



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ**

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

**ÚSTAV MATEMATIKY**

INSTITUTE OF MATHEMATICS

**OPTIMALIZACE ROZPOČTU**

BUDGET OPTIMIZATION

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**MARTIN GOLASOWSKI**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**RNDr. PAVEL POPELA, Ph.D.**

**BRNO 2021**



# Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav matematiky  
Student: **Martin Golasowski**  
Studijní program: Aplikované vědy v inženýrství  
Studijní obor: Matematické inženýrství  
Vedoucí práce: **RNDr. Pavel Popela, Ph.D.**  
Akademický rok: 2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

## Optimalizace rozpočtu

### Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Student prostuduje problematiku rozpočtů veřejných vysokých škol a jejich matematického modelování. Nejprve se seznámí s aktuálními vnějšími podmínkami financování veřejných vysokých škol a základní legislativou.

Student zanalyzuje a popíše finanční toky uvnitř vysoké školy. Využije osvojené poznatky matematické analýzy, lineární algebry a diskrétní matematiky a své dosavadní zkušenosti se softwarovými nástroji. S pomocí analýzy existujících dat, předpisů a vzorců pro vybraný problém rozpočtových toků navrhne vhodný matematický model. Jeho funkčnost ověří testovacími výpočty na reálných vstupních datech a svůj postup srozumitelně popíše. Cílem sestavení matematického modelu nebude nabídnout nástroj, který bude používán automaticky pro aktuální rozdělování finančních prostředků na VŠ, ale poskytnout jeho případným uživatelům širší možnosti výpočtových experimentů a testů a získat tak lepší vhled do problémů současných rozpočtů. Model bude implementován ve vhodném softwaru. Předpokládá se spolupráce s odborníky na sestavování rozpočtů VŠ.

### Cíle bakalářské práce:

1. Studium problematiky rozpočtů vysokých škol a jejich součástí a jejich matematické modelování.
2. Studium vybraných modelů matematického programování.
3. Tvorba původního matematického modelu, rozbor jeho prvků a vlastností.
4. Výběr algoritmu řešení, jeho případná modifikace a softwarová implementace.
5. Testovací výpočty pro reálná data a diskuse výsledků.

### Seznam doporučené literatury:

KLAPKA, J., DVOŘÁK, J., POPELA, P. Metody operačního výzkumu. Vyd. 2. Brno: VUTIUUM, 2001.

NASH, S., SOFER, A. Linear and nonlinear programming. McGraw-Hill, 1995.

WILLIAMS, H. P. Model building in mathematical programming. 5th ed. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons. 2013.

RARDIN, R. L. Optimization in Operations Research. 2nd ed. Hoboken, New Jersey: Pearson, 2015. ISBN 978-0-13-438455-9.

PARDALOS, P. M., RESENDE, M. G. C. (eds.). Handbook of applied optimization. Oxford: Oxford University Press, 2002. ISBN 0195125940.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně, dne

L. S.

---

prof. RNDr. Josef Šlapal, CSc.  
ředitel ústavu

---

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty

## Abstrakt

Bakalářská práce má za cíl přiblížit problematiku tvorby rozpočtu veřejné vysoké školy a následnou tvorbu matematického modelu. V práci jsou vysvětlena pravidla a vzorce pro rozdělování finančních prostředků vysokého školství jednotlivým vysokým školám. Poté jsou uvedeny vzorce na přerozdělování těchto dotací mezi jednotlivé fakulty. Následně je sestaven matematický model nelineárního programování v systému GAMS pomocí reálných dat a omezení. Model je poté použit na zkoumání změny rozdělení financí pro různé účelové funkce. Cílem sestavení modelu nebylo nabídnout nástroj, který bude automaticky používán pro rozdělování dotací na VUT, ale poskytnout jeho uživatelům širší možnosti výpočtových experimentů a získat lepší vhled do problému.

## Summary

The bachelor's thesis aims to approach the issue of creating a budget for a public university and the subsequent creation of a mathematical model. The thesis explains the rules and formulas for the distribution of funds for higher education to individual universities. Then, the formulas for the redistribution of these funds between individual faculties are given. Subsequently, a mathematical model of nonlinear programming in the GAMS system is built using real data and constraints. The model is then used to examine the change in the distribution of funds for various objective functions. The aim of compiling the model was not to offer a tool that will be automatically used for the distribution of funds at BUT, but to provide its users with a wider range of computational experiments and gain better insight into the problem.

## Klíčová slova

optimalizace, rozpočet, matematické programování, rozpočet vysoké školy, GAMS, lineární programování, nelineární programování, tvorba rozpočtu

## Keywords

optimization, budget, mathematical programming, university budget, GAMS, linear programming, nonlinear programming, budget design

GOLASOWSKI, M. *Optimalizace rozpočtu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2021. 77 s. Vedoucí RNDr. Pavel Popela, Ph.D.



Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci „Optimalizace rozpočtu“ vypracoval samostatně pod vedením RNDr. Pavla Popely, Ph.D. s použitím materiálů uvedených v seznamu použité literatury.

Martin Golasowski





Děkuji RNDr. Pavlu Popelovi, Ph.D. za odborné vedení této práce a konzultace. Dále bych chtěl poděkovat svým rodičům za finanční a morální podporu během studia a všem lidem v mém blízkém okolí za trpělivost a podporu.

Martin Golasowski

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Financování VVŠ</b>	<b>11</b>
2.1	Rozpočtový okruh I: institucionální financování VVŠ	12
2.1.1	Fixní část	13
2.1.2	Výkonová část	14
2.1.3	část společenské poptávky	17
2.2	Rozpočtový okruh II: podpora studentů	18
2.3	Rozpočtový okruh IV:	19
<b>3</b>	<b>Rozpočet VUT</b>	<b>21</b>
3.1	Rozpočet neinvestiční	21
3.1.1	Zdroje financování neinvestičního rozpočtu	22
3.1.2	Výpočet přínosů HS na příspěvcích a dotacích	24
3.1.3	Odvozy do centralizovaných zdrojů a náklady na výuku	28
3.2	Rozpočet investiční	34
3.2.1	Zdroje financování investičního rozpočtu	34
3.2.2	Centralizované zdroje investiční	35
<b>4</b>	<b>Rozpočet FSI</b>	<b>37</b>
4.1	Rozpočet neinvestiční	38
4.1.1	Výpočet přínosů NS na příspěvcích a dotacích	38
4.1.2	Východiska tvorby neinvestičního rozpočtu	40
4.1.3	Rozdělení mzdových prostředků	41
4.2	Rozpočet investiční	46
<b>5</b>	<b>Teorie k optimalizaci rozpočtu</b>	<b>48</b>
5.1	Lineární programování	48
5.2	Toky v sítích	52
5.3	Nelineární programování	53
<b>6</b>	<b>Model rozpočtu</b>	<b>56</b>
6.1	Sestavení modelu	56
6.2	Volba účelové funkce a rozbor výsledků	60
<b>7</b>	<b>Závěr</b>	<b>67</b>
<b>8</b>	<b>Seznam použitých zkratk a symbolů</b>	<b>70</b>
<b>9</b>	<b>Seznam příloh</b>	<b>73</b>

# 1. Úvod

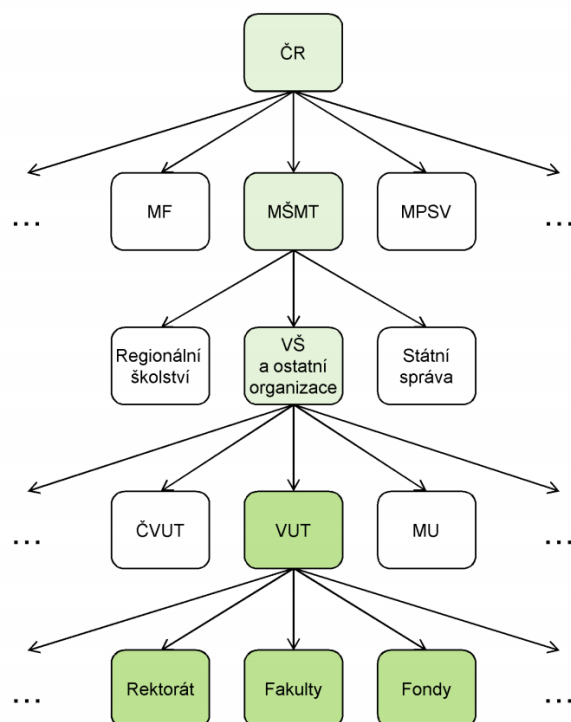
Cílem této práce je přiblížení problematiky tvorby rozpočtů veřejných vysokých škol a jejich matematického modelování. V první části se blíže podíváme na financování veřejných vysokých škol (dále jen VVŠ) ze státního rozpočtu České republiky. Uvedeme si, jak je rozpočet vysokého školství členěn na rozpočtové okruhy a ukazatele, a ukážeme si pravidla a vzorce, podle kterých probíhá rozdělování těchto finančních prostředků mezi jednotlivé VVŠ.

Ve druhé části se podíváme na rozpočet Vysokého učení technického v Brně (dále jen VUT). Tento rozpočet se člení na dvě části, investiční a neinvestiční. Příjmy ze státního rozpočtu ČR nejsou jedinými zdroji financí na VUT, proto si v této kapitole uvedeme i jiné zdroje příjmů rozpočtu. Prostředky získané z rozpočtu ČR se na VUT rozdělují mezi jeho dílčí součásti – hospodářská střediska. Toto rozdělování se řídí podle výsledků jednotlivých středisek ve výkonových ukazatelích. Pro posuzování dosažených výsledků byly vytvořeny vzorce zohledňující hlavní cíle pro zlepšování kvality školy. Tyto vzorce se jen velmi málo liší od vzorců, se kterými pracuje Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy. Tímto jsou jednotlivé fakulty motivovány ke zlepšování těch parametrů, které jsou prioritní z hlediska navyšování příjmů i pro VUT jako celek.

Poté se již podíváme na rozpočet konkrétního hospodářského střediska VUT–Fakulty strojního inženýrství (dále jen FSI). Získané finanční prostředky jsou na fakultě rozdělovány mezi její organizační jednotky – nákladová střediska. Tato střediska generují výkony, na základě kterých jsou jim přidělovány finance. Z těchto středisek jdou už peníze přímo na jednotlivé ústavy a jednotlivým zaměstnancům, proto bude v této kapitole podrobně popsáno také rozdělení mzdových prostředků. Následující část je věnována lineárnímu i nelineárnímu programování a tokům sítí z teorie grafů. Zde bude uvedena základní teorie, definice a věty potřebné pro pochopení tvorby modelu.

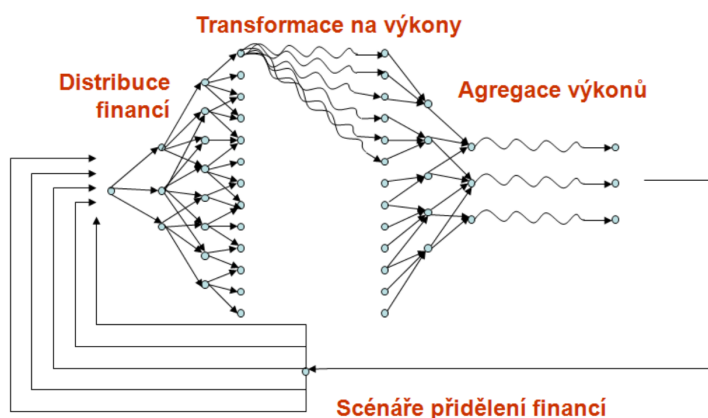
Poté pomocí znalostí z matematické analýzy, lineární algebry a diskrétní matematiky vytvoříme matematický model rozdělení rozpočtu, který otestujeme na reálných datech. Model bude implementován v matematickém softwaru GAMS, který je hojně využíván pro řešení optimalizačních úloh. V závěru poté okomentujeme získané výsledky. Celá práce je proložena tabulkami a schématy pro bližší pochopení základních myšlenek a přiblížení dané problematiky. Model byl doplněn reálnými daty pro VUT za rok 2020, a novými daty pro FSI za rok 2021.

Schéma financování vysoké školy si můžeme představit jako graf (viz obr. 1.0.1 - převzato z [17]), ve kterém jsou uzly jednotlivé součásti VVŠ a jehož hranami protékají peněžní prostředky mezi těmito celky. Finanční toky uvnitř VVŠ lze pak popsat pomocí úlohy toků v sítích, kdy finance „tečou“ po hranách grafu z počátečních uzlů do koncových uzlů.



Obrázek 1.0.1: Schéma toků financí

Na začátku každého roku jsou vysokým školám přidělovány finanční prostředky na základě jejich dosažených výsledků v předešlém roce. Školy, které dosáhly lepších výkonů, obdrží vyšší částku. Následně jsou přidělené peníze školou transformovány na výkony. Tyto výkony jsou na konci roku vyhodnoceny a proces rozdělení financí se opakuje. Pokud škola zlepší své výsledky, finančně si oproti předchozímu roku přilepší. Školy jsou takto motivovány k neustálému zlepšování své kvality. Tento princip si ilustrujeme na obrázku 1.0.2 (převzato z [17]).



Obrázek 1.0.2: Schéma produkčního cyklu

## 2. Financování VVŠ

Aby bylo možné sestavit matematický model (ten bude vytvořen v kapitole 6) pomocí matematických podkladů (viz kapitola 5), musíme si nejprve uvést základní zdroje příjmů VVŠ a vzorce pro jejich určování. V první části této práce se tedy budeme zabývat financováním veřejných vysokých škol. Více o této problematice se dá najít v [5] a v [6]. Základní legislativu lze dohledat v [19]. Hlavními zdroji příjmů VVŠ jsou:

1. Příspěvek na vzdělávací, vědeckou, výzkumnou, inovační, uměleckou a další tvůrčí činnost podle § 18 odst. 3 zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách
2. Dotace ze státního rozpočtu podle § 18 odst. 5 zákona o vysokých školách na rozvoj VVŠ
3. Dotace na ubytování a stravování studentů podle § 18 odst. 5 zákona o vysokých školách.

Rozdělování těchto financí se řídí Pravidly pro poskytování příspěvku a dotací veřejným vysokým školám Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy. V této práci budu blíže popisovat konkrétně pravidla pro rok 2020.[6]

Rozpočet vysokého školství (resp. bilance příspěvku a dotací jednotlivým VVŠ) je členěn na rozpočtové okruhy a ukazatele. Rozpočtovými okruhy a jejich ukazateli jsou:

- rozpočtový okruh I
  1. Ukazatel A - část fixní
  2. Ukazatel K - část výkonová
  3. Ukazatel P - část společenské poptávky
- rozpočtový okruh II
  1. Ukazatel C - stipendia pro studenty doktorských studijních programů
  2. Ukazatel J - dotace na ubytování a stravování
  3. Ukazatel S - sociální stipendia
  4. Ukazatel U - ubytovací stipendia
- rozpočtový okruh III
  1. Ukazatel I - rozvojové programy ministerstva
- rozpočtový okruh IV
  1. Ukazatel D - mezinárodní spolupráce
  2. Ukazatel FUČ - fond umělecké činnosti
  3. Ukazatel F - fond vzdělávací politiky.

Název ukazatele / položky	Rozpočet 2017	Rozpočet 2018	Rozpočet 2019	Rozpočet 2020	Meziroční vývoj
<b>Rozpočtový okruh I, institucionální část rozpočtu</b>					
Ukazatel A - fixní část	14 567 420 909	15 067 420 909	16 063 835 574	16 795 401 074	4.6%
Ukazatel K - výkonová část	1 618 602 323	3 118 602 323	3 325 223 658	3 476 658 158	4.6%
Ukazatel P - společenské priority			615 000 000	706 800 000	14.9%
<b>Celkem normativní část rozpočtu</b>	<b>16 186 023 232</b>	<b>18 186 023 232</b>	<b>20 004 059 232</b>	<b>20 978 859 232</b>	<b>4.9%</b>
<b>Rozpočtový okruh II, Sociální záležitosti studentů</b>					
Ukazatel C - stipendia pro studenty doktorských stud. prog.	1 013 220 000	1 436 000 000	1 421 820 000	1 463 130 000	2.9%
Ukazatel J - dotace na ubytování a stravování studentů	135 000 000	135 000 000	120 000 000	120 000 000	0.0%
Ukazatel S1 - příspěvek na sociální stipendia VVŠ	55 000 000	50 000 000	28 553 400	20 000 000	-30.0%
Ukazatel S2 - dotace na sociální stipendia SVŠ	2 000 000	2 000 000	2 000 000	2 000 000	0.0%
Ukazatel U1 - příspěvek na ubytovací stipendia VVŠ	699 456 600	678 310 200	664 626 600	674 784 000	1.5%
Ukazatel U2 - dotace na ubytovací stipendia SVŠ	44 000 000	42 000 000	30 000 000	25 000 000	-16.7%
<b>Celkem sociální záležitosti studentů</b>	<b>1 948 676 600</b>	<b>2 343 310 200</b>	<b>2 267 000 000</b>	<b>2 304 914 000</b>	<b>1.7%</b>
<b>Rozpočtový okruh III, Rozvoj vysokých škol</b>					
Ukazatel I - rozvojové programy	1 150 000 000	1 185 000 000	1 235 000 000	1 195 000 000	-3.2%
v tom Institucionální plány (dříve decentralizované)	1 035 000 000	1 035 000 000	1 035 000 000	1 035 000 000	0.0%
Centralizované rozvojové projekty	115 000 000	150 000 000	150 000 000	160 000 000	6.7%
Program digitalizace			50 000 000		
<b>Celkem rozvoj vysokých škol</b>	<b>1 150 000 000</b>	<b>1 185 000 000</b>	<b>1 235 000 000</b>	<b>1 195 000 000</b>	<b>-3.2%</b>
<b>Rozpočtový okruh IV, Mezinárodní spolupráce a ostatní</b>					
Ukazatel D - mezinárodní spolupráce	260 000 000	260 000 000	260 000 000	260 000 000	0.0%
CEEPUS	10 000 000	10 000 000	10 000 000	10 000 000	0.0%
Podpora mezinárodní spolupráce	250 000 000	250 000 000	250 000 000	250 000 000	0.0%
Ukazatel F - Fond vzdělávací politiky	600 159 400	855 125 800	480 400 000	252 686 000	-47.4%
V tom Systémová podpora VŠ					
v tom Studium studentů se specifickými potřebami	60 000 000	80 000 000	86 690 000	86 690 000	0.0%
Univerzita třetího věku (U3V)	22 000 000	22 000 000	22 000 000	22 000 000	0.0%
Podpora umělecké tvůrčí činnosti		8 000 000	8 000 000		
Podpora VŠ - pozměňovací návrh PS	100 000 000				
Podpora pedagogických fakult/pedagogických studijních prog.	260 000 000	165 000 000	85 000 000	30 000 000	-64.7%
Soukromé VŠ	8 000 000	8 000 000	8 000 000	8 000 000	0.0%
Univerzita obrany	23 000 000	23 000 000	24 000 000	24 000 000	0.0%
další	17 000 000	537 600 519	216 710 000	81 996 000	-62.2%
Fond umělecké činnosti (FUC)				100 000 000	
Rezerva na navýš. RO I dle čl. 14 odst. 3 Pravidel pro rok 2020		11 525 281	30 000 000	38 000 000	
Rezerva na priority MŠMT	105 159 400				
Ukazatel M - mimořádné aktivity VŠ	5 000 000				
<b>Celkem Mezinárodní spolupráce a ostatní</b>	<b>860 159 400</b>	<b>1 115 125 800</b>	<b>740 400 000</b>	<b>650 686 000</b>	<b>-12.1%</b>
<b>Celkem příspěvek + dotace</b>	<b>20 144 859 232</b>	<b>22 829 459 232</b>	<b>24 246 459 232</b>	<b>25 129 459 232</b>	<b>3.6%</b>
Výdaje na EDS/SMVS (sekce I)				2 245 994 748	
Výdaje na mezinárodní spolupráci (sekce VI)				36 223 000	
Výdaje na činnost VŠ				25 129 459 232	
<b>Ukazatel rozpočtu VŠ (zák. o státním rozpočtu)</b>				<b>27 411 676 980</b>	

Obrázek 2.0.1: Rozdělení financí vysokého školství

Na obrázku 2.0.1 můžeme vidět, jak se meziročně mění finanční částky vyhrazené na jednotlivé dotace a příspěvky pro vysoké školy. Vidíme taky, že prostředky v okruhu I mají rostoucí trend. Ve zbylých okruzích může docházet k velkým skokům v hodnotách, které jsou ovlivněny především změnou priorit MŠMT. Celková výše rozpočtu vysokého školství meziročně roste. Více dat lze dohledat v [16].

## 2.1. Rozpočtový okruh I: institucionální financování VVŠ

Institucionální financování VVŠ je odvozeno od rozsahu a ekonomické náročnosti výkonů (ukazatel A) a výstupů činnosti VVŠ a jejich kvality (ukazatel K). Ukazatelem P – společenské priority, se v této práci zabírat nebudeme (lze k ní ale nalézt víc v [6]). Tato část okruhu I se zaměřuje na institucionální podporu VVŠ v konkrétních oblastech jako jsou lékařství a pedagogika, které se však k VUT nijak nevztahují. V zájmu zajištění stability rozpočtů jednotlivých VVŠ se uplatňuje pravidlo, že změnou algoritmu

výpočtu může dojít k meziročnímu poklesu v rozpočtu některé ze škol v součtu fixní a výkonové části maximálně o 2 %.

### 2.1.1. Fixní část

Fixní část rozpočtového okruhu I vychází z kvantifikace výkonů VVŠ s přednostním zaměřením na počet studentů a finanční náročnost akreditovaných studijních programů a je základním stabilizačním prvkem rozpočtů jednotlivých VVŠ. Pro všechny VVŠ jsou společnými parametry počet přepočtených studií zapsaných do prvních ročníků všech studijních programů a hodnota průměrného koeficientu ekonomické náročnosti přepočtených studií zapsaných do prvních ročníků všech typů studijních programů. Přepočtený počet studií zahrnuje studia v akreditovaném studijním programu ve standardní době studia plus jeden rok. Studia, kterým do uplynutí této doby schází půl roku a méně, jsou započtena koeficientem 0,5 (tzv. půlroční studia). Koeficient ekonomické náročnosti je přiřazen každému akreditovanému studijnímu programu a zohledňuje rozdílnou ekonomickou náročnost jednotlivých studijních programů. Příspěvek ve fixní části se tedy odvíjí od počtu přijatých studentů, z čehož by se mohlo zdát, že čím více studentů škola přijme, tím více prostředků dostane. Nadměrné přijímání studentů je však po překročení určité meze nevýhodné, jak řešila ve své práci Ulverová[17] (toto souvisí s úlohou prodejce novin).

Poskytnutí těchto prostředků je vázáno na zabezpečení odpovídajících výkonů. Jejich prokázání probíhá vždy k 31. 10. předcházejícího roku srovnáním s referenčními hodnotami, kterými jsou údaje z roku 2017. Pro úspěšné splnění parametrů je nutné, aby

- a) skutečný stav počtu zapsaných studií neklesl proti referenční hodnotě o více než 10 %;
- b) skutečná průměrná hodnota KEN neklesla o více než 3 % proti referenční hodnotě.

V případě, že VVŠ nesplní některý z parametrů, a nebude schopna pokles daného ukazatele řádně vysvětlit, budou jí prostředky za nesplnění daného parametru kráceny následovně:

- a) o částku danou součinem počtu studií chybějících do referenční hodnoty (počtu zapsaných studií) snížené o 10 % a částky fixních prostředků vycházející na jedno přepočtené studium dané VVŠ;
- b) o částku danou součinem rozdílu referenční hodnoty (průměrné hodnoty KEN) snížené o 3 %, počtu přepočtených studií zapsaných do prvního ročníku a částky fixních prostředků vycházejících na jedno přepočtené studium dané VVŠ.

Průměrný nominativ studenta se odvíjí od počtu studentů zapsaných do prvního ročníku studia a velikosti příspěvku na vysoké školství vyhrazeného z rozpočtu ČR, jeho vývoj v nejbližších letech je zobrazen na obrázku 2.1.1.

	2017	2018	2019	2020
Průměrný normativ	36 849 Kč	42 881 Kč	47 127 Kč	49 174 Kč

Obrázek 2.1.1: Vývoj průměrného normativu na studenta

### 2.1.2. Výkonová část

Výkonová část okruhu I kvantifikuje výkony VVŠ se zaměřením na vzdělávací a tvůrčí činnosti. Pro porovnání výkonů a kvality jsou všechny VVŠ rozděleny do čtyř segmentů, kde jsou odděleně porovnávány dosažené hodnoty v jednotlivých indikátorech výkonu. V prvním segmentu jsou umělecké veřejné školy. Druhý segment tvoří neuniverzitní veřejné vysoké školy. Ve třetím a čtvrtém segmentu jsou zbývající školy rozděleny podle jejich velikosti a objemu výkonů ve výzkumu a vývoji. Rozdělení VVŠ je následující:

segment 1 – AMU, AVU, JAMU, UMPRUM

segment 2 – VŠPJ, VŠTE

segment 3 – JčU, UJEP, VFU, OU, UHK, SU, VŠCHT, ZČU, TUL, UPAR, VŠB-TUO, UTB VŠE, MENDELU

segment 4 – UK, MU, UPOL, ČVUT, VUT.

#### Indikátory výkonové části

Soubor hodnocených ukazatelů kvality a výkonu výkonové části tvoří tyto indikátory s přiřazenými váhami v jednotlivých segmentech následovně:

Indikátor/segment	1	2	3	4
Graduation rate	0 %	40 %	15 %	15 %
Mezinárodní mobility	20 %	20 %	22 %	22 %
Zaměstnanost absolventů	10 %	40 %	10 %	10 %
VaV	10 %	0 %	30 %	30 %
RUV	50 %	0 %	3 %	3 %
Externí příjmy	6,5 %	0 %	6,5 %	6,5 %
Studia v cizím jazyce	3,5 %	0 %	3,5 %	3,5 %
Cizince(AP+VP)	0 %	0 %	10 %	10 %

Obrázek 2.1.2: indikátory výkonové části

Volba těchto indikátorů reflektuje základní charakteristiky VVŠ v jednotlivých segmentech a má za cíl podpořit zvyšování kvality jejich činnosti. Každá VVŠ získává ve sledovaném období v jednotlivých indikátorech podíl na celkových výsledcích všech VVŠ v daném segmentu. Podíl VVŠ na finančních prostředcích alokovaných ve výkonové části poté odpovídá celkovému podílu stanovenému z vážených podílů na jednotlivých indikátorech v segmentu upraveném velikostí podílu segmentu na celku. VVŠ, která meziročně zlepšuje své výsledky a zvyšuje svůj podíl na celkových výsledcích všech VVŠ v daném segmentu, získává více finančních prostředků.

#### Graduation rate

Graduation rate (v českém překladu míra úspěšnosti studentů) je podíl VVŠ na celkové hodnotě výsledků všech VVŠ v segmentu vycházejících z míry úspěšnosti absolvování studia ve standardní době studia zvětšené o jeden rok. Vypočítává se podle níže uvedeného



vzorce. Vypočtená relativní hodnota graduation rate je převedena vynásobením přepočteným počtem studentů (k 31.10.) na absolutní hodnotu.

$$MÚ = A / (Z - P) \quad (2.1)$$

MÚ – míra úspěšnosti studentů

Z – (Zapsaní) počet fyzických osob, které se zapsaly do daného typu studia s danou SDS, které zároveň nebyly v den zápisu studenty dané VVŠ v daném typu SP. Do výpočtu jsou zahrnuti všichni studenti kromě studentů přijíždějících na krátkodobé studijní pobyty.

A – (Absolventi) počet fyzických osob Z, které úspěšně absolvovali studium na dané VVŠ se započtenou odstudovanou dobou kratší než SDS+1.

P – (Přerušení) počet fyzických osob, které se zapsaly do daného typu studia s danou SDS, které ale zároveň nebyly v den zápisu studenty dané VVŠ a které nemají mezi datem zápisu a 31.10. 2019 absolvované studium, a zároveň mají k tomuto datu aktivní studium na dané VVŠ se započtenou dobou studia kratší nebo rovnu SDS +1.

### Mezinárodní mobility

Tento indikátor odpovídá podílu VVŠ na počtu pobytů studentů přijíždějících ze zahraničí a vyjíždějících do zahraničí v rámci mobilitních programů všech VVŠ v daném segmentu (v segmentu 2 se započítávají pouze výjezdy) trvajících alespoň 30 dní včetně dne výjezdu a návratu. Počítáno je vždy období od 1.9. roku n-2 do 31.8. roku n-1 a jde o vážený průměr z údajů za roky n-1, n-2, n-3 s váhami 5:3:2. Váhy jsou navrženy tak, aby motivovaly VVŠ k nestálému zlepšování, neboť největší váhu mají vždy loňské výsledky.

### Zaměstnanost absolventů

Podíl VVŠ na celkové hodnotě všech VVŠ v segmentu vypočítané jako součin počtu absolventů české státní příslušnosti (za období od 1.11. roku n-2 do 31.10. roku n-1), standardizované míry zaměstnanosti absolventů, průměrného váženého KEN studijních programů, ve kterých tito absolventi studovali, a koeficientu za absolvování v jednotlivých typech studia. Výpočet se provádí zvlášť pro bakalářské, magisterské a doktorské studijní programy.

### VaV

Tento indikátor se skládá ze tří částí, jejichž váha pro jeho výpočet bude

$$a : b : c = 70 \% : 5 \% : 25 \%$$

Kde jednotlivé části jsou

- a – podíl VVŠ na bodové hodnotě výsledků výzkumu, vývoje a inovací evidovaných v Rejstříku informací o výsledcích všech VVŠ v segmentu a výsledků ukončených programů za roky 2013-2016 schválených usnesením vlády ČR;
- b – podíl VVŠ na výsledcích hodnocení všech VVŠ v segmentu dle Metodiky hodnocení výzkumných organizací a hodnocení programů účelové podpory výzkumu, vývoje a inovací, schválené usnesením vlády ČR ze dne 8. února 2017 (Hodnocení M17+);
- c – podíl VVŠ na výsledcích hodnocení všech VVŠ v segmentu dle Hodnocení M17+ (v rámci modulu 2). Pro výpočet se konkrétně používají údaje o počtu příspěvků výzkumné organizace evidovaných ve Web of Science, zařazených do 1. až 3. kvartilu časopisů po odečtení příspěvků s počtem autorů víc než 30. Hodnoty jednotlivých kvartilů jsou započteny v poměru 6:3:1, opět kvůli motivaci k neustálému zlepšování výkonů.

## RUV

Podíl VVŠ na bodové hodnotě výsledků umělecké činnosti všech VVŠ v segmentu. Jde o výkonnostní ukazatel důležitý pro umělecké vysoké školy, na VUT má tedy minimální váhu.

## Externí příjmy

Podíl VVŠ na součtu finančních prostředků všech VVŠ v segmentu zahrnujících:

- účelovou neinvestiční podporu výzkumu, vývoje a inovací - výši účelových neinvestičních prostředků na výzkum a vývoj;
- příjmy z celoživotního vzdělávání;
- výnosy z transferu znalostí.

Zdrojem těchto dat jsou výroční zprávy o hospodaření VVŠ za roky n-2, n-3, n-4 s váhami 5:3:2.

## Studia v cizím jazyce

Tento indikátor je složen ze dvou částí s váhami v poměru:

$$60 \% : 40 \%$$

1. podílu VVŠ na počtu aktivních nepřerušovaných studií všech VVŠ v segmentu studovaných ve studijních programech vyučovaných v cizím jazyce.

Tyto data se započítávají za roky n-1, n-2 a n-3 s váhami 5:3:2.

2. podílu VVŠ na příjmech z poplatků všech VVŠ v segmentu za studium ve studijním programu vyučovaném v cizím jazyce.

Zdrojem těchto dat jsou výroční zprávy o hospodaření VVŠ za roky n-2, n-3, n-4 s váhami 5 : 3 : 2.

## Cizinci

Podíl VVŠ na celkovém počtu zahraničních akademických pracovníků podílejících se na vzdělávací nebo tvůrčí činnosti a zahraničních vědeckých pracovníků všech VVŠ v segmentu. Za počet zahraničních pracovníků se považuje průměrný přepočtený počet akademických pracovníků s cizím státním občanstvím, kteří se podílejí na vzdělávací nebo tvůrčí činnosti VVŠ, a vědeckých pracovníků s cizím státním občanstvím, kteří na VVŠ pracovali na základě pracovního poměru nebo dohody o pracovní činnosti.

Zdrojem těchto dat jsou údaje z výročních zpráv o činnosti za rok 2017 a 2018 v poměru 35 : 65.

### 2.1.3. část společenské poptávky

Tato část rozpočtového okruhu I zajišťuje institucionální podporu VVŠ v konkrétních oblastech vzdělávací a tvůrčí činnosti. Je tedy základním finančním nástrojem ministerstva pro řešení společenských priorit, které VVŠ nejsou schopné v rámci své samosprávné působnosti řešit. Rozhodnutí o konkrétních oblastech podpory v rámci tohoto ukazatele vychází obvykle z usnesení vydávaných na úrovni vlády ČR. Tyto prostředky jsou většinou poskytovány s víceletou perspektivou na základě deklarovaného souhlasu VVŠ (se zajištěním požadovaného plnění) a jsou přidělovány VVŠ, i když jsou mířeny pro konkrétní fakultu (v případě VUT jde o Fakultu výtvarných umění).

#### Institucionální podpora na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace

Smyslem poskytování institucionální podpory je přispívat určitým finančním podílem výzkumným subjektům, které uspěly v mezinárodní konkurenci a zapojily se do projektů některých programů mezinárodní spolupráce ve výzkumu a vývoji Evropského společenství. Záměrem financování institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace je motivovat a stimulovat výzkumné týmy k zapojení se do mezinárodních výzkumných projektů. Institucionální podpora na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace je poskytována na základě hodnocení výsledků dosažených organizací. Další informace lze nalézt na stránkách MŠMT[5].

#### Účelová podpora na specifický vysokoškolský výzkum

Specifickým vysokoškolským výzkum se myslí výzkum prováděný studenty při uskutečňování akreditovaných doktorských či magisterských studijních programů a který je bezprostředně spojen s jejich vzděláváním.

Celková výše finančních prostředků na institucionální podporu a specifický vysokoškolský výzkum pro rok 2020 je zobrazena na obrázku 2.1.3[15].

Dotace	Celkové rozdělované prostředky
Institucionální podpora na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné org.	1 059 598 841 Kč
Dotace ze státního rozpočtu na specifický vysokoškolský výzkum	1 165 308 000 Kč

Obrázek 2.1.3: Celková výše dotace na IP a SV

Institucionální podpora na dlouhodobý koncepční rozvoj, účelová podpora na specifický výzkum a výkonová část Příspěvků budou pro tuto práci nejdůležitější, neboť tyto

prostředky nejsou poskytovány konkrétní fakultě, ale jsou na VUT dále rozdělovány podle dosažených výkonů. Oceňováním těchto výkonů poté můžeme měnit podíly fakult na finančních prostředcích podle našich cílů preferencí (toto bude implementováno v modelu, viz kapitola 6).

## 2.2. Rozpočtový okruh II: podpora studentů

Tento okruh sdružuje ukazatele zaměřené na podporu studentů formou stipendií a dotací. Na obrázku 2.2.1 můžeme vidět vývoj jednotlivých příspěvků. Z té lze vyzorovat, že se v posledních letech pravidelně měnila pouze výše sociálního stipendia, zbylá se prakticky neměnila. K velkým změnám těchto hodnot dochází z rozhodnutí Ministerstva.

Položka	2017	2018	2019	2020	změna oproti 2019
Stipendia v doktorském studiu (ročně)	90 000 Kč	135 000 Kč	135 000 Kč	135 000 Kč	0.00%
Ubytovací stipendium (ročně)	5 400 Kč	5 400 Kč	5 400 Kč	5 400 Kč	0.00%
Sociální stipendium (měsíčně)	2 750 Kč	3 050 Kč	3 340 Kč	3 650 Kč	9.28%
Výpočtová dotace na 1 jídlo	17.95 Kč	17.95 Kč	17.95 Kč	17.95 Kč	0.00%

Obrázek 2.2.1: Vývoj výše jednotlivých stipendií

### Ukazatel C: stipendia pro studenty doktorských studijních programů

Tato část příspěvku je určena na podporu studentů, kteří studují v akreditovaných doktorských studijních programech. Objem příspěvků na tato stipendia se stavuje pro každý rozpočtový rok v závislosti na možnostech rozpočtu vysokého školství. Výši výpočtové částky na jednoho studenta určí Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy. Výše příspěvku se stanoví jako součin jednotkové částky stipendia a počtu rozpočtových studentů v prezenční době studia akreditovaných doktorských studijních programů, kteří nepřekročili SDS. Pro výpočet příspěvku se používají data z předcházejícího roku.

### Ukazatel J: dotace na ubytování a stravování studentů

Výše této dotace se vypočítává jako součin vykázaného počtu přepočtených hlavních jídel vydaných studentům VVŠ v menzách či jiných stravovacích zařízeních za období listopad roku  $n-2$  do října roku  $n-1$  a výpočtové částky stanovené na jedno hlavní jídlo. Výpočtová částka se stanovuje v závislosti na možnostech rozpočtu vysokého školství daného roku.

Teplá jídla se započítávají s koeficientem 1, studené jídlo se započítává s koeficientem 0,4. Započtena jsou:

- jídla vydaná rozpočtovým studentům;
- jídla vydaná studentům soukromých vysokých škol;
- jídla vydaná studentům-cizincům přijatých ke studiu v rámci zahraniční rozvojové spolupráce.

### Ukazatel S: sociální stipendia

Při stanovování výše této části příspěvku se vychází z výše stipendia stanoveného podle § 91 odst. 3 zákona o vysokých školách a z počtu studentů, kteří na něj prokázali nárok.

Příspěvek se poskytuje na 10 měsíců v roce a je rozdělen na dvě části, první je určena na prvních sedm měsících rozpočtového roku, druhá na zbývajících tři měsíce, a nakonec se výpočet očišťuje o průměrný nárůst/pokles počtu studentů každé VVŠ. Částka se vypočítává podle vzorce 2.2 (1. část), 2.3 (2. část) a 2.4 (dopočet v závěru roku).

$$S_1 = A \cdot H_2 \cdot 7 \quad (2.2)$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^{10} \frac{(A + B)}{2} \cdot H_i - S_1 \quad (2.3)$$

$$S_3 = \sum_{i=1}^{10} \left[ \frac{A \cdot (1 + \frac{D}{C})}{2} \cdot H_i \right] - (S_1 + S_2) \quad (2.4)$$

$A$  = počet studentů, kteří prokázali nárok na soc. stipendium za každou VVŠ (k 31. 1. roku  $n$ )

$B$  = počet studentů, kteří prokázali nárok na soc. stipendium za každou VVŠ (k 30. 6. roku  $n$ )

$C$  = počet studentů, kteří studují v SDS za každou VVŠ (k 31. 1. roku  $n$ )

$D$  = počet studentů, kteří studují v SDS za každou VVŠ (k 31. 10. roku  $n$ )

$H_i$  = zákonná výše sociálního stipendia za rok  $n$  (kromě měsíců červenec a srpen)

#### **Ukazatel U: ubytovací stipendia**

Tato část příspěvku je vypočítávána jako součin počtu rozpočtových studentů a jednotkové částky stanovené Ministerstvem v závislosti na rozpočtu vysokého školství pro daný rok. Započítáni jsou všichni studenti, kteří

- a) studují v prezenční formě studia v akreditovaném studijním programu na území ČR;
- b) nepřekročili SDS v probíhajícím studijním programu;
- c) nemají místo trvalého pobytu v okrese, v němž je místo jejich studia.

## **2.3. Rozpočtový okruh IV:**

#### **Ukazatel D: mezinárodní spolupráce**

Příspěvek dle tohoto ukazatele poskytuje Ministerstvo na podporu mezinárodní spolupráce na činnosti jako jsou zaměstnanecké mobility, příjezdové a výjezdové mobility studentů, realizaci aktivit v rámci ERASMUS+ a jiných. K výpočtu částky se využívají následující indikátory na obrázku 2.3.1.

Indikátor	Váha
Alokace použita pro rok 2019	75 %
Mezinárodní mobility (výjezdy)	15 %
Mezinárodní mobility (příjezdy)	10 %

Obrázek 2.3.1: indikátory mezinárodní spolupráce

Pro jednotlivé VVŠ je vyčleněno 80 % z celkové částky na mezinárodní spolupráci, zbývajících 20 % využije ministerstvo na financování aktivit mezinárodní spolupráce dle svých priorit.

#### **Ukazatel F: fond vzdělávací politiky**

Tento fond má za cíl podporu aktivity VVŠ, které mají systémový charakter, a vytvořit rezervy pro případ neočekávaných a mimořádných událostí. Tyto finanční prostředky bývají VVŠ poskytovány jako příspěvek či dotace. Jeho dvěma základními oblastmi jsou:

1. podpora rozvoje systému vysokého školství zaměřená na financování projektů, na jejichž realizaci má prioritní zájem Ministerstvo proto, aby přispělo ke zkvalitnění vysokého školství. Jedná se tedy hlavně o podporu aktivit opakujících se každý rok (příspěvek na Univerzity třetího věku a příspěvek na studenty se specifickými potřebami);
2. podpora reagující na neočekávané a mimořádné události zaměřená na zmírnění dopadu na VVŠ způsobených např. zavedením nových právních předpisů, či živelnými pohromami, které nejsou rozpočtově zajištěny.

#### **Fond umělecké činnosti**

Cílem Fondu umělecké činnosti je zajištění systémové podpory oblasti umělecké činnosti VVŠ. Podpora je určena uměleckým VVŠ ze segmentu 1, uměleckým fakultám, fakultám architektury a fakulty evidující své umělecké výstupy v registru uměleckých výstupů. Výše této podpory vychází z výsledků evidovaných v indikátoru RUV (Registr uměleckých výstupů) výkonové části rozpočtového okruhu I.

### 3. Rozpočet VUT

Jak již bylo zmíněno, při tvorbě matematického modelu rozpočtu VUT budeme potřebovat přesná data a vzorce pro výpočet podílů fakult na daných dotacích. V této kapitole se proto budeme zabývat tvorbou rozpočtu Vysokého učení technického v Brně. Informace z této kapitoly byly čerpány z [9] a částečně z [10] a z rozpočtu VUT na rok 2020[16].

**Hospodářská střediska** Hospodářským střediskem rozumíme organizační jednotku VUT, která sestavuje samostatný rozpočet schvalovaný Akademickým senátem a hospodaří podle něj. Tento status může získat pouze středisko, které generuje své výnosy na základě vlastní činnosti, nikoliv na základě přerozdělení zdrojů financování VUT (tedy jde o středisko výnosové). Dalšími podmínkami jsou ekonomická nezávislost, uzavřenost a stabilita jeho hospodaření. Pro rok 2020 existují na VUT tato hospodářská střediska:

	HS	Název HS
<b>Fakulty</b>	11	Fakulta výtvarných umění(FAVU)
	12	Fakulta stavební(FASST)
	13	Fakulta strojního inženýrství(FSI)
	14	Fakulta informačních technologií(FIT)
	15	Fakulta architektury(FA)
	16	Fakulta chemická(FCH)
	17	Fakulta podnikatelská(FP)
	18	Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií(FEKT)
<b>Ústavy</b>	50	Centrum sportovních aktivit(CESA)
	61	Ústav soudního inženýrství(USI)
	62	Středoevropský technologický institut(STI)
<b>Další součásti</b>	60	Institut celoživotního vzdělávání(ICV)
	70	Centrum výpočetních a informačních služeb(CVIS)
	72	Ústřední knihovna(UK)
	74	Nakladatelství VUT IUM(VUT IUM)
	80	Koleje a menzy(KaM)
	90+99	Rektorát VUT(RVUT)

Obrázek 3.0.1: Hospodářská střediska na VUT v roce 2020

Rektorát je sdruženým hospodářským střediskem zahrnujícím Rektorát (z toho Archiv, Odbor marketingu a vnějších vztahů a Odbor dopravy) a Rektorát – centralizované prostředky. Ačkoli jsou zde uvedena všechna hospodářská střediska, model bude sestavován bez Ústřední knihovny, Kolej a menz a Nakladatelství VUT IUM, neboť v dotacích rozdělovaných v modelu nevykazují žádné výkony.

#### 3.1. Rozpočet neinvestiční

Pravidla rozdělování normativní části Příspěvků, Institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace a dotace na účelovou podporu na specifický vysokoškolský výzkum na jednotlivá HS, výši odvodu HS na financování celouniverzitních aktivit a další součástí VUT stavují Pravidla sestavení rozpočtu Vysokého učení technického v Brně pro daný kalendářní rok [9]. V této práci se hlouběji podíváme na pravidla uvedená ve směrnici č. 3/2020. Vzorce a data uvedená v této části budou stěžejní pro tvorbu modelu (kapitola 6.), značení bylo ponecháno původní z [11].

### 3.1.1. Zdroje financování neinvestičního rozpočtu

Těmito zdroji jsou:

1. Příspěvek a dotace poskytované VUT ministerstvem na:

**I.** Institucionální financování vysokých škol

- příspěvek na vzdělávací a tvůrčí činnost

**II.** Podporu studentů

- příspěvek na stipendia studentů doktorských programů
- dotace na ubytování a stravování
- příspěvek na sociální stipendia
- příspěvek na ubytovací stipendia

**III.** Rozvoj vysokých škol

- příspěvek a dotace na rozvojové programy - příspěvek na institucionální plán a dotace na centralizované rozvojové programy

**IV.** Mezinárodní spolupráci

- příspěvek a dotace na mezinárodní spolupráci
- příspěvek a dotace z Fondu vzdělávací politiky
- příspěvek a dotace na neočekávané a mimořádné události
- příspěvek z Fondu umělecké činnosti ;

2. Účelová dotace na institucionální podporu;

3. Účelová dotace na specifický vysokoškolský výzkum;

Tyto dotace již byly rozebírány v kapitole 2.

4. Neinvestiční příjmy z národních veřejných zdrojů;

- účelové dotace ze státního rozpočtu
- jiné příjmy ze státního rozpočtu, státních fondů či z rozpočtů krajů a obcí

5. Neinvestiční příjmy ze zahraničních veřejných zdrojů (jednotlivá HS se o ně ucházejí samostatně);

- účelové dotace z rozpočtu Evropské unie a národních států (poskytované prostřednictvím národních agentur)
- ostatní účelové dotace z rozpočtu Evropské unie (poskytované prostřednictvím zahraničních agentur zřízených EU)
- jiné příjmy ze zahraničních veřejných zdrojů

6. Příjmy z darů, nadací a nadačních fondů;

7. Příjmy z poplatků ;

- poplatky spojené se studiem



- poplatky za habilitační a profesorská řízení
8. Mimodotační příjmy z vlastní činnosti;
    - příjmy z uskutečňování celoživotního vzdělávání
    - příjmy z transferu technologií (licence znalostí, podíly na výsledcích hospodaření, aj.)
    - příjmy ze služeb za poskytování odborné činnosti (znalectví, měření, aj.)
    - příjmy z účelově poskytnutých neveřejných prostředků na hlavní činnosti VVŠ
    - ostatní neveřejné příjmy
  9. Mimodotační příjmy plynoucí z hospodaření s majetkem;
    - výnosy z pronájmu nemovitého i movitého majetku
    - výnosy z prodeje movitého majetku
    - výnosy z prodeje nemovitého majetku
    - výnosy z bankovních účtů a zhodnocení finančního majetku na bankovních účtech
    - ostatní neveřejné příjmy plynoucí z hospodaření s majetkem
  10. Ostatní mimodotační příjmy ;
    - příjmy ze smluvního výzkumu
    - příjmy z dědictví
    - tržby za ubytování a stravování
    - příjmy za propagaci a publicitu
    - ostatní mimodotační příjmy nerozlišené
  11. Úvěry od peněžních ústavů;
  12. Použití fondů.

Tyto zdroje financování neinvestičních výnosů HS můžeme dále podle způsobu získávání a zdroje financování rozdělit na:

**Normativní zdroje** – přidělované jako institucionální podpora formou příspěvku nebo dotace. Hlavními normativními zdroji jsou:

- příspěvek na vzdělávací a tvůrčí činnost;
- příspěvek dotace na institucionální podporu;
- účelová dotace na specifický výzkum.

**Účelové zdroje** - získávané příjemci za účel stanovený poskytovatelem nebo na základě soutěže o veřejné zdroje. Hlavními účelovými zdroji jsou:

- příspěvek a dotace poskytované MŠMT v ukazatelích C, D, F, I, J, S, U;

- příjmy z národních veřejných zdrojů;
- příjmy ze zahraničních veřejných zdrojů;
- příjmy z nadací, darů a nadačních fondů
- jiné nerozlišené veřejné příjmy.

### **Příjmy z poplatků**

**Podnikatelské příjmy** - získávané vlastní samostatnou činností či na základě hospodaření se spravovaným majetkem. Mezi tyto příjmy patří:

- příjmy ze smluvního výzkumu;
- neveřejné příjmy t vlastní činnosti;
- neveřejné příjmy z hospodaření s majetkem;
- neveřejné příjmy ostatní.

**Příjmy z fondů a úvěrů** - kterými jsou např.:

- úvěry od peněžních ústavů;
- použití fondů.

Více o zdrojích příjmů VUT se lze dočíst v [11].

## **3.1.2. Výpočet přínosů HS na příspěvcích a dotacích**

### **Přínos HS na vzdělávací činnosti**

Příspěvek na vzdělávací činnost (P) přidělený VUT Ministerstvem se skládá ze dvou složek:

- fixní část  $P_F$
- výkonová část  $P_V$ .

Na základě výkonových parametrů je tedy poskytován příspěvek ve výši:

$$P = P_F + P_V$$

Přínosy jednotlivých HS na složce fixní počítáme ze vzorce:

$$P_{FK} = (1 - x) \cdot (P_F - P_{FCESA}) \cdot \frac{P_{FK2019}}{\sum_j P_{Fj2019}} + x \cdot (P_F - P_{FCESA}) \cdot \frac{S_{FK2019}}{\sum_j S_{Fj2019}}$$

kde:

$P_{FCESA}$  je přínos CESA ve fixní části příspěvku:

$$P_{FCESA} = \frac{P_F}{S_{VUT}} S_{CESA}$$

$S_{CESA}$  je normativní počet studentů CESA (ve studijním programu „Sportovní technologie“, k 31. 10. roku n-1)

$S_{VUT}$  je celkový počet normativních studentů VUT

$P_{FK}$  je přínos K-tého HS na fixní části příspěvku pro rok 2020

$P_F$  je celkový přínos VUT ve fixní části na příspěvku pro rok 2020

$P_{FK2019}$  je přínos K-tého HS na fixní části příspěvku stanovený podle pravidel pro rok 2019

$x$  je podíl fixní části na základě celkového počtu normativních studií (vypočítaný jako přepočtený počet studií násobený KEN programem) na základě údajů k 31. 10. roku  $n-1$ . Pro rok 2020 je  $x$  stanoveno na 15

$S_{FK}$  je celkový počet normativních studií (přepočtený počet studií násobený KEN programem) k 31. 10. roku  $n-1$

$k, j$  jsou číselné indexy

Přínosy jednotlivých HS na výkonové složce příspěvku se stanovuje jako podíl na Příspěvku, který je VUT ve výkonové části přidělován ministerstvem pro daný kalendářní rok. Tento podíl se poté stanovuje v poměru podílů hodnot ukazatelů kvality a výkonu dosahovaných na daném HS k celkovým hodnotám ukazatelů kvality a výkonu na VUT. Tyto ukazatele jsou stejné, jako má ministerstvo, mají však na VUT jinou váhu, viz obrázek 3.1.1. Rozdíly v těchto vahách naznačují rozdíly v prioritách obou institucí. Zatímco cílem Ministerstva je zlepšení kvality vysokých škol, VUT tyto koeficienty určuje na základě svých výsledků v segmentu 4.

ukazatel	MŠMT	VUT
Graduation rate	15 %	21.3%
Mezinárodní mobility	22 %	18.2%
Zaměstnanost absolventů	10 %	12.5%
VaV	30 %	24.7%
RUV	3 %	8.3%
Externí příjmy	6.5 %	9.1%
Studia v cizím jazyce	3.5 %	0.3%
Cizinci	10 %	5.5%

Obrázek 3.1.1: Rozdíly v indikátorech výkonové části

Skutečné váhy těchto ukazatelů výkonu na VUT budou využity v modelu pro zachování stability rozpočtů a přiblížení se skutečným hodnotám (aby nedošlo k situaci, kdy např. dva z těchto parametrů pro určitou účelovou funkci zaniknou – viz kapitola 6.).

Přínos VUT v indikátoru RUV se rozdělí podle podílů HS na bodové hodnotě výsledků umělecké činnosti. Přínos HS na Příspěvku se kromě fakult a vysokoškolských ústavů stanovuje také pro centralizovaná pracoviště (USI, STI, CESA), která také svými výkony přispívají k dosažení podílu VUT na celkovém přínosu ve výkonové části Příspěvku (proto budou společně s Rektoriátem použita v modelu). Na obrázku 3.1.2 můžeme vidět rozdělení těchto prostředků a jejich vývoj oproti předchozímu roku. Díky rostoucímu trendu finančních prostředků na vysoké školství v ČR se každý rok zvyšují i prostředky, které obdrží jednotlivá střediska. Jsou proto motivována k dosahování lepších výkonů, aby si oproti předchozím rokům přilepšila.

v tis. Kč.	fixní část 2019	podíl z fixní části 2019	fixní část 2020	podíl z fixní části 2020	rozdíl 2020-2019	výkonová část 2019	podíl z výkonové části 2019	výkonová část 2020	podíl z výkonové části 2020	rozdíl 2020-2019
11 FAVU	36 112	3.24%	38 552	3.31%	2 440	15 767	7.28%	16 402	7.43%	635
12 FAST	289 247	25.96%	291 347	25.01%	2 100	39 530	18.26%	36 163	16.38%	-3 368
13 FSI	228 734	20.53%	242 226	20.79%	13 492	54 058	24.97%	55 384	25.08%	1 326
14 FIT	123 434	11.08%	130 338	11.19%	6 904	17 851	8.25%	18 134	8.21%	282
15 FA	44 179	3.96%	45 335	3.89%	1 156	8 967	4.14%	9 572	4.33%	606
16 FCH	73 228	6.57%	82 526	7.08%	9 298	13 887	6.42%	15 389	6.97%	1 502
17 FP	98 270	8.82%	104 395	8.96%	6 125	17 198	7.94%	18 371	8.32%	1 173
18 FEKT	186 465	16.73%	193 212	16.58%	6 747	35 631	16.46%	35 001	15.85%	-630
61 USI	22 170	1.99%	22 217	1.91%	47	1 689	0.78%	1 417	0.64%	-273
62 STI	11 108	1.00%	11 150	0.96%	42	11 561	5.34%	14 643	6.63%	3 082
50 CESA	0	0.00%	2 564	0.22%	2 564	9	0.00%	43	0.02%	34
ICV	769	0.07%	682	0.06%	-87	199	0.09%	197	0.09%	-2
CVIS	599	0.05%	531	0.05%	-68	117	0.05%	56	0.03%	-61
RE (OTT)	80	0.01%	71	0.01%	-9	0	0.00%	41	0.02%	41
VUT celkem	1 114 395	100.00%	1 165 146	100.00%	50 751	216 465	100.00%	220 812	100.00%	4 347

Obrázek 3.1.2: Rozdělení příspěvku na VUT

Poznamenejme, že rozdělování Příspěvku na jednotlivá HS na VUT můžeme modelovat pomocí toků v sítích (viz teoretická část – kapitola 5.) a podrobněji tento postup popíšeme při tvorbě modelu (kapitola 6). Jako počáteční uzel zde bude peněžní částka obdržaná z daného ukazatele či dotace, koncovými uzly budou střediska, kterým jsou prostředky přerozdělovány.

**Přínos HS na institucionální podpoře** Přínos HS na institucionální podpoře na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace se stanoví na základě vzorce:

$$P_{IPk} = P_{IPk_{fix2019}} + M_{IPk}$$

kde:

$P_{IPk}$  je vypočtená výše institucionální podpory pro k-tou součást

$P_{IPk_{fix2019}}$  je poměrná část z fixní částky institucionální podpory rozdělené v roce 2019 pro k-tou součást (celková částka byla 453 mil. Kč)

$M_{IPk}$  je motivační složka (vyčleněná z přidělené výše institucionální podpory pro rok 2020) určená pro motivování kvalitního publikování.

Fixní částka se rozděluje na základě korekce výsledků portálu Rady pro výzkum, vývoj a inovace. Motivační složka je rozdělena na jednotlivá HS takto:

- 80 % bude použito jednak na přímou podporu jednotlivců a týmů na jednotlivých HS, kteří dosáhli hodnocených výsledků, a jednak na katedry a ústavy
- 20 % bude alokováno jednotlivým HS v poměru, v jakém byla na HS alokována částka na přímou podporu jednotlivců a týmů ústavů a kateder.

Pro zjednodušení modelu nebude brána v potaz motivační složka institucionální podpory.

**Přínos HS na specifickém výzkumu** Přínos HS na specifickém vysokoškolském výzkumu se staví podle vztahu:

$$P_{SVk} = D_{SV} \frac{U_k}{\sum_j U_j}$$

$P_{SVk}$  je vypočtená výše přínosu k-tého HS na specifickém výzkumu

$D_{SV}$  je dotace na specifický výzkum pro VUT na daný rok

$U_k$  je podíl HS na hodnocení výsledků

$$U_k = \left( \frac{V_k}{\sum_j V_j} \right)^m \left( k_D \frac{D_k}{\sum_j D_j} + k_M \frac{M_k}{\sum_j M_j} k_A \frac{A_k}{\sum_j A_j} \right)^{1-m} \quad (3.1)$$

$$k_D = 0,65 \quad k_M = 0,22 \quad k_A = 0,13 \quad m = 0,5$$

$V_k$  je ukazatel výkonu uchazeče ve výzkumu, experimentálním vývoji a inovacích za roky 2018, 2017, 2016 s váhami 5 : 3 : 2, který zahrnuje výši neinvestičních prostředků na institucionální podporu( $R_k$ ) a výši neinvestičních účelových prostředků na grantové a programové projekty výzkumu a vývoje( $G_k$ ), tj.  $V_k = 0,5 \cdot R_k + 0,5 \cdot G_k$

$D_k$  je počet studentů doktorských studijních programů HS v SDS+1 k 31. 10. 2019

$M_k$  je počet absolventů magisterských studijních programů HS (v období 12 měsíců předcházejících 1. listopadu 2019)

$A_k$  je počet absolventů doktorských studijních programů HS (v období 12 měsíců předcházejících 1. listopadu 2019)

$k_D$  je váha podílu počtu studentů doktorských studijních programů

$k_M$  je váha podílu počtu absolventů magisterských studijních programů

$k_A$  je váha podílu počtu absolventů doktorských studijních programů

$m$  je koeficient vyjadřující váhu výkonu ve výzkumu, experimentálním vývoji a inovacích a váhu počtu studentů a absolventů

$k, j$  jsou indexy

Vzorec 3.1 úzce souvisí s tzv. Cobb – Douglasovou produkční funkcí, kterou v této práci rozebírat nebudeme. Bližší informace se k ní však dají najít v [17].

Část poskytnuté podpory na specifický výzkum ve výši 2,5 % se centralizuje pro zajištění organizace soutěže na podporu projektů specifického vysokoškolského výzkumu, z toho 0,5 % na zajištění organizace a administrativy této soutěže a správy projektů specifického vysokoškolského výzkumu a zbylá 2 % se rozdělí na HS v poměru podílu  $P_{SVk}$ . Dále bude 2,6 mil. Kč vyčleněno Mezifakultní juniorské projekty.

Rozdělení dotací na IP a SV mezi jednotlivá HS je zobrazeno na obrázku 3.1.3.

v tis. Kč	IP 2019	podíl na IP 2019	IP 2020	podíl na IP 2020	rozdíl 2020-2019	SV 2019	podíl na SV 2019	SV 2020	podíl na SV 2020	rozdíl 2020-2019
FaVU	1 341	0.29%	1 344	0.27%	3	0	0.00%	0	0.00%	0
FAST	80 750	17.25%	83 190	16.49%	2 440	14 971	18.41%	15 978	18.16%	1 007
FSI	133 947	28.62%	142 206	28.19%	8 260	20 684	25.43%	24 165	27.46%	3 481
FIT	39 081	8.35%	40 291	7.99%	1 209	7 004	8.61%	9 327	10.60%	2 323
FA	1 453	0.31%	1 385	0.27%	-68	0	0.00%	0	0.00%	0
FCH	39 469	8.43%	42 245	8.38%	2 776	7 202	8.85%	6 455	7.33%	-747
FP	11 813	2.52%	12 004	2.38%	191	2 921	3.59%	2 957	3.36%	36
FEKT	113 273	24.20%	118 150	23.42%	4 877	17 041	20.95%	16 926	19.23%	-115
CESA	93	0.02%	132	0.03%	39	0	0.00%	0	0.00%	0
ÚSI	453	0.10%	473	0.09%	20	279	0.34%	360	0.41%	81
STI	46 218	9.87%	55 492	11.00%	9 273	6 226	7.65%	6 800	7.73%	574
ICV	0	0.00%	0	0.00%	0	0	0.00%	0	0.00%	0
CVIS	178	0.04%	285	0.06%	106	0	0.00%	0	0.00%	0
RVUT	5	0.00%	2 300	0.46%	2 295	5 007	6.16%	5 040	5.73%	34
VUT prac.99	0	0.00%	4 902	0.97%	4 902	0	0.00%	0	0.00%	0
VUT CELKEM	468 075	100.00%	504 399	100.00%	36 323	81 335	100.00%	88 008	100.00%	6 674

Obrázek 3.1.3: Podíl HS na IP a SV

Výše těchto dvou dotací pro VUT za rok 2020 budou použity v modelu jako částky rozdělované mezi hospodářská střediska. Skutečné částky rozdělené jednotlivým HS za rok 2020 jsou následně sníženy o pár procent a použity jako minimální možné obdržené částky (aby nedošlo k situaci, že by se přidělené částky velmi změnily, což by mohlo narušit stabilitu HS z důvodu nadměrného snížení příjmů).

### 3.1.3. Odvody do centralizovaných zdrojů a náklady na výuku

Centralizované zdroje jsou sdružené neinvestiční finanční prostředky určené pro zajištění financování dohodnutých centrálně financovaných nákladů VUT.

Centralizované zdroje zahrnují:

#### 1. Mandatorní výdaje

##### a) institucionální finanční náklady:

- na povinné spolufinancování a předfinancování projektů
- náklady na splácení úvěrů a návratných finančních výpomocí
- náklady na splácení neinvestičních úroků bankovních úvěrů
- náklady na krytí nedotačních odpisů nefakultních HS (kromě KaM);

##### b) centralizované náklady na zhodnocování majetku a dohodnutý rozvoj infrastruktury VUT financované:

- z investičního příspěvku získaného výměnou neinvestičního Příspěvku
- z investiční části Interních rozvojových projektů

##### c) centralizované náklady určené na neinvestiční opravy a údržbu majetku VUT;

#### 2. Centralizované činnosti aktivity:

- ##### a) Náklady na centralizovanou správu majetku - na pojištění majetku, provoz budov, poplatky za věcná břemena a na zajištění a řešení mimořádných či havarijních situací.
- ##### b) Náklady na centralizovaně poskytované nebo zajišťované služby - na energetický management, provozní náklady HS, vnitřní zajištění centralizovaného zadávání veřejných zakázek, zajištění ochrany duševního vlastnictví a na správní poplatky.

- c) Náklady na centralizované IT služby a elektronické informační zdroje - na službu CESNET, správu, rozvoj a pořízení informačních systémů, na správu a řízení centralizovaných elektronických zdrojů a na celouniverzitní licence a pořízení software.
  - d) Náklady na propagaci a prezentaci - na výstavy, veletrhy a prezentační akce a na časopis UDÁLOSTI.
  - e) Náklady na projektovou podporu - na organizaci centralizované projektové podpory, spolufinancování kolaborativních projektů Operačních programů a na zajištění návratné finanční výpomoci jednotlivým HS.
  - f) Náklady na podporu akademických činností a studentů - na habilitační a profesorská řízení, podporu VaV, podporu studentských projektů, na stipendia a mobility studentů, atd.
  - g) Náklady na externí služby - na auditorské služby, daňové a účetní poradenství, na INTRASTAT, externí služby a poradenství.
  - h) Náklady na funkční místa, činnost orgánů a reprezentaci VUT - na zajištění agendy prorektorů, účasti zástupců VUT v externích orgánech a na podporu činnosti akademického senátu VUT.
  - i) Náklady interních a centralizovaných rozvojových projektů MŠMT
  - j) Náklady ostatní a náklady mimořádné či přechodné povahy - na mimořádné výdaje a podporu studentů v tíživé životní situaci.
3. Centralizované součásti - kterými se financují dohodnuté vybrané činnosti centralizovaných HS, kterými tato HS poskytují dohodnuté služby fakultám a ústavům:
- Rektorát (RO)
  - Rektorát - centralizované prostředky (RO-CP)
  - Centrum sportovních aktivit (CESA)
  - Institut celoživotního vzdělávání (ICV)
  - Centrum výpočetních a informačních služeb (CVIS)
  - Nakladatelství VUTIUM (VUTIUM)
  - Ústřední knihovna (UK)
4. Rezerva:
- rezerva rektora - tvoří se ve výši 0,5 % z celkového objemu centralizovaných zdrojů, nejvýše však 5 mil. Kč.
  - rezerva centralizovaných zdrojů - tvoří se ve výši 2 % z celkového objemu centralizovaných zdrojů, nejvýše však 10 mil. Kč.
  - rezerva související s nouzovým stavem vyhlášených vládou ČR - určená na krytí nákladů přijímaných opatření.

## Výpočet odvodu do centralizovaných zdrojů

Na tyto centralizované zdroje se skládají všechna HS, která tvoří vlastní výnosy, v dohodnuté výši. Střediska, která nezískávají žádnou podporu z normativních zdrojů VUT, se na odvodu nepodílejí. Osvobozeny od odvodu jsou tedy tato střediska:

- Rektorát VUT
- Ústřední knihovna VUT
- VUTIUM
- CESA.

Podíl na financování nákladů centralizovaných zdrojů k-tého HS se vypočítává dle vztahu:

$$O_k = O_{MV_k} + O_{CA|CSk}$$

kde:

$O_{MV_k}$  je podíl dané součásti na mandatorních výdajích VUT

$O_{CA|CSk}$  je podíl dané součásti na centralizovaných zdrojích VUT (centralizovaných aktivitách a centralizovaných součástech)

$$O_{MV_k} = O_{MV} \frac{T_k}{\sum_j T_j}$$

$O_{MV_k}$  je výše podílu odvodu na krytí mandatorních výdajů vypočtená pro k-tou část

$O_{MV}$  je celková výše odvodu na krytí mandatorních výdajů

$T_k$  je podíl k-té součásti na odvodu na krytí mandatorních výdajů:

$$T_k = w_S \frac{S_k}{\sum_j S_j} + w_Z \frac{Z_k}{\sum_j Z_j} + w_P \frac{PU_k}{\sum_j PU_j} + w_O \frac{O_k}{\sum_j O_j} + w_{HV} \frac{HV_k}{\sum_j HV_j}$$

$$w_S = 0,20 \quad w_Z = 0,30 \quad w_P = 0,50 \quad w_O = 0,10 \quad w_{HV} = -0,10$$

$S_k$  je skutečný počet zapsaných financovatelných studií součásti snížený o Ph.D. studia a samoplátce

$w_S$  je váha parametru počtu studií

$Z_k$  je průměrný přepočtený počet zaměstnanců na součásti (k 31. 12. roku n-1)

$w_Z$  je váha parametru počtu zaměstnanců

$PU_k$  je velikost ploch užitných (PU) užívaných součástí (k 31. 12. roku n-1)

$w_P$  je váha parametru velikosti užívaných ploch

$O_k$  je celková výše dotačních a nedotačních odpisů součásti (k 31. 12. roku n-1)



$w_O$  je váha parametru výše odpisů

$HV_k$  je hospodářský výsledek dosažený součástí (k 31. 12. roku n-1)

$w_{HV}$  je váha parametru dosaženého hospodářského výsledku součástí

$k, j$  jsou číselné indexy

$$O_{CA|CSk} = O_{CA|CS} \frac{NV_k}{\sum_j NV_j}$$

kde:

$O_{CA|CS}$  je celková výše odvodu na krytí centralizovaných zdrojů

$O_{CA|CSk}$  je výše podílu odvodu na krytí centralizovaných zdrojů pro k-tou součást

$NV_k$  jsou upravené neinvestiční výnosy k-té součásti

$k, j$  jsou indexy

Znalecká činnost a výnosy z hospodářské činnosti VUT v hlavní činnosti budou zatíženy odvodem jen z 1/3. Jde o tyto položky:

- poplatky za studium v cizím jazyce;
- výnosy za programy celoživotního vzdělávání;
- ostatní neveřejné příjmy (ve spojitosti s Vav);
- prostředky od nadací získané na Vav;
- dary.

Odvod do centralizovaných zdrojů z institucionální podpory může dosahovat nejvýše 1 % podílu celkových neinvestičních prostředků přidělených na výzkum a vývoj na celkových neinvestičních výnosech VUT za rok n-1. Na obrázku 3.1.4 můžeme vidět podíly jednotlivých HS na centralizovaných prostředcích a mandatorních výdajích.

v tis. Kč	Podíl na MV	Podíl na CA+CS	Podíl na CP (MV+CA+CS)	Úhrada za CESA		přiděleno z CA+CS	přiděleno z MV
FaVU	-3 904	-6 452	-10 356	-73		0	
FAST	-30 541	-67 814	-98 355	-1 426		418	
FSI	-27 852	-76 002	-103 854	-3 530		1 160	
FIT	-11 360	-39 572	-50 931	-1 270		0	
FA	-3 540	-7 129	-10 669	-238		230	
FCH	-8 418	-21 997	-30 415	-900		638	
FP	-8 856	-16 174	-25 030	-1 367		0	
FEKT	-22 268	-64 872	-87 141	-2 185		785	
CESA	0	0	0	11 172		1 000	
USI	-1 348	-4 044	-5 391	-120		0	
STI	-10 460	-31 583	-42 042	-63		0	
ICV	-840	-2 235	-3 075	0		3 986	
CVIS	-1 089	-4 634	-5 723	0		89 392	
UK	0	0	0	0		25 037	
VUTIUM	0	0	0	0		3 050	
KaM	0	0	0	0		0	
RE	0	0	0	0		216 811	
VUT prac.99	0	0	0	0		0	130 475
VUT celkem	-130 475	-342 507	-472 982	0		342 507	130 475
						472 982	

Obrázek 3.1.4: Podíly HS na centralizovaných prostředcích

Mandatorní výdaje i odvody do centralizovaných zdrojů by bylo možné zahrnout do modelu, pro jeho zjednodušení v něm však obsaženy nejsou.

**Výpočet nákladů na výuku tělesné výchovy** Každému HS se sníží normativní přínos o náklady na výuku tělesné výchovy (dále jen TV), zajišťované CESA. CESA stanovuje tyto náklady na TV pro příslušný semestr rozpočtového roku  $n$  v normovaném rozsahu. Tyto náklady představují náklady na mzdy, provoz a údržbu sportovních zařízení. Jednotlivá HS se na krytí uvedených nákladů podílejí v poměru počtu studentohodin (což je jedno vyučování TV). Podíly jednotlivých HS na nákladech za TV je zobrazena na obrázku 3.1.4, ze kterého je také vidět, že CESA nemá žádný podíl na MV a CP.

**Výpočet nákladů na výuku svobodných předmětů** Na financování výuky svobodných předmětů se HS podílejí podle vzorce:

$$P_{VSPk} = C \cdot \sum_i H_{ik} S_{ik}$$

kde:

$P_{VSPk}$  je přínos  $k$ -té součásti za poskytování svobodných předmětů za semestr

$H_{ik}$  je celkový počet hodin výuky svobodného předmětu za semestr na  $k$ -té součásti

$S_{ik}$  je celkový počet studentů zapsaných do výuky svobodného předmětu na  $k$ -té součásti

$C$  je cena za jednu vyučovací hodinu výuky svobodného předmětu

$i$  je index svobodného předmětu

Cena za jednu vyučovací hodinu výuky svobodného předmětu se stanovuje podle vzorce:

$$C = \frac{l \cdot N}{2 \cdot T \cdot H_D}$$

$$l = 0,8 \quad T = 13 \quad H_D = 22$$

kde:

$l$  je koeficient zohledňující skutečnost, že svobodné předměty doplňují kapacitu skutečně vyučovaných předmětů

$T$  je dohodnutý počet týdnů výuky za semestr

$H_D$  je dohodnutý průměrný počet vyučovacích hodin za týden

$N$  je vypočtený normativ VUT na jedno studium

Tento normativ  $N$  spočítáme jako:

$$N = \frac{P_{FVUTn}}{S_{VUTn-1}}$$

$P_{FVUTn}$  je přínos VUT ve fixní části Příspěvků na vzdělávací a tvůrčí činnost za rok  $n$

$S_{VUTn-1}$  je počet studií VUT za rok  $n-1$

## Přidělené zdroje a sestavení neinvestičního rozpočtu

Pro zajištění stability financování HS je uplatňováno pravidlo, že při stejné výši přidělených normativních zdrojů a stejné výši centralizovaných zdrojů nepropadne žádné HS na částce přidělených normativních zdrojů (rozpočtu normativních a centralizovaných zdrojů) o více jak 5 % oproti částce normativních zdrojů přidělených v rozpočtovém roce  $n-1$ . Pokud bude výše normativních zdrojů přidělená MŠMT v roce  $n$  nižší než v roce  $n-1$  nebo bude výše centralizovaných zdrojů v roce  $n$  vyšší než v roce  $n-1$ , sníží se nejprve o tyto rozdíly částka přidělená jednotlivým HS v rozpočtovém období  $n-1$ , a teprve pak bude uplatněn uvedený kompenzační mechanismus.

Normativní zdroje přidělené danému HS se vypočítávají na základě vztahu:

$$P_k = P_{Fk} + P_{Vk} + P_{IPk} + P_{SVk} - P_{TVk} - O_k$$

kde:

$P_{Fk}$  je přínos daného HS na fixní části Příspěvků

$P_{Vk}$  je přínos daného HS na výkonové části Příspěvků

$P_{IPk}$  je přínos daného HS na institucionální podpoře

$P_{SVk}$  je přínos daného HS na specifickém výzkumu

$P_{TVk}$  je úhrada daného HS za výuku tělesné výchovy na CESA

$O_k$  je odvod daného HS do centralizovaných zdrojů

**Sestavení neinvestičního rozpočtu** Neinvestiční rozpočet VUT zahrnuje rozpočet normativních a centralizovaných zdrojů na HS a neinvestiční rozpočet jednotlivých HS. Rozpočet normativních a centralizovaných zdrojů na jednotlivá HS zahrnuje:

- a) rozpis přínosu HS v normativních zdrojích;
- b) rozpis odvodu do centralizovaných zdrojů ;
- c) plán rozdělení dotace na Interní rozvojové projekty (IRP) na část neinvestiční a část investiční;
- d) plán použití centralizované části fondů pro neinvestiční financování centralizovaných činností;
- e) plán rozdělení hospodářského výsledku za předchozí rozpočtový rok do fondů;
- f) centralizovaný plán velkých oprav.

Neinvestiční rozpočet si jednotlivá HS sestavují samostatně pro příslušný rozpočtový rok jako rozpočet neztrátový. Tento rozpočet zahrnuje plán výnosů a plán nákladů. Při kalkulaci nákladů hospodářské činnosti jsou plánovány pro příslušný kalendářní rok společné provozní náklady na základě skutečné výše těchto společných provozních nákladů k 31. 12. předchozího roku. Do 28. 2. (než je stanoveno procento společných provozních nákladů pro daný rok) se uplatňuje procento platné pro rok předchozí.

Při plánování neinvestičního rozpočtu HS je stanoven základní plánovaný výsledek hospodaření před zdaněním kalkulovaný u všech projektů hospodářské činnosti financovaných z neveřejných zdrojů.

## 3.2. Rozpočet investiční

Investiční rozpočet je plánem investičních výdajů kapitálových prostředků na reprodukci dlouhodobého majetku podle jednotlivých zdrojů, kterými jsou Příspěvek, dotace a Fond reprodukce investičního majetku (FRIM). Rozlišujeme:

**velké investice** – pořízování nových staveb a rekonstrukce staveb, pořízování nových strojů a zařízení

**malé investice** – údržba staveb, resp. stavební úpravy, kterými dochází k technickému zhodnocení majetku, ke jednotlivé stavební akci (v rámci jednoho projektu daného roku) nepřesáhnou 10 mil. Kč

**velké opravy** – údržba staveb, kterou nedochází k technickému zhodnocení majetku

Rozpis velkých i malých investic a oprav lze nalézt v [16].

### 3.2.1. Zdroje financování investičního rozpočtu

Zdroji financování reprodukce dlouhodobého investičního majetku VUT jsou zejména:

1. příspěvek na kapitálové výdaje, získaný výměnou neinvestičního Příspěvku za investiční Příspěvek

2. další investiční příjmy z národních veřejných zdrojů:

- účelové zdroje ze státního rozpočtu na programové financování kapitálových zdrojů
- jiné účelové dotace ze státního rozpočtu na kapitálové výdaje
- jiné investiční dotace ze státního rozpočtu, ze státních fondů, či z rozpočtu územně-správních celků a rozpočtu obcí

3. investiční příjmy ze zahraničních veřejných zdrojů:

- účelové dotace na pořízení dlouhodobého majetku z rozpočtu Evropské unie a národních států (poskytované národními agenturami)
- ostatní účelové dotace na pořízení dlouhodobého majetku rozpočtu Evropské unie a národních států (poskytované zahraničními agenturami)
- jiné dotace ze zahraničních zdrojů na kapitálové výdaje

4. finanční prostředky či příspěvky na pořízení dlouhodobého majetku od nadací/nadacních fondů

5. neveřejné investiční příjmy z finančních darů na pořízení dlouhodobého majetku

6. Fond reprodukce investičního majetku FRIM-T (vytvořený z hospodářského výsledku a krytí odpisů majetku)

7. Fond reprodukce investičního majetku FRIM-M (vytvořený převodem nespotřebovaného investičního Příspěvku do FRIM)

### **3.2.2. Centralizované zdroje investiční**

Investiční akce na VUT zahrnují:

- stavební akce;
- pořizování strojů a zařízení;
- ochrana duševního vlastnictví;
- majetkové vklady.

Centralizované zdroje investiční zahrnují investiční finanční prostředky na krytí dohodnutých investičních akcí, kterými jsou zejména prostředky na:

- financování dohodnutého rozvoje infrastruktury VUT;
- dohodnuté spolufinancování projektů zaměřených na rozvoj infrastruktury VUT obsahující stavební investice a s nimi související náklady;
- financování malých investic, zejména drobných stavebních a strojních investic;
- financování ochrany duševního vlastnictví VUT;
- financování majetkových vkladů do právnických osob.

## **Tvorba investičního rozpočtu**

Poskytnutý Příspěvek na kapitálové výdaje se přiděluje HS odpovědnému za řízení investiční akce, na kterou byl Příspěvek poskytnut. Přidělené účelové investiční prostředky ze státního rozpočtu a jiných národních veřejných zdrojů či zahraničních veřejných zdrojů, které nejsou zařazeny do programového financování (projekty výzkumu a vývoje, investiční dotace apod.), jsou přidělovány příslušnému HS, u kterého je jejich použití evidováno. Nespotřebované prostředky jsou zúčtovány se státním rozpočtem nebo jejich poskytovatelem.

## 4. Rozpočet FSI

Fakulta strojího inženýrství (dále FSI) je organizační jednotkou VUT, která sestavuje samostatný rozpočet schvalovaný akademickým senátem FSI, hospodaří podle něj a má status hospodářského střediska (HS). Rozdělení finančních prostředků na fakultě se řídí Pravidly pro rozdělení finančních prostředků FSI VUT. V této práci se blíže podívám na pravidla pro rok 2020. Cílem těchto pravidel je zajistit v co nejvyšší míře algoritmizovaný způsob rozdělení normativních zdrojů financování a transparentní konstrukci rozpočtu a finančních toků na nákladových střediscích FSI. Více informací lze nalézt v [9], [10] a rozpočtu FSI na rok 2021 [14].

### Nákladová střediska

Nákladové středisko (dále jen NS) je organizační jednotka FSI – ústav či specializované pracoviště. Děkanátní pracoviště jsou v rámci pravidel považovány za režijní pracoviště a jsou financována z centralizovaných prostředků. Seznam všech NS na FSI se nachází na obrázku 4.0.1.

	NS	Název	Zkratka
Ústavy	13210	Ústav matematiky	ÚM
	13220	Ústav fyzikálního inženýrství	ÚFI
	13250	Ústav mechaniky těles, mechatroniky a biomechaniky	ÚMTMB
	13280	Ústav materiálových věd a inženýrství	ÚMVI
	13290	Ústav konstruování	ÚK
	13300	Energetický Ústav	EÚ
	13310	Ústav strojírenské technologie	ÚST
	13350	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	ÚVSSR
	13362	Ústav procesního inženýrství	ÚPI
	13370	Ústav automobilního a dopravního inženýrství	ÚADI
	13420	Letecký Ústav	LÚ
	13460	Ústav automatizace a informatiky	ÚAI
	13520	Ústav jazyků	ÚJ
Specializované pracoviště	13620	Laboratoř přenosu tepla a proudění	LPTP

Obrázek 4.0.1: Nákladová střediska na FSI v roce 2020

Na rozdíl od HS, všechna nákladová střediska vykazují výkony ve sledovaných dotacích, proto při sestavování modelu nebylo žádné vynecháno.

Rozpočet (rozdělení finančních prostředků) FSI je plán všech výnosů a nákladů FSI v daném kalendářním roce. Je ve všech jeho částech a na všech NS sestavován jako neztrátový. Skládá se ze dvou částí, rozpočtu neinvestičního a rozpočtu investičního. Podkladem pro jeho sestavení je Výroční zpráva o hospodaření FSI VUT za předchozí rok a dále rozpočet normativních a centralizovaných zdrojů a některých nákladů na jednotlivá HS, který zahrnuje rozdělení:

- Příspěvků na vzdělávací a tvůrčí činnost;
- dotace na institucionální podporu výzkumu, vývoje a inovací;
- dotace na specifický výzkum.

## 4.1. Rozpočet neinvestiční

V této sekci si také uvedeme vzorce, které později budeme využít v modelu. Data budou použita z nově schváleného rozpočtu fakulty pro rok 2020 ([10] a [14]). Značení z této kapitoly bylo zachováno podle značení v [9].

### 4.1.1. Výpočet přínosů NS na příspěvcích a dotacích

**Přínos NS na vzdělávací činnosti** Stejně jako v případě celého VUT se na fakultě FSI dělí finanční prostředky na vzdělávací činnost na dvě složky:

$$P = P_F + P_V$$

Kde  $P_F$  je část fixní a  $P_V$  část výkonová. Část fixní se vypočítá pomocí vztahu:

$$P_{Fk} = (1 - x) \cdot P_F \cdot \frac{P_{Fk2019}}{\sum_k P_{Fk2019}} + x \cdot P_F \cdot \frac{S_{Fk2019}}{\sum_k S_{Fk2019}}$$

$P_{Fk}$  je přínos k-tého NS na fixní části příspěvku pro rok 2020

$P_F$  je celkový přínos VUT ve fixní části Příspěvku pro rok 2020

$P_{Fk2019}$  je přínos k-tého NS na fixní části Příspěvku dle rozpočtových pravidel pro rok 2019

$S_{Fk2019}$  je celkový počet normativních studií k 31. 10. 2019

Pro rok 2020 je  $x = 0,15$

Část výkonová se rozdělí podle podílů jednotlivých NS na sledovaných parametrech výkonu a kvality a podle stanovených vah. Tyto parametry a jejich váhy se mohou lišit od těch, které využívá k posouzení výsledků VUT. Obrázek 4.1.1 ukazuje, jak jsou tyto parametry nastaveny pro rok 2021. Bližší informace ke každému parametru si uvedeme v sekci rozdělení mzdových prostředků.

Ukazatel	váha
K_vyuka(nahrazuje Graduation rate)	22.15%
Mobility studentů	18.87%
Kvalita a počet akademických pracovníků (nahrazuje Zaměstnanost absolventů)	12.54%
VaV	28.40%
RUV	3.27%
Externí příjmy	10.61%
Cizinci	4.15%

Obrázek 4.1.1: Váha výkonnostních parametrů v roce 2021

I tyto váhy budou využity v modelu (kapitola 6) k omezení možných váhových koeficientů (pro zachování stability a přiblížení se skutečným možným změnám).



### Přínos NS na institucionální podpoře

Přínos nákladového střediska na institucionální podpoře výzkumných organizací stanovíme na základě vztahu:

$$P_{IPk} = (D_{IP} - M_{IP} - F_{MEP}) \frac{B_k}{\sum_k B_k}$$

$P_{IPk}$  je vypočtená výše institucionální podpory pro k-tou součást

$D_{IP}$  je dotace na institucionální podporu pro VUT na daný kalendářní rok

$M_{IP}$  je částka vyčleněná z přidělené výše IP pro rok 2020, určená k motivaci kvalitního publikování

$F_{MEP}$  je dotace ministerstva poskytnutá za provedení mezinárodní evaluace VaV (pro VUT 2,3 mil. Kč)

$B_k$  je bodové ohodnocení výsledků k-tého NS ve výzkumu, experimentálním vývoji a inovacích

Do výpočtu průměrných přepočtených úvazků zaměstnanců se započítávají dohody o pracovní činnosti (DPČ). Dohody o provedení práce (DPP) se do výpočtu nezahrnují.

### Přínos NS na specifickém výzkumu

Při výpočtu přínosů jednotlivých ústavů na specifickém výzkumu se postupuje podle stejného vzorce, který je uveden v předchozí kapitole. Na obrázku 4.1.2 můžeme vidět rozdělení dotace na institucionální podporu a specifický výzkum mezi jednotlivá NS za rok 2021.

v Kč	SV 2021	podíl na SV 2021		IP 2021	podíl na IP 2021
EÚ	3 588 953	14.67%		20 205 884	13.82%
LPTaP	867 151	3.54%		7 492 696	5.13%
LÚ	1 384 088	5.66%		5 813 653	3.98%
ÚAI	1 065 344	4.35%		3 431 003	2.35%
ÚADI	2 228 719	9.11%		8 099 065	5.54%
ÚFI	1 953 638	7.98%		18 726 039	12.81%
ÚJ	0	0.00%		0	0.00%
ÚK	2 699 027	11.03%		17 411 767	11.91%
ÚM	1 430 005	5.84%		14 193 770	9.71%
ÚMVI	1 612 824	6.59%		12 790 239	8.75%
ÚMTMB	2 642 535	10.80%		14 174 711	9.70%
ÚPI	1 998 858	8.17%		12 421 128	8.50%
ÚST	1 393 072	5.69%		5 214 344	3.57%
ÚVSSR	1 607 785	6.57%		6 199 176	4.24%
Celkem	24 472 000	100.00%		146 173 475	100.00%

Obrázek 4.1.2: Rozdělení IP a SV na FSI v roce 2021

### 4.1.2. Východiska tvorby neinvestičního rozpočtu

Rozdělení prostředků pro jednotlivá NS na FSI zachovává, pokud možno stejná kritéria používaná při rozdělování finančních prostředků pro jednotlivá HS na VUT. Rozpočet se skládá z:

1. přidělených normativních zdrojů na mzdy NS;
2. přidělených normativních zdrojů na provoz NS;
3. přidělených zdrojů institucionální podpory NS;
4. přidělu zdrojů specifického výzkumu na NS;
5. centralizovaných výdajů FSI.

Výpočet rozdělení mzdových prostředků si blíže popíšeme v následujícím tématu. Nyní si pouze uvedeme, že se k jejich výpočtu používá tzv. „dvoutřetinové pravidlo“, sloužící pro zmírnění dopadu v případě poklesu obdržených prostředků (původně bylo v minulosti pravidlo třetinové, avšak z důvodu, že k poklesu finančních prostředků prakticky nedocházelo, bylo upraveno).

$$P_{2020f} = P_{2019} + \frac{2(P_{2020v} - P_{2019})}{3}$$

$P_{2020f}$  jsou předpokládané přidělené prostředky pro rok 2020

$P_{2019}$  jsou přidělené prostředky pro rok 2019

$P_{2020v}$  jsou vypočtené prostředky pro rok 2020

Podíl NS na mzdových prostředcích je dán vztahem:

$$\frac{P_{2020fi}}{\sum_i P_{2020fi}}$$

Kde  $i$  je index nákladového střediska.

#### Rozdělení finančních prostředků za vědecký výkon

Prostředky za vědecký výkon pro jednotlivá NS jsou dány součtem:

$$BR = BR_A + BR_B + BR_C$$

$$BR_A : BR_B : BR_C = 20\% : 65\% : 15\%$$

kde:

$BR_A$  je hodnota stanovená na základě poměru tvorby výsledků RIV v období 2014-2015

$BR_B$  je hodnota stanovená na základě poměru přepočteného počtu publikací Q1, Q2, Q3 a Q4 v IF časopisu v období 2016-2018 (s váhami Q4 : Q3 : Q2 : Q1 = 1:2:3:4)

$BR_C$  je hodnota stanovená na základě poměru počtu aplikovaných výsledků v období 2016-2018

Částka přímo určená na mzdy původcům výsledku tvoří jednu třetinu celkové částky přidělené na NS. Aplikovaným výstupem zde považujeme patent, užitný vzor, prototyp, funkční vzorek, atd.

### Rozdělení provozních prostředků

Provozní prostředky jsou dány vztahem:

$$PP = PP_A + PP_B$$

$$PP_A : PP_B = 60\% : 40\%$$

- $PP_A$  je hodnota související s výukou a je stanovena pomocí koeficientu  $k_{VYUKA}$
- $PP_B$  je částka daná objemem režie z projektů a doplňkové činnosti odvedené NS

### 4.1.3. Rozdělení mzdových prostředků

Mzdové prostředky FSI jsou složeny z následujících složek:

$$MP_F = MP_A + MP_{B1} + MP_{B2} + MP_C + MP_D + MP_E$$

$MP_F$  jsou celkové mzdové prostředky FSI

$MP_A$  jsou mzdové prostředky všech NS ze zdroje 11000

$MP_{B1}$  jsou mzdové prostředky všech NS podle ukazatele  $K_{2016}$

$MP_{B2}$  jsou mzdové prostředky všech NS podle ukazatele  $K_{2020}$

$MP_C$  jsou mzdové prostředky všech NS ze zdroje 21100

$MP_D$  jsou mzdové prostředky pro administrativu FSI

$MP_E$  jsou mzdové prostředky pro závazky FSI

Prostředky na financování výuky svobodných předmětů stojí mimo mzdový fond a rozpočet FSI a jsou přidělovány na HS vždy zpětně za akademický rok n-1.

#### Mzdové prostředky ze zdroje 11000

za vzdělávací činnost NS jsou tvořeny částkou za objem přímé výuky a zkoušek v bakalářském studiu (BS) a navazujícím magisterském studiu (NMS) a částkou za ostatní výukovou činnost NS. Tyto mzdové prostředky jsou vyjádřeny součtem:

$$MP_A = MP_A^{BM} + MP_A^O$$

kde:

$MP_A$  jsou vypočtené mzdové prostředky všech NS ze zdroje 11000

$MP_A^{BM}$  jsou mzdové prostředky všech NS za objem přímé výuky a zkoušek (v BS a NMS)

$MP_A^O$  jsou mzdové prostředky všech NS za OVČ (výpočet pedagogického výkonu)

Složka  $MP_A$  mzdových prostředků bude pro jednotlivé ústavy vyhodnocena poměrem k celku jako koeficient  $k_{VYUKA}$ , který se dále používá při výpočtu složky investičních prostředků za výuku, části provozních prostředků a při výpočtu koeficientu K výkonové části příspěvku (viz následující části).

Složka  $MP_A^{BM}$  je dána vztahem:

$$MP_A^{BM} = p \cdot MP_A \cdot \sum_i \frac{\frac{\bar{p}_i}{s_i} s_i}{\sum_i \frac{\bar{p}_i}{s_i} s_i} \cdot \bar{u}_{i,u}$$

přičemž:

$u$  je index NS

$MP_A^{BM}$  jsou mzdové prostředky u-té NS za objem přímé výuky a zkoušek (v BS a NMS)

$i$  je index oboru

$p$  je průměrný podíl  $MP_A^{BM}$  z celkové  $MP_A$  za roky 2009-2013

$\bar{p}_i$  je průměrný podíl i-tého oboru z celkového  $MP_A^{BM}$  za roky 2009-2013

$s_i$  je počet studentů i-tého oboru v roce 2019

$\bar{s}_i$  je průměrný počet studentů i-tého oboru za roky 2009-2013

$\bar{u}_{i,u}$  je průměrný podíl mzdových nákladů u-tého NS na mzdových nákladech i-tého oboru za roky 2009-2013

Pokud některý z oborů vznikl během let 2009 až 2013, počítáme průměr pouze z let, kdy existoval.

Výpočet  $MP_A^O$  je dán vztahem:

$$MP_A^O = (1 - p) MP_A$$

Výpočet  $MP_{A,u}^O$  je dán vztahem:

$$MP_{A,u}^O = MP_A^O \left( \frac{8}{9} \frac{\left( \frac{ZH_{PD,u} \cdot N_{OA/PD} \cdot PM_{PD}}{PM_{OA}} + ZH_{OA,u} \right)}{\sum_u \left( \frac{ZH_{PD,u} \cdot N_{OA/PD} \cdot PM_{PD}}{PM_{OA}} + ZH_{OA,u} \right)} + \frac{1}{9} \frac{SH_u}{\sum_u SH_u} \right)$$

kde:

$ZH_{PD,u}$  je celkový počet započitatelných hodin(ZH) profesorů a docentů NS

$N_{OA/PD}$  je doporučený podíl ZH odborného asistenta k ZH prof./doc.

$PM_{PD}$  je průměr tarifních mezd prof./doc. k 31.12. roku n-1

$PM_{OA}$  je tarifní mzda odborného asistenta k 31.12. roku n-1

$ZH_{OA,u}$  je celkový počet započitatelných hodin odborných asistentů NS

$SH_u$  je počet studentohodin daného NS

Typ přímé výukové činnosti	Normativní počet studentů ve skupně NP	Minimální počet studentů ve skupině MP	Započitatelné hodiny ZH	Vyučující
P - přednáška	30	5	VS·88	PD
P - přednáška ve světovém jazyce	30	2	VS·132	PD
CJ - jazykové cvičení	10	5	VS·176	OA

Obrázek 4.1.3: Přímá výuka

Na obrázku 4.1.3 je tabulka ukazující počet započitatelných hodin za přednášky, VS je počet výukových skupin.

Typ výukové činnosti	Započitatelné hodiny ZH	Započítávání činnosti externistů	Vyučující
<b>Zkoušky</b>			
zkouška v DS	PS·1,0	ano	PD
přijímací zkouška do BS, NMS	PS·PK·0,3	ne	OA
přijímací zkouška do DS	PS·PK·0,5	ne	PD
státní zkouška nebo obhajoba disertační práce v DS	PS·PK·3,0	ne	PD
<b>Vedení prací a recenze</b>			
vedení bakalářské práce v posledním ročníku	PS·30	ne	PD
recenze bakalářských prací	PS·5	ne	PD
vedení diplomové práce	PS·70	ne	PD
vedení diplomové práce ve světovém jazyce	PS·90	ne	PD
recenze diplomových prací	PS·10	ne	PD
vedení 1 doktoranda školitelem	PM·8,3	ne	PD
vedení 1 doktoranda ve světovém jazyce	PM·12,5	ne	PD
práce školitele-specialisty 1 doktoranda, je-li školitel externí	PM·4,2	ne	PD
recenze disertační práce	PS·30	ne	PD
<b>Další činnost</b>			
příprava 1 souboru podkladů pro přijímací řízení	15	ne	OA

Obrázek 4.1.4: Ostatní vzdělávací činnost

Obrázek 4.1.4 ukazuje výpočet ZH za zkoušky a vedení prací, PS je zde počet studentů, PK je počet členů komise, OA jsou ZH ostatních vyučujících a PD jsou ZH profesorů a docentů

**Mzdové prostředky**  $MP_{B1}$  budou rozděleny v absolutních hodnotách mezi jednotlivá NS stejně jako v roce 2017.

**Mzdové prostředky**  $MP_{B2}$  jsou vypočteny podle vztahu:

$$MP_{B,u}^K = K_u \cdot MP_K$$

přičemž:

$MP_{B,u}^K$  je mzdová složka pro u-té NS podle ukazatele  $K_{2020}$

$MP_K$  je celková mzdová složka odpovídající ukazateli  $K_{2020}$  pro celou fakultu

$K_u$  je vypočítaná hodnota ukazatele kvality pro u-té NS

Indikátory kvality a výkonu pro ukazatel  $K_{2020}$ , který určuje rozdělení výkonové části Příspěvků, jsou:

1. Koeficient  $k_{VYUKA}$ , který je pro jednotlivá NS počítán jako poměr mzdových prostředků  $MP_A$  k celku a dále se používá při výpočtu části provozních prostředků a výpočtu složky investičních prostředků.
2. Vyslaní a přijatí studenti v rámci mobilitních programů - koeficient stanovujeme jako vážený průměr zahraničních pobytů přijíždějících/ vyjíždějících studentů v rámci mobilitních programů. Vyslaní studenti

$$K_{2,u} = 0,2 \cdot P_{out,u,n-3} + 0,3 \cdot P_{out,u,n-2} + 0,5 \cdot P_{out,u,n-1}$$

$K_{2,u}$  je koeficient vyslaných studentů pro příslušné NS

$P_{out,u,n-i}$  je počet vyslaných studentů náležících příslušnému NS v roce n-i

Přijatí studenti

$$K_{3,u} = 0,2 \cdot P_{in,u,n-3} + 0,3 \cdot P_{in,u,n-2} + 0,5 \cdot P_{in,u,n-1}$$

$K_{3,u}$  je koeficient přijatých studentů pro příslušné NS

$P_{in,u,n-i}$  je počet přijatých studentů náležících příslušnému NS v roce n-i

3. Kvalifikační struktura a počet akademických pracovníků - je koeficient počtu profesorů, docentů a ostatních akademických pracovníků přepočítaný a vážený za předchozí rok podle vztahu:

$$K_{4,u} = 2,5 \cdot P_{P,u} + 1,5 \cdot P_{D,u} + P_{O,u}$$

kde:

$K_{4,u}$  je koeficient kvalifikační struktury a počtu akad. pracovníků příslušného NS

$P_{P,u}$  je průměrný počet profesorů NS v roce n-1

$P_{D,u}$  je průměrný počet docentů NS v roce n-1

$P_{O,u}$  je průměrný počet ostatních akademických pracovníků NS v roce n-1

4. Výsledky výzkumu a vývoje - tento ukazatel se skládá ze tří částí:
  - podíl na výsledcích RIV
  - podíl na výsledcích v modulu 1 metodiky M17+
  - podíl na publikacích v 1. až 3. kvartilu dle WOS bez započítání příspěvků s počtem autorů vyšším než 30 (výsledky v jednotlivých kvartilech budou započteny v poměru 6:3:1)
5. Výsledky umělecké činnosti(počet bodů RUV) - jde o součtovou hodnotu výsledků za hodnocené předchozí pětileté období.

6. Externí příjmy - veškeré příjmy spojené s vzdělávací a tvůrčí činností, a to účelová neinvestiční podpora, příjmy z příspěvků samoplátců, příjmy z celoživotního vzdělávání a výnosy z transferu znalostí.

$$K_{7,u} = 0,5 \cdot ExtP_{u,n-2} + 0,3 \cdot ExtP_{u,n-3} + 0,2 \cdot P_{u,n-4}$$

$$ExtP_u = NeInv_u + CZV_u + TT_u$$

kde:

$K_{7,u}$  je koeficient externích příjmů pro u-té NS

$ExtP_{u,n-i}$  je objem externích příjmů NS v roce n-i

$NeInv_u$  je objem účelových neinvestičních prostředků na výzkum a vývoj

$CZV_u$  je objem prostředků z CŽV

$TT_u$  je objem prostředků ze smluvního výzkumu a duševního vlastnictví

7. Cizinci (pedagogové) - počet zahraničních pracovníků podílejících se na vzdělávání nebo tvůrčí činnosti, kteří na NS pracovali na základě pracovního poměru či dohody o pracovní činnosti v roce 2017 a 2018.

$$K_{8,u} = 0,35 \cdot Ciz_{u,2017} + 0,65 \cdot Ciz_{u,2018}$$

kde:

$K_{8,u}$  je koeficient cizinců u-tého NS

$Ciz_u$  je průměrný přepočtený počet cizinců zaměstnaných na hlavní pracovní poměr nebo dohodu o pracovní činnosti v daném roce

8. Studia v cizím jazyce - podíl na počtu studií ve studijních programech studovaných v cizím jazyce a podílu na příjmech z poplatků za studium ve studijním programu vyučovaném v cizím jazyce. Indikátor nevstupuje do výpočtu, neboť jej nelze převést na úroveň jednotlivých NS.

**Mzdové prostředky  $MP_C$**  Se vypočítají podle vztahu:

$$MP_u^C = MP_C \cdot \frac{Body_u}{\sum_u Body_u}$$

kde:

$MP_u^C$  jsou mzdové prostředky daného NS za bodované výstupy

$MP_C$  je celkový objem mzdových prostředků za bodované výstupy

$Body_u$  je bodová hodnota výstupů pro dané NS

**Mzdové prostředky  $MP_D$**

Slouží pro pokrytí mezd režijních útvarů FSI a jejich objem je maximálně 15 % mzdového fondu rozdělovaného na NS.

### Mzdové prostředky $MP_E$

Slouží pro krytí fakultních závazků. Jedná se tedy hlavně o mzdové prostředky na:

- příplatky za vedení ředitelům NS a proděkanům;
- příplatky a odměny členům AS FSI;
- odměny za významnou činnost pro FSI;
- odměny za životní jubilea a odchody do důchodu;
- odměny za práce zajišťující činnosti pro FSI.

Mzdové prostředky nebudou pro zjednodušení v modelu zahrnuty, při sestavování komplexnějšího modelu by se však dalo počítat i s nimi. Podrobnější informace lze nalézt v [9], data byla čerpána z [14].

### Centralizované zdroje a centralizované neinvestiční výdaje

Centralizované zdroje jsou sdružené neinvestiční finanční prostředky určené pro zajištění financování dohodnutých centrálně financovaných nákladů VUT. Centralizované neinvestiční výdaje jsou sdružené neinvestiční finanční prostředky určené na zajištění financování dohodnutých centrálně financovaných nákladů FSI. Tyto výdaje jsou stejného druhu jako výdaje pro celé VUT (uvedené v předchozí kapitole).

## 4.2. Rozpočet investiční

Investiční rozpočet je plánem investičních výdajů kapitálových prostředků na reprodukci dlouhodobého majetku z Fondu reprodukce investičního majetku (FRIM). Investiční rozpočet zahrnuje:

1. nezbytné kofinancování investičních akcí FSI;
2. některé nerealizované investice schválené v předchozím rozpočtu;
3. kofinancování akcí realizovaných z centrálních zdrojů VUT;
4. alokaci prostředků na vybavenost vnitřních i vnějších prostor areálu FSI;
5. přiděl prostředků na jednotlivá NS.

### Zdroje financování investičního rozpočtu

Zdroji financování reprodukce dlouhodobého majetku FSI jsou:

a.) Fond reprodukce investičního majetku FRIM-T vytvořený:

- krytím odpisů majetku;
- z hospodářského výsledku.

b.) Fond reprodukce investičního majetku FRIM-M vytvořený:

- převodem nespotřebovaného investičního Příspěvků do FRIM;
- převodem z jiných fondů.



## Rozdělení rozpočtu na nákladová střediska

Investiční prostředky rozdělované na NS se vypočítají jako součet:

$$INV = INV_A + INV_B + INV_C + INV_D$$

$$INV_A : INV_B : INV_C : INV_D = 30\% : 25\% : 25\% : 20\%$$

$INV_A$  - částka odpovídající výši odpisů jednotlivých NS

$INV_B$  - částka odpovídající vzdělávací činnosti

$INV_C$  - částka odpovídající objemu započitatelných projektů NS

$INV_D$  - částka odpovídající výši odváděné režie za doplňkovou činnost

## 5. Teorie k optimalizaci rozpočtu

Jak už bylo řečeno, rozdělení financí na VUT odpovídá úloze toků v sítích, uvedeme si zde proto základy teorie grafů a lineárního programování. Většina našich omezení úlohy má lineární tvar, při výpočtu podílů středisek na specifickém výzkumu se však používá omezení nelineární, proto se v závěru této kapitoly zmíníme i o nelineární optimalizaci. Definice a pojmy této kapitoly lze nalézt hned v několika zdrojích, bude na ně tedy odkazováno u konkrétních pasáží.

### 5.1. Lineární programování

Nejprve si uvedeme obecnou formulaci úlohy lineárního programování.

Nechť  $a_{i,j}, b_i, c_j$  ( $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$ ) jsou daná reálná čísla a necht'  $I_1 \subset I = \{1, 2, \dots, m\}, J_1 \subset J = \{1, 2, \dots, n\}$ .

Úlohu

$$\max \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (5.1)$$

na množině řešení soustavy lineárních rovnic a nerovností

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad (i \in I_1) \quad (5.2)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i \quad (i \in I - I_1) \quad (5.3)$$

$$x_j \geq 0 \quad (j \in J_1) \quad (5.4)$$

nazveme *maximalizační úlohou lineárního programování ve smíšeném tvaru*, jestliže  $I_1 \neq \emptyset, I_1 \neq I$ , nebo  $J_1 \neq J$ .

Úlohu lineárního programování (5.1) až (5.4), kde  $I_1 \neq \emptyset$  a  $J_1 = J$ , tedy úlohu

$$\max \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

na množině řešení soustavy lineárních rovnic

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (5.5)$$

a nerovností

$$x_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (5.6)$$

nazveme *maximalizační úlohou lineárního programování v rovnicovém tvaru*, a úlohu (5.1) až (5.4) kde  $I_1 = I, J_1 = J$ , tj. úlohu

$$\max \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (5.7)$$

na množině řešení soustavy lineárních nerovností

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \leq b_i \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (5.8)$$

$$x_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (5.9)$$

nazveme *maximalizační úlohou lineárního programování ve tvaru nerovností*.

Koeficienty  $a_{ij}$  v uvedených soustavách nazýváme *strukturální koeficienty*. Koeficienty  $b_i$  nazýváme kapacitní limity. Koeficienty  $c_j$  bývá zvykem nazývat *cenové koeficienty* (popřípadě ceny), neboť v některých aplikačních úlohách mají význam ceny jednotky  $j$ -tého výrobku. Pro danou úlohu nás zajímá nejen existence a maximální hodnota účelové funkce (5.1) na dané množině, ale i existence, vlastnosti a bodů, v nichž maximum nastává. Vzhledem k tomu, že pro libovolnou množinu  $M \subset R^n$ , kde  $R^n$  je  $n$ -dimenzionální vektorový prostor, a libovolnou funkci  $z : M \rightarrow R^1$  platí:

$$\min_{x \in M} z(x) = \max_{x \in M} (-z(x)),$$

pokud jeden z extrémů existuje, lze na některý z uvedených tvarů převést také minimalizační úlohy lineárního programování.

Případné nerovnosti typu

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \geq b_i$$

přítom upravíme vynásobením číslem -1. Každou úlohu lineárního programování ve smíšeném tvaru nebo ve tvaru nerovností můžeme převést na úlohu v rovnicovém tvaru těmito úpravami:

1. Podmínky

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \leq b_i \quad i \in I_1$$

a

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j + x_{n+i} = b_i, \quad x_{n+i} \geq 0, \quad i \in I_1$$

vymezují stejnou množinu  $n$ -rozměrných vektorů o složkách  $x_1, x_2, \dots, x_n$ . Zavedeme tedy proměnné  $x_{n+i}$  pro všechny nerovnosti (5.2). Tyto proměnné nazýváme *doplňkové proměnné*. V účelové funkci mají tyto proměnné koeficienty  $c_{n+i} = 0, i \in I_1$ . Doplnkové proměnné lze interpretovat například jako rezervy ve zdrojích surovin.

2. Každou proměnnou  $x_j$  pro  $j \notin J_1$  můžeme zapsat ve tvaru

$$x_j = x_j^+ - x_j^-$$

kde  $x_j^+ \geq 0, x_j^- \geq 0$ . Pro  $j \notin J_1$  dosadíme za proměnnou  $x_j$  rozdíl dvou nezáporných proměnných  $x_j^+ - x_j^-$  do podmínek (5.2) a (5.3) i do kriteriální funkce (5.1).

Podobně můžeme proměnnou  $x_j$  v případě  $I \neq I_1$  vyjádřit pomocí jedné z rovnice (5.3) a toto její vyjádření dosadit do všech ostatních podmínek i do účelové funkce. Dostaneme tak úlohu lineárního programování s  $n-1$  proměnnými a  $m-1$  omezeními (podmínky nezápornosti do nich nezapočítáváme).

Úlohu si budeme přepisovat do maticového tvaru. Matici soustavy (5.5) typu  $(m,n)$  označme  $A = (a_{ij})$ ,  $b = (b_i)$  je  $m$ -složkový sloupcový vektor pravých stran. Dále  $c = (c_j)$ ,  $x = (x_j)$  jsou  $n$ -složkové sloupcové vektory koeficientů v účelové funkci a odpovídajících proměnných. Maximalizační úlohu lineárního programování v rovnicovém tvaru poté zapíšeme maticově následujícím způsobem

$$\max c^T x \quad (5.10)$$

za podmínek

$$Ax = b \quad x \geq 0 \quad (5.11)$$

stručněji

$$\max \{c^T x \mid Ax = b, x \geq 0\} \quad (5.12)$$

Další informace k tomuto tématu lze nalézt v [4] a [13].

## Vlastnosti a řešení úlohy lineárního programování

Pro bližší zkoumání vlastností úlohy lineárního programování si nejprve potřebujeme definovat přípustné a optimální řešení úlohy.

**Definice 5.1.1.** Množinu  $M = \{x \in R^n \mid Ax = b, x \geq 0\}$  nazveme množinou přípustných řešení, její prvky pak přípustnými řešeními úlohy (5.12)

**Definice 5.1.2.** Přípustné řešení  $x^* \in M$  nazveme optimálním řešením úlohy (5.12), jestliže

$$c^T x^* \geq c^T x \quad \forall x \in M$$

V souvislosti s úlohou lineárního programování jsou zajímavé například tyto dílčí problémy:

1. Jaká je množina  $M$  příslušných řešení, kdy je tato množina prázdná.
2. Ve kterých bodech množiny  $M$  nabývá funkce  $z = \sum_{j=1}^n c_j x_j$  svého maxima. Za jakých podmínek funkce  $z$  na této množině maxima nenabývá.
3. Odvození efektivního způsobu, jak na množině  $M$  nalézt maximum účelové funkce  $z$  a alespoň jeden bod, v němž toto maximum nastává.

**Definice 5.1.3.** Množinu  $S \subset R^n$  nazveme konvexní množinou, jestliže libovolné dva body  $x_1, x_2 \in S$  a pro libovolné  $\alpha \in (0, 1)$  platí

$$\alpha x_1 + (1 - \alpha) x_2 \in S$$

Konvexní množina tedy s každými dvěma body obsahuje úsečku, která tyto dva body spojuje.

**Věta 5.1.4.** Množina přípustných řešení úlohy lineárního programování ve tvaru nerovností i ve smíšeném nebo rovnicovém tvaru je konvexní polyedrická množina.

**Definice 5.1.5.** Konvexní polyedrická množina  $M \subset R^n$  je taková množina, kterou lze vyjádřit jako průnik konečného počtu uzavřených poloprostorů. Množiny hraničních bodů těchto poloprostorů se nazývají vytvářející nadroviny. Konvexní polyedrická množina je speciálním případem konvexní množiny.

**Věta 5.1.6.** Množina  $M^*$  optimálních řešení úlohy

$$\max \{c^T x \mid Ax = b, x \geq 0\}$$

je konvexní polyedrická množina.

**Definice 5.1.7.** Necht  $S \subset R^n$  je libovolná množina. Bod  $s \in S$  nazveme krajním bodem množiny  $S$ , jestliže neexistují bod  $x, y \in S$  a číslo  $\alpha \in (0, 1)$  tak, že  $x \neq y$  a  $s = \alpha x + (1 - \alpha)y$ .

Otevřená množina nemá krajní body. Hraniční bod množiny může nebo nemusí být jejím krajním bodem.

**Věta 5.1.8.** Konvexní polyedrická množina má konečný počet krajních bodů.

**Definice 5.1.9.** Necht  $M \subset R^n$  je konvexní polyedrická množina a  $S \subset M$  je neprázdna množina. Jestliže lze  $S$  vyjádřit jako průnik množiny  $M$  a těch jejích vytvářejících nadrovin, které  $S$  obsahují, je  $S$  stěna množiny  $M$ .

**Definice 5.1.10.** Jednorozměrná stěna se nazývá hrana.

**Definice 5.1.11.** Necht  $x_1, x_2$  jsou dva krajní body konvexní polyedrické množiny  $M$ . Řekneme, že  $x_1, x_2$  jsou sousední krajní body, jestliže leží na téže hraně roviny.

**Definice 5.1.12.** Přípustné řešení  $x \in M = \{x \in R^n \mid Ax = b, x \geq 0\}$  nazveme základním řešením úlohy lineární programování v rovnicovém tvaru, jestliže jsou sloupce matice  $A$  s indexy odpovídajícími nenulovým složkám  $x$  lineárně nezávislé.

**Věta 5.1.13.** Bod  $x \in M \Leftrightarrow M = \{x \in R^n \mid Ax = b, x \geq 0\}$  je krajním bodem množiny právě tehdy, je-li základním řešením.

Z uvedených pojmů a skutečností vyplývá následující důsledek, platný pro neprázdou množinu přípustných řešení:

### Důsledek 1.1

Necht  $x \in M = \{x \in R^n \mid Ax = b, x \geq 0\}$  Pak platí:

1. existuje krajní bod množiny  $M$ ;
2. každý krajní bod množiny  $M$  má nanejvýš  $m$  kladných složek;
3. množina  $M$  má nejvýše  $\binom{n}{m} = \frac{n(n-1)(n-2)\dots(n-m+1)}{1 \cdot 2 \cdot 3 \dots m}$  krajních bodů.

Dále budeme předpokládat, že matice  $A$  je typu  $(m, n)$ , kde  $m < n$ , a pro její hodnot platí  $h(A) = m$ , aby nedošlo k triviálnímu případu, kdy soustava  $Ax = b$  nemá více než jedno řešení, nebo kdy tato soustava obsahuje rovnici závislou na rovnicích ostatních.

**Definice 5.1.14.** Necht  $h(A) = m$ . Základní řešení úlohy lineárního programování v rovnicovém tvaru nazveme nedegenerované, jestli má právě  $m$  kladných složek (tj. že nemá více než  $n-m$  nulových složek). Řekneme, že úloha lineárního programování v rovnicovém tvaru je nedegenerovaná, jsou-li nedegenerovaná všechna základní řešení. Není-li základní řešení úlohy lineárního programování v rovnicovém tvaru nedegenerované, pak říkáme, že je degenerované. Úloha mající takové základní řešení se nazývá degenerovaná.

**Věta 5.1.15.** Základní věta lineárního programování  
Pro úlohu lineárního programování maximalizovat  $c^T x$  na množině

$$x \in M = \{x \in R^n \mid Ax = b, x \geq 0\}$$

platí jedna z následujících možností:

1.  $M = \emptyset$ ,
2.  $M \neq \emptyset \wedge \sup_{x \in M} c^T x = \infty$  (tj.  $M^* = \{x \in M \mid c^T x^* = \max_{x \in M} c^T x\} = \emptyset$ ),
3.  $M^* \neq \emptyset$ .

Kromě toho platí:

- Je-li  $M \neq \emptyset$ , pak existuje základní přípustné řešení.
- Je-li  $M^* \neq \emptyset$ , pak existuje základní optimální řešení.

Z této věty vyplývá, že pokud má problém lineárního programování optimální řešení, pak lze jeho optimální řešení najít mezi základními řešeními.

V této práci nejsou uvedeny algoritmy k nalezení řešení, lze k nim ale najít mnoho informací a algoritmů v [13].

## 5.2. Toky v sítích

Teorie k tokům v sítích byla čerpána z [2] a [7].

**Definice 5.2.1.** Graf  $G$  je uspořádaná dvojice  $G = (V, E)$ , kde  $V$  je neprázdná množina vrcholů a  $E$  je množina hran. Hrana je poté množina dvouprvkových podmnožin  $V$ .

**Definice 5.2.2.** Uspořádanou dvojici  $G = (V, E)$ , kde  $V$  je množina vrcholů a  $E \subseteq (V, E)$  je množina orientovaných hran, nazýváme orientovaný graf.

V orientovaném grafu tedy hrana není dvouprvkovou množinou, nýbrž uspořádanou dvojicí  $(u, v)$ ,  $u, v \in V$ , kde  $u$  je vrchol počáteční, a  $v$  je vrchol koncový.

**Definice 5.2.3.** Graf  $H$  nazveme podgrafem grafu  $G$ , jestliže  $V(H) \subseteq V(G)$  a  $E(H) \subseteq E(G)$ . Zapisujeme  $H \subseteq G$ .

**Definice 5.2.4.** Sít' je čtveřice  $S = (G, z, s, w)$ , kde  $G$  je orientovaný graf. Vrcholy  $z \in V(G)$ ,  $s \in V(G)$  nazýváme zdroj a stok v síti  $S$ . Funkce  $w : E(G) \rightarrow R^+$  je kladné ohodnocení hran zvané kapacita hran, které každé hraně přiřadí tzv. kapacitu hrany.

**Definice 5.2.5.** Tok sítí  $S = (G, z, s, w)$  je funkce  $f : E(G) \rightarrow R_0^+$ , která má následující vlastnosti:

- ohodnocení hrany  $f(e)$  se nazývá tok hranou a nesmí překročit kapacitu dané hrany  $e$ :

$$\forall e \in E(G) : 0 \leq f(e) \leq w(e)$$

- pro všechny vrcholy s výjimkou zdroje a stoku platí zákon kontinuity:

$$\forall v \in V(G), v \notin z, v \notin s : \sum_{e \rightarrow v} f(e) = \sum_{e \leftarrow v} f(e)$$

- velikost toku  $f$  je dána výrazem:

$$\|f\| = \sum_{e \leftarrow z} f(e) - \sum_{e \rightarrow z} f(e)$$

Kde např.  $e \rightarrow v$  značí, že hrana  $e$  vede do zlu  $v$ , naopak  $e \leftarrow v$  znamená, že hrana  $e$  vede z uzlu  $v$ . Tok hranou nám tedy říká, kolik finančních prostředků touto hranou proteče z počátečního bodu hrany do koncového.

### 5.3. Nelineární programování

Protože se v naší úloze vyskytují i nelineární omezení (viz výpočet podílů středisek na SV), spadá naše úloha do nelineárního programování. Uvedené pojmy a definice lze nalézt v [4], aplikace nelineárního programování jsou uvedeny v [8].

Obecná úloha nelineárního programování má tvar:

$$\min \{f(x) \mid g(x) \circ 0, x \in X\}$$

Proměnné značíme  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$  a nabývají hodnot ze základní množiny  $X \subset R^n$ , popisující např. nezápornost proměnných. Naším úkolem je nalézt přípustné řešení  $x_{min}$ , které minimalizuje účelovou funkci  $f : R^n \rightarrow R$ . Body  $x \in X$  považujeme za přípustné, pokud splňují omezení úlohy v tvaru rovnic a nerovnic. Symbol  $\circ$  označuje sloupcový vektor symbolů  $\leq, =$ , omezení jsou určena vektorovou funkcí  $g : R^n \rightarrow R^m$ .

Množinu přípustných řešení poté můžeme zapsat ve tvaru:

$$C = \{x \in X \mid g_i(x) \leq 0, 1 \leq i \leq l; g_i(x) = 0, l+1 \leq i \leq m\}$$

Tvar nelineární úlohy je možné upravovat podobným způsobem, jako úlohu lineární.

**Definice 5.3.1** (Extrémy funkcí). Pro funkci  $f : C \rightarrow R$  definujeme, že  $x_{min} \in C$  je:

- a) bodem lokálního ostrého minima, jestliže:

$$\exists O(x) : \forall x \in C \cap O(x_{min}) \setminus \{x_{min}\} \Rightarrow f(x_{min}) < f(x);$$

b) bodem globálního ostrého minima, jestliže:

$$\forall x \in C \setminus \{x_{\min}\} \Rightarrow f(x_{\min}) < f(x).$$

Pro neostrá minima vy uvedené nerovnosti byly neostré. Globální a lokální maxima bychom definovali podobně.

**Definice 5.3.2** (Konvexní funkce). Mějme reálnou funkci  $f : C \rightarrow R$ , kde  $S \subset R^n$  je neprázdná konvexní množina. Řekneme, že  $f$  je konvexní funkce na  $S$  právě tehdy, když pro každé dva body  $x_1, x_2$  z množiny  $S$  a pro libovolné  $\lambda \in (0, 1)$  platí:

$$f(\lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2) \leq \lambda f(x_1) + (1 - \lambda)f(x_2)$$

Při platnosti ostré nerovnosti pro každé dva body  $x_1, x_2$  navzájem různé hovoříme o tzv. ryze konvexní funkci. Při platnosti opačných nerovností hovoříme o konkávní funkci, případně o ryze konkávní funkci.

**Věta 5.3.3.** Necht  $S \subset R^n$  je neprázdná konvexní množina a  $f : C \rightarrow R$  je konvexní funkce na  $S$ . Je-li  $x_{\min}$  bodem lokálního minima funkce  $f$  na  $S$ , potom je také bodem globálního minima  $f$ . Je-li  $f$  ryze konvexní, je toto minimum izolované a jediné.

V případě konvexní účelové funkce  $f$  a konvexní množiny  $S$  hovoříme o úloze konvexního programování a věta říká, že pak nemusíme rozlišovat mezi lokálními a globálními extrémy.

### Konvexnost množiny přípustných řešení

Označme  $S_\alpha = \{x \in S \mid f(x) \leq \alpha\}$ . Je-li  $f : S \rightarrow R$  konvexní funkce, potom je  $S_\alpha$  konvexní množina pro každé  $\alpha \in R$ .

### Spojitosť

Konvexní funkce  $f$  je spojitá ve všech vnitřních bodech svého definičního oboru.

### Věta 5.3.4. Weierstrassova věta

Necht  $f$  je spojitá na kompaktní množině  $S$ , pak  $f : S \rightarrow R$  nabývá na množině  $S$  svého maxima a minima.

### Derivace

Existenci parciálních derivací (a tím i tedy gradientu) konvexní funkce  $f$  není obecně zaručena. Vždy ale existují směrové derivace:

$$f'_d(x) = \lim_{\lambda \rightarrow 0^+} \frac{f(x + \lambda d) - f(x)}{\lambda}$$

pro všechny body  $x \in S$  a smysluplné směry  $d \in R^n$ , tj. takové, že  $\exists \lambda > 0$  splňující  $x + \lambda d \in S$ .



## Subgradient

Konvexní funkce  $f : C \rightarrow R$  je taková funkce, jejíž nadgraf

$$\text{epi-}f = \{(x; y) \mid x \in S; y \geq f(x)\},$$

tj. množina bodů ležících nad grafem funkce, je konvexní množina. Pro každý vnitřní bod  $x_0$  množiny  $S$  existuje vektor  $u$  takový, že nadrovina  $H = \{(x; y) \mid y = f(x_0) + u^T(x - x_0)\}$  je opěrnou nadrovinou množiny  $\text{epi-}f$  v bodě  $(x_0, f(x_0))$  a zejména platí  $f(x) \geq f(x_0) + u^T(x - x_0)$ . Vektor  $u$  se pak nazývá *subgradient* a na rozdíl od gradientu existuje ve všech vnitřních bodech  $S$ , ačkoli nemusí být definován jednoznačně. Množina subgradientů v daném bodě je konvexní. Existuje-li subgradient ve všech vnitřních bodech  $S$ , pak je funkce uvnitř  $S$  konvexní.

## Gradient

Je-li konvexní funkce  $f$  diferencovatelná v bodě  $x_0$ , pak existuje jediný subgradient, který je zároveň gradientem  $\nabla f(x_0)$ . Navíc platí, že funkce  $f$  diferencovatelná v každém bodě  $x_0$  otevřené konvexní množiny  $S$  je konvexní právě tehdy, když je pro libovolné  $x \in S$  splněno  $f(x) \geq f(x_0) + \nabla f(x_0)^T(x - x_0)$ .

**Extrémy konvexních funkcí** Platí, že  $x_0$  je bodem minima konvexní funkce  $f$  na  $S$  právě tehdy, když v tomto bodě existuje subgradient  $u$ , který splňuje  $u^T(x - x_0) \geq 0$  pro všechny body  $x \in S$ . Vektor  $-u$  je možným směrem poklesu  $f(x)$  a uvedená nerovnice říká, že tento směr svírá s přípustným směrem  $x - x_0$  tupý úhel, a tedy neexistuje přípustný směr poklesu, a proto hodnotu funkce nelze dále zlepšit. Je-li navíc  $S$  otevřená množina (např.  $R^n$ ), potom je nulový vektor prvkem množiny všech subgradientů v bodě  $x_0$ . Je-li dále funkce  $f$  v bodě  $x_0$  diferencovatelná, potom existuje jediný subgradient  $u = \nabla f(x_0)$  a nutnou a postačující podmínkou existence minima v  $x_0$  je, že  $\nabla f(x_0) = 0$ .

## 6. Model rozpočtu

V této kapitole bude blíže popsán model optimalizace rozpočtu. V něm byla pro VUT použita data výkonů HS za rok 2020 a pro model FSI data výkonů NS za rok 2021. Model nemá za cíl detailně popsat rozdělení veškerých prostředků na VUT, ale pouze zjednodušeně popisuje tuto problematiku. Ačkoli by se modelem dalo velmi blízko přiblížit k realitě, zvolil jsem si pouze pár dotací a zavedl zjednodušující předpoklady. Při tvorbě modelu jsem navazoval na práce Michaely Ulverové [17] a Lucie Holé [3], na rozdíl od nich však tvořím modely dva, jeden pro VUT a druhý pro fakultu FSI. Oba modely jsou velmi podobné, umožňují však počítat dvě různé modelové situace najednou. V této kapitole budou zobrazeny pouze části modelu v GAMSu, celý kód je k nahlédnutí v příloze jako program v GAMSu. Obecná pravidla pro tvorbu matematických modelů jsou uvedena v [18].

Celý model byl implementován v optimalizačním softwaru GAMS [1]. Software GAMS je vysoko-úrovňový programovací jazyk, jehož pomocí je možné řešit především úlohy optimalizačního charakteru, ale také např. různé simulační problémy. Problém přímo neřeší, ale předává je samostatnému programu na řešení (řešič/solver), a je tedy rozhraním mezi uživatelem a desítkami různých řešičů. Další informace o tomto softwaru lze nalézt na jeho oficiálních webových stránkách (<https://www.gams.com>).

Protože jsou vstupní data velkých rozměrů a zadávání matic není v GAMSu příliš přehledné, budu data načítat ze softwaru Microsoft Excel do GAMSu knihovnou `xls2gms.exe`, pomocí které můžu s těmi daty dále pracovat. Ukázku vstupních dat (jedná se o normované výkony HS na ukazatelích specifického výzkumu) lze vidět na obrázku 6.0.1.

	10	11	12	13
V3F1	0.010383747	0.007575758	0.023152271	0
V3F2	0.242437923	0.212121212	0.193232413	0.160468197
V3F3	0.232054176	0.28030303	0.217275156	0.331427942
V3F4	0.076749436	0.045454545	0.099732858	0.128872597
V3F5	0.034311512	0.03030303	0.035618878	0
V3F6	0.055079007	0.106060606	0.091718611	0.063236467
V3F7	0.158013544	0.053030303	0.037399822	0.017208401
V3F8	0.143115124	0.212121212	0.194122885	0.200764759
V3F9	0	0	0	0
V3F10	0.04785553	0.015151515	0.020480855	0.000651231
V3F11	0	0.037878788	0.087266251	0.097370406
V3F12	0	0	0	0
V3F13	0	0	0	0
V3F14	0	0	0	0

Obrázek 6.0.1: Ukázka vstupních dat v Excelu

### 6.1. Sestavení modelu

Sestavení modelu ilustruji na příkladu VUT. Nejprve je potřeba sestavit si síťovou matici  $A$ . To je matice určující toky finančních prostředků mezi jednotlivými uzly. Jejím

řádky jsou všechny uzly grafu. Sloupce jsou poté všechny možné toky z počátečních uzlů do uzlů koncových – hrany. Máme tedy matici:

$$A = (a_{i,j}) \quad i \in I = I_0 \cup I_1, j \in J$$

kde  $I_0$  je množina počátečních uzlů,  $I_1$  je množina koncových uzlů a  $J$  je množina hran.

Tato matice má prvek  $a_{i,j} =$

0 pokud hranou  $j$  do uzlu  $i$  nic nepřitéká ani neodtéká

1 pokud do uzlu  $i$  hranou  $j$  finance přitékají  $\Rightarrow$  uzel  $i$  je koncový

-1 pokud z uzlu  $i$  hranou  $j$  finance odtékají  $\Rightarrow$  uzel  $i$  je počáteční

Ukázku takovéto matice v excelu můžeme vidět na obrázku 6.1.1, řádky jsou jednotlivé uzly v grafu VUT (přesněji první tři řádky jsou dotace – výkonová část Příspěvků, institucionální podpora a specifický výzkum, zbylé řádky jsou jednotlivá HS) a sloupce jsou všechny hrany z počátečních uzlů do koncových (vždy jde o hranu z jedné dotace do některého z hospodářských středisek).

Obrázek 6.1.1: Ukázka matice sítě v Excelu

Poté platí:

$$Au = v$$

$$\sum_j a_{i,j} \cdot u_j = v_i$$

$$v_{i0} = b_{i0} \quad i \in I_0$$

Vektor  $u$  je vektor určující, kolik prostředků odteče jednotlivými hranami grafu. Vektor  $v$  udává, jaký je koncový stav po rozdělení peněz. Pro tyto vektory platí, že pro počáteční uzly jsou hodnoty  $v_{i0}$  záporné, pro koncové uzly jsou  $v_{i1}$  kladné, aby hodnoty souhlasily s tvarem matice  $A$ . Hodnoty  $v_{i0}$ , kde  $i_0 \in I_0$  je počáteční uzel, jsou pevně dané, jedná se o hodnoty přiřazené VUT v jednotlivých dotacích MŠMT, tyto hodnoty označíme jako  $b_{i0}$ . Jako tyto dotace jsem zvolil výkonovou část Příspěvků, příspěvek na institucionální podporu a příspěvek na specifický výzkum, jejichž hodnoty známe. Tyto dotace jsem zvolil proto, že na rozdíl od jiných nejsou určeny tyto finance pro konkrétní fakultu, ale rozdělují se podle výkonů (viz předchozí kapitoly a pravidla). Tyto hodnoty беру pro zjednodušení jako pevné, v reálném případě by část prostředků otekla např. na odměny či administrativu, a tedy by se hodnoty  $v_{i0}$  mohly měnit. Na obrázku 6.1.2 můžeme vidět zadání používaných množin uzlů, hran a ukazatelů výkonu, v dolní části obrázku jsou

hodnoty rozdělovaných částek pro výkonovou část Příspěvků, institucionální podporu a specifický výzkum.

```

8
9 *i= množina všech vrcholů grafu, mezi HS nepočítáme: koleje a menzy, Ustřední knihovnu a VUTUM, kvůli jejich malému či nulovému podílu na výkonech
10 *FI= FAVU F2=FAST F3=FSI F4=FIT F5=FA F6=PCN F7=FP F8=PEKT F9=CESA F10=USI F11=STI F12=ICV F13=CVIG F14=Rektorat
11 set i rozpocetove okruhy a HS VUT / V1 "výkonová část Příspěvků", V2 institucionální podpora, V3 specifický výzkum, F1*F14 Hospodářská střediska/,
12 i0(i) zdrojove uzly / V1, V2, V3 /, il(i) koncové uzly / F1*F14 /; alias(il,k);
13
14 *hrany toku financí z rozpocetovych okruhu do jednotlivych hospodarskych stredisek
15 set j tokuVUT / V1F1, V1F2, V1F3, V1F4, V1F5, V1F6, V1F7, V1F8, V1F9, V1F10, V1F11, V1F12, V1F13, V1F14,
16 V2F1, V2F2, V2F3, V2F4, V2F5, V2F6, V2F7, V2F8, V2F9, V2F10, V2F11, V2F12, V2F13, V2F14,
17 V3F1, V3F2, V3F3, V3F4, V3F5, V3F6, V3F7, V3F8, V3F9, V3F10, V3F11, V3F12, V3F13, V3F14/,
18 jV1(j) toku z V1 / V1F1, V1F2, V1F3, V1F4, V1F5, V1F6, V1F7, V1F8, V1F9, V1F10, V1F11, V1F12, V1F13, V1F14/,
19 jV2(j) toku z V2 / V2F1, V2F2, V2F3, V2F4, V2F5, V2F6, V2F7, V2F8, V2F9, V2F10, V2F11, V2F12, V2F13, V2F14/,
20 jV3(j) toku z V3 / V3F1, V3F2, V3F3, V3F4, V3F5, V3F6, V3F7, V3F8, V3F9, V3F10, V3F11, V3F12, V3F13, V3F14/; alias(jV3,pp)
21
22 *množina ukazatelů jednotlivých rozpocetovych okruhu
23 set m ukazatele /1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12,13/,
24 m1 /1 GradRate, 2 MezMob, 3 ZamAbs, 4 VaV, 5 RUV, 6 ExtPri, 7 CizJaz, 8 Cizinci /,
25 m2 /9 BodyRIV/,
26 m3 /10 absolventi-Mgr, 11 absolventi-Ph.d, 12 doktoranti, 13 ukaz. výk. uchazece /; alias(m1,mmm); alias(m3,mmm3);
27
28 *velikost financnich prostredku vyhrazena VUT Ministerstvem v jednotlivych ukazatelich
29 parameter bb(i0) prichodi finance(v tis. Kč) / V1 -220812, V2 -504399, V3 -88008 /;
30

```

Obrázek 6.1.2: Ukázka části modelu v GAMS

Částky přiřazené jednotlivým koncovým uzlům  $i_1 \in I_1$  hranou  $j$  v některé z dotací budou rozděleny v poměrech, které označím  $x_j$ . Díky těmto poměrům poté mohu sledovat, kolik procent bylo přiřazeno každému středisku ve které dotaci.

Poté je potřeba sestavit matici výkonů  $D$ . Řádky této matice jsou jednotlivá HS VUT, jejími sloupci jsou ukazatele kvality  $m$  pro jednotlivé dotace ( $M_{i0}$  značí množinu ukazatelů v  $i_0$ -té dotaci). Příklad takové to matice je na obrázku 6.0.1 v úvodu této kapitoly. Výkony v jednotlivých ukazatelích  $m$  jsou normované, platí tedy

$$D = (d_{j,m}) \quad j \in J = J_1 \cup J_2 \cup J_3, m \in M = M_1 \cup M_2 \cup M_3$$

$$\sum_i d_{j,m} = 1$$

Vektory vah jednotlivých ukazatelů  $m \in M$  pro jednotlivé dotace si označím  $w_{i0}^m \in W = \{w_1^m, w_2^m, w_3^m\}$ , tyto vektory vah jsou určený pravidly pro tvorbu rozpočtu VUT, v mém modelu však bude proměnnou. Váhy ukazatelů kvality se totiž pravidelně mění, proto je tento vektor v modelu zdola ohraničený, ale může se měnit. Ohraničení jsem zvolil proto, aby nedocházelo k degenerovaným případům, kdy by váha několika ukazatelů vyšla nulová, a jinému by např. byla přiřazena moc velká hodnota. Hodnoty se tedy mohou kvůli ohraničení měnit tolik, aby nedošlo k zásadním změnám. Ukázku zadávání minimálních vah v GAMSu lze vidět na obrázku 6.1.3.

```

31 *minimalni vaha jednotlivych ukazatelu, urceno malou zmenou parametru pro 2020, aby nedoslo k velkym zmenam
32 parameter minvahyVUT(m1) / 1 0.13, 2 0.16 , 3 0.08, 4 0.22, 5 0.03, 6 0.06, 7 0.003, 8 0.05/;
33 parameter minvahyVUT2(m2) / 9 1 /;
34 parameter minvahyVUT3(m3) / 10 0.1, 11 0.1, 12 0.5, 13 1/;

```

Obrázek 6.1.3: Ukázka zadání minimálních hodnot vah výkonových ukazatelů

Pomocí těchto vah a matice výkonů poté spočítám poměry  $x_j$  středisek na dané dotaci.

$$\sum_m d_{j,m} \cdot w^m = x_j$$

kde  $j \in J$  jsou hrany a  $m \in M$  jsou ukazatele pro příslušnou dotaci:

```

132 vahyV1(jV1).. sum(m1, DV1(jV1,m1) * wV1(m1) ) =E= x(jV1);
133 vahyV2(jV2).. sum(m2, DV2(jV2,m2) * wV2(m2) ) =E= x(jV2);
134 vahyV3(jV3).. (sum(m3$(ord(m3)<card(m3)), DV3(jV3,m3)*wV3(m3))**0.5)*(DV3(jV3,'13')**0.5) =E= pom(jV3);

```

Obrázek 6.1.4: Ukázka výpočtu podílů na výkon. části Příspěvků a IP

Tento vzorec neplatí u dotace na specifický výzkum (jak lze vidět na obrázku 6.1.4, kde jsou uvedeny výpočty podílů), kde se používá vzorec 3.1 z kapitoly o rozpočtu VUT. Pro SV tedy počítáme:

$$\left( \sum_{m=10}^{12} d_{j_3,m} \cdot w_3^m \right)^{0,5} \cdot \left( d_{j_3,m_{13}} \cdot w_3^{13} \right)^{0,5} = x_j \quad j_3 \in J_3$$

$$w_3^{10} + w_3^{11} + w_3^{12} = 1$$

Zde  $m_3^{13}$  je ukazatel výkonu s vahou  $w_3^{13} = 1$ . Takto získané podíly  $x_j$  nemusí být nutně v součtu rovny 1, proto nejprve v modelu vypočítám  $x_{jPOM}$  a ty následně přepočítávám podle vzorce

$$x_j = \frac{x_{jPOM}}{\sum_j x_{jPOM}}$$

Výpočet podílu HS na specifickém výkonu v GAMSu lze vidět na obrázku 6.1.5.

```

134 vahyV3(jV3).. (sum(m3$(ord(m3)<card(m3)), DV3(jV3,m3)*wV3(m3))**0.5)*(DV3(jV3,'13')**0.5) =E= pom(jV3);
135 pomocna.. pomsum =E= sum(jV3,pom(jV3));
136 prepcet(jV3).. pomsum * x(jV3) =E= pom(jV3);

```

Obrázek 6.1.5: Ukázka výpočtu podílů specifickém výzkumu

Jak již bylo zmíněno, pro váhové vektory jsem zvolil omezení zdola, aby nezanikly žádné ukazatele  $m$ , a pro počáteční finance jsem zvolil hodnoty přiřazené VUT ministerstvem. Omezíme zdola však i finance, které mohou získat jednotlivá HS, neboť jak bylo v práci zmíněno, finance z jednotlivých dotací v následujících letech se nesmí nadměrně snížit, aby nedocházelo k výkyvům rozpočtů a nedostatkům prostředků. Jako tato omezení jsem tedy zvolil částky rozdělené střediskům v roce 2020 snížené o daná tři procenta. Těmito omezeními se snažím co nejvíce přiblížit realitě a omezit degenerované výsledky. Použité hodnoty jsou na obrázku 6.1.6.

tis. Kč

	minimum K	minimum IP	minimum SV
HS1	15 910	1 303	0
HS2	35 078	80 695	14 380
HS3	53 722	137 940	21 749
HS4	17 590	39 082	8 394
HS5	9 285	1 344	0
HS6	14 928	40 977	5 810
HS7	17 820	11 644	2 661
HS8	33 951	114 605	15 233
HS9	42	128	0
HS10	1 374	459	324
HS11	14 204	53 827	6 120
HS12	191	0	0
HS13	54	276	0
HS14	40	6 987	0

ukazatel K	min. váha
Graduation rate	0.13
Mezinárodní mobility	0.16
Zam. absolventů	0.08
VaV	0.22
RUV	0.03
Externí příjmy	0.06
Studia v cizím jazyce	0.003
Cizinci	0.05

ukazatel SV	min. váha
absolventi-Mgr	0.1
absolventi-Ph.d	0.1
počet doktorantů	0.5
ukazatel výkonu uchazeče	1

Obrázek 6.1.6: Zvolené minimální částky a váhy

Pro FSI je model velmi podobný, opět jsem zvolil omezení pro váhy ukazatelů (podle vah v roce 2021) a finance obdržené jednotlivými NS (finance, které by obdržely ústavy v roce 2020 podle svých výkonů v roce 2021). Model by bylo možné navázat na model VUT tak, že by finance přiřazené FSI v prvním modelu byly použity jako finance rozdělované NS na FSI. Tato úprava by však nepřinesla výrazné změny, proto byly finance rozdělované na FSI nastaveny na pevné hodnoty podle skutečné výše prostředků přiřazených fakultě v roce 2020. Díky tomu, že mám dva modely, mohu nezávisle na sobě řešit dvě různé úlohy, pro VUT i fakultu FSI.

## 6.2. Volba účelové funkce a rozbor výsledků

Po sepsání omezení a rovnic modelů (viz obrázek 6.2.1) je nyní na mě jako rozhodovateli zvolit, na co přesně bych se měl při tvorbě rozpočtu zaměřit, tedy jak zvolit různé účelové funkce  $z$ . Tuto funkci je možné zvolit mnoha způsoby.

```

116
117 equations toky(i), ucelfce, vahyV1(jV1), vahyV2(jV2), vahyV3(jV3), proporce(i0,j), pomocna, suma(m1), suma3(m3)
118      proporce11(i0,j), proporce22(i0,j), prepocet(jV3), prumerny;
119
120 wV1.LO(m1) = minvahyVUT(m1);
121 wV2.LO(m2) = minvahyVUT2(m2);
122 wV3.LO(m3) = minvahyVUT3(m3);
123 u.LO(j) = minpenizeVUT(j);
124 *u.LO(j) = soucastnost(j);
125 v.LO(i0) = bb(i0);
126 v.UP(i0) = bb(i0);
127
128 suma(m1).. sum(mmm, wV1(mmm)) =E= 1;
129 suma3(m3)$ (ord(m3)<card(m3)).. sum(mmm3$(ord(mmm3)<card(mmm3)), wV3(mmm3)) =E= 1;
130
131 toky(i).. sum(j, A(i,j) * u(j)) =E= v(i);
132 vahyV1(jV1).. sum(m1, DV1(jV1,m1) * wV1(m1)) =E= x(jV1);
133 vahyV2(jV2).. sum(m2, DV2(jV2,m2) * wV2(m2)) =E= x(jV2);
134 vahyV3(jV3).. (sum(m3$(ord(m3)<card(m3)), DV3(jV3,m3) * wV3(m3)) ** 0.5) * (DV3(jV3, '13') ** 0.5) =E= pom(jV3);
135 pomocna.. pomsum =E= sum(jV3, pom(jV3));
136 prepocet(jV3).. pomsum * x(jV3) =E= pom(jV3);
137
138 proporce(i0,j)$ (A(i0,j) EQ -1).. x(j) * (- v(i0)) =E= u(j);
139 *prumerny pouzit pri pocitani s prumernym prispevkem
140 prumerny.. prumer =E= sum(i1, v(i1))/14;
141
142 *ucelfce.. z =E= v("F2");
143 ucelfce.. z =E= v("F1")+v("F2")+v("F3")+v("F4");
144 *ucelfce.. z =E= sum(i1, sqr(v(i1)/1000 - prumer/1000));
145 *ucelfce.. z =E= 0.25 * v("F3") + 0.15 * v("F5") - 0.6 * sum(i1, sqr(v(i1)/1000 - prumer/1000));
146 *ucelfce..
147
148 model rozpocetVUT / ucelfce, toky, vahyV1, vahyV2, vahyV3, suma, suma3, pomocna, proporce, prepocet, prumerny/;
149 solve rozpocetVUT minimizing z using NLP;
150 display i, i0, i1, j, bb, A, z.L, v.L, u.L, x.L, wV1.L, wV2.L, wV3.L, pomsum.L, prumer.L;
151
152 execute_unload "results.gdx" v.L u.L wV1.L wV3.L ;

```

Obrázek 6.2.1: Ukázka modelu s omezujícími rovnicemi

## Varianta 1

První možný přístup je zvolit jako účelovou funkci finance přiřazenému některému HS. Tato varianta znázorňuje přístup, kdy si dám za cíl co nejvíce zvýhodnit nebo znevýhodnit některé středisko. Zvolím si tedy např. účelovou funkci

$$z = v_{HS_2}$$

Nyní mi pouze stačí vybrat si, zda budu funkci  $z$  maximalizovat, či minimalizovat. Aby mi nebylo vyčítáno zaměřování se na konkrétní střediska, nebudu zde psát, o která střediska se jedná, označení konkrétních fakult je zmíněno v modelu. Na obrázcích 6.2.2 a 6.2.3 je znázorněno, jak se změnil podíl fakulty na finančních prostředcích pro obě možnosti a jak nastavit váhy ukazatelů, abychom tohoto stavu dosáhli.

Při porovnání obou obrázků lze vidět, že rozdíl mezi minimem a maximem těchto prostředků není tak veliký, přesto se jedná skoro o půl procenta veškerých prostředků přiřazeným VUT. Změna těchto prostředků je také omezena minimálními hodnotami všech vah a minimálními prostředky, které mohou HS dostat. Rozdíl vah ukazatelů výkonů naznačuje, jakou váhu by měly mít ukazatele, aby na tom byla fakulta nejlépe.

Tato varianta je dobrý příklad pro uvedení do problematiky, ve skutečnosti se ale takový přístup neuplatňuje. Rozpočet VUT projednává Akademický senát VUT, který jistě není takto jednostranně zaměřený, a není tedy možné zvýhodňovat jednu fakultu. Snaha rozhodovatele zvýhodnit pouze svou fakultu může být pochopitelná, prosadit by se ji však mezi ostatními nepovedlo.

			min z = HS2						
HS	ukaz. K		IP		SV		celková částka	podíl	
HS1	16694.988	7.56%	1 344	0.27%	0	0.00%	18 039	2.22%	
HS2	35077.805	15.89%	83 190	16.49%	16 589	18.85%	134 857	16.58%	
HS3	55296.821	25.04%	142 207	28.19%	25 286	28.73%	222 789	27.40%	
HS4	17780.385	8.05%	40 291	7.99%	10 091	11.47%	68 162	8.38%	
HS5	9284.923	4.20%	1 385	0.27%	0	0.00%	10 670	1.31%	
HS6	14927.801	6.76%	42 245	8.38%	6 967	7.92%	64 140	7.89%	
HS7	21676.897	9.82%	12 004	2.38%	2 740	3.11%	36 421	4.48%	
HS8	34156.876	15.47%	118 150	23.42%	18 128	20.60%	170 435	20.96%	
HS9	41.71	0.02%	132	0.03%	0	0.00%	174	0.02%	
HS10	1374.49	0.62%	473	0.09%	356	0.40%	2 204	0.27%	
HS11	14203.71	6.43%	55 492	11.00%	7 850	8.92%	77 546	9.54%	
HS12	199.192	0.09%	0	0.00%	0	0.00%	199	0.02%	
HS13	55.45	0.03%	285	0.06%	0	0.00%	340	0.04%	
HS14	40.954	0.02%	7 203	1.43%	0	0.00%	7 244	0.89%	
Celkem	220812.002	100.00%	504 399	100.00%	88 008	100.00%	813 219	100.00%	

ukazatel K	váha
Graduation rate	20.4%
Mezinárodní mobility	16.4%
Zaměstnanost absolventů	12.3%
VaV	23.9%
RUV	8.6%
Externí příjmy	9.2%
Studia v cizím jazyce	3.9%
Cizinci	5.2%

ukazatel SV	váha
absolventi-Mgr	10%
absolventi-Ph.d	10%
doktoranté	80%
ukazatel výkonu uchazeče	100%

Obrázek 6.2.2: Výsledky minimalizace funkce  $z$

			max z = HS2						
HS	ukaz. K		IP		SV		celková částka	podíl	
HS1	15 910	7.21%	1 344	0.27%	0	0.00%	17253.857	2.12%	
HS2	37 683	17.07%	83 190	16.49%	17 456	19.83%	138328.899	17.01%	
HS3	54 841	24.84%	142 207	28.19%	25 932	29.47%	222979.448	27.42%	
HS4	17 837	8.08%	40 291	7.99%	9 858	11.20%	67985.892	8.36%	
HS5	9 390	4.25%	1 385	0.27%	0	0.00%	10774.971	1.32%	
HS6	16 281	7.37%	42 245	8.38%	6 630	7.53%	65155.542	8.01%	
HS7	17 820	8.07%	12 004	2.38%	3 636	4.13%	33460.364	4.11%	
HS8	34 881	15.80%	118 150	23.42%	17 662	20.07%	170692.455	20.99%	
HS9	42	0.02%	132	0.03%	0	0.00%	173.585	0.02%	
HS10	1 637	0.74%	473	0.09%	421	0.48%	2532.061	0.31%	
HS11	14 204	6.43%	55 492	11.00%	6 412	7.29%	76107.241	9.36%	
HS12	193	0.09%	0	0.00%	0	0.00%	193.237	0.02%	
HS13	54	0.02%	285	0.06%	0	0.00%	338.924	0.04%	
HS14	40	0.02%	7 203	1.43%	0	0.00%	7242.523	0.89%	
Celkem	220 812	100%	504399.916	100%	88007.966	100%	813 219	100.00%	

ukazatel K	váha
Graduation rate	13.0%
Mezinárodní mobility	16.0%
Zaměstnanost absolventů	24.3%
VaV	23.9%
RUV	7.8%
Externí příjmy	8.9%
Studia v cizím jazyce	0.4%
Cizinci	5.6%

ukazatel SV	váha
absolventi-Mgr	40%
absolventi-Ph.d	10%
počet doktorantů	50%
ukazatel výkonu uchazeče	100%

Obrázek 6.2.3: Výsledky maximalizace funkce  $z$

## Varianta 2

O něco snáze by šlo prosadit variantu, kdy se zástupci některých HS dohodnou prosazovat zvýšení prostředků skupině fakult. Tito zástupci by poté prosazovali takové změny koefi-



cientů, aby si přilepšily hlavně jejich fakulty. Příkladem takové strategie je např. účelová funkce

$$z_2 = \sum_{i=1}^4 v_{HS_i}$$

**143** | `ucelfce.. z =E= v("F1")+v("F2")+v("F3")+v("F4");`

Obrázek 6.2.4: Účelová funkce  $z_2$  v GAMS

Maximalizací této funkce (v GAMSu viz obrázek 6.2.4) si tedy dávám za cíl zvýšit prostředky pro 4 střediska (pro zachování nestrannosti opět nespecifikovaná). Výhodou je, že na rozdíl od první varianty je tento přístup těžko odhalitelný, protože se prostředky rozdělují nadměrně mezi několik středisek, což při malých změnách nemusí být patrné. Využit se dá hlavně při zániku či vzniku nových ukazatelů. Zástupci fakult s nejlepšími výkony v tomto ukazateli by se mohli dohodnout, že budou prosazovat, aby tento ukazatel měl co největší váhu. Podobně by se dalo prosazovat změnu váhy ukazatele, ve které fakulta nemá dobré výkony, či chtít ukazatel zrušit. Řešení pro tuto ukázkovou úlohu je na obrázku 6.2.3, na kterém můžeme vidět i sloupce s nejmenšími částkami, které mohou střediska z dané dotace obdržet.

v tis. Kč		max z = HS1 + HS2 + HS3 + HS4									
HS	minimum K	ukaz. K		minimum IP	IP		minimum SV	SV		celková částka	podíl
HS1	15 910	20 228	9.16%	1 303	1 344	0.27%	0	0	0.00%	21571.5	2.65%
HS2	35 078	35 323	16.00%	80 695	83 190	16.49%	14 380	17 456	19.83%	135970	16.72%
HS3	53 722	54 646	24.75%	137 940	142 207	28.19%	21 749	25 932	29.47%	222785	27.40%
HS4	17 590	17 713	8.02%	39 082	40 291	7.99%	8 394	9 858	11.20%	67861.8	8.34%
HS5	9 285	10 238	4.64%	1 344	1 385	0.27%	0	0	0.00%	11622.9	1.43%
HS6	14 928	14 928	6.76%	40 977	42 245	8.38%	5 810	6 630	7.53%	63802.5	7.85%
HS7	17 820	17 820	8.07%	11 644	12 004	2.38%	2 661	3 636	4.13%	33460.4	4.11%
HS8	33 951	33 951	15.38%	114 605	118 150	23.42%	15 233	17 662	20.07%	169762	20.88%
HS9	42	42	0.02%	128	132	0.03%	0	0	0.00%	173.749	0.02%
HS10	1 374	1 418	0.64%	459	473	0.09%	324	421	0.48%	2313	0.28%
HS11	14 204	14 204	6.43%	53 827	55 492	11.00%	6 120	6 412	7.29%	76107.2	9.36%
HS12	191	204	0.09%	0	0	0.00%	0	0	0.00%	203.673	0.03%
HS13	54	56	0.03%	276	285	0.06%	0	0	0.00%	340.974	0.04%
HS14	40	42	0.02%	6 987	7 203	1.43%	0	0	0.00%	7244.36	0.89%
Celkem		220 812	100%		504 399.9	100%		88 008.0	100%	813 219	100.00%

ukazatel K	váha
Graduation rate	22.2%
Mezinárodní mobility	16.0%
Zam. absolventů	12.0%
VaV	24.0%
RUV	11.0%
Externí příjmy	9.4%
Studia v cizím jazyce	0.3%
Cizinci	5.0%

ukazatel SV	váha
absolventi-Mgr	40%
absolventi-Ph.d	10%
počet doktorantů	50%
ukazatel výkonu uchazeče	100%

Obrázek 6.2.5: Výsledky maximalizace funkce  $z_2$

Z obrázku 6.2.5 lze vypořizovat, že ačkoli si HS1 oproti předchozím dvěma scénářům velmi přilepšilo, zbylá tři střediska jsou na tom hůře. To znamená, že výkony vybraných středisek jsou velmi odlišné. Tato varianta velmi přispěla středisku HS1, zatímco pro ostatní nebyla výhodná. Lepší strategie by tedy byla domluva středisek, která jsou na tom výkonnostně podobně. Pokud by však tyto změny prosazovali zástupci fakult, které jsou v daných ukazatelích výrazně nejlepší, i tento návrh by nemusel být prosazen (z důvodu prosazování zájmů pouze vlastní fakulty).

### Varianta 3

Další varianta by mohla mít za cíl snížit rozdíly v prostředcích přiřazených jednotlivým HS, tzn. snížit odchylky od průměrné výše získaných příspěvků. Tuto variantu by jistě podporovala střediska s nízkými podíly na výkonech VUT, protože by si tak přilepšila na úkor výkonnějších fakult. Optimalizovat pomocí průměru se dá více možnostmi, u následujícího příkladu půjde o úlohu minimalizovat funkci

$$z_3 = \sum_{i1} (v_{i1} - \bar{v})^2$$

$$\bar{v} = \frac{\sum_{il} v_{il}}{14}$$

Kde  $v_{il}$  jsou finanční prostředky přiřazené jednotlivým HS. Řešení minimalizace této funkce je zobrazeno na obrázku 6.2.7, v modelu je implementováno viz obrázek 6.2.6. V účelové funkci bylo jen nutné pracovat ne s tisíci, ale s milióny, jinak by hodnota  $z$  překročila svůj povolený limit v GAMSu – došlo by k tzv. „přetečení“.

```
144 prumer.. prumer =E= sum(i1, v(i1))/14;
145 ucelfce.. z =E= sum(i1, sqr(v(i1)/1000 - prumer/1000));
```

Obrázek 6.2.6: Účelová funkce  $z_3$  v GAMS

v tis. Kč			min z									
HS	minimum K	ukaz. K		minimum IP	IP		minimum SV	SV			celková částka	podíl
HS1	15 910	20 494	9.28%	1 303	1 344	0.27%	0	0	0.00%		21837.2	2.69%
HS2	35 078	35 282	15.98%	80 695	83 190	16.49%	14 380	16 589	18.85%		135062	16.61%
HS3	53 722	54 488	24.68%	137 940	142 207	28.19%	21 749	25 286	28.73%		221980	27.30%
HS4	17 590	17 590	7.97%	39 082	40 291	7.99%	8 394	10 091	11.47%		67971.5	8.36%
HS5	9 285	10 272	4.65%	1 344	1 385	0.27%	0	0	0.00%		11657.6	1.43%
HS6	14 928	14 928	6.76%	40 977	42 245	8.38%	5 810	6 967	7.92%		64139.9	7.89%
HS7	17 820	17 820	8.07%	11 644	12 004	2.38%	2 661	2 740	3.11%		32563.8	4.00%
HS8	33 951	33 951	15.38%	114 605	118 150	23.42%	15 233	18 128	20.60%		170229	20.93%
HS9	42	42	0.02%	128	132	0.03%	0	0	0.00%		173.585	0.02%
HS10	1 374	1 405	0.64%	459	473	0.09%	324	356	0.40%		2234.07	0.27%
HS11	14 204	14 254	6.46%	53 827	55 492	11.00%	6 120	7 850	8.92%		77595.8	9.54%
HS12	191	193	0.09%	0	0	0.00%	0	0	0.00%		193.385	0.02%
HS13	54	54	0.02%	276	285	0.06%	0	0	0.00%		338.952	0.04%
HS14	40	40	0.02%	6 987	7 203	1.43%	0	0	0.00%		7242.55	0.89%
Celkem		220 812	100%		504 399.9	100%		88 008.0	100%		813 219	100.00%

ukazatel K	váha
Graduation rate	22.0%
Mezinárodní mobility	16.0%
Zam. absolventů	12.0%
VaV	23.9%
RUV	11.2%
Externí příjmy	9.0%
Studia v cizím jazyce	0.3%
Cizinci	5.6%

ukazatel SV	váha
absolventi-Mgr	10%
absolventi-Ph.d	10%
počet doktorantů	80%
ukazatel výkonu uchazeče	100%

Obrázek 6.2.7: Výsledky minimalizace funkce  $z_3$

Vidíme, že ačkoli chceme zvýhodnit menší střediska, změnou koeficientů můžeme někde navýšit příjmy středisek větších, i když v některých případech se povedlo dostat větší střediska na nejnížší možnou částku. Problém je v malých výkonech. Tato funkce je správná cesta ke srovnání rozdílů v příjmech fakult, ne vždy však může být účinná (hlavně pokud má fakulta špatné výkony ve všech ukazatelích).

## Varianta 4

Nejlepší volbou je podle mého názoru taková účelová funkce, která v sobě skloubí několik cílů zároveň. Jde tedy o případ, kdy si rozhodovatel zvolí, že chce snížit rozdíly mezi fakultami, ale zároveň co nejvíc přispět té svojí. Účelová funkce by se poté skládala ze dvou částí, s tím že každé by přiřadil váhu (součet vah jednotlivých cílů by byl roven 1). Tyto váhy udávají, který z cílů je důležitější. Funkce tohoto tvaru může mít spoustu podob. Jako příklad zde uvedu úlohu maximalizovat funkci (zadání v GAMSu viz obrázek 6.2.8):

$$z_4 = 0.25 \cdot v_{HS3} + 0.15 \cdot v_{HS5} - 0.6 \cdot \sum_{i1} (v_{i1} - \bar{v})^2$$

```
145 prumer.. prumer =E= sum(i1, v(i1))/14;
146 ucelfce.. z =E= 0.25* v('F3') + 0.15*v('F5') - 0.6 * sum(i1, sqr(v(i1)/1000 - prumer/1000));
147 *ucelfce..
```

Obrázek 6.2.8: Ukázka zadání účelové funkce  $z_4$  v GAMS

Vidíme, že jejím hlavním cílem je minimalizovat čtverce odchylek od průměru, stejně jako v předcházející úloze. Zároveň má ale za cíl zvýšit prostředky středisek HS3 a HS5, větší váhu má středisko HS5. Řešení této úlohy je na obrázku 6.2.9

v tis. Kč		max z_4									
HS	minimum K	ukaz. K		minimum IP	IP		minimum SV	SV		celková částka	podíl
HS1	15 910	15 910	7.21%	1 303	1 344	0.27%	0	0	0.00%	17253.9	2.12%
HS2	35 078	36 561	16.56%	80 695	83 190	16.49%	14 380	16 589	18.85%	136341	16.77%
HS3	53 722	54 747	24.79%	137 940	142 207	28.19%	21 749	25 286	28.73%	222240	27.33%
HS4	17 590	17 716	8.02%	39 082	40 291	7.99%	8 394	10 091	11.47%	68097.6	8.37%
HS5	9 285	9 285	4.20%	1 344	1 385	0.27%	0	0	0.00%	10670.2	1.31%
HS6	14 928	15 819	7.16%	40 977	42 245	8.38%	5 810	6 967	7.92%	65031.2	8.00%
HS7	17 820	17 820	8.07%	11 644	12 004	2.38%	2 661	2 740	3.11%	32563.8	4.00%
HS8	33 951	35 323	16.00%	114 605	118 150	23.42%	15 233	18 128	20.60%	171601	21.10%
HS9	42	42	0.02%	128	132	0.03%	0	0	0.00%	173.585	0.02%
HS10	1 374	1 374	0.62%	459	473	0.09%	324	356	0.40%	2203.66	0.27%
HS11	14 204	15 926	7.21%	53 827	55 492	11.00%	6 120	7 850	8.92%	79268.4	9.75%
HS12	191	193	0.09%	0	0	0.00%	0	0	0.00%	193.237	0.02%
HS13	54	54	0.02%	276	285	0.06%	0	0	0.00%	338.924	0.04%
HS14	40	40	0.02%	6 987	7 203	1.43%	0	0	0.00%	7242.52	0.89%
Celkem		220 812	100%		504 399.9	100%		88 008.0	100%	813 219	100.00%

ukazatel K	váha
Graduation rate	13.0%
Mezinárodní mobility	18.9%
Zam. absolventů	17.7%
VaV	23.9%
RUV	7.7%
Externí příjmy	8.9%
Studia v cizím jazyce	0.7%
Cizinci	9.2%

ukazatel SV	váha
absolventi-Mgr	10%
absolventi-Ph.d	10%
počet doktorantů	80%
ukazatel výkonu uchazeče	100%

Obrázek 6.2.9: Výsledky maximalizace funkce  $z_4$

Prosazovat zájmy své fakulty tímto způsobem může být velmi efektivní, protože z konečného rozdělení financí nemusí být zřejmé, co přesně bylo naším cílem. Zástupce fakulty poté může prosazovat toto řešení jako výhodné pro všechny, i když je jeho hlavním cílem zaměření na jedno středisko.

Výsledky optimalizace potom GAMS zapisuje do .gdx souboru, ve kterém si je můžeme zobrazit (viz obrázek 6.2.10 – výpis optimálních toků jednotlivými uzly). Tyto výsledky by bylo možné zapisovat do excelovského souboru, což jsem ale neimplementoval. Pro posuzování výsledků několika podobných účelových funkcí by však nebyl problém výsledky zapsat do jednoho souboru a poté je dále zkoumat.

Všechny tyto účelové funkce je možno upravovat podle vlastního uvážení a cílů. Mým úkolem bylo přiblížit možnosti jejich vytváření a prosazování svých priorit, a zároveň nabídnout nástroj umožňující modelovat lobování. Celý model lze nalézt v příloze včetně načítaných dat a omezení, takže jsou možné úpravy.

Entry	Name	Type	Dim	Records	Text	j	Level	Marginal	Lower	Upper	Scale
2	u	Variable	1	42	kolik prostředku odtece do kterého u...	V1F1	15910.2	0.0928117	15910.2	+INF	1
1	v	Variable	1	17	stav HS po rozdělení financí na VUT	V1F2	36561.4	0	35077.8	+INF	1
3	wV1	Variable	1	8		V1F3	54747.3	0	53722.4	+INF	1
4	wV3	Variable	1	4	vahy ukazatelu výkonu na VUT	V1F4	17715.6	0	17589.5	+INF	1
						V1F5	9284.92	0.311569	9284.92	+INF	1
						V1F6	15819.1	0	14927.8	+INF	1
						V1F7	17820	0.108037	17820	+INF	1
						V1F8	35323.4	0	33950.9	+INF	1
						V1F9	41.71	1.79605	41.71	+INF	1
						V1F10	1374.49	0.0191643	1374.49	+INF	1
						V1F11	15926.4	0	14203.7	+INF	1
						V1F12	193.237	0	191.09	+INF	1
						V1F13	54.32	9.86727	54.32	+INF	1
						V1F14	39.9214	0	39.77	+INF	1
						V2F1	1343.63	0	1303.32	+INF	1

Obrázek 6.2.10: Ukázka vypsání výsledků v GAMS

## 7. Závěr

Hlavním cílem mé práce bylo studium problematiky rozpočtu VVŠ a následná tvorba matematického modelu. Nejprve jsem v práci popsal problematiku rozdělování finančních prostředků na vysoké školství v ČR (viz kapitola 2). Zde bylo důležité zmínit, že toto rozdělování lze modelovat pomocí úlohy toků v sítích (viz teorie v 5. kapitole), kdy finance protékají po hranách mezi jednotlivými uzly grafu. Uvedl jsem různé dotace a příspěvky, které MŠMT přiděluje VVŠ, a vysvětlil jsem princip jejich přerozdělování. To probíhá pomocí ukazatelů výkonu a jejich váhových koeficientů. Následně jsem se v práci zabýval rozpočtem VUT, přiblížil zdroje jeho financování a náklady v podobě mandatorních výdajů a odvodů do centralizovaných zdrojů. Prostředky přidělené VUT (kapitola 3.) se jednotlivým hospodářským střediskům rozdělují podle podobných pravidel a vzorců, jako na úrovni Ministerstva. Váhy jednotlivých ukazatelů se však mohou lišit, což je způsobeno rozdílnými prioritami při posuzování výkonů. V kapitole o rozpočtu fakulty FSI (kapitola 4.) bylo nejdůležitější popsat rozdělení mzdových prostředků (za výuku, zkoušky, vedení prací, atd.). Následně jsem (v kapitole 5.) sepsal teorii k lineárnímu programování, kde jsem uvedl základní definice, věty a uvedl obecnou formulaci úlohy lineárního programování. Následně jsem také zadefinoval důležité pojmy pro toky v sítích z teorie grafů. Na závěr jsem se v kapitole věnoval nelineárnímu programování, protože některá omezení z mého modelu měla nelineární tvar (viz výpočet podílu na specifickém výzkumu, Cobb – Douglasova funkce). Poslední kapitola (kapitola 6.) je věnována samotné tvorbě modelu a jeho otestování na reálných datech, která byla k dispozici z rozpočtů VUT a fakulty FSI pro rok 2020 a 2021. Měl jsem k dispozici tedy dostatek dat k vytvoření takových omezení, abych se co nejvíce přiblížil skutečnosti. To znamená omezit zdola finance obdržené z dané dotace či příspěvku, aby nedocházelo k výkyvům rozpočtů jednotlivých fakult, a zároveň také váhové koeficienty, aby nedocházelo k degenerovaným řešením, kdy by např. polovina ukazatelů zanikla. Po vytvoření modelu a jeho omezení už jen zbývalo vytvoření účelové funkce, která znázorňuje hlavní cíle rozhodovatele. Na několika příkladech jsme si ukázali, jak volba různých účelových funkcí z mění rozdělení prostředků na VUT a váhu výkonnostních ukazatelů. Také jsem naznačil, jaké by měli zástupci fakulty prosazovat návrhy změn, aby co si fakulta co nejvíce přilepšila, a zároveň návrh prošel. Modelem jsem navázal na diplomovou práci Lucie Holé[3], oproti které jsem zahrnul více dotací (ona v modelu řešila pouze výpočet podílů na mzdových prostředcích), jak model VUT tak i FSI, omezení, díky kterým nedocházelo k triviálním řešením (v jejím modelu by některé ukazatele zanikly) a taky složitější vzorec na výpočet podílu na SV). Autorkou druhé diplomové práce, na kterou jsem navázal, byla Michaela Ulverová[17]. Ta ve svém modelu zahrnula scénářový přístup pro VUT, ale neměla ve své práci různou volbu účelových funkcí. V mé práci byly zmíněny nová pravidla a vzorce, které se od doby napsání jejich prací změnily. Cílem modelu není poskytnout nástroj, jak rozdělovat aktuální finanční prostředky, ale poskytnout uživatelům širší možnosti výpočtových experimentů a lepší vhled do problematiky tvorby rozpočtů. Předpokládá se využití výsledků této práce v projektu MOST na VUT.

# Literatura

- [1] GAMS, optimalizační software, [online], Dostupné z: <https://www.gams.com>
- [2] HLINĚNÝ, P. Diskrétní matematika (456-533 DIM), Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Fakulta Elektrotechniky a Informatiky, 2005.
- [3] HOLÁ, L. Matematický model rozpočtu. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 87 s. Vedoucí diplomové práce RNDr. Pavel Popela, Ph.D.
- [4] KLAPKA, Jindřich, Jiří DVOŘÁK a Pavel POPELA. Metody operačního výzkumu. Brno: Vysoké učení technické, 1996. ISBN 80-214-0817-0.
- [5] MŠMT. Oficiální stránky Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy [online], [cit. 2021-5-19]. Dostupné z: <https://www.msmt.cz/>
- [6] MŠMT: Pravidla pro poskytování příspěvku a dotací veřejným vysokým školám Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy pro rok 2020, [online], [cit. 2021-5-19]. Dostupné z: <https://www.msmt.cz/file/52293/>
- [7] NASH, Stephen a Ariela SOFER. Linear and Nonlinear Programming. New York: McGraw-Hill, 1996. ISBN 978-0070460652.
- [8] PARDALOS, Panos M. a Mauricio G. C. RESENDE. Handbook of Applied Optimization. Oxford: Oxford University Press, 2002. ISBN 0-19-512594-0.
- [9] Pravidla pro rozdělení finančních prostředků FSI VUT pro rok 2020, VUT v Brně, 2020
- [10] Pravidla pro rozdělení finančních prostředků FSI VUT pro rok 2021, VUT v Brně, 2021
- [11] Pravidla sestavení rozpočtu Vysokého učení technického v Brně pro kalendářní rok 2020, VUT v Brně, 2020
- [12] Pravidla sestavení rozpočtu Vysokého učení technického v Brně pro kalendářní rok 2021, VUT v Brně, 2021
- [13] RARDIN, Ronald L. Optimization in operations research. 2nd ed. Hoboken, New Jersey: Pearson, 2015. ISBN 978-0-13-438455-9.
- [14] Rozdělení finančních prostředků na FSI na rok 2021, Fakulta strojního inženýrství, Vysoké učení technické v Brně, schváleno v květnu 2021, [online], Dostupné z: <https://www.fme.vutbr.cz/etc/soubor/z/67875>
- [15] Rozpis rozpočtu vysokých škol 2020, [online]. Dostupné z: <https://www.msmt.cz/file/52292/>
- [16] Rozpočet VUT na rok 2020, Vysoké učení technické v Brně, schváleno v dubnu 2020, [online], Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/uredni-deska/rozpocet/rozpocet-vut-a-strednedoby-vyhled-f63628/rozpocet-vut-d148638>

- [17] ULVEROVÁ, M. Optimalizační modely pro podporu strategického rozhodování. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. 113 s. Vedoucí RNDr. Pavel Popela, Ph.D.
- [18] WILLIAMS, H. P. Model Building in Mathematical Programming. 5th Edition. Hoboken, N.J.: John Wiley, 2013. ISBN 978-1-118-44333-0.
- [19] Zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), [online], [cit. 2021-5-19]. Dostupné z: <https://www.msmt.cz/dokumenty-3/zakon-c-111-1998-sb-o-vysokych-skolach>

## 8. Seznam použitých zkratk a symbolů

ČR	Česká republika
MŠMT	Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy
VŠ	Vysoká škola
VVŠ	Veřejná vysoká škola
HS	Hospodářské středisko
NS	Nákladové středisko
VUT	Vysoké učení technické v Brně inženýrství
SV	Specifický výzkum
IP	Institucionální podpora
SDS	Standardní doba studia

### **Názvy hospodářských středisek VUT v Brně**

FAVU	Fakulta výtvarných umění
FAST	Fakulta stavební
FSI	Fakulta strojního inženýrství
FIT	Fakulta informačních technologií
FA	Fakulta architektury
FCH	Fakulta chemická
FP	Fakulta podnikatelská
FEKT	Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
CESA	Centrum sportovních aktivit
USI	Ústav soudního inženýrství
STI	Středoevropský technologický institut
ICV	Institut celoživotního vzdělávání
CVIS	Centrum výpočetních a informačních služeb
UK	Ústřední knihovna



VUTIUM	Nakladatelství VUT IUM
KaM	Koleje a menzy
RVUT	Rektorát VUT

### **Názvy nákladových středisek FSI**

ÚM	Ústav matematiky
ÚFI	Ústav fyzikálního inženýrství
ÚMTMB	Ústav mechaniky těles, mechatroniky a biomechaniky
ÚMVI	Ústav materiálových věd a inženýrství
ÚK	Ústav konstruování
EÚ	Energetický Ústav
ÚST	Ústav strojírenské technologie
ÚVSSR	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
ÚPI	Ústav procesního inženýrství
ÚADI	Ústav automobilního a dopravního inženýrství
LÚ	Letecký Ústav
ÚAI	Ústav automatizace a informatiky
ÚJ	Ústav jazyků
LPTP	Laboratoř přenosu tepla a proudění

### **Tvorba modelu VUT**

$A$	Síťová matice
$a_{i,j}$	Prvek matice $A$
$I$	Množina uzlů grafu
$i$	Uzel grafu
$I_0$	Množina počátečních uzlů
$i_0$	Počáteční uzel grafu
$I_1$	Množina koncových uzlů
$i_1$	Koncový uzel grafu
$J$	Množina hran grafu

$j$	Hrana grafu
$u$	Vektor odtoků
$u_j$	Složka vektoru odtoků
$v$	Vektor konečných financí
$v_i$	Složka vektoru konečných financí
$x_j$	Složka vektoru podílů na dotaci
$D$	Matice výkonů
$d_{i,m}$	Prvek matice $D$
$m$	Ukazatele kvality
$M_i$	Množina ukazatelů kvality pro $i$ -tou dotaci
$w_{m_i}$	Složky vektoru vah pro ukazatele kvality
$b_{i0}$	Složky vektoru omezení počátečních uzlů
$z$	Účelová funkce

# 9. Seznam příloh

## Zdrojový kód v GAMSu

```
2
3 *****
4 *****
5 *VLOZENI DAT PRO VUT
6 *****
7 *****
8
9 *i= mnozina vseh vrcholu grafu, mezi HS nezapocitavame: koleje a menzy, Ustredni knihovnu a VUTIUM, kvuli jejich malemu ci nulov
10 *F1= FAVU F2=FAST F3=FSI F4=FIT F5=FA F6=FCH F7=FP F8=FEKT F9=CESA F10=USI F11=STI F12=ICV F13=CVIS F14=Rektorat
11 set i rozpocetove okruhy a HS VUT / V1 "vykonova cast Prispevku", V2 institucionalni podpora,V3 specificky vyzkum, F1*F14 Hospodar
12 i0(i) zdrojove uzly / V1, V2, V3 /, il(i) koncove uzly / F1*F14 /; alias(il,k);
13
14 *hrany toku financni z rozpocetovych okruhu do jednotlivych hospodarskych stredisek
15 set j tokyVUT / V1F1, V1F2, V1F3, V1F4, V1F5, V1F6, V1F7, V1F8, V1F9, V1F10, V1F11, V1F12, V1F13, V1F14,
16 V2F1, V2F2, V2F3, V2F4, V2F5, V2F6, V2F7, V2F8, V2F9, V2F10, V2F11, V2F12, V2F13, V2F14,
17 V3F1, V3F2, V3F3, V3F4, V3F5, V3F6, V3F7, V3F8, V3F9, V3F10, V3F11, V3F12, V3F13, V3F14/,
18 jV1(j) toky z V1 / V1F1, V1F2, V1F3, V1F4, V1F5, V1F6, V1F7, V1F8, V1F9, V1F10, V1F11, V1F12, V1F13, V1F14/,
19 jV2(j) toky z V2 / V2F1, V2F2, V2F3, V2F4, V2F5, V2F6, V2F7, V2F8, V2F9, V2F10, V2F11, V2F12, V2F13, V2F14/,
20 jV3(j) toky z V3 / V3F1, V3F2, V3F3, V3F4, V3F5, V3F6, V3F7, V3F8, V3F9, V3F10, V3F11, V3F12, V3F13, V3F14/; alias(jV3,pp)
21
22 *mnozina ukazatelu jednotlivych rozpocetovych okruhu
23 set m ukazatele /1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12,13/,
24 m1 /1 GradRate, 2 MezMob, 3 ZamAbs, 4 VaV, 5 RUV, 6 ExtPri, 7 CizJaz, 8 Cizinci /,
25 m2 /9 BodyRIV/,
26 m3 /10 absolventi-Mgr, 11 absolventi-Ph.d, 12 doktoranti, 13 ukaz. výk. uchazece /; alias(m1,mum); alias(m3,mum3);
27
28 *velikost financnich prostredku vyhrazena VUT Ministerstvem v jednotlivych ukazatelich
29 parameter bb(i0) prichodi finance(v tis. Kč) / V1 -220812, V2 -504399, V3 -88008 /;
30
31 *minimalni vaha jednotlivych ukazatelu, urceno malou zmenou parametru pro 2020, aby nedoslo k velkym zmenam
32 parameter minvahyVUT(m1) / 1 0.13, 2 0.16, 3 0.08, 4 0.22, 5 0.03, 6 0.06, 7 0.003, 8 0.05/;
33 parameter minvahyVUT2(m2) / 9 1 /;
34 parameter minvahyVUT3(m3) / 10 0.1, 11 0.1, 12 0.5, 13 1/;
35
36 *minimalni castka obdrzena HS v jednotlivych ukazatelich, urceno jako obdrzena castka za 2020 snizena o 3 %
37 parameter minpenizeVUT(j) /
38 $onecho > commands.txt
39 i=c:\GAMS\DATA.xlsx
40 o=c:\GAMS\minFinance.inc
41 r=minFin!A1:B42
42 $offecho
43 $call=XLS2gms @commands.txt
44 $include "c:\GAMS\minFinance.inc"
45 /;
46
47 *matice toku siti
48 table A(i,j)
49 $onecho > commands.txt
50 i=c:\GAMS\DATA.xlsx
51 o=c:\GAMS\MaticeA.inc
52 r=A!A1:AQ18
53 $offecho
54 $call=XLS2gms @commands.txt
55 $include "c:\GAMS\MaticeA.inc"
56 ;
57
58
59 *podily HS na ukazatelich vykonove casti Prispevku
60 table DV1(jV1,m1)
61 $call= "c:\GAMS\32\xls2gms.exe" I="C:\GAMS\DATA.xlsx" O="C:\GAMS\VykonyK.inc" R="Vykon!A1:I15"
62 $onecho > commands.txt
63 I=c:\GAMS\DATA.xlsx
64 O=c:\GAMS\VykonyK.inc
65 R=Vykon!A1:I15
66 $offecho
67 $call="C:\GAMS\32\xls2gms.exe" @commands.txt
68 $include "c:\GAMS\VykonyK.inc"
69 ;
70
71 *podil HS na institucionalni podpore
72 table DV2(jV2,m2)
```

```

71 *podil HS na institucionalni podpore
72 table DV2(jV2,m2)
73 9
74 V2F1 0.002663827
75 V2F2 0.164929695
76 V2F3 0.281932583
77 V2F4 0.079878391
78 V2F5 0.002746313
79 V2F6 0.08375247
80 V2F7 0.0237986
81 V2F8 0.234238461
82 V2F9 0.000261449
83 V2F10 0.000938478
84 V2F11 0.110015918
85 V2F12 0
86 V2F13 0.000564244
87 V2F14 0.014279571;
88
89 *podil HS na specifickem vyzkumu v jednotlivych ukazatelich
90 table DV3(jV3,m3)
91 $onecho > commands.txt
92 i=c:\GAMS\DATA.xlsx
93 o=c:\GAMS\SV.inc
94 r=SV!A1:E15
95 $offecho
96 $call=XLS2gms @commands.txt
97 $include "c:\GAMS\SV.inc"
98 ;
99
100 *****
101 *MODEL VUT, JEHO OMEZENI A UCELOVA FUNKCE
102 *****
103 positive variable v(i) stav HS po rozdeleni financi na VUT, u(j) kolik prostredku odece do ktereho uzlu VUT, pom(jV3),
104 x(j) jaka cast odece danou hranou hranou(VUT), wV1(m1), wV2(m2),wV3(m3) vahy ukazatelu vykonu na VUT, pomsum, prumer;
105
106 variable z hodnota ucelove funkce;
107 parameter soucastnost(j) /
108
109
110
111
112
113
114
115 /;
116
117 equations toky(i), ucelfce, vahyV1(jV1), vahyV2(jV2),vahyV3(jV3), proporce(i0,j), pomocna,suma(m1),suma3(m3)
118 proporce11(i0,j),proporce22(i0,j), prepocet(jV3), prumer;
119
120 wV1.LO(m1) = minvahyVUT(m1);
121 wV2.LO(m2) = minvahyVUT2(m2);
122 wV3.LO(m3) = minvahyVUT3(m3);
123 u.LO(j) = minpenizeVUT(j);
124 *u.LO(j) = soucastnost(j);
125 v.LO(i0) = bb(i0);
126 v.UP(i0) = bb(i0);
127
128 suma(m1).. sum(mnum,wV1(mnum)) =E= 1;
129 suma3(m3)$ (ord(m3)<card(m3)).. sum(mnum3$(ord(mnum3)<card(mnum3)),wV3(mnum3)) =E= 1;
130
131 toky(i).. sum(j, A(i,j) * u(j)) =E= v(i);
132 vahyV1(jV1).. sum(m1, DV1(jV1,m1) * wV1(m1)) =E= x(jV1);
133 vahyV2(jV2).. sum(m2, DV2(jV2,m2) * wV2(m2)) =E= x(jV2);
134 vahyV3(jV3).. (sum(m3$(ord(m3)<card(m3)),DV3(jV3,m3)*wV3(m3))*0.5)*(DV3(jV3,'13')**0.5) =E= pom(jV3);
135 pomocna.. pomsum =E= sum(jV3,pom(jV3));
136 prepocet(jV3).. pomsum * x(jV3) =E= pom(jV3);
137
138 proporce(i0,j)$ (A(i0,j) EQ -1).. x(j) * (- v(i0)) =E= u(j);
139 *prumer; prumer =E= sum(i1, v(i1))/14;
140 prumer.. prumer =E= sum(i1, v(i1))/14;
141
142 *ucelfce.. z =E= v("F2");
143 ucelfce.. z =E= v("F1")+v("F2")+v("F3")+v("F4");

```

```

142 *ucelfce.. z =E= v("F2");
143 *ucelfce.. z =E= v("F1")+v("F2")+v("F3")+v("F4");
144 *ucelfce.. z =E= sum(i1, sqr(v(i1)/1000 - prumer/1000));
145 *ucelfce.. z =E= 0.25* v('F3') + 0.15*v('F5') - 0.6 * sum(i1, sqr(v(i1)/1000 - prumer/1000));
146 *ucelfce..
147
148 model rozpocetVUT / ucelfce, toky, vahyV1, vahyV2, vahyV3, suma, suma3, pomocna, proporce, prepocet,prumer/;
149 solve rozpocetVUT minimizing z using NLP;
150 display 1, 10, 11, j, bb, A, z.L, v.L, u.L, x.L, wV1.L, wV2.L, wV3.L, pomsum.L, prumer.L;
151
152 execute_unload "results.gdx" v.L u.L wV1.L wV3.L ;
153
154
155 *$ontext
156
157 *****
158 *****
159 *VLOZENI DAT PRO FSI
160 *****
161 *****
162
163 *n= mnozina vseh vrcholu grafu
164 *U1=UM U2=UFI U3=UMTME U4=UMVI U5=UK U6=UE U7=UST U8=UVSSR U9=UPI U10=UADI U11=LU U12=UAI U13=UJ U14=LPTP
165 set n rozpocetve okruhy a NS FSI / W1 "vykonova cast Prispevku FSI", W2 institucionalni podpora FSI, W3 specificky vyzkum FSI, U1*U14 Na
166 n0(n) zdrojove uzly FSI / W1, W2, W3 /, n1(n) koncove uzly FSI / U1*U14 /; alias(n1,k2);
167
168 *hrany toku financni z rozpocetovych okruhu do jednotlivych nakladovych stredisek
169 set p tokyFSI / W1U1, W1U2, W1U3, W1U4, W1U5, W1U6, W1U7, W1U8, W1U9, W1U10, W1U11, W1U12, W1U13, W1U14,
170 W2U1, W2U2, W2U3, W2U4, W2U5, W2U6, W2U7, W2U8, W2U9, W2U10, W2U11, W2U12, W2U13, W2U14,
171 W3U1, W3U2, W3U3, W3U4, W3U5, W3U6, W3U7, W3U8, W3U9, W3U10, W3U11, W3U12, W3U13, W3U14 /,
172 pW1(p) toky z W1 /W1U1, W1U2, W1U3, W1U4, W1U5, W1U6, W1U7, W1U8, W1U9, W1U10, W1U11, W1U12, W1U13, W1U14 /,
173 pW2(p) toky z W2 /W2U1, W2U2, W2U3, W2U4, W2U5, W2U6, W2U7, W2U8, W2U9, W2U10, W2U11, W2U12, W2U13, W2U14 /,
174 pW3(p) toky z W3 /W3U1, W3U2, W3U3, W3U4, W3U5, W3U6, W3U7, W3U8, W3U9, W3U10, W3U11, W3U12, W3U13, W3U14 /;
175
176 *mnozina ukazatelu v jednotlivych okruzich
177 set mm ukazatele /1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 /,
178 mm1 /1 VaV, 2 RUV, 3 ExtPri, 4 AkaPra, 5 Cizinci, 6 k_vyuka, 7 MezMob /,
179 mm2 /8 BodyRIV /,

```

```

178 mm1 /1 VaV, 2 RUV, 3 ExtPri, 4 AkaPra, 5 Cizinci, 6 k_vyuka, 7 MezMob /,
179 mm2 /8 BodyRIV /,
180 mm3 /9 absolventi-Mgr, 10 absolventi-Ph.d, 11 doktoranti, 12 ukaz. vyk. uchazece /; alias(mm1,nnn); alias(mm3,nnn3)
181
182 parameter d(n0) prichodi finance(v tis. Kč) na FSI / W1 -55384 , W2 -142206, W3 -24165 / ;
183
184 *minimalni vahy jednotlivych ukazatelu - urcenou zmenenim vah pro rok 2021
185 parameter minvahyFSI(mm1) / 1 0.23, 2 0.03, 3 0.08, 4 0.11, 5 0.04, 6 0.19, 7 0.16 /;
186 parameter minvahyFSI2(mm2) / 8 1 /;
187 parameter minvahyFSI3(mm3) /9 0.2, 10 0.1, 11 0.6, 12 1 /;
188
189 *minimalni prostredky obdrzene NS v jednotlivych ukazatelich, urceno zmenenim obdrzenych castek o 3 %
190 parameter minpenizeFSIK(pW1) /W1U1 4683, W1U2 4502, W1U3 5451, W1U4 3358, W1U5 7968, W1U6 5708, W1U7 3892, W1U8 3705, W1U9 295
191 parameter minpenizeFSIIP(pW2) /W2U1 13394, W2U2 17671, W2U3 13376, W2U4 12069, W2U5 16431, W2U6 19067, W2U7 4920, W2U8 5850, W2U9 117
192 parameter minpenizeFSISV(pW3) /W3U1 1369, W3U2 1871, W3U3 2531, W3U4 1544, W3U5 2585, W3U6 3437, W3U7 1334, W3U8 1539, W3U9 191
193
194 table B(n,p)
195 $onecho > commands.txt
196 i=c:\GAMS\DATA.xlsx
197 o=c:\GAMS\MatriceB.inc
198 r=B!A1:AQ18
199 $offecho
200 $call=XLSS2gms @commands.txt
201 $include "c:\GAMS\MatriceB.inc"
202 ;
203
204 table DW1(pW1,mm1)
205 $onecho > commands.txt
206 i=c:\GAMS\DATA.xlsx
207 o=c:\GAMS\VykonFSI.inc
208 r=VykonFSI!A1:H15
209 $offecho
210 $call="C:\GAMS\32\xls2gms.exe" @commands.txt
211 $include "c:\GAMS\VykonFSI.inc"
212 ;
213
214 table DW2(pW2,mm2)
215 8

```

```

Welcome  model_rozpocet.gms*
214 table DW2 (pW2,mm2)
215      8|
216 W2U1  0.09710223
217 W2U2  0.128108328
218 W2U3  0.09697184
219 W2U4  0.087500409
220 W2U5  0.119117143
221 W2U6  0.138232221
222 W2U7  0.035672299
223 W2U8  0.042409716
224 W2U9  0.084975255
225 W2U10 0.055407214
226 W2U11 0.039772282
227 W2U12 0.02347213
228 W2U13 0
229 W2U14 0.051258933;
230
231 table DW3 (pW3,mm3)
232 $onecho > commands.txt
233 I=c:\GAMS\DATA.xlsx
234 O=c:\GAMS\SVFSI.inc
235 R=SVFSI:AI:E15
236 $offecho
237 $call="C:\GAMS\32\xls2gms.exe" @commands.txt
238 $include "c:\GAMS\SVFSI.inc"
239 ;
240
241
242 *****
243 *ZADANI OMEZUJICICH PODMINEK A VYTVORENI MODELU
244 *****
245
246 *****
247 *MODEL FSI, JEHO OMEZENI A UCELOVA FUNKCE
248 *****
249 positive variable fv(n) stav NS po rozdeleni financi na FSI, fu(p) kolik prostredku odece do ktereho uzlu FSI, pom2(pW3),
250      y(p) jaka cast odece danou hranou(FSI), wW1(mm1), wW2(mm2), wW3(mm3) vahy ukazatelu vykonu na FSi, pomsum2, prumer2;
251

```

```

250      y(p) jaka cast odece danou hranou(FSI), wW1(mm1), wW2(mm2), wW3(mm3) vahy ukazatelu vykonu na FSi, pomsum2, prumer2;
251
252 variable z2 hodnota ucelove funkce;
253
254
255 equations toky2(n), ucelfce2, vahyW1(pW1), vahyW2(pW2), vahyW3(pW3), proporce2(n0,p), pomocna2 pomocny prepocet,
256      summa(mm1), summa3(mm3),prepocet2(pW3), prumerny2;
257
258 wW1.LO(mm1) = minvahyFSI(mm1);
259 wW2.LO(mm2) = minvahyFSI2(mm2);
260 wW3.LO(mm3) = minvahyFSI3(mm3);
261 fu.LO(pW1) = minpenizeFSIK(pW1);
262 fu.LO(pW2) = minpenizeFSIIP(pW2);
263 fu.LO(pW3) = minpenizeFSISV(pW3);
264 fv.LO(n0) = d(n0);
265 fv.UP(n0)=d(n0);
266
267 summa(mm1).. sum(nnn, wW1(nnn)) =E= 1;
268 summa3(mm3)$ (ord(mm3)<card(mm3)).. sum(nnn3$(ord(nnn3)<card(mm3)),wW3(nnn3)) =E= 1;
269
270 toky2(n).. sum(p, B(n,p) * fu(p) ) =E= fv(n);
271 vahyW1(pW1).. sum(mm1, DW1(pW1,mm1) * wW1(mm1) ) =E= y(pW1);
272 vahyW2(pW2).. sum(mm2, DW2(pW2,mm2) * wW2(mm2) ) =E= y(pW2);
273 vahyW3(pW3).. (sum(mm3$(ord(mm3)<card(mm3)),DW3(pW3,mm3)*wW3(mm3))**0.5)*(DW3(pW3,'12')**0.5) =E= pom2(pW3);
274 proporce2(n0,p)$ (B(n0,p) EQ -1).. y(p) * (-fv(n0)) =E= fu(p);
275 pomocna2.. pomsum2 =E= sum(pW3,pom2(pW3));
276 prepocet2(pW3).. pomsum2 * y(pW3) =E= pom2(pW3);
277 prumerny2.. prumer2 =E= sum(n1, fv(n1))/14;
278
279 *ucelfce2.. z2 =E= sum(n1, (fv(n1)-1/card(k2))*sum(k2,fv(k2)))*(fv(n1)-1/card(k2))*sum(k2,fv(k2)));
280 ucelfce2.. z2 =E= fv('U1');
281 *ucelfce2.. z2 =E= fv("U1")+fv("U2")+fv("U8")+fv("U10");
282 *ucelfce2.. ucelfce.. z =E= sum(n1, sqr(fv(n1)/1000 - prumer2/1000));
283 *ucelfce2..
284
285
286 model rozpocet2 / ucelfce2, toky2, vahyW1, vahyW2,vahyW3, summa, summa3, pomocna2, prepocet2, prumerny2 /;
287 solve rozpocet2 maximizing z2 using NLP;

```

```

266
267 summa(mm1).. sum(nnn, wW1(nnn)) =E= 1;
268 summa3(nnn3)$ (ord(nnn3)<card(nnn3)).. sum(nnn3$(ord(nnn3)<card(nnn3)),wW3(nnn3)) =E= 1;
269
270 toky2(n).. sum(p, B(n,p) * fu(p) ) =E= fv(n);
271 vahyW1(pW1).. sum(mm1, DW1(pW1,mm1) * wW1(mm1) ) =E= y(pW1);
272 vahyW2(pW2).. sum(mm2, DW2(pW2,mm2) * wW2(mm2) ) =E= y(pW2);
273 vahyW3(pW3).. (sum(nnn3$(ord(nnn3)<card(nnn3)),DW3(pW3,mm3)*wW3(nnn3))*0.5)*(DW3(pW3,'12')**0.5) =E= pom2(pW3);
274 propocce2(n0,p)$ (B(n0,p) EQ -1) .. y(p) * (-fv(n0)) =E= fu(p);
275 pomocna2.. pomsum2 =E= sum(pW3,pom2(pW3));
276 prepocet2(pW3).. pomsum2 * y(pW3) =E= pom2(pW3);
277 prumer2.. prumer2 =E= sum(n1, fv(n1))/14;
278
279 *ucelfce2.. z2 =E= sum(n1, (fv(n1)-1/card(k2)*sum(k2,fv(k2)))*(fv(n1)-1/card(k2)*sum(k2,fv(k2))));
280 ucelfce2.. z2 =E= fv('U1');
281 *ucelfce2.. z2 =E= fv('U1')+fv('U2')+fv('U8')+fv('U10');
282 *ucelfce2.. ucelfce.. z =E= sum(n1, sqr(fv(n1)/1000 - prumer2/1000));
283 *ucelfce2..
284
285
286 model rozpocet2 / ucelfce2, toky2, vahyW1, vahyW2,vahyW3, summa, summa3, pomocna2, prepocet2, prumer2 /;
287 solve rozpocet2 maximizing z2 using NLP;
288 display n,n0,n1,p, z2.L, fv.L, fu.L, y.L, wW1.L, wW2.L,wW3.L ;
289
290 execute_unload "results.gdx" fv.L fu.L wW1.L wW3.L ;
291
292 *$offtext
293
294

```