořádá, příkladem může být Den vědy. JU poskytuje i další formy vzdělávání, jimiž jsou kurzy celoživotního vzdělávání, programy určené pro děti a mládež a univerzita třetího věku.

### **Masarykova univerzita (MU)**

Masarykova univerzita byla založena v roce 1919 přijetím zákona schvalujícím založení univerzity. MU se skládá ze devíti fakult – Právnické fakulty, Lékařské fakulty, Přírodovědecké fakulty, Filozofické fakulty, Pedagogické fakulty, Ekonomicko-správní fakulty, Fakulty informatiky, Fakulty sociálních studií a z Fakulty sportovních studií.

MU pro zájemce realizuje rozvoj celoživotního vzdělávání. MU také pořádá dětskou univerzitu a program vzdělávání žáků základních a středních škol včetně jejich rodičů. MU realizuje univerzitu třetího věku, na které spolupracuje s mnohými organizacemi. MU organizuje letní školy pro zahraniční studenty. Svým studentům umožňuje vycestování do zahraničí za účelem vzdělávání či realizace výzkumné činnosti. MU spolupracuje se zahraničními univerzitami z celého světa.

Masarykova univerzita se zapojuje do mezinárodních výzkumných programů. MU mimo jiné pracuje na vývoji léků na rakovinu. Výzkumnou činnost studentů podporuje pomocí interních projektů Grantové agentury.

### **Mendelova univerzita v Brně (MENDELU)**

Tehdejší Vysoká škola zemědělská v Brně byla založena zákonem v roce 1919. Její název na současný, který je podle zakladatele genetiky Gregora Johanna Mendela, se změnil až v roce 1994. MENDELU tvoří pět fakult - Agronomická fakulta, Lesnická a dřevařská fakulta, Provozně ekonomická fakulta, Zahradnická fakulta a Fakulta regionálního rozvoje a mezinárodních studií. Vyjma Zahradnické fakulty, která sídlí v Lednici, všechny ostatní fakulty sídlí v Brně.

MENDELU pořádá i jiné vzdělávací aktivity mimo akreditované studijní programy, jedná se například o různé semináře či workshopy. Také realizuje univerzitu třetího věku a kurzy zaměřené na výkon povolání.

Pro zvýšení počtu studentů vyjíždějících do zahraničí organizuje propagační akce, díky kterým získávají studenti informace o možnostech zahraničních studijních pobytů. MENDELU se snaží zapojovat studenty do výzkumné činnosti již v průběhu studia.

### **Ostravská univerzita (OU)**

Ostravská univerzita byla založena v roce 1991, tehdy měla tři fakulty. V současnosti má šest fakult, a to Fakultu sociálních studií, Fakultu umění, Filozofickou fakultu, Lékařskou fakultu, Pedagogickou fakultu a Přírodovědeckou fakultu.

OU se zapojuje ve velké míře do společenských a kulturních činností v Ostravě, kde pořádá mnoho akcí pro veřejnost.

Ostravská univerzita podporuje účast studentů na zahraničních studijních pobytech. Do studijních plánů jsou zahrnuty předměty vyučované v cizím jazyce. OU každoročně aktualizuje kurzy o nové poznatky tvůrčí činnosti. Zároveň školí studenty i akademické pracovníky v metodice vědy.

### **Slezská univerzita v Opavě (SU)**

Slezská univerzita byla původně součástí Masarykovy univerzity v Brně, samostatnou se stala až v roce 1991. V současné době sestává univerzita ze tří fakult - Filozoficko-přírodovědecké fakulty, Obchodně podnikatelské fakulty a z Fakulty veřejných politik.

SU považuje výzkumnou činnost za možnost seberealizace pracovníků i studentů. Na hodnocení výsledků výzkumu vytvořila metodiku pro pravidelné hodnocení tvůrčí činnosti. Pro podporu zapojení studentů do výzkumné činnosti realizuje SU grantové soutěže, čímž motivuje studenty ve výzkumné činnosti.

Slezská univerzita neustále rozšiřuje nabídku předmětů studovaných v cizím jazyce. Také se snaží navazovat nové vztahy se zahraničními univerzitami a rozvíjí a podporuje vztahy se stávajícími partnerskými zahraničními univerzitami.

### **Technická univerzita v Liberci (TUL)**

Samostatná Technická univerzita v Liberci vznikla v roce 1995. V současné době má sedm fakult – Fakultu strojní, Fakultu textilní, Fakultu přírodovědně-humanitní a pedagogická, Ekonomickou fakultu, Fakultu umění a architektury, Fakultu mechatroniky,

informatiky a mezioborových studií a Fakultu zdravotních studií. TUL se pyšní tím, že provozuje jako jediná v Evropě textilní fakultu.

TUL velmi úzce spolupracuje na výzkumu s textilním průmyslem, který je na severu Čech hojně rozšířený. TUL se ve výzkumu, ale nezaměřuje pouze na textilní průmysl, věnuje se také výzkumu v technické a ekonomické oblasti.

TUL usiluje dlouhodobě o zvýšení počtu studentů zapojených do zahraničních mobilityních programů. Pro studenty pravidelně pořádá TUL veletrh studijních i pracovních příležitostí v zahraničí. Jednotlivé fakulty spolupracují se zahraničními vysokými školami jak ve vzdělávání, tak i v oblasti výzkumu. TUL pořádá i kurzy a semináře mimo akreditované studijní programy.

### **Univerzita Hradec Králové (UHK)**

Univerzita Hradec Králové vznikla v roce 1992 pod názvem Vysoká škola pedagogická v Hradci Králové, na svůj současný název byla přejmenována v roce 2000. UHK se skládá ze čtyř fakult – Fakulty informatiky a managementu, Filozofické fakulty, Pedagogické fakulty a z Přírodovědecké fakulty.

UHK nabízí svým studentům možnost se zapojovat do výzkumných soutěží. Také studentům umožňuje vycestovat na zahraniční studijní pobyty jak v Evropě, tak i mimo ni. Zahraniční pobyty UHK podporuje i tím, že studentům uznává kredity, které získají na zahraničním pobytu, v případě, že výuka souhlasí se studijním plánem.

UHK rozvíjí mezinárodní spolupráce se zahraničními vysokými školami v oblasti vzdělávání a výzkumné činnosti. Akademičtí pracovníci zahrnují vědecké poznatky do výuky. Všechny fakulty organizují kurzy celoživotního vzdělávání.

### **Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem (UJEP)**

Univerzita Jana Evangelisty Purkyně byla založena v roce 1991. V prvopočátku byl UJEP tvořena třemi fakultami, v současné době má osm fakult – Fakultu sociálně ekonomickou, Fakultu umění a designu, Fakultu strojního inženýrství, Fakultu zdravotnických studií, Fakultu životního prostředí, Filozofickou fakultu, Pedagogickou fakultu a Přírodovědeckou fakultu.

UJEP se prezentuje jako vzdělávací, kulturní vědecké a pedagogické centrum Ústeckého kraje. Aktivně snaží připívat k rozvoji regionu, ve kterém sídlí. Pro veřejnost pořádá kurzy či výstavy. UJEP vytváří prostředí pro mezinárodní mobilitu studentů i akademických pracovníků.



UJEP představuje v Ústeckém kraji největší výzkumnou organizaci. Do výzkumné činnosti jsou zapojováni i studenti, kteří mohou výsledky své činnosti prezentovat na vědeckých konferencích.

### **Univerzita Karlova (UK)**

Univerzita Karlova je nejstarší univerzitou ve střední Evropě. Byla založena Karlem IV. roku 1348. Nyní sestává UK ze 17 fakult – Katolické teologické fakulty, Evangelické teologické fakulty, Husitské teologické fakulty, Právnické fakulty, tři lékařských fakult v Praze, Lékařské fakulty v Plzni, Lékařské fakulty v Hradci Králové, Farmaceutické fakulty v Hradci Králové, Filozofické fakulty, Přírodovědecké fakulty, Matematicko-fyzikální fakulty, Pedagogické fakulty, Fakulty sociálních věd, Fakulty tělesné výchovy a sportu a z Fakulty humanitních studií.

Posláním UK je šíření vzdělanosti, rozvoj svobodného myšlení a podpora výzkumu. UK má mnoho programů na podporu rozvoje vědních oborů. Tyto programy lákají mimo jiné i zahraniční vědecké pracovníky.

UK působí v řadě prestižních mezinárodních organizací. Zapojuje se výrazně do mezinárodních výzkumných programů. Aktivně podporuje studijní zahraniční pobyty studentů. Univerzita uskutečňuje informační semináře k zahraničním pobytům.

### **Univerzita Palackého v Olomouci (UP)**

Za prvopočátek Univerzity Palackého lze považovat rok 1573, kdy bylo jezuitské akademii přiznané promoční právo. Je tedy nejstarší univerzitou na Moravě. UP má nyní osm fakult – Cyrilometodějskou teologickou fakultu, Lékařskou fakultu, Filozofickou fakultu, Přírodovědeckou fakultu, Pedagogickou fakultu, Fakultu tělesné kultury, Právnickou fakultu a Fakultu zdravotnických věd.

V Olomouckém kraji patří UP mezi největší zaměstnavatele. Aktivně se zapojuje do šíření vzdělanosti i mezi veřejností. UP považuje za své poslání zapojování studentů do výzkumné a tvůrčí činnosti. Vědeckou činnosti podporuje i moderními vědeckými pracovišti.

UP rozvíjí mezinárodní spolupráci především zapojováním zahraničních akademických a vědeckých pracovníků. Snaží se podporovat studijní programy v cizím jazyce. UP se účastní zahraničních veletrhů a konferencí.

### **Univerzita Pardubice (UPa)**

Univerzita Pardubice vznikla v roce 1953, tehdy jako Vysoká škola chemicko-technická. V současné době se univerzita sestává ze sedmi fakult, a to z Fakulty chemicko-technické, z Fakulty ekonomicko-správní, z Dopravní fakulty Jana Pernera, z Fakulty filozofické, z Fakulty restaurování, z Fakulty zdravotnických studií a z Fakulty elektrotechniky a informatiky. UPa je jedinou univerzitou v Pardubickém kraji.

Univerzita si díky své vědecké činnosti vydobyla respekt tuzemské i mezinárodní vědecké obce. UPa se hojně zapojuje do mezinárodních výzkumných a vzdělávacích projektů. Do výzkumu se zapojují i studenti doktorských programů.

Univerzita rozšiřuje možnosti výjezdu na zahraniční studijní pobyty. O vyšší počet studijních výjezdů se snaží pomocí individuálního přístupu, vyšší finanční podporou a zjednodušením administrace spojené s vycestováním.

Univerzita zaštiťuje odborné či společenské akce pro veřejnost. UPa se snaží o popularizaci vědecko-výzkumné činnosti a realizuje kurzy celoživotního vzdělávání.

### **Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně (UTB)**

Samostatná univerzita Tomáše Bati vznikla až v roce 2001, do té doby se jednalo o pracoviště Slovenské vysoké školy technické. Nyní je UTB složená ze šesti fakult – Fakulty technologické, Fakulty managementu a ekonomiky, Fakulty multimediálních komunikací, Fakulty aplikované informatiky, Fakulty humanitních studií a z Fakulty logistiky a krizového řízení.

UTB podporuje výzkumnou činnost studentů doktorských studijních programů a mezinárodní výzkumnou spolupráci. Kromě poskytování výsledků bádání podnikům, sdílí výsledky výzkumů i se státní správou.

### **Veterinární a farmaceutická univerzita Brno (VFU Brno)**

Veterinární a farmaceutická univerzita vznikla v roce 1918. Tím se stala první univerzitou, která byla založena nově vzniklou Československou republikou. V současné době se univerzita člení na tři fakulty – Fakultu veterinárního lékařství, Fakultu veterinární hygieny a ekologie a z Farmaceutickou fakultu.

VFU pořádá kurzy celoživotního vzdělávání určené pro odborné veterinární pracovníky a pracovníky v zemědělských a potravinářských podnicích. Pro veřejnost realizuje univerzitu třetího věku.

### **Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (VŠB-TUO)**

V roce 1904 vznikla z Báňské akademie Vysoká škola báňská v Příbrami. Z Příbrami se přestěhovala až v roce 1945. Už v roce 1951 byla univerzita rozdělena na sedm fakult, které má stále – Hornicko-geologickou fakultu, Fakultu materiálově-technologickou, Fakultu strojní, Ekonomickou fakultu, Fakultu elektrotechniky a informatiky, Fakultu stavební a Fakultu bezpečnostního inženýrství.

Studenty doktorských studií se v zapojování do výzkumu snaží VŠB-TUO motivovat finančními odměnami za vynikající výsledky. Dále vyhlašuje pro studenty magisterských a doktorských studijních programů grantové soutěže na podporu vědeckých projektů.

Univerzita realizuje univerzitu třetího věku, kurzy celoživotního vzdělávání a také besedy či výstavy pro širokou veřejnost. VŠB-TUO se významně zapojuje do činností spojených s rozvojem Moravskoslezského kraje.

### **Vysoká škola ekonomická v Praze (VŠE)**

Vysoká škola ekonomická, největší ekonomicky zaměřená vysoká škola v České republice, byla založena v roce 1953. VŠE se dělí na šest fakult – Fakultu financí a účetnictví, Fakultu mezinárodních vztahů, Fakultu podnikohospodářskou, Fakultu informatiky a statistiky, Národohospodářskou fakultu a Fakultu managementu sídlící v Jindřichově Hradci.

VŠE se zaměřuje ve velké míře kromě odborných předmětů i na studium jazyků. Podporuje výjezdy studentů do zahraničí na studijní pobyty na více než 250 partnerských zahraničních školách.

VŠE organizuje kurzy celoživotního vzdělávání a také má akreditovaný program MBA. Tyto kurzy jsou nabízeny především absolventům této vysoké školy. Na VŠE dále probíhá výuka v rámci univerzity třetího věku, která je realizována v Praze i Jindřichově Hradci.

### **Vysoká škola chemicko-technická v Praze (VŠCHT)**

Vysoká škola chemicko-technická vznikla v roce 1920 jako vysoká škola v rámci Českého vysokého učení technického. V současné době se člení VŠCHT na čtyři fakulty, a to na Fakultu chemické technologie, na Fakultu technologie ochrany prostředí, na Fakultu potravinářské a biochemické technologie a na Fakultu chemicko-inženýrskou.

Vysoká škola klade velký důraz na praktickou výuku, která probíhá individuálně. Z toho důvodu se zapojují studenti všech studijních programů do výzkumných činností. VŠCHT je nejen uznávanou vzdělávací institucí, ale patří i mezi nejvýznamnější výzkumné instituce.

VŠCHT se stará o vzdělávání učitelů základních a středních škol, pro které pořádá pravidelně vzdělávací akce. Pořádá vzdělávací kurzy i pro veřejnost.

### **Vysoká škola polytechnická Jihlava (VŠPJ)**

Vysoká škola polytechnická byla založena v roce 2004 jako první neuniverzitní veřejná vysoká škola. Jelikož se jedná o neuniverzitní vysokou školu nemůže poskytovat doktorská studia a nečlení se na fakulty.

Vysoká škola se snaží poskytovat studentům vzdělání profesně orientované s praktickými výstupy z výuky. VŠPJ pořádá mimo akreditované studijní programy i kurzy celoživotního vzdělávání včetně univerzity třetího věku.

Zajímavostí je, že jako jediná vysoká škola má vlastní cestovní kancelář. VŠPJ se hojně zapojuje do výzkumné činnosti a výsledky předává jak soukromým podnikům, tak i veřejné správě.

### **Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích (VŠTE)**

Vysoká škola technická a ekonomická je vysoká škola neuniverzitního typu, která byla založena v roce 2006.

Výuka probíhá v oblastech ekonomiky, personalistiky, strojírenství, stavitelství, dopravy a logistiky. Tato vysoká škola se zaměřuje na praktickou výuku a oproti standardním studijním programům na vysokých školách, má navíc jeden semestr odborné praxe.

### **Vysoká škola uměleckoprůmyslová v Praze (UMPRUM)**

Vysoká škola uměleckoprůmyslová vznikla v roce 1885. Tato vysoká škola se člení pouze na katedry nikoli na fakulty. Tyto katedry – architektury, designu, volného umění, užitého umění, grafiky a katedra teorie a dějin umění – se dále dělí na ateliéry podle odborné specializace. Ateliéry vedou uznávaní odborníci z praxe.

UMPRUM pravidelně prezentuje veřejnosti studentské práce. Dále pořádá různé výstavní akce i v zahraničí. Pro širokou veřejnost uskutečňuje přednášky na různá témata týkající se umění. UMPRUM zprostředkovává studentům účast na zahraničních studijních pobytech.

## **Vysoké učení technické v Brně (VUT)**

Vysoké učení technické bylo založeno dekretem již v roce 1899. VUT se skládá z osmi fakult – Fakulty stavební, Fakulty strojního inženýrství, Fakulty elektrotechniky a komunikačních technologií, Fakulty architektury, Fakulty chemické, Fakulty podnikatelské, Fakulty výtvarných umění a Fakulty informačních technologií.

VUT pořádá pro veřejnost jak kurzy celoživotního vzdělávání, tak i jazykové kurzy či kurz pedagogického minima. Vysoká škola spolupracuje s Akademií věd ČR jak ve výzkumné oblasti, tak i při vytváření doktorských studijních programů.

## **Západočeská univerzita v Plzni (ZČU)**

Západočeská univerzita byla v roce 1991. V současné době se člení na 9 fakult, a to na Fakultu aplikovaných věd, na Fakultu designu a umění Ladislava Sutnara, na Fakultu ekonomickou, na Fakultu elektrotechnickou, na Fakultu filozofickou, na Fakultu pedagogickou, na Fakultu právnickou, na Fakultu strojní a na Fakultu zdravotnických studií.

Univerzita umožňuje studentům sestavit si studijní program na míru. Studenti se mohou zapojovat do výzkumných projektů či vycestovat do zahraničí.

### **4.1.2 Cíle veřejného vysokého školství**

Vysoké školy v České republice jsou centry vzdělanosti, nezávislého myšlení a tvůrčí či výzkumné činnosti. Jejich cíle nejsou tedy zaměřeny pouze na studenty, kteří navštěvují tyto instituce, ale i na širokou veřejnost. Vysoké školy by měly přispívat k rozvoji společnosti na regionální i celostátní úrovni. Vysoké školy se také hojně zapojují do mezinárodních výzkumných a studijních programů, čímž přispívají k celosvětovému rozvoji. Zároveň by se měly podílet na celoživotním vzděláváním, které by mělo být dostupné odborné i laické veřejnosti.

Vysoké školy poskytují studentům dostupné vzdělání, které by mělo zároveň studenty připravit do budoucna na výkon profese či na výkon výzkumné činnosti. Studentům zprostředkovávají studijní zahraniční pobyty a stáže v zahraničí, které zvyšují jazykovou připravenost studentů a umožňují získat specifické zkušenosti, jež by mimo zahraniční pobyt nezískali a které mohou zlepšit jejich uplatnitelnost na tuzemském i mezinárodním trhu práce.

Vysoké školy také podporují samostatnou výzkumnou činnost studentů, pro které vyhláší různé grantové soutěže, kde mohou studenti získat finanční podporu pro své projekty. Také se snaží studentům zajišťovat prostory, kde mohou realizovat svůj výzkum. Studenti, jež se v průběhu studia zapojují do výzkumných činností se pak mohou věnovat výzkumu i po skončení studia.

Vysoké školy jsou významnými vědeckými institucemi, které mohou výsledky svých výzkumů přispívat k vědeckému pokroku, který je v současné době nezbytný. V rámci vědeckých činností se zabývají řešením současných problémů. Hojně se zapojují do výzkumů, které se zabývají snižováním ekologického dopadu či do vývoje léčiv, což může vést ke zlepšení životního a sociálního prostředí.

### **4.1.3 Výhody a nevýhody veřejného vysokého školství**

#### **Výhody**

Na veřejných vysokých školách se mohou studenti vzdělávat zcela zdarma, což je nespornou výhodou oproti soukromým školám, kde musejí studenti za studia platit nemalé částky. Veřejné vysoké školy také poskytují studentům stipendia na dopravu a ubytování, případně poskytují stipendia studentům s nadprůměrnými studijními výsledky.

Tituly získané na veřejných vysokých školách jsou stále považovány za prestižní a někteří zaměstnavatelé dávají přednost přijímání absolventů veřejných vysokých škol.

Další výhodou může být jistota, že u veřejné vysoké školy na rozdíl od soukromé je téměř nemožné, aby zkrachovala a tím neumožnila studentům dostudovat. Také se téměř nestává, že by studijním oborům na VVŠ byla odebrána akreditace.

Další výhodou oproti soukromým vysokým školám je nabídka některých studijních oborů, jež nejsou na soukromých školách vyučovány, příkladem může být studium medicíny, které je možné studovat pouze na VVŠ.

#### **Nevýhody**

Nevýhodou na veřejných vysokých školách je nepřilíh osobní přístup ke studentům, kdy zřídka více spolupracují s vyučujícími.

Často dochází k ukončování či prodlužování studia. K prodlužování studia dochází i kvůli možnosti prodloužit si studium o jeden rok bez nutnosti placení, kdy na soukromých školách může působit motivačně hrazení studia. Příjímácké zkoušky mohou

být nedostatečným hodnocením studentů, které VVŠ přijímá, což může vést k přijetí studentů, kteří nejsou dostatečně motivovaní ke studiu.

Akademičtí pracovníci, kteří působí na vysokých školách, by mohli pracovat i v jiném odvětví než v terciálním vzdělávání. Studenti by také mohli místo studií pracovat na plný úvazek. To tedy znamená, že vysoké školy drží pracovní síly, jež by mohly být využity jinde.

## **4.2 Design**

V této kapitole budou uvedeny vstupy a výstupy, které budou zahrnuty do modelu, který bude následně vybrán pro zpracování vstupních dat. Jednotlivé vstupy a výstupy zde budou popsány a bude zdůvodněn jejich výběr. V případě nežádoucích výstupů bude uveden převod na výstupy, které budou maximalizačního charakteru.

V další části této kapitoly bude vybrána vhodná metoda výpočtu efektivnosti hodnocených jednotek.

Všechna získaná data jsou za rok 2018, jelikož údaje za rok 2019 nebyly v době psaní této práce k dispozici.

### **4.2.1 Vstupy**

Níže budou popsány jednotlivé vstupy, které byly vybrány jako vhodné pro hodnocení efektivnosti veřejných vysokých škol. Těmito vstupy jsou Dotace za MŠMT na vzdělávací činnost, Dotace za MŠMT na výzkum a vývoj, Ostatní dotace, Počet akademických pracovníků a Počet ostatních pracovníků.

V tabulce 3, kde jsou uvedeny vstupní údaje za jednotlivé veřejné vysoké školy, jsou označeny jednotlivé vstupy Input a konkrétní číslo. Následující vstupy jsou v tabulce 3 v tisících Kč, jedinou výjimkou je vstup počet zaměstnanců akademických i ostatních, kde je uveden přesný počet.

#### **Dotace za MŠMT na vzdělávací činnost (Input 1)**

Dotace na vzdělávací činnost poskytuje MŠMT vysokým školám na zajištění vzdělávací činnosti na vysoké úrovni na základě podání žádosti VVŠ. Tyto dotace tvoří nejvyšší příjmy, které VVŠ získává. Z těchto finančních prostředků jsou hrazeny i nutné běžné výdaje spojené s výukou, tzn. provozní výdaje.

Toto kritérium bylo zvoleno jako vhodný vstupní údaj, jelikož se jedná o finanční prostředky, které jsou nezbytně nutné k zajištění fungování VVŠ.

### **Dotace za MŠMT na výzkum a vývoj (Input 2)**

Dotace na výzkum a vývoj jsou poskytovány na základě podání žádostí VVŠ na určitou výzvu. Výzvy vydává MŠMT na konkrétní výzkumné projekty.

Tyto finanční prostředky nejsou nutné na zajištění chodu vysoké školy, ale bez těchto finančních prostředků by nebylo možné realizovat na VVŠ kvalitní výzkumnou činnost, která by měla být součástí činností VVŠ. Z toho důvodu bylo toto kritérium zařazeno do vstupů.

### **Ostatní dotace (Input 3)**

Část těchto dotací poskytují jiné instituce veřejné správy než MŠMT, těmito institucemi mohou být ostatní ministerstva či kraje.

Tyto dotace mohou být na výzkum nebo v rámci vyhlášených projektů za různé operační výzkumy. Příkladem operačního programu, o který si může VVŠ zažádat, může být v současné době Operační program Zaměstnanost, jež za ČR spravuje Ministerstvo práce a sociálních věcí.

Dotace mohou poskytovat nejen orgány veřejné správy ČR, ale i zahraniční organizace. Tyto dotace tvoří další část vstupu. Dotace přijímané od zahraničních institucí jsou nejčastěji na výzkum, jež vysoká škola realizuje se zahraničními partnery.

Tyto poskytnuté finanční prostředky nebývají obvykle tak vysoké jako dotace přijímané od orgánů veřejné správy, ale zároveň jsou neopomenutelným příjmem. Z toho důvodu byl tento údaj zahrnut do vstupů.

### **Počet zaměstnanců – akademičtí pracovníci (Input 4)**

Akademičtí pracovníci vstupují přímo do vzdělávacího procesu. Realizují výuku pro studenty a starají se o vhodnost studijních podkladů, jež jsou nutné k realizaci efektivní výuky. Zapojují se mimo jiné i do vědeckých činností, které jsou pro vysoké školy neméně důležité a podporují jejich prestiž.

Akademičtí pracovníci patří k nenahraditelným vstupům do procesu vzdělávání, jelikož by nebylo možné bez jejich účasti studenty vzdělávat.

### **Počet zaměstnanců – ostatní pracovníci (Input 5)**

Ostatní pracovníci se nezapojují do výuky přímo. Jejich práce ale zajišťuje, že může výuka probíhat. Mohou to být zaměstnanci, kteří se starají o administrativu spojenou



se studiem nebo o fungování online serverů vysoké školy, bez kterých se v současné době žádná vysoká škola neobejde. Do této kategorie spadají i uklízeči či údržbáři.

Tito pracovníci sice nejsou vidět tak, jako akademičtí pracovníci, ale jejich práce je neméně důležitá pro chod vysoké školy.

Tabulka 3: Vstupy

<b>VVŠ</b>	<b>Input 1</b>	<b>Input 2</b>	<b>Input 3</b>	<b>Input 4</b>	<b>Input 5</b>
<i>AMU</i>	390 705,00	68 205,00	21 670,00	258	213
<i>AVU</i>	99 017,00	7 693,00	14 093,00	61	49
<i>ČZU</i>	1 181 002,00	830 764,00	255 996,00	1 566	0
<i>ČVUT</i>	3 202 826,00	939 694,00	686 594,00	672	526
<i>JAMU</i>	210 398,96	104 786,86	4 642,83	153	162
<i>JU</i>	1 115 366,00	421 662,00	199 184,00	643	1 462
<i>MU</i>	3 979 495,00	1 841 876,00	771 099,00	2 151	2 034
<i>MENDELU</i>	933 000,00	277 537,00	303 993,00	517	866
<i>OU</i>	813 897,00	213 149,00	98 625,00	497	384
<i>SU</i>	465 460,00	85 615,00	23 205,00	273	288
<i>TUL</i>	502 345,00	620 600,00	94 693,00	519	515
<i>UHK</i>	392 284,00	276 419,00	41 525,00	349	259
<i>UJEP</i>	832 922,00	590 967,00	51 555,00	420	415
<i>UK</i>	6 055 724,00	2 941 899,00	1 203 109,00	3 836	3 559
<i>UP</i>	2 096 099,00	1 499 320,00	519 769,00	2 202	734
<i>Upa</i>	791 364,00	400 171,00	97 890,90	541	424
<i>UTB</i>	967 368,00	209 631,00	62 054,00	450	350
<i>VFU</i>	386 149,00	76 500,00	27 644,00	260	394
<i>VŠB-TUO</i>	1 468 321,00	915 206,00	273 247,00	821	1 049
<i>VŠE</i>	828 132,00	223 489,00	117 646,00	496	489
<i>VŠCHT</i>	600 820,00	718 139,00	307 155,00	614	376
<i>VŠPJ</i>	221 537,00	63 952,00	12 463,00	79	78
<i>VŠTE</i>	194 758,00	6 301,00	8 509,00	86	95
<i>UMPRUM</i>	343 970,00	18 545,00	12 103,00	69	76
<i>VUT</i>	1 911 747,00	966 538,00	569 476,00	1 039	1 673
<i>ZČU</i>	1 134 216,00	603 424,00	238 629,00	634	788

Zdroj: Vlastní zpracování

#### 4.2.2 Výstupy

V této podkapitole budou popsány vybrané výstupy, které byly vybrány jako vhodné výstupy do modelu.

Těmito výstupy jsou Vratky dotací MŠMT, Počet akreditovaných studijních programů, Počet studijních programů v cizím jazyce, Počet projektů v rámci mezinárodní spolupráce, Počet zapsaných studentů do 1. ročníků bakalářských, magisterských navazujících a doktorských studijních programů, Absolventi bakalářských, magisterských a doktorských studijních programů, Neúspěšnost v 1. ročníku v % na bakalářských, magisterských a doktorských studijních programech.

V tabulce 6 údajů budou označeny jednotlivé výstupy jako Output s konkrétním číslem.

##### **Vratky dotací MŠMT (Output 1)**

Vratky dotací jsou finanční prostředky, které VVŠ nevyčerpala v průběhu daného období, na které byla vyplacena dotace. Tyto prostředky musejí VVŠ vracet poskytovatelům buď v průběhu kalendářního roku nebo v rámci finančního vypořádání na začátku následujícího roku.

Výše vratek jsou jedním z vypovídajících údajů o hospodaření VVŠ. Čím nižší je hodnota vratky, tím lépe VVŠ hospodařila s přijatými finančními prostředky, tedy vyčerpala finanční prostředky, o které si zažádala. Pro potřeby výpočtů byla data převedena podle vzorce (12) pro převod nežádoucích výstupů. V tabulce 4 jsou uvedeny hodnoty před převedením, které jsou uvedeny v Kč.

Tabulka 4: Vratky dotací před převodem

VVŠ	Vratky dotací
AMU	50 365,00
AVU	0,00
ČZU	16 193,00
ČVUT	541,00
JAMU	17 877,65
JU	186 002,00
MU	742 420,00
MENDELU	0,00
OU	2 647,00
SU	49 846,00
TUL	122 655,00
UHK	38 485,00
UJEP	502 486,00
UK	732 156,00
UP	305 404,00
UPa	41 108,00
UTB	19 951,00
VFU	143,00
VŠB-TUO	386 760,00
VŠE	6 654,00
VŠCHT	133 576,00
VŠPJ	85 138,00
VŠTE	0,00
UPRUM	194 760,00
VUT	592,00
ZČU	123 934,00

Zdroj: Vlastní zpracování

Tyto hodnoty bylo nutné převést tak, aby byly hodnoty maximalizačního charakteru. Pro převod bylo nutné si nejdříve určit hodnotu  $d_i$ , která musí být zvolena tak, aby byly všechny hodnoty převedených výstupů kladné. Hodnota  $d_i$  byla zvolena jako maximální částka výstupů všech jednotek zvýšená o jednu jednotku. Nejvyšší hodnota mezi těmito výstupy je ve výši 742 420 tis. Kč. Hodnota  $d_i$  je tedy rovna 742 421 tis. Kč. Následně byla vypočtena hodnota upravených výstupů podle vzorce (11). Rovnice pro výpočet výstupu pro první jednotku vypadá následovně:

$$\psi_{11} = -50\,365 + 742\,421 = 692\,056.$$

Podle stejného postupu se dopočítají převedené hodnoty i pro všechny ostatní jednotky. Výpočet pro všechny jednotky je uveden v příloze. Tímto krokem se všechny výstupy převedou na hodnoty, jež mají maximalizační charakter a je tedy možné je zahrnout do modelu. V tabulce 6 jsou pak uvedené převedené hodnoty toho výstupu.

### **Počet akreditovaných studijních programů (Output 2)**

Udělení akreditace VVŠ má na starosti Národní akreditační úřad pro vysoké školství. Akreditace se uděluje na dobu nejvýše deseti let. Platnost akreditace je možné neomezeně obnovovat. V případě zamítnutí žádosti o udělení akreditace, může vysoká škola zažádat po uplynutí dvou let znovu. Pokud nemá vysoká škola platnou akreditaci na studijní program, nemůže konat výuku, přijímat studenty ani udělovat akademické tituly.

V současné době je kladen důraz na to, aby si vysoká škola vytvořila kvalitní systém zvyšování a hodnocení kvality vzdělávání. Akreditaci získávají pouze studijní programy v odpovídající kvalitě. Akreditace je získávána díky usilovné práci vysoké školy, a proto je zařazena mezi výstupy. Standardy pro udělení akreditace obsahují soubor minimálních požadavků na studijní program (především na obsahové zaměření studijního programu), požadavky na systém řízení a kontroly všech činností vysoké školy a požadavky na zajišťování kvality vzdělávací a tvůrčí činnosti a jejich hodnocení.

### **Počet studijních programů v cizím jazyce (Output 3)**

Studijní programy v cizím jazyce zajišťují studentům možnost se vzdělávat ve zvoleném oboru a zároveň zlepšovat jazykový projev v jiném než v rodném jazyce. To je velmi důležité při mobilitě absolventů, kteří mohou díky získaným jazykovým dovednostem vycestovat za prací do zahraničí, případně mohou pracovat v tuzemské firmě, která hojně komunikuje se zahraničními partnery.

Možnost studovat v cizím jazyce je velkým přínosem pro školu a pro mnoho studentů důležitým faktorem pro výběr studia na dané VVŠ. Toto kritérium bylo zařazeno do výstupů, jelikož je výsledkem činnosti VVŠ.

### **Počet projektů v rámci mezinárodní spolupráce (Output 4)**

Projekty mezinárodní spolupráce jsou vzdělávací, výzkumné či umělecké. Zapojení do mezinárodních projektů zvyšuje prestiž VVŠ. Díky spolupráci se zahraničními institucemi mohou vysoké školy vysílat studenty a akademické pracovníky na vzdělávací a pracovní zahraniční pobyty. Spolupráci na výzkumných činnostech se zahraničními institucemi mohou získávat mnoho nových poznatků ve vědeckých oborech.

VVŠ získávají svou snahou a vybudovaným postavením možnosti zapojovat se do mezinárodních projektů. Z toho důvodu bylo toto kritérium zvoleno jako výstupní hodnota.

### **Počet zapsaných studentů do 1. ročníků (Output 5 – 7)**

Studenti se mohou zapsat ke studiu na základě splnění podmínek pro přijetí ke studiu. Pro zajištění přijetí vhodných studentů, probíhají na vysokých školách přijímací řízení, která mohou být ve formě testů, pohovorů či talentových zkoušek. Úspěšné splnění podmínek pro přijetí ještě neznamená, že se potencionální studenti zapíší ke studiu.

Vliv na rozhodnutí studentů, kteří se dostanou na více vysokých škol, zapsat se na danou VVŠ může mít profil školy či atraktivnost studijního programu. Z toho důvodu byl vybrán jako jeden z výstupů počet zapsaných studentů, nikoli počet přihlášených či přijatých studentů, jelikož tyto údaje nemají dostatečnou vypovídací hodnotu.

V následující tabulce 6 jsou uvedeny počty zapsaných studentů do 1. ročníků bakalářských (Output 6), magisterských (Output 7) a doktorských studijních programů (Output 8).

### **Absolventi (Output 8 – 10)**

Počet absolventů studijních programů je finálním výstupem vzdělávacího procesu probíhajícího na VVŠ. Absolventy se rozumí studenti, kteří úspěšně splnili všechny podmínky pro získání titulu na daném vzdělávacím stupni. Absolventi mohou následně pokračovat ve studiu nebo se mohou zapojit do pracovního procesu díky získanému vzdělání.

Velký podíl na počtu absolventů mají vyučující, kteří studentům pomáhají s pochopením probíraných okruhů a kvalitní a dostupné studijní podklady.

V tabulce 6 jsou uvedeny údaje pro absolventy bakalářského (Output 9), magisterského (Output 10) a doktorského studia (Output 11).

### **Neúspěšnost v 1. ročníku v % (Output 11 – 13)**

Studenti mohou v 1. ročnících ukončit studium z různých důvodů. Studium mohou ukončit, protože je pro ně studium příliš náročné, rozhodnou se jít pracovat namísto studia nebo z důvodu nepříjemného prostředí, jež nepodporuje rozvoj studentů.

Vysoké školy mohou podporovat studenty v pokračování ve studiu různými způsoby. Mohou jim nabízet příjemné prostředí, vhodné a moderní vybavení učeben, přistupovat ke studentům individuálně či možnost zapojit se do aktivit mimo studijní programy.

Cílem VVŠ by mělo být snižování studijní neúspěšnosti, která bývá v 1. ročníku nejvyšší. Jelikož se jedná o nežádoucí výstup, byl pro účely výpočtů převeden

na procentuální úspěšnost studentů v 1. ročníku. Původní hodnoty těchto vstupů jsou uvedeny v tabulce 5.

*Tabulka 5: Neúspěšnost 1. ročníku v %*

<b>VVŠ</b>	<b>Neúspěšnost studentů - bakalářské studium</b>	<b>Neúspěšnost studentů - magisterské studium</b>	<b>Neúspěšnost studentů - doktorské studium</b>
<i>AMU</i>	9,60	5,50	0,00
<i>AVU</i>	0,00	5,70	0,00
<i>ČZU</i>	47,90	20,50	12,00
<i>ČVUT</i>	40,00	15,00	16,00
<i>JAMU</i>	8,00	3,00	0,00
<i>JU</i>	39,30	15,60	13,70
<i>MU</i>	37,50	19,70	11,00
<i>MENDELU</i>	46,80	17,40	15,30
<i>OU</i>	31,70	17,50	8,00
<i>SU</i>	53,00	29,00	13,00
<i>TUL</i>	47,00	24,04	13,00
<i>UHK</i>	26,00	18,48	17,00
<i>UJEP</i>	47,50	23,07	5,60
<i>UK</i>	36,70	19,49	6,00
<i>UP</i>	36,30	14,98	12,40
<i>UPa</i>	50,20	28,30	14,10
<i>UTB</i>	41,00	26,81	13,00
<i>VFU</i>	30,10	25,93	21,10
<i>VŠB-TUO</i>	56,56	33,23	26,48
<i>VŠE</i>	36,20	18,85	7,63
<i>VŠCHT</i>	54,50	13,40	14,80
<i>VŠPJ</i>	58,10	4,60	0,00
<i>VŠTE</i>	25,20	3,30	0,00
<i>UPRUM</i>	16,40	8,00	6,30
<i>VUT</i>	35,92	15,16	16,22
<i>ZČU</i>	45,00	23,28	19,00

*Zdroj 1: Vlastní zpracování*

V tabulce 6 jsou uvedeny tyto výstupy pro bakalářské (Output 12), magisterské (Output 13) a doktorské studium (Output 14). Tato data jsou uvedena v %.

Tabulka 6: Výstupy

VVŠ	Output 1	Output 2	Output 3	Output 4	Output 5	Output 6	Output 7	Output 8	Output 9	Output 10	Output 11	Output 12	Output 13
AMU	692 056,00	28	14	1	202	191	24	195	167	13	90	95	100
AVU	742 421,00	4	1	0	0	58	7	0	56	3	0	94	100
ČZU	726 228,00	144	60	17	5 985	2 522	304	2 168	2 898	110	52	80	88
ČVUT	741 880,00	252	83	133	4 880	2 359	441	2 272	1 897	205	60	85	84
JAMU	724 543,35	17	4	5	150	110	16	120	76	5	92	97	100
JU	556 419,00	215	45	60	2 710	2 340	103	1 274	866	70	61	84	86
MU	1,00	280	142	59	6 854	4 804	476	3 162	3 671	332	63	80	89
MENDELU	742 421,00	75	27	105	2 600	1 102	181	1 213	1 025	70	53	83	87
OU	739 774,00	138	26	7	2 335	1 024	103	1 134	829	40	68	83	92
SU	692 575,00	82	15	21	1 589	551	20	681	431	12	47	71	87
TUL	619 766,00	157	34	23	1 950	587	49	679	473	34	53	76	87
UHK	703 936,00	96	53	87	1 710	764	47	807	502	11	74	82	83
UJEP	239 935,00	156	26	4	2 390	825	60	934	519	12	53	77	94
UK	10 265,00	611	345	126	6 702	6 711	1 151	2 930	4 402	603	63	81	94
UP	437 017,00	270	97	47	4 362	2 679	285	1 989	1 999	149	64	85	88
Upa	701 313,00	199	51	23	2 439	709	83	1 083	625	81	50	72	86
UTB	722 470,00	119	33	25	2 841	1 339	97	1 387	964	71	59	73	87
VFU	742 278,00	12	12	2	144	578	62	96	564	32	70	74	79
VŠB-TUO	355 661,00	155	107	33	2 995	1 828	281	1 854	1 949	138	43	67	74
VŠE	735 767,00	79	33	8	3 300	2 014	115	1 555	1 935	63	64	81	92
VŠCHT	608 845,00	94	40	29	1 081	469	178	434	449	88	46	87	85
VŠPJ	657 283,00	15	1	1	1 173	0	0	286	33	0	42	95	100
VŠTE	742 421,00	11	2	2	1 013	148	0	421	90	0	75	97	100
UMPRUM	547 661,00	9	1	4	77	107	10	51	63	3	84	92	94
VUT	741 829,00	117	40	71	5 073	2 903	263	2 406	2 268	165	64	85	84
ZČU	618 487,00	144	16	61	3 130	1 338	125	1 297	921	56	55	77	81

Zdroj: Vlastní zpracování



### 4.2.3 Výběr metody hodnocení efektivnosti

V této podkapitole bude zvolen vhodný model pro výpočet efektivnosti financování veřejných vysokých škol. Výše byly již popsány veškeré vstupy a výstupy, které ovlivňují efektivitu hospodaření s finančními prostředky přidělovanými VVŠ.

Všechny vstupy jsou minimalizačního charakteru. Výstupy, jež nebyly maximalizačního charakteru, byly převedeny tak, aby byly shodně všechny výstupy maximalizačního charakteru, čímž v modelu nejsou žádné nežádoucí výstupy.

Z pohledu MŠMT, které je zadavatelem, je třeba snižovat vstupy tak, aby se zachovaly stejné případně vyšší hodnoty výstupů. Z toho tedy vyplývá, že vybraný model by měl být orientovaný na vstupy. Pokud by byla zadavatelem VVŠ byl by model orientovaný na výstupy, jelikož VVŠ jde především o navýšení výstupů při užití stejného množství vstupů.

Výstupy by se v tomto případě měly měnit konstantně se změnou vstupů. Je to z důvodu, že výše příspěvků je částečně ovlivněna počtem studentů, což následně ovlivňuje i výstupy. Na základě těchto informací byl zvolen výpočet podle duálního CCR modelu orientovaného na vstupy.

## 4.3 Choice

V této kapitole bude uveden nástin výpočtů podle zvolené metody. Model byl spočítán dle modelu (4) uvedeného výše. Výpočty byly provedeny přes DEA-Solver, který je doplňkem v Excelu. Pro první jednotku bude uveden výpočet modelu. Následně budou interpretovány výsledky modelu pro jednotlivé jednotky. Tyto výsledky budou zhodnoceny a v případě nalezení nedostatků, bude uvedeno, jak je možné daný systém zlepšit.

### 4.3.1 Výpočet zvolenou metodou

Jak bylo zmíněno výše výpočet bude realizován dosazením do duálního CCR modelu orientovaného na vstupy. V tomto případě bude uveden výpočet pouze pro první jednotku, jíž je Akademie múzických umění (AMU). Výpočet bude podle výše zmíněného modelu (4).

Data nutná k výpočtu (vstupy a výstupy) tohoto modelu byla uvedena výše v tabulkách 3 a 6.

$$\theta_1 \rightarrow \min$$

za podmínek

$$390\,705\lambda_1 + 99\,017\lambda_2 + \dots + 1\,134\,216\lambda_{26} \leq 390\,705\theta_1,$$

$$68\,205\lambda_1 + 7\,693\lambda_2 + \dots + 603\,424\lambda_{26} \leq 68\,205\theta_1,$$

$$21\,670\lambda_1 + 14\,093\lambda_2 + \dots + 238\,629\lambda_{26} \leq 21\,670\theta_1,$$

$$258\lambda_1 + 61\lambda_2 + \dots + 634\lambda_{26} \leq 258\theta_1,$$

$$213\lambda_1 + 49\lambda_2 + \dots + 788\lambda_{26} \leq 213\theta_1,$$

$$692\,056\lambda_1 + 742\,421\lambda_2 + \dots + 618\,487\lambda_{26} \geq 692\,056,$$

$$28\lambda_1 + 4\lambda_2 + \dots + 144\lambda_{26} \geq 28,$$

$$14\lambda_1 + 1\lambda_2 + \dots + 16\lambda_{26} \geq 14,$$

$$1\lambda_1 + 0\lambda_2 + \dots + 61\lambda_{26} \geq 1,$$

$$202\lambda_1 + 0\lambda_2 + \dots + 3\,130\lambda_{26} \geq 202,$$

$$191\lambda_1 + 58\lambda_2 + \dots + 1\,338\lambda_{26} \geq 191,$$

$$24\lambda_1 + 7\lambda_2 + \dots + 125\lambda_{26} \geq 24,$$

$$195\lambda_1 + 0\lambda_2 + \dots + 1\,297\lambda_{26} \geq 195,$$

$$167\lambda_1 + 56\lambda_2 + \dots + 921\lambda_{26} \geq 167,$$

$$13\lambda_1 + 3\lambda_2 + \dots + 56\lambda_{26} \geq 13,$$

$$0,90\lambda_1 + 0,00\lambda_2 + \dots + 0,55\lambda_{26} \geq 0,90,$$

$$0,95\lambda_1 + 0,94\lambda_2 + \dots + 0,77\lambda_{26} \geq 0,95,$$

$$1,00\lambda_1 + 1,00\lambda_2 + \dots + 0,81\lambda_{26} \geq 1,00,$$

$$\lambda_j \geq 0.$$

Výpočtem tohoto modelu se získá hodnoty vah  $\lambda_j$  pro první jednotku AMU. Dále byla modelem vypočítána hodnota míry efektivnosti  $\theta_l$  hodnocené jednotky  $U_l$ . Vypočtené hodnoty vektoru vah jsou uvedeny v tabulce 7. Hodnota míry efektivnosti hodnocené jednotky je:  $\theta_l = 1$ . Celý postup výpočtu je uveden v příloze.

Tabulka 7: Vektor vah AMU

VVŠ	Vektor vah $\lambda$
AMU	1,000
AVU	0,000
ČZU	0,000
ČVUT	0,000
JAMU	0,000
JU	0,000
MU	0,000
MENDELU	0,000
OU	0,000
SU	0,000
TUL	0,000
UHK	0,000
UJEP	0,000
UK	0,000
UP	0,000
UPa	0,000
UTB	0,000
VFU	0,000
VŠB-TUO	0,000
VŠE	0,000
VŠCHT	0,000
VŠPJ	0,000
VŠTE	0,000
UPRUM	0,000
VUT	0,000
ZČU	0,000

Zdroj: Vlastní zpracování

Z výsledků vyplývá, že AMU je efektivní jednotkou, jelikož je míra efektivnosti rovna jedné. To potvrzuje i vektor vah uvedený v tabulce 7, kde jsou všechny jednotky vyjma hodnocené jednotky AMU nulové. Pokud by byla jiná jednotka nenulová, znamenalo by to, že je daná jednotka lepší než hodnocená jednotka.

#### 4.3.2 Interpretace výsledků

V této podkapitole budou uvedeny výsledky modelu pro jednotlivé hodnocené jednotky. To tedy znamená, že budou míry efektivnosti pro všechny jednotky.

V případě neefektivních jednotek budou uvedeny i vektory vah těchto jednotek. Následně budou uvedeny hodnoty virtuálních vstupů, které udávají, jak by měly jednotky upravit své vstupy, tak, aby se staly efektivními.

V následující tabulce 8 jsou uvedeny vypočtené hodnoty míry efektivity pro každou hodnocenou jednotku. Tyto míry efektivity vyjadřují, zda jsou jednotky efektivní nebo neefektivní.

*Tabulka 8: Míry efektivity*

<b>VVŠ</b>	<b>Míra efektivity <math>\theta</math></b>
<i>AMU</i>	1,000
<i>AVU</i>	1,000
<i>ČZU</i>	1,000
<i>ČVUT</i>	1,000
<i>JAMU</i>	1,000
<i>JU</i>	1,000
<i>MU</i>	0,945
<i>MENDELU</i>	1,000
<i>OU</i>	1,000
<i>SU</i>	1,000
<i>TUL</i>	1,000
<i>UHK</i>	1,000
<i>UJEP</i>	1,000
<i>UK</i>	1,000
<i>UP</i>	0,758
<i>Upa</i>	1,000
<i>UTB</i>	1,000
<i>VFU</i>	1,000
<i>VŠB-TUO</i>	1,000
<i>VŠE</i>	1,000
<i>VŠCHT</i>	1,000
<i>VŠPJ</i>	1,000
<i>VŠTE</i>	1,000
<i>UMPRUM</i>	1,000
<i>VUT</i>	1,000
<i>ZČU</i>	0,861

*Zdroj: Vlastní zpracování*

V tabulce 8 jsou barevně zvýrazněny jednotky, které nejsou efektivní. Neefektivní jednotky jsou Masarykova univerzita, Univerzita Palackého a Západočeská univerzita. Pro efektivní jednotky již nebudou uvedeny vektory vah, jelikož jsou obdobné jako tomu bylo v případě AMU. Vektory jsou nulové, jen na pozici odpovídající hodnocené jednotce je hodnota rovna jedné.

Míra efektivnosti **Masarykovy univerzity** je rovna 0,945, je tedy efektivní z 94,5 %, z čehož vyplývá, že tato jednotka není CCR-efektivní. Vektor vah této hodnocené jednotky je uveden v tabulce 9.

Tabulka 9: Vektor vah MU

VVŠ	Vektor vah $\lambda$
AMU	0,000
AVU	0,000
ČZU	0,000
ČVUT	0,209
JAMU	0,000
JU	0,000
MU	0,000
MENDELU	0,000
OU	0,000
SU	0,000
TUL	0,000
UHK	0,000
UJEP	0,000
UK	0,154
UP	0,000
Upa	0,000
UTB	0,548
VFU	0,000
VŠB-TUO	0,559
VŠE	0,651
VŠCHT	0,443
VŠPJ	0,000
VŠTE	0,000
UMPRUM	0,000
VUT	0,000
ZČU	0,000

Zdroj: Vlastní zpracování

Ve výše uvedené tabulce 9 jsou zvýrazněny jednotky, které jsou lepší než hodnocená jednotka MU, jsou jimi jednotky ČVUT, UK, UTB, VŠB-TUO, VŠE a VŠCHT. Na základě těchto vah je možné určit, jak by se měly změnit jednotlivé vstupy a výstupy, tak, aby se hodnocená jednotka stala efektivní.

Tyto virtuální vstupy se určí na základě vzorce (5). V případě MU bude popsán přesný postup získání virtuálních vstupů, u dalších neefektivních jednotek budou pak uvedeny pouze výsledky. Výpočty pro ostatní neefektivní jednotky budou uvedeny v příloze. Výpočet bude tedy vypadat následovně:

pro první vstup

$$x'_{17} = 3\,202\,826 * 0,209 + 6\,055\,724 * 0,154 + 967\,368 * 0,548 + \\ 1\,468\,321 * 0,559 + 828\,132 * 0,651 + 600\,820 * 0,44 = 3\,761\,099,30,$$

pro druhý vstup

$$x'_{27} = 939\,694 * 0,209 + 2\,941\,899 * 0,154 + 209\,631 * 0,548 + \\ 915\,206 * 0,559 + 223\,489 * 0,651 + 718\,139 * 0,443 = 1\,740\,793,37,$$

pro třetí vstup

$$x'_{37} = 686\,594 * 0,209 + 1\,203\,109 * 0,154 + 62\,054 * 0,548 + 273\,247 * 0,559 \\ + 117\,646 * 0,651 + 307\,155 * 0,443 = 728\,780,89,$$

pro čtvrtý vstup

$$x'_{47} = 672 * 0,209 + 3\,836 * 0,154 + 450 * 0,548 + 821 * 0,559 + 496 * 0,651 + \\ 614 * 0,443 = 2\,033,$$

pro pátý vstup

$$x'_{57} = 526 * 0,209 + 3\,559 * 0,154 + 350 * 0,548 + 1\,049 * 0,559 + 489 * 0,651 + \\ 376 * 0,44 = 1\,922,37.$$

Pomocí těchto rovnic byly upraveny hodnoty vstupů na hodnoty, při kterých by byla hodnocená jednotka efektivní. Vstup Dotace na vzdělávací činnosti za MŠMT se snížil na 3 761 099,30 tis. Kč, vstup Dotace na VaV za MŠMT se snížil na 1 740 793,37 tis. Kč, vstup Ostatní dotace se snížil na 728 780,89 tis. Kč, vstup Akademičtí pracovníci se snížil na počet 2 033 a vstup Ostatní pracovníci se snížil na počet 1 922. V případě vstupů týkajících se lidských zdrojů byly výsledky zaokrouhleny na celá čísla.

Obdobným postupem se upraví i hodnoty výstupů. Hodnoty upravených výstupů pro všechny neefektivní jednotky jsou uvedeny níže v Tabulce 12.

Virtuální vstupy je možné spočítat i za pomoci míry efektivnosti. Níže je uveden důkaz, že je možné vstupy převést tímto způsobem. Hodnota původního vstupu se vynásobí hodnotou míry efektivnosti.

$$x'_{17} = 3\,979\,495 * 0,945 = 3\,761\,099 \text{ tis. Kč.}$$

Dle tohoto výsledku je zřejmé, že je možné získat virtuální vstupy těmito dvěma způsoby. Přičemž oběma způsoby je možné dojít ke stejným výsledkům. Toto je důkazem, že míru efektivnosti je možné interpretovat i jako potřebnou míru redukce vstupů pro dosažení efektivní hranice.

Další neefektivní jednou je **Univerzita Palackého**, jejíž míra efektivnosti  $\theta_{15} = 0,757724$ , je tedy efektivní pouze ze 75,8 %. Je tedy nutné vypočíst virtuální vstupy, při kterých by se hodnocená jednotka stala efektivní, na základě vektoru vah, který je uveden v tabulce 10.

Tabulka 10: Vektor vah UP

VVŠ	Vektor vah $\lambda$
AMU	0,000
AVU	0,000
ČZU	0,675
ČVUT	0,000
JAMU	0,000
JU	0,117
MU	0,000
MENDELU	0,000
OU	0,000
SU	0,000
TUL	0,000
UHK	0,303
UJEP	0,000
UK	0,000
UP	0,000
UPa	0,453
UTB	0,000
VFU	0,000
VŠB-TUO	0,000
VŠE	0,005
VŠCHT	0,298
VŠPJ	0,000
VŠTE	0,000
UMPRUM	0,000
VUT	0,000
ZČU	0,000

Zdroj: Vlastní zpracování

Z tabulky 10 je patrné, že lepšími jednotkami jsou ČZU, JU, UHK, UPa, VŠE a VŠCHT. Podle těchto jednotek a jejich vah je nutné upravit vstupy hodnocené jednotky **UP**.

Postup výpočtů vstupů hodnocené jednotky tak, aby se stala efektivní, je obdobný jako tomu bylo v přechozím případě, není tedy třeba uvádět celý postup znovu. Upravené hodnoty jednotlivých vstupů by měly být takovéto:

- Dotace na vzdělávací činnost za MŠMT = 1 588 263,77 tis. Kč,
- Dotace na VaV za MŠMT = 1 090 071,41 tis. Kč,
- Ostatní dotace = 345 084,19 tis. Kč,
- Akademičtí pracovníci = 1 669 pracovníků,
- Ostatní pracovníci = 556 pracovníků.

Upravené hodnoty výstupů pro tuto neefektivní jednotku jsou uvedeny v Tabulce 12.

Poslední neefektivní jednotkou je **Západočeská univerzita**, jejíž míra efektivnosti je ve výši 0,958, tzn. ZČU je efektivní z 95,8 %. Je tedy třeba upravit vstupy obdobně jako v přechozích případech. Vektor vah, podle něž se budou jednotlivé vstupy a výstupy upravovat je uveden v tabulce 11.



Tabulka 11: Vektor vah ZČU

VVŠ	Vektor vah $\lambda$
AMU	0,000
AVU	0,000
ČZU	0,120
ČVUT	0,161
JAMU	0,000
JU	0,000
MU	0,000
MENDELU	0,000
OU	0,000
SU	0,000
TUL	0,000
UHK	0,366
UJEP	0,000
UK	0,000
UP	0,000
Upa	0,192
UTB	0,000
VFU	0,000
VŠB-TUO	0,000
VŠE	0,161
VŠCHT	0,000
VŠPJ	0,000
VŠTE	0,000
UMPRUM	0,000
VUT	0,000
ZČU	0,000

Zdroj: Vlastní zpracování

Dle dat z tabulky 11 jsou lepšími jednotkami jednotky ČZU, ČVUT, UHK, UPa a VŠE, podle těchto jednotek musejí být upraveny vstupy tak, aby se modla jednotka ZČU stát efektivní. Stejným postupem jako v přechozích případech byly opět tyto upraveny vstupy. Hodnota upravených vstupů je:

- Dotace na vzdělávací činnost za MŠMT = 1 087 054,15 tis. Kč,
- Dotace na VaV za MŠMT = 465 168,48 Kč,
- Ostatní dotace = 194 372,17 tis. Kč,
- Akademičtí pracovníci = 608 pracovníků,
- Ostatní pracovníci = 340 pracovníků.

V Tabulce 12 jsou uvedeny hodnoty upravených výstupů pro všechny tři neefektivní jednotky. Aby bylo tabulku možné vložit, byla přetransformována. V řádcích jsou vypsány jednotlivé výstupy a ve sloupcích jsou pak neefektivní jednotky.

Tabulka 12: Transponovaná tabulka přepočtených výstupů

VVŠ	MU	UP	ZČU
Output 1	1 500 579,44	1 271 249,30	954 759,17
Output 2	392	270	144
Output 3	188	97	65
Output 4	97	64	87
Output 5	7 915	6 319	3 130
Output 6	4 804	2 679	1 512
Output 7	634	323	125
Output 8	3 929	2 485	1 451
Output 9	4 153	2 636	1 227
Output 10	332	149	56
Output 11	1,41	1,01	0,91
Output 12	1,99	1,47	1,09
Output 13	2,19	1,59	1,15

Zdroj: Vlastní zpracování

Z tabulky 12 je evidentní, že při upravování výstupů v tomto případě je nutné omezit hodnotu výstupů i horní hranicí. Pokud nejsou nastavená horní omezení výstupů, dochází ke zvýšení hodnot do takové míry, která není možná. Příkladem jsou procentuální úspěšnosti v 1. ročnících, kdy hodnota nemůže přesáhnout 100 %. Zároveň se musejí omezit i výstupy, které nemohou školy příliš navýšit, jelikož by to kapacitně nezvládla pojmout.

Tyto neefektivní jednotky UP, MU a ZČU by měly upravit své vstupy i výstupy. Jednotky jsou neefektivní, jelikož výše vstupů je vyšší, než je nutné k dosažení současných hodnot výstupů. Tyto vstupy by měly vysoké školy upravit, aby se staly efektivními i v porovnání s ostatními veřejnými vysokými školami. Jednotky by měly snížit své vstupy, za předpokladu, že výstupy zůstanou ve stejné výši nebo se zvýší, jejich hodnoty po úpravě jsou uvedeny v Tabulce 12.

To že jsou tyto jednotky neefektivní může být způsobeno tím, že i přes poměrně vysoké vstupy, nemají dostatečné výsledky vzdělávací a výzkumné činnosti, jejich výstupy nejsou odpovídající.

O neefektivním využívání financí MU může vypovídat i fakt, že měla za rok 2018 ze všech hodnocených jednotek nejvyšší částku vratky dotací. Z toho vyplývá, že MU nepřilíš dobře hospodaří s přidělenými prostředky a v následujících letech by měla upravit žádosti o dotace tak, aby si nežádala velké množství finančních prostředků, které není schopná v průběhu kalendářního roku vyčerpat.

V případě ZČU nejsou dotace tak vysoké v porovnání s ostatními hodnocenými jednotkami, které do velké míry využije, což je znatelné z poměrně nízkých hodnot vratek dotací. Ovšem při porovnání výše vstupů všech jednotek a výše výstupů jednotek, je evidentní, že výsledky ZČU nejsou příliš dobré. ZČU přijímá do prvních ročníků mnoho studentů, ale studijní úspěšnost v 1. ročnících je poměrně nízká. To tedy znamená, že nedokáže mnoho studentů udržet u studia na této univerzitě. ZČU by tedy měla upravit počet přijímaných studentů nebo studijní podmínky pro studenty.

### 4.3.3 Nedostatky modelu

Model zahrnuje pouze faktory, jež lze vyjádřit numericky. Vypovídací hodnota je tedy pouze na úrovni vyčíslitelných údajů. Jednotlivé výstupy jsou ovlivňovány i jinými faktory, než jsou uvedeny.

Příkladem faktoru ovlivňujícího výstupy může být náročnost jednotlivých vysokých škol. Každá VVŠ má na studenty jiné nároky a výuka neprobíhá na všech VVŠ stejným způsobem. Některé VVŠ jsou zaměřené spíše na praktickou výuku, jiné se naopak zaměřují na výuku spíše teoretického rázu.

Úroveň náročnosti je rozdílná i v případě přijímacích řízení. Některé VVŠ mají přijímací řízení pouze formou testu, kdežto například na uměleckých školách je kladen důraz na talentové zkoušky. Jinde pak kromě testů musejí zájemci o studium absolvovat pohovor, kde komise zjišťuje, co potencionálního studenta vede k zájmu o studiu na dané vysoké škole.

Zájem o studium některých specifických oborů, například medicíny, je mnohem vyšší, než kolik studentů je schopná VVŠ pojmout. To může vést k tomu, že zájemci, kteří nebyli přijati, půjdou na jinou školu a další rok se zkusí znovu přihlásit na VVŠ, kam se nedostali. Tím pak následně dochází k úbytkům studentů v ročníku a ve finále k nižšímu počtu absolventů.

Dalším faktorem, jež ovlivňuje výstupy, může být svědomitost a ochota studentů ke studiu. Ne všichni studenti mají dostatečnou motivaci studovat, a proto v průběhu studia skončí.

Bohužel není možné tyto faktory do modelu zahrnout. V případě provedení dotazníkové šetření hrozí, že názory studentů ohledně náročnosti studia mohou být velmi

subjektivní. Pro jednoho může být studium velmi náročné a jinému to naopak nemusí dělat problémy.

I přestože nejsou do modelu zahrnuty tyto nevyčíslitelné faktory, má model určitou vypovídací hodnotu. Byly v něm zahrnuty vyčíslitelné faktory ovlivňující efektivnost vysokých škol, které bylo možné zveřejnit. Jelikož model zohledňuje velikost jednotek, neovlivnila velikost jednotlivých VVŠ výsledky modelu. Zároveň by využití toho modelu mohlo pomoci MŠMT při rozhodování o výši příspěvků a dotací, jež poskytuje VVŠ.

Dalším nedostatkem jsou vysoké hodnoty výstupů, kterých není možné reálně dosáhnout. VVŠ by tedy měly zhodnotit své možnosti a uvést horní meze pro výstupy.

#### **4.3.4 Hodnocení práce s daty**

Výzkum a výběr dat za jednotlivé VVŠ a srovnání jejich správnosti s podklady MŠMT byl nedílnou součástí této práce. Data pro vytvoření modelu byla získána především z výročních zpráv o činnosti a o hospodaření jednotlivých VVŠ za rok 2018. V této části pak bude uvedeno, jak se pracovalo s výročními zprávami, a zda byly tyto zprávy přehledné a logicky uspořádané.

Některé VVŠ neměly ve výročních zprávách o činnosti tabulkové přílohy. Často měly tabulky uvedeny pouze v textu, což působí velmi nepřehledně a hledání konkrétních informací je zdlouhavé. V případě VŠE bylo možné si o tabulkové přílohy zažádat, UP neměla tabulkovou přílohu taktéž uvedenou. Naopak UJEP a UMPRUM měly přímo na svých webových stránkách ke stažení tabulkových příloh jako Excelového souboru. Takto vytvořená data byla velmi dobře přehledná a vyhledávání dat bylo snadné.

Formátování některých výročních zpráv bylo nepraktické a dostat se ke konkrétním informacím bylo náročné. MU mělo ve výroční zprávě mnoho grafů, které neměly příliš velkou vypovídací hodnotu a některé tam byly spíše navíc. Některé VVŠ pak měly ve výročních zprávách uvedeno mnoho textu, který nijak nesouvisel s danou zprávou.

Hodnoty dotací a vratek za MŠMT se ve většině případů shodovaly ve výročních zprávách i ve výkazech MŠMT. U údajů, které se neshodovaly nebyly rozdíly významné a mohlo se jednat pouze o rozdílné zaokrouhlování při převodech na tisíce Kč.

Zajímavostí však byla chyba v popisu tabulky se mzdovými náklady ve výroční zprávě ČVUT. V tabulce byly uvedeny roční mzdové náklady a průměrné mzdy. Dle popisů byla celá tabulka v celých korunách. Podle této tabulky byly průměrné měsíční

mzdy ve výši 48 720 Kč a celkové mzdové náklady byly ve výši 2 271 562 Kč, což bylo velmi matoucí. Na základě přepočtu podle průměrné mzdy a počtu pracovníků bylo prokázáno, že údaj měl být uveden v tisících Kč. Výraznější nedostatky se v jednotlivých výročních zprávách nenacházely.

## Výsledky a diskuse

Pomocí metod operačního výzkumu, konkrétně metodou hodnocení efektivnosti DEA, byly splněny dílčí cíle práce. Prvním cílem práce bylo využití modelů operačního výzkumu ve státní správě. Dalším cílem bylo pak posoudit efektivnost financování veřejných vysokých škol z pohledu Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy, konkrétně modelem CCR orientovaným na vstupy. Následně byly vypočtené výsledky posouzeny a jednotkám, které nebyly efektivní, byly upraveny vstupy, aby se z neefektivních jednotek staly jednotky efektivní.

Z výsledků modelu CCR orientovaného na vstupy (Tabulka 8) je zřejmé, že se v modelu nacházejí neefektivní jednotky. Těmito jednotkami jsou Masarykova univerzita, Univerzita Palackého v Olomouci a Západočeská univerzita v Plzni. Následně byly podle vektoru vah vybrány univerzity, které jsou lepší než jednotky, které nejsou CCR-efektivní.

Z vektoru vah pro neefektivní jednotky bylo tedy zřejmé, které jednotky jsou lepší. Pro Masarykovu to bylo České vysoké učení technické, Univerzita Karlova, Univerzita Tomáše Bati, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Vysoká škola ekonomická a Vysoká škola chemicko-technická. Lepšími jednotkami v porovnání s Univerzitou Palackého byla Česká zemědělská univerzita, Jihočeská univerzita, Univerzita Hradec Králové, Univerzita Pardubice, Vysoká škola ekonomická a Vysoká škola chemicko-technická. V případě Západočeské univerzity bylo lepší České vysoké učení technické, Univerzita Hradec Králové, Univerzita Pardubice, Vysoká škola ekonomická a Vysoká škola polytechnická Jihlava.

Na základě vypočtení těchto údajů, byly upraveny vstupy i výstupy neefektivních jednotek na virtuální vstupy a virtuální výstupy, při kterých by se měly tyto jednotky stát efektivními.

V případě využití výsledků hodnocení efektivnosti by MŠMT mohlo upravit v následujících letech vyplácené finanční prostředky, čímž by mohlo dojít ke snížení vrácení nevyužitých prostředků zpět.

V poslední části pak byl model zhodnocen a byly uvedeny jeho možné nedostatky. Tyto nedostatky mohou být faktory, které ovlivňují hodnoty výstupů, ale není je možné zahrnout do modelu. Zmíněné faktory jsou takového charakteru, že je není možné vyčíslit,

tudíž je není možné do modelu zahrnout. Dalším nedostatkem je nutnost omezení některých výstupů tak, aby bylo možné dosáhnout hodnot virtuálních výstupů.

Dále byla zhodnocena práce s daty. Tedy forma poskytnutých dat, jejich přehlednost a správnost uvedených údajů, které byly především získávány z výročních zpráv o činnosti a hospodaření jednotlivých veřejných vysokých škol a z výkazů za MŠMT.

## 5. Závěr

Cílem diplomové práce byla aplikace konkrétní metody operačního výzkumu ve státní správě. Dílčím cílem práce bylo zhodnotit efektivnost financování veřejných vysokých škol z pohledu Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy.

První část práce byla tvořena teoretickými východisky obsahujícími literární rešerši. V literární rešerši je popsán operační výzkum, jeho historie a možnosti využití. Dále je popsána metoda hodnocení efektivnosti DEA. Následně je popsána státní správa, Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy a jeho vliv na vysoké školství. Na to navazuje popis vysokého školství a veřejných vysokých škol.

Vlastní část práce je členěna podle Simonovy teorie na tři fáze – Intelligence, Design a Choice. V první fázi Intelligence byly popsány jednotlivé veřejné vysoké školy, jež jsou stanoveny zákonem o vysokých školách. V této fázi byly popsány cíle veřejných vysokých škol a jejich výhody a nevýhody v porovnání s ostatními vzdělávacími institucemi.

V druhé fázi Design byly vybrány a popsány jednotlivé vstupy, které ovlivňují fungování VVŠ. Dále byly popsány výstupy, které VVŠ produkují. V návaznosti na konkrétní vstupy a výstupy byla vybrán vhodný model pro hodnocení efektivnosti financování VVŠ.

V poslední fázi Choice byl proveden výpočet podle konkrétního modelu. Získané výsledky byly interpretovány a vyhodnoceny. V případě neefektivních jednotek byly uvedeny virtuální vstupy a virtuální výstupy, které jsou upravenými původními hodnotami, aby se jednotky mohly stát efektivními. V poslední části této fáze byl zhodnocen vybraný model a práce s daty, ze kterých bylo čerpáno.



## 6. Seznam použitých zdrojů

### Knižní zdroje

BROŽOVÁ, Helena, Milan HOUŠKA a Tomáš ŠUBRT. *Modely pro vícekriteriální rozhodování*. Praha: Credit, 2003. ISBN 978-80-213-1019-3.

COOPER, William W. *Handbook on data envelopment analysis*. Second edition. New York: Springer, [2011]. ISBN 978-1-4419-6150-1.

FÁBRY, Jan. *Matematické modelování*. Praha: Professional Publishing, 2011. ISBN 978-80-7431-066-9.

FIALA, Petr. *Modelování a analýza produkčních systémů*. Praha: Professional Publishing, 2002. ISBN 80-86419-19-3.

FIALA, Petr. *Operační výzkum: nové trendy*. Praha: Professional Publishing, 2010. ISBN 978-80-7431-036-2.

FIALA, Petr a Martin DLOUHÝ. *Základy kvantitativní ekonomie a ekonomické analýzy*. Praha: Oeconomica, 2006. ISBN 80-245-1087-1.

FOTR, Jiří a Lenka ŠVECOVÁ. *Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje*. 2., přeprac. vyd. Praha: Ekopress, 2010. ISBN 978-80-86929-59-0.

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

JABLONSKÝ, Josef a Martin DLOUHÝ. *Modely hodnocení efektivnosti a alokace zdrojů*. Praha: Professional Publishing, 2015. ISBN 978-80-7431-155-0.

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

LOCHMANNOVÁ, Alena. *Veřejná správa: základy veřejné správy*. Prostějov: Computer Media, 2017. ISBN 978-80-7402-295-1.

ŠUBRT, Tomáš. *Ekonomicko-matematické metody*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011. ISBN 978-80-7380-345-2.

EMROUZNEIAD, Ali a Madjid TAVANA. *Performance measurement with fuzzy data envelopment analysis*. New York: Springer, 2013. ISBN 978-3-642-41371-1.

### Ostatní zdroje

*Studijní text k otázkám zvláštní části úřednické zkoušky pro obor státní služby č. 9 Školství, mládež a tělovýchova*. V Praze: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, 2019.

*Výroční zpráva o činnosti a hospodaření AMU za rok 2018.* V Praze: Akademie múzických umění, 2019. ISBN 978-80-7331-503-0.

*Výroční zpráva o činnosti AVU za rok 2018.* V Praze: Akademie výtvarných umění, 2019.

*Výroční zpráva o hospodaření AVU za rok 2018.* V Praze: Akademie výtvarných umění, 2019.

*Výroční zpráva o činnosti ČVUT za rok 2018.* V Praze: České vysoké učení technické, 2019.

*Výroční zpráva o hospodaření ČVUT za rok 2018.* V Praze: České vysoké učení technické, 2019.

*Výroční zpráva o činnosti ČZU 2018.* V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2019.

*Výroční zpráva o činnosti ČZU 2018.* V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2019.

*Výroční zpráva o činnosti za rok 2018, výroční zpráva o hospodaření za rok 2018.* Brno: Janáčkova akademie múzických umění v Brně, 2019. ISBN 978-80-7460-157-6.

*Výroční zpráva o činnosti za rok 2018.* České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2019. ISBN 978-80-7394-742-2.

*Výroční zpráva o hospodaření za rok 2018.* V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, 2019. ISBN 978-80-7394-750-7.

*Výroční zpráva Masarykovy univerzity v Brně za rok 2018.* Brno: Masarykova univerzita, 2019. ISBN 978-80-210-9307-2. ISSN 1211-9180.

*Výroční zpráva o činnosti Mendelovy univerzity v Brně za rok 2018.* V Brně: Mendelova univerzita v Brně, 2019. ISBN 978-80-7509-664-7.

*Výroční zpráva o hospodaření Mendelovy univerzity v Brně za rok 2018.* V Brně: Mendelova univerzita v Brně, 2019.

*Výroční zpráva o činnosti Ostravské univerzity za rok 2018.* V Ostravě: Ostravská univerzita, 2019.

*Výroční zpráva o hospodaření Ostravské univerzity za rok 2018.* V Ostravě: Ostravská univerzita, 2019.

*Výroční zpráva o činnosti Slezské univerzity v Opavě za rok 2018.* V Opavě: Slezská univerzita, 2019. ISBN 978-80-7510-343-7.

*Výroční zpráva o hospodaření Slezské univerzity v Opavě za rok 2018.* V Opavě: Slezská univerzita, 2019.

*Výroční zpráva za rok 2018.* Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2019. ISBN 978-80-7494-466-6.

*Výroční zpráva o činnosti Univerzity Hradec Králové za rok 2018.* Hradec Králové: Gaudeamus, 2019. ISBN 978-80-7435-741-1.

*Výroční zpráva o hospodaření Univerzity Hradec Králové za rok 2018.* Hradec Králové: Gaudeamus, 20019. ISBN 978-80-7435-742-8.

*Výroční zpráva o činnosti za rok 2018.* Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně, 2019.

*Výroční zpráva o hospodaření za rok 2018.* Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně, 2019.

*Výroční zpráva o činnosti Univerzity Karlovy v Praze za rok 2018.* Praha: Karolinum, 2019. ISBN 978-80-87489-19-2.

*Výroční zpráva o hospodaření Univerzity Karlovy v Praze za rok 2018.* Praha: Karolinum, 2019. ISBN 978-80-246-4420-2.

*Výroční zpráva o činnosti Univerzity Palackého za rok 2018.* Olomouc: Univerzita Palackého, 2019. ISBN 978-80-244-5541-9.

*Výroční zpráva o hospodaření Univerzity Palackého za rok 2018.* Olomouc: Univerzita Palackého, 2019.

*Výroční zpráva o činnosti Univerzity Pardubice za rok 2018.* Pardubice: Univerzita Pardubice, 2019.

*Výroční zpráva o hospodaření Univerzity Pardubice za rok 2018.* Pardubice: Univerzita Pardubice, 2019.

*Výroční zpráva o činnosti za rok 2018.* Ve Zlíně: Univerzita Tomáše Bati, 2019. ISBN 978-80-7454-835-2.

*Výroční zpráva o hospodaření za rok 2018.* Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2019. ISBN 978-80-7454-833-8.

*Výroční zpráva o činnosti Veterinární a farmaceutické univerzity Brno za rok 2018.* Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 2019.

*Výroční zpráva o hospodaření Veterinární a farmaceutické univerzity Brno za rok 2018.* Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 2019.

*Výroční zpráva o činnosti VŠB-TU Ostrava za rok 2018.* Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2019.

*Výroční zpráva o hospodaření VŠB-TU Ostrava za rok 2018.* Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2019.

*Výroční zpráva o činnosti Vysoké školy ekonomické v Praze za rok 2018 a Výroční zpráva o hospodaření Vysoké školy ekonomické v Praze za rok 2018.* Praha: Vysoká škola ekonomická, 2019. ISBN 978-80-245-2314-9.

*Výroční zpráva o činnosti za rok 2018.* Praha: Vysoká škola chemicko-technická, 2019. ISBN 978-80-7592-044-7.

*Výroční zpráva o hospodaření za rok 2018.* Praha: Vysoká škola chemicko-technická, 2019.

*Výroční zpráva o činnosti Vysoké školy polytechnické Jihlava pro rok 2018.* Jihlava: Vysoká škola polytechnická Jihlava, 2019. ISBN 978-80-88064-40-4.

*Výroční zpráva o hospodaření Vysoké školy polytechnické Jihlava pro rok 2018.* Jihlava: Vysoká škola polytechnická Jihlava, 2019.

*Výroční zpráva o činnosti VŠTE za rok 2018.* České Budějovice: Vysoká škola technická a ekonomická, 2019.

*Výroční zpráva o hospodaření VŠTE za rok 2018.* České Budějovice: Vysoká škola technická a ekonomická, 2019.

*Výroční zpráva o činnosti Vysoké školy uměleckoprůmyslové v Praze za rok 2018.* V Praze: UMPRUM, 2019. ISBN 978-80-87989-92-0.

*Výroční zpráva o hospodaření Vysoké školy uměleckoprůmyslové v Praze za rok 2018.* V Praze: UMPRUM, 2019. ISBN 978-80-87989-93-7.

*Výroční zpráva Vysokého učení technického za rok 2018.* Brno: VUTIAM, 2019. ISBN 978-80-214-5644-0.

*Výroční zpráva o činnosti 2018.* Plzeň: Západočeská univerzita, 2019. ISBN 978-80-261-0863-4.

*Výroční zpráva o hospodaření 2018.* Plzeň: Západočeská univerzita, 2019. ISBN 978-80-261-0852-8.

### **Internetové zdroje**

Akademie múzických umění v Praze, Praha, *Výroční zpráva o činnosti a hospodaření za rok 2018*, 2019.

Akademie výtvarných umění

EMROUZNEJAD, Ali. *Ali Emrouznejad's DEA HomePage* [online]. 1995-2011 [cit. 2020-01-27]. Dostupný z [WWW.DEAzone.com](http://WWW.DEAzone.com).

FRIEDMAN, David. Price theory: An intermediate text. *David Friedman's web* [online]. South-Western Publishing Co., 1986, 1990 [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: <http://www.daviddfriedman.com>.

Zákon o vysokých školách (Zákon č. 111/1998 Sb.) [online]. [cit. 2019-12-08]. Dostupné z <http://www.msmt.cz/vzdelavani/vysoke-skolstvi/legislativa>.

## 7. Přílohy

### Výpočet CCR modelu orientovaného na vstupy pro první jednotku

Pro první vstup:

$$\bullet \quad 390\,705\lambda_1 + 99\,017\lambda_2 + 1\,181\,002\lambda_3 + 3\,202\,826\lambda_4 + 210\,399\lambda_5 + 1\,115\,366\lambda_6 + 3\,979\,495\lambda_7 + 933\,000\lambda_8 + 813\,897\lambda_9 + 465\,460\lambda_{10} + 502\,345\lambda_{11} + 392\,284\lambda_{12} + 832\,922\lambda_{13} + 6\,055\,724\lambda_{14} + 2\,096\,099\lambda_{15} + 791\,364\lambda_{16} + 967\,368\lambda_{17} + 386\,149\lambda_{18} + 1\,468\,321\lambda_{19} + 828\,132\lambda_{20} + 600\,820\lambda_{21} + 221\,537\lambda_{22} + 194\,758\lambda_{23} + 343\,970\lambda_{24} + 1\,911\,747\lambda_{25} + 1\,134\,216\lambda_{26} \leq 390\,705\theta_1.$$

Pro druhý vstup:

$$\bullet \quad 68\,205\lambda_1 + 7\,693\lambda_2 + 830\,764\lambda_3 + 939\,694\lambda_4 + 104\,787\lambda_5 + 421\,662\lambda_6 + 1\,841\,876\lambda_7 + 277\,537\lambda_8 + 213\,149\lambda_9 + 85\,615\lambda_{10} + 620\,600\lambda_{11} + 276\,419\lambda_{12} + 590\,967\lambda_{13} + 2\,941\,899\lambda_{14} + 1\,499\,320\lambda_{15} + 400\,171\lambda_{16} + 209\,631\lambda_{17} + 76\,500\lambda_{18} + 915\,206\lambda_{19} + 223\,489\lambda_{20} + 718\,139\lambda_{21} + 63\,952\lambda_{22} + 6\,301\lambda_{23} + 18\,545\lambda_{24} + 966\,538\lambda_{25} + 603\,424\lambda_{26} \leq 68\,205\theta_1.$$

Pro třetí vstup:

$$\bullet \quad 21\,670\lambda_1 + 14\,093\lambda_2 + 255\,996\lambda_3 + 686\,594\lambda_4 + 4\,643\lambda_5 + 199\,184\lambda_6 + 771\,099\lambda_7 + 303\,993\lambda_8 + 98\,625\lambda_9 + 23\,205\lambda_{10} + 94\,693\lambda_{11} + 41\,525\lambda_{12} + 51\,555\lambda_{13} + 1\,203\,109\lambda_{14} + 519\,769\lambda_{15} + 97\,890\lambda_{16} + 62\,054\lambda_{17} + 27\,644\lambda_{18} + 273\,247\lambda_{19} + 117\,646\lambda_{20} + 307\,155\lambda_{21} + 12\,463\lambda_{22} + 8\,509\lambda_{23} + 12\,103\lambda_{24} + 569\,476\lambda_{25} + 238\,629\lambda_{26} \leq 21\,670\theta_1.$$

Pro čtvrtý vstup:

$$\bullet \quad 258\lambda_1 + 61\lambda_2 + 1\,566\lambda_3 + 672\lambda_4 + 153\lambda_5 + 643\lambda_6 + 2\,151\lambda_7 + 517\lambda_8 + 497\lambda_9 + 273\lambda_{10} + 519\lambda_{11} + 349\lambda_{12} + 420\lambda_{13} + 3\,836\lambda_{14} + 2\,202\lambda_{15} + 541\lambda_{16} + 450\lambda_{17} + 260\lambda_{18} + 821\lambda_{19} + 496\lambda_{20} + 614\lambda_{21} + 79\lambda_{22} + 86\lambda_{23} + 69\lambda_{24} + 1\,039\lambda_{25} + 634\lambda_{26} \leq 258\theta_1.$$

Pro pátý vstup:

$$\bullet \quad 213\lambda_1 + 49\lambda_2 + 0\lambda_3 + 526\lambda_4 + 162\lambda_5 + 1\,462\lambda_6 + 2\,034\lambda_7 + 866\lambda_8 + 384\lambda_9 + 288\lambda_{10} + 515\lambda_{11} + 259\lambda_{12} + 415\lambda_{13} + 3\,559\lambda_{14} + 734\lambda_{15} + 424\lambda_{16} + 350\lambda_{17} + 394\lambda_{18} + 1\,049\lambda_{19} + 489\lambda_{20} + 376\lambda_{21} + 78\lambda_{22} + 95\lambda_{23} + 76\lambda_{24} + 1\,673\lambda_{25} + 788\lambda_{26} \leq 213\theta_1.$$

Pro první výstup:

$$\bullet \quad 692\,056\lambda_1 + 742\,421\lambda_2 + 726\,228\lambda_3 + 741\,880\lambda_4 + 724\,543\lambda_5 + 556\,419\lambda_6 + 1\lambda_7 + 742\,421\lambda_8 + 739\,774\lambda_9 + 692\,575\lambda_{10} + 619\,766\lambda_{11} + 703\,936\lambda_{12} + 239\,935\lambda_{13} + 10\,265\lambda_{14} + 437\,017\lambda_{15} + 701\,313\lambda_{16} + 722\,470\lambda_{17} + 742\,278\lambda_{18} + 355\,767\lambda_{19} + 735$$

$$767\lambda_{20} + 608\,845\lambda_{21} + 657\,283\lambda_{22} + 742\,421\lambda_{23} + 547\,661\lambda_{24} + 741\,829\lambda_{25} + 618\,487\lambda_{26} \geq 692\,056.$$

Pro druhý výstup:

- $28\lambda_1 + 4\lambda_2 + 144\lambda_3 + 252\lambda_4 + 17\lambda_5 + 215\lambda_6 + 280\lambda_7 + 75\lambda_8 + 138\lambda_9 + 82\lambda_{10} + 157\lambda_{11} + 96\lambda_{12} + 156\lambda_{13} + 611\lambda_{14} + 270\lambda_{15} + 199\lambda_{16} + 119\lambda_{17} + 12\lambda_{18} + 155\lambda_{19} + 79\lambda_{20} + 94\lambda_{21} + 15\lambda_{22} + 11\lambda_{23} + 9\lambda_{24} + 117\lambda_{25} + 144\lambda_{26} \geq 28.$

Pro třetí výstup:

- $14\lambda_1 + 1\lambda_2 + 60\lambda_3 + 83\lambda_4 + 4\lambda_5 + 45\lambda_6 + 142\lambda_7 + 27\lambda_8 + 26\lambda_9 + 15\lambda_{10} + 34\lambda_{11} + 53\lambda_{12} + 26\lambda_{13} + 345\lambda_{14} + 97\lambda_{15} + 51\lambda_{16} + 33\lambda_{17} + 12\lambda_{18} + 107\lambda_{19} + 33\lambda_{20} + 40\lambda_{21} + 1\lambda_{22} + 2\lambda_{23} + 1\lambda_{24} + 40\lambda_{25} + 16\lambda_{26} \geq 14.$

Pro čtvrtý výstup:

- $1\lambda_1 + 0\lambda_2 + 17\lambda_3 + 133\lambda_4 + 5\lambda_5 + 60\lambda_6 + 59\lambda_7 + 105\lambda_8 + 7\lambda_9 + 21\lambda_{10} + 23\lambda_{11} + 87\lambda_{12} + 4\lambda_{13} + 126\lambda_{14} + 47\lambda_{15} + 23\lambda_{16} + 25\lambda_{17} + 2\lambda_{18} + 33\lambda_{19} + 8\lambda_{20} + 29\lambda_{21} + 1\lambda_{22} + 2\lambda_{23} + 4\lambda_{24} + 71\lambda_{25} + 61\lambda_{26} \geq 1.$

Pro pátý výstup:

- $202\lambda_1 + 0\lambda_2 + 5\,985\lambda_3 + 4\,880\lambda_4 + 150\lambda_5 + 2\,710\lambda_6 + 6\,854\lambda_7 + 2\,600\lambda_8 + 2\,335\lambda_9 + 1\,589\lambda_{10} + 1\,950\lambda_{11} + 1\,710\lambda_{12} + 2\,390\lambda_{13} + 6\,702\lambda_{14} + 4\,362\lambda_{15} + 2\,439\lambda_{16} + 2\,841\lambda_{17} + 144\lambda_{18} + 2\,995\lambda_{19} + 3\,300\lambda_{20} + 1\,081\lambda_{21} + 1\,173\lambda_{22} + 1\,013\lambda_{23} + 77\lambda_{24} + 5\,073\lambda_{25} + 3\,310\lambda_{26} \geq 202.$

Pro šestý výstup:

- $191\lambda_1 + 58\lambda_2 + 2\,522\lambda_3 + 2\,359\lambda_4 + 110\lambda_5 + 2\,340\lambda_6 + 4\,804\lambda_7 + 1\,102\lambda_8 + 1\,024\lambda_9 + 551\lambda_{10} + 587\lambda_{11} + 764\lambda_{12} + 825\lambda_{13} + 6\,711\lambda_{14} + 2\,679\lambda_{15} + 709\lambda_{16} + 1\,339\lambda_{17} + 578\lambda_{18} + 1\,828\lambda_{19} + 2\,014\lambda_{20} + 469\lambda_{21} + 0\lambda_{22} + 148\lambda_{23} + 107\lambda_{24} + 2\,903\lambda_{25} + 1\,338\lambda_{26} \geq 191.$

Pro sedmý výstup:

- $24\lambda_1 + 7\lambda_2 + 304\lambda_3 + 441\lambda_4 + 16\lambda_5 + 103\lambda_6 + 476\lambda_7 + 181\lambda_8 + 103\lambda_9 + 20\lambda_{10} + 49\lambda_{11} + 47\lambda_{12} + 60\lambda_{13} + 1\,151\lambda_{14} + 285\lambda_{15} + 83\lambda_{16} + 97\lambda_{17} + 62\lambda_{18} + 281\lambda_{19} + 115\lambda_{20} + 178\lambda_{21} + 0\lambda_{22} + 0\lambda_{23} + 10\lambda_{24} + 263\lambda_{25} + 125\lambda_{26} \geq 24.$

Pro osmý výstup:

- $195\lambda_1 + 0\lambda_2 + 2\,168\lambda_3 + 2\,272\lambda_4 + 120\lambda_5 + 1\,274\lambda_6 + 3\,162\lambda_7 + 1\,213\lambda_8 + 1\,134\lambda_9 + 681\lambda_{10} + 679\lambda_{11} + 807\lambda_{12} + 934\lambda_{13} + 2\,930\lambda_{14} + 1\,989\lambda_{15} + 1\,083\lambda_{16} + 1\,387\lambda_{17} + 96\lambda_{18} + 1\,854\lambda_{19} + 1\,555\lambda_{20} + 434\lambda_{21} + 286\lambda_{22} + 421\lambda_{23} + 51\lambda_{24} + 2\,406\lambda_{25} + 1\,297\lambda_{26} \geq 195.$

Pro devátý výstup:

- $167\lambda_1 + 56\lambda_2 + 2\,898\lambda_3 + 1\,897\lambda_4 + 76\lambda_5 + 866\lambda_6 + 3\,671\lambda_7 + 1\,025\lambda_8 + 829\lambda_9 + 431\lambda_{10} + 473\lambda_{11} + 502\lambda_{12} + 519\lambda_{13} + 4\,402\lambda_{14} + 1\,999\lambda_{15} + 625\lambda_{16} + 964\lambda_{17} + 564\lambda_{18} + 1\,949\lambda_{19} + 1\,935\lambda_{20} + 449\lambda_{21} + 33\lambda_{22} + 90\lambda_{23} + 63\lambda_{24} + 2\,268\lambda_{25} + 921\lambda_{26} \geq 167.$

Pro desátý výstup:

- $13\lambda_1 + 3\lambda_2 + 110\lambda_3 + 205\lambda_4 + 5\lambda_5 + 70\lambda_6 + 332\lambda_7 + 70\lambda_8 + 40\lambda_9 + 12\lambda_{10} + 34\lambda_{11} + 11\lambda_{12} + 12\lambda_{13} + 603\lambda_{14} + 149\lambda_{15} + 81\lambda_{16} + 71\lambda_{17} + 32\lambda_{18} + 138\lambda_{19} + 63\lambda_{20} + 88\lambda_{21} + 0\lambda_{22} + 0\lambda_{23} + 3\lambda_{24} + 165\lambda_{25} + 56\lambda_{26} \geq 13.$

Pro jedenáctý výstup:

- $0,90\lambda_1 + 0,00\lambda_2 + 0,52\lambda_3 + 0,60\lambda_4 + 0,92\lambda_5 + 0,61\lambda_6 + 0,63\lambda_7 + 0,53\lambda_8 + 0,68\lambda_9 + 0,47\lambda_{10} + 0,53\lambda_{11} + 0,74\lambda_{12} + 0,53\lambda_{13} + 0,63\lambda_{14} + 0,64\lambda_{15} + 0,50\lambda_{16} + 0,59\lambda_{17} + 0,70\lambda_{18} + 0,43\lambda_{19} + 0,64\lambda_{20} + 0,46\lambda_{21} + 0,42\lambda_{22} + 0,75\lambda_{23} + 0,84\lambda_{24} + 0,64\lambda_{25} + 0,55\lambda_{26} \geq 0,90.$

Pro dvanáctý výstup:

- $0,95\lambda_1 + 0,94\lambda_2 + 0,80\lambda_3 + 0,85\lambda_4 + 0,97\lambda_5 + 0,84\lambda_6 + 0,80\lambda_7 + 0,83\lambda_8 + 0,83\lambda_9 + 0,71\lambda_{10} + 0,76\lambda_{11} + 0,82\lambda_{12} + 0,77\lambda_{13} + 0,81\lambda_{14} + 0,85\lambda_{15} + 0,72\lambda_{16} + 0,73\lambda_{17} + 0,74\lambda_{18} + 0,67\lambda_{19} + 0,81\lambda_{20} + 0,87\lambda_{21} + 0,95\lambda_{22} + 0,97\lambda_{23} + 0,92\lambda_{24} + 0,85\lambda_{25} + 0,77\lambda_{26} \geq 0,95.$

Pro třináctý výstup:

- $1,00\lambda_1 + 1,00\lambda_2 + 0,88\lambda_3 + 0,84\lambda_4 + 1,00\lambda_5 + 0,86\lambda_6 + 0,89\lambda_7 + 0,87\lambda_8 + 0,92\lambda_9 + 0,87\lambda_{10} + 0,87\lambda_{11} + 0,83\lambda_{12} + 0,94\lambda_{13} + 0,94\lambda_{14} + 0,88\lambda_{15} + 0,86\lambda_{16} + 0,87\lambda_{17} + 0,79\lambda_{18} + 0,74\lambda_{19} + 0,92\lambda_{20} + 0,85\lambda_{21} + 1,00\lambda_{22} + 1,00\lambda_{23} + 0,94\lambda_{24} + 0,84\lambda_{25} + 0,81\lambda_{26} \geq 1,00.$

## Úprava výstupů pro jednotku MU

Pro první výstup:

- $y'_{17} = 741\,880 * 0,209 + 10\,265 * 0,154 + 722\,470 * 0,548 + 355\,661 * 0,559 + 735\,767 * 0,651 + 608\,845 * 0,443 = 1\,500\,579,44.$

Pro druhý výstup:

- $y'_{27} = 252 * 0,209 + 611 * 0,154 + 119 * 0,548 + 155 * 0,559 + 79 * 0,651 + 94 * 0,443 = 392.$

Pro třetí výstup:

- $y'_{37} = 83 * 0,209 + 345 * 0,154 + 33 * 0,548 + 107 * 0,559 + 33 * 0,651 + 40 * 0,443 = 188.$

Pro čtvrtý výstup:



- $y'_{47} = 133 * 0,209 + 126 * 0,154 + 25 * 0,548 + 33 * 0,559 + 8 * 0,651 + 29 * 0,443 = 98.$

Pro pátý výstup:

- $y'_{57} = 4\,880 * 0,209 + 6\,702 * 0,154 + 2\,841 * 0,548 + 2\,995 * 0,559 + 3\,300 * 0,651 + 1\,081 * 0,443 = 7\,915.$

Pro šestý výstup:

- $y'_{67} = 2\,359 * 0,209 + 6\,711 * 0,154 + 1\,339 * 0,548 + 1\,828 * 0,559 + 2\,014 * 0,651 + 469 * 0,443 = 4\,804.$

Pro sedmý výstup:

- $y'_{77} = 441 * 0,209 + 1\,151 * 0,154 + 97 * 0,548 + 281 * 0,559 + 115 * 0,651 + 178 * 0,443 = 634.$

Pro osmý výstup:

- $y'_{87} = 2\,272 * 0,209 + 2\,930 * 0,154 + 1\,387 * 0,548 + 1\,854 * 0,559 + 1\,555 * 0,651 + 434 * 0,443 = 3\,929.$

Pro devátý výstup:

- $y'_{97} = 1\,897 * 0,209 + 4\,402 * 0,154 + 964 * 0,548 + 1\,949 * 0,559 + 1\,935 * 0,651 + 449 * 0,443 = 4\,153.$

Pro desátý výstup:

- $y'_{107} = 205 * 0,209 + 603 * 0,154 + 71 * 0,548 + 138 * 0,559 + 63 * 0,651 + 88 * 0,443 = 332.$

Pro jedenáctý výstup:

- $y'_{117} = 0,60 * 0,209 + 0,63 * 0,154 + 0,59 * 0,548 + 0,43 * 0,559 + 0,64 * 0,651 + 0,46 * 0,443 = 1,41.$

Pro dvanáctý výstup:

- $y'_{127} = 0,85 * 0,209 + 0,81 * 0,154 + 0,73 * 0,548 + 0,67 * 0,559 + 0,81 * 0,651 + 0,87 * 0,443 = 1,99.$

Pro třináctý výstup:

- $y'_{137} = 0,84 * 0,209 + 0,94 * 0,154 + 0,87 * 0,548 + 0,74 * 0,559 + 0,92 * 0,651 + 0,85 * 0,443 = 2,19.$