

# Ako sa vysoké školy prispôsobujú zmenám

Jana Viktória Kováčiková, Alžbeta Novotná, Matúš Rohaľ, Roman Hudec  
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzita Komenského v Bratislave

25. január 2023

## 1 Úvod

V rámci projektu na predmet Princípy dátovej vedy sme sa rozhodli pre analýzu dát, ktoré sa týkajú financovania verejných vysokých škôl na Slovensku. Počas našej analýzy sme sa rozhodli pozrieť na to, či súvisí zmena počtu študentov s počtami učiteľov, ako reagujú počty učiteľov na zmeny v pridelených financiách, ako súvisí publikačný podiel s počtom zamestnancov, súvis medzi počtom učiteľov a počtom publikácií, ako sa vyvíja počet ubytovaných študentov vzhľadom na financie určené pre študentské domovy a celkový vývoj počtu učiteľov a študentov pre jednotlivé vysoké školy po rokoch.

## 2 Dáta

Pre účely nášho projektu sme používali verejne dostupné dáta o vysokých školách, rozpočte, absolventoch a učiteľoch.

### 2.1 Zdroje dát

Pracovať sme začali s dátami o financovaní vysokého školstva prostredníctvom Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky dostupnými na webovej stránke ministerstva<sup>1</sup>. Dáta boli vo forme zošitov v exceli podľa jednotlivých rokov.

Druhým zdrojom dát bol portál vysokých škôl<sup>2</sup>, na ktorom sa nachádza register zamestnancov jednotlivých vysokých škôl. Bolo možné stiahnuť dokument vo formáte xml s dátami o všetkých zamestnancoch. Tieto dáta sa ukázali ako problematické, čo bližšie špecifikujeme v časti Predspracovanie dát.

---

<sup>1</sup><https://www.minedu.sk/financovanie-vysokeho-skolstva/>

<sup>2</sup><https://www.portalvs.sk/regzam/>

Potrebné dáta o počte učiteľov a absolventov sme získali z webových stránok Centra vedecko-technických informácií SR<sup>3</sup>. Štatistická ročenka o absolventoch a učiteľoch bola dostupná vo formáte zošitov v exceli podľa jednotlivých rokov.

Posledným zdrojom dát bol portál Datacube Slovenského štatistického úradu<sup>4</sup>, odkiaľ sme získali dáta o inflácii.

## 2.2 Predspracovanie dát

**Dáta o financovaní vysokého školstva** boli vo forme zošitov v exceli, kde pre každý rok od 2009 do 2022 bol jeden zošit s približne tridsiatimi hárkami. V hárkoch sa nachádzali informácie ako napríklad rozpis dotácií verejným vysokým školám pre daný rok, počty študentov, počty absolventov, údaje o študentských domovoch a ďalšie. Ku každému roku bola publikovaná aj metodika, po ktorej naštudovaní sme vybrali údaje z excelov, s ktorými budeme pracovať a vzhľadom na nekonzistentnosť dát, manuálne vytvorili svoje vlastné csv súbory. Do našich csv súborov sme zahrnuli dáta o celkovom rozpočte, mzdách, počtoch študentov a zamestnancov, študentských domovoch.

**Dáta z registra zamestnancov** sme stiahli vo forme xml pomocou tlačidla „Stiahnuť všetkých zamestnancov“. Na načítanie dát z xml formátu existuje funkcia `read_xml` z knižnice `pandas`. Táto metóda sa však najviac hodí na čítanie „plochých“ xml súborov, čo nebol náš prípad. Keďže existovalo hneď niekoľko úrovní vnorenia, na načítanie sme napísali našu vlastnú rekurzívnu funkciu. Pri následnej exploratívnej analýze sme si všimli, že dáta síce zrejme obsahujú mená všetkých zamestnancov, avšak pri neaktuálnych úväzkoch neobsahujú žiadne ďalšie informácie. Z dát teda nevieme získať údaje o pracoviskách a úväzkoch už neaktuálnych zamestnancov. Tieto dáta teda nie sú vhodné na zodpovedanie otázok týkajúcich sa časového vývoja počtov zamestnancov. Dáta sme napokon predspracovali aspoň do formy, kde sa nachádzajú iba súčasní zamestnanci, ich pracoviská, typy zamestnania a typy úväzkov.

Z vyššie spomenutého dôvodu sme boli nútení nájsť iný zdroj, z ktorého by sme získali historické údaje o zamestnancoch. **Centrum vedecko-technických informácií SR** poskytuje dáta o počtoch učiteľov a absolventov jednotlivých univerzít a fakúlt pre roky 2009-2022 vo forme excel súborov. Dáta o učiteľoch sú rozdelené na učiteľov na plný úväzok verzus kratší pracovný úväzok, ktorý nie je bližšie špecifikovaný. Dáta obsahujú zložené stĺpce s pracovnými pozíciami a titulmi, pre každý rok je potrebné načítať viacero hárkov a každý rok má separátny excel súbor. Výhodou je, že tieto tabuľky majú pre všetky roky rovnaký formát. Dáta sme načítali do jednej sumárnej tabuľky s počtami zamestnancov pre jednotlivé fakulty a jednotlivé roky. Do ďalšej tabuľky sme načítali dáta členené podľa titu-

---

<sup>3</sup><https://www.cvtisr.sk/cvti-sr-vedecka-kniznica/informacie-o-skolstve/statistiky/statisticka-rocenka-publikacia/statisticka-rocenka-vysoke-skoly.html>

<sup>4</sup>[https://datacube.statistics.sk/#!/view/sk/VBD\\_SLOVSTAT/sp2038ms/v\\_sp2038ms\\_00\\_00\\_00\\_sk](https://datacube.statistics.sk/#!/view/sk/VBD_SLOVSTAT/sp2038ms/v_sp2038ms_00_00_00_sk)

lov a stupňov kariéry pre jednotlivé fakulty a roky. Do poslednej tabuľky sme načítali dáta o počtoch absolventov v rôznych stupňoch štúdia. Nakoľko dáta o dotáciách neboli členené na fakulty, rozhodli sme sa túto informáciu odstrániť aj pri týchto dátach tak, že sme ich zoskupili podľa univerzít. Z rovnakého dôvodu sme do výberu zahrnuli iba verejné vysoké školy. Ich názvy sme prispôbili skratkám z tabuliek o dotáciách. Takto upravené dáta sme uložili do csv súborov, ktoré sú pripravené na analýzu a nevyžadujú takmer žiadne úpravy na to, aby sa dali vizualizovať.

### 3 Analýza dát

Na počiatku sme sa zoznámili s dátami a vykonali exploratívnu analýzu. Tu sú uvedené niektoré jej výsledky.

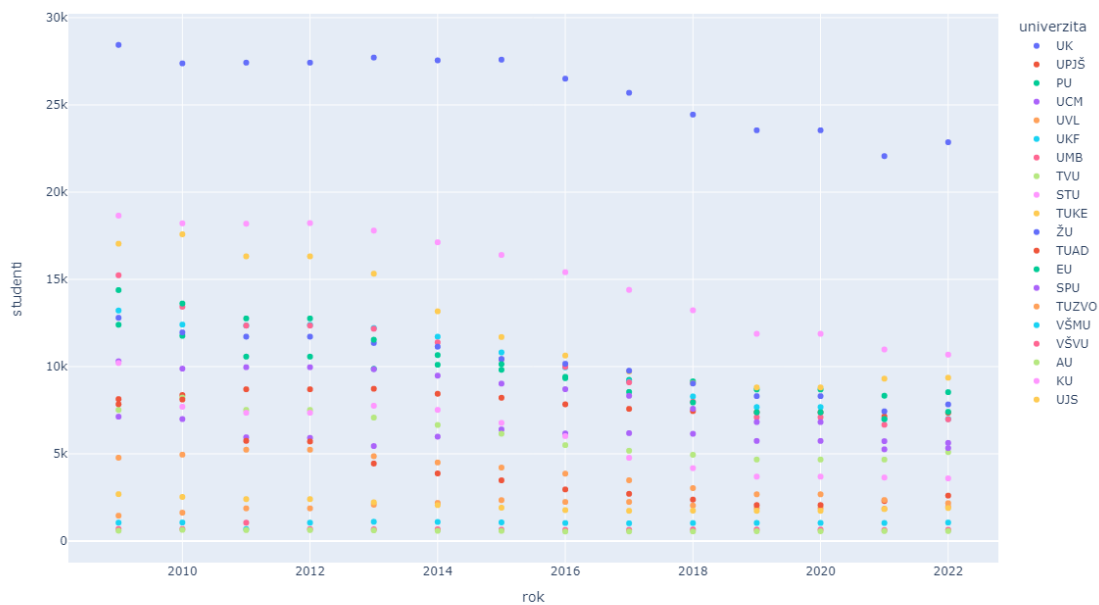
Chceli sme zistiť, ako sa na univerzitách menil počet zamestnancov na jednotlivých pozíciách v čase. Pozície, ktoré sme sledovali boli profesor, docent, hosťujúci profesor, odborný asistent, lektor a asistent.

Ako môžeme vidieť, počet odborných asistentov kontinuálne klesá s výnimkou jemného rastu medzi rokmi 2016 - 2018. Naopak, jemne rastie počet docentov. Predpokladáme, že hlavnou príčinou je, že časť odborných asistentov postúpila na miesta docentov.



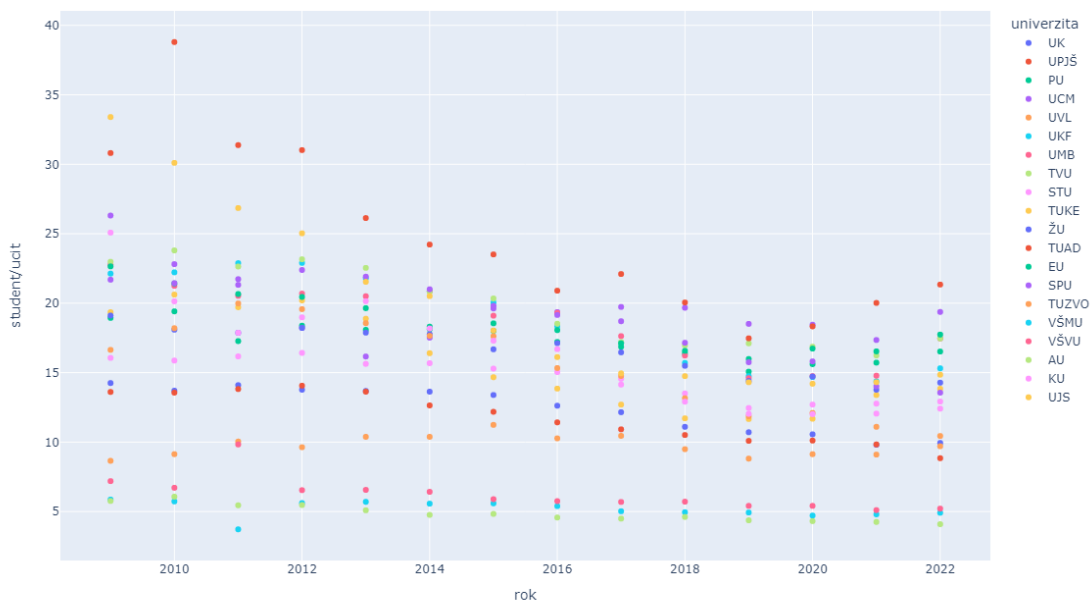
Obr. 1: Typy zamestnancov

V ďalšom kroku sme zisťovali, ako sa mení počet študentov VŠ. Ako je vidno na obrázku 2, vysoké školy, ktoré majú kontinuálne menej študentov, ich počty stagnujú, ale pre väčšie VŠ počty študentov klesajú.



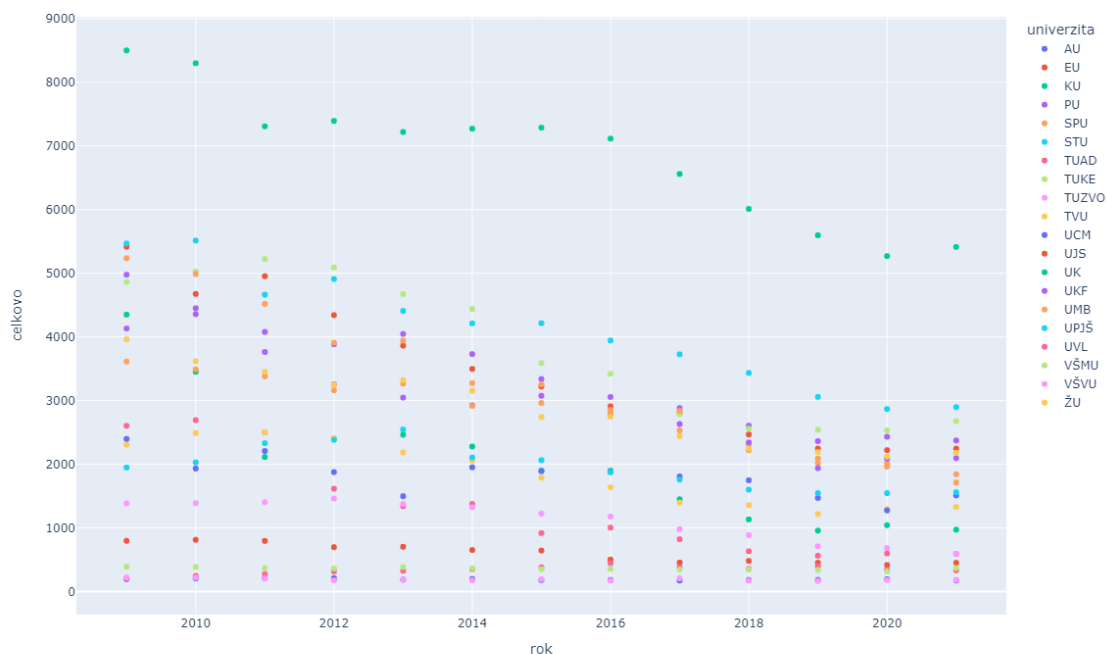
Obr. 2: Študenti

Najviac študentov na jedného učiteľa má dlhodobo Technická univerzita Alexandra Dubčeka. I keď sa rozdiel medzi jednotlivými univerzitami postupne znižuje.



Obr. 3: Študent na učiteľa

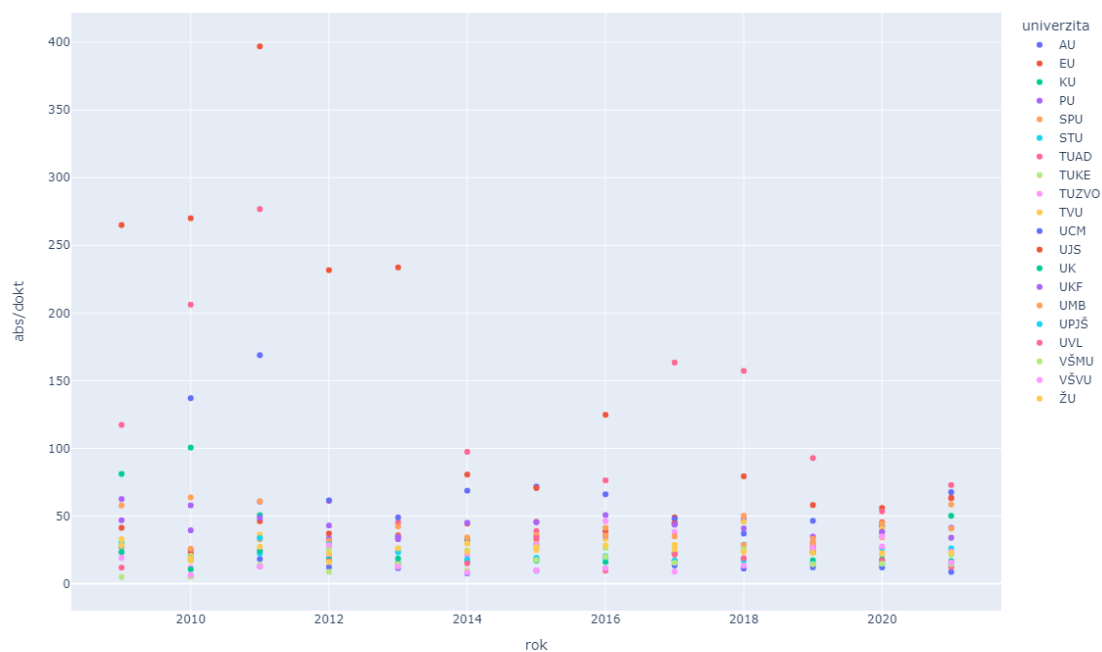
Keďže počet študentov časom mierne klesá, pozreli sme sa aj na to, ako je na tom počet absolventov celkovo. Ako je vidno na obrázku 4, počet absolventov klesá strmšie, ako počet študentov VŠ.



Obr. 4: Počet absolventov celkovo

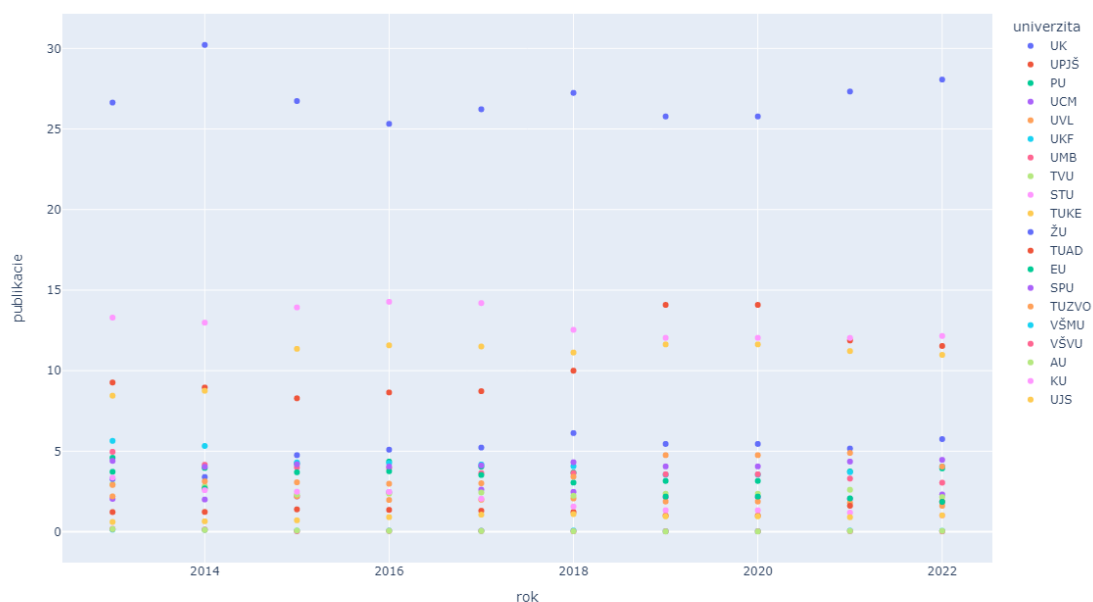
Zaujímavý je pomer absolventov a absolventov doktorandov na obrázku 5, kde do roku 2014 majú niektoré školy celkom vysoký pomer absolventov ku absolventom doktorandom, ale od roku 2014 to začne klesať, okrem výkyvu Technickej univerzity Alexandra Dubčeka. Zaujímavým pozorovaním, je posledných 5 univerzít v roku 2022, ktorými sú UK<sup>5</sup>, VŠVU, VŠMU, UVL a AU, ktoré majú pomer pod 17 absolventov na jedného absolventa doktorandského štúdia.

<sup>5</sup>tabuľka so skratkami a celými názvami je v tabuľke 5 v poslednej sekcii



Obr. 5: Doktorandi absolventi pomer

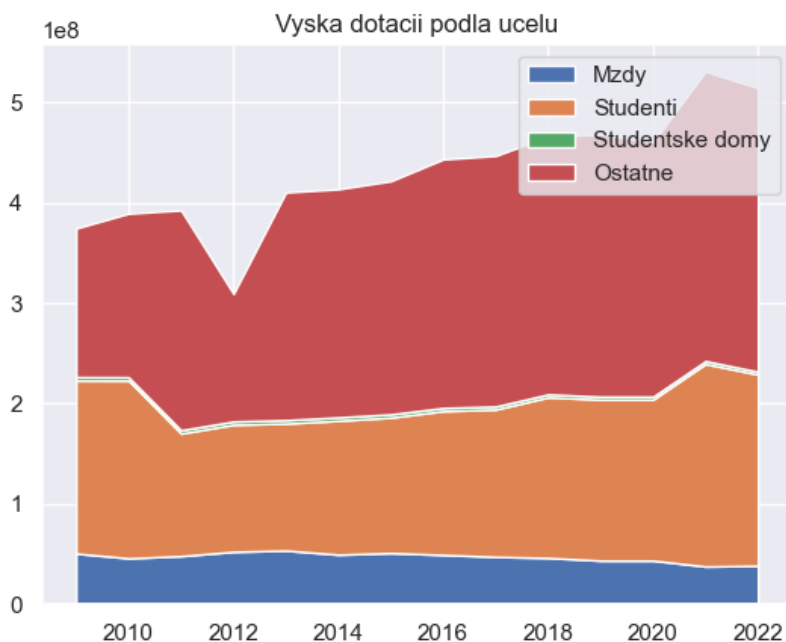
Podiel na publikačnej činnosti má najväčší Univerzita Komenského a to viac ako štvrtinový. Ak spočítame 4 univerzity s najväčším podielom, ktorými sú UK, STU, UPJŠ a TUKE, tak ich podiel na publikačnej činnosti je viac ako polovica.



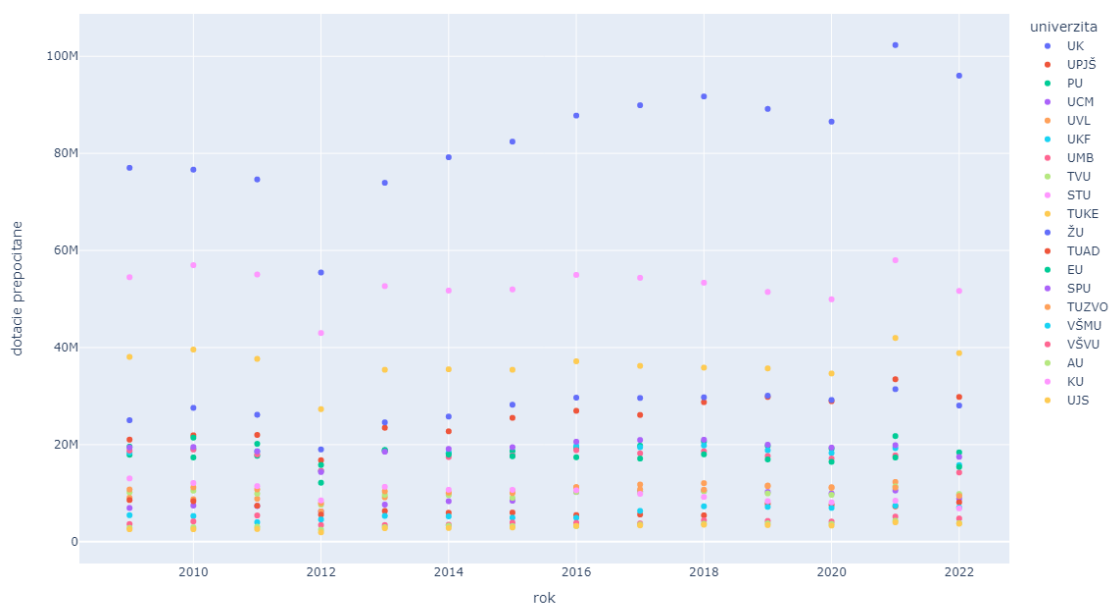
Obr. 6: Publikačná činnosť - pomer

Keď sa pozrieme na dotácie celkovo tak vidíme, že majú jemne stúpajúci charakter

(obr. 8), čo sa ale až tak neprejavuje pri mzdách, dokonca je vidieť mierny pokles. Jediným rozdielom v dotáciách je rok 2012, kde pre všetky nastal signifikantný pokles. Na obrázku 7 sme si nechali zobrazit' rozdelené dotácie podľa účelu. Z grafu je vidieť, že približne polovica príjmov je tvorená z dotácií na študentov a mzdy, zato dotácie na študentské domovy tvoria minimálny podiel.

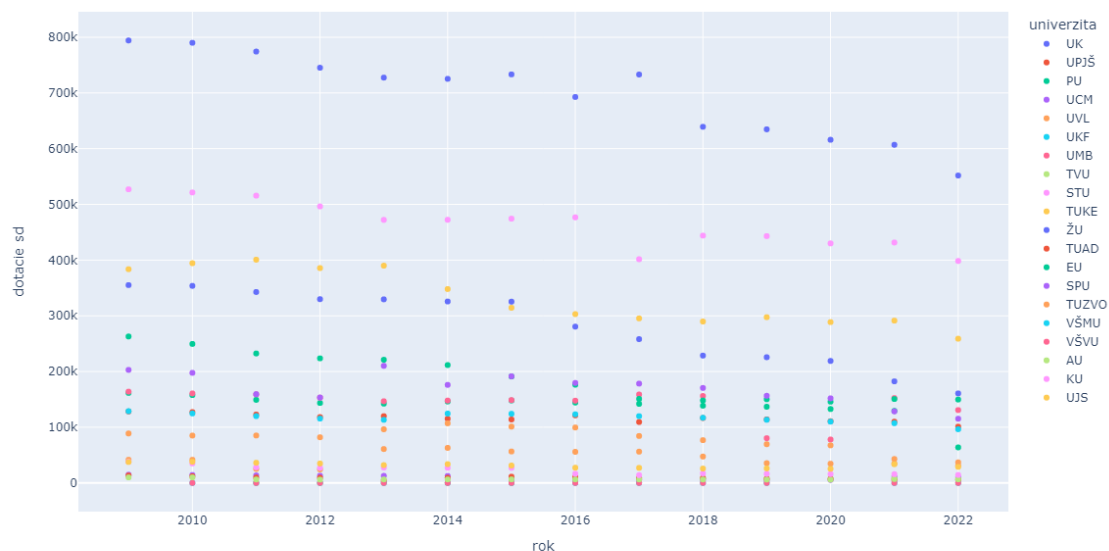


Obr. 7: Výška dotácií podľa účelu

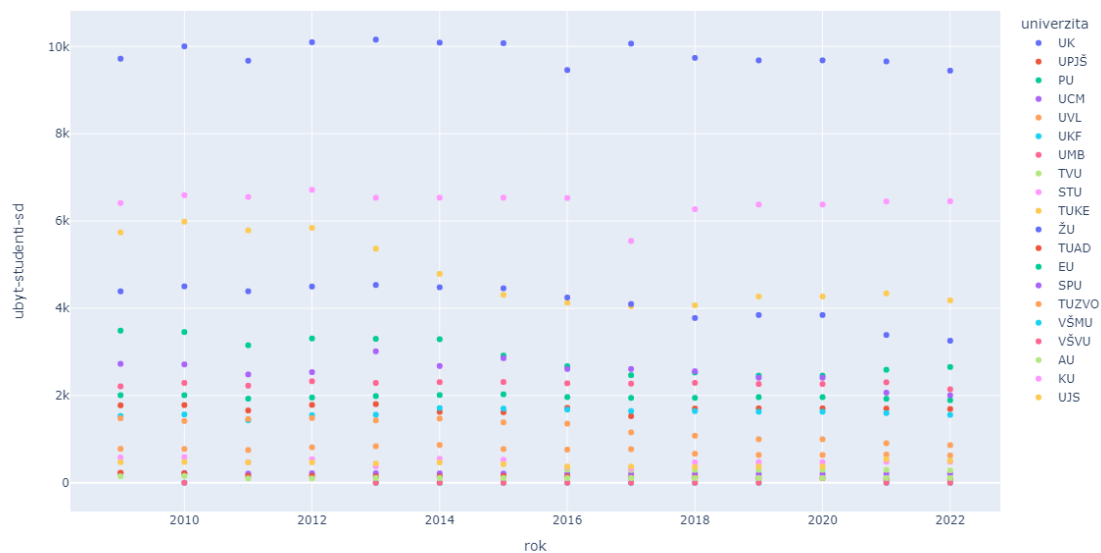


Obr. 8: Dotácie pre jednotlivé VŠ

Pre zaujímavosť sme sa pozreli aj na dotácie na študentské domovy a počty ubytovaných. Podľa obrázku 9 a obrázku 10 môžeme vidieť, že napriek tomu, že sa počet ubytovaným nijako zásadne nemenil, pridelené financie sa zmenšovali.



Obr. 9: Študentské domovy - dotácie



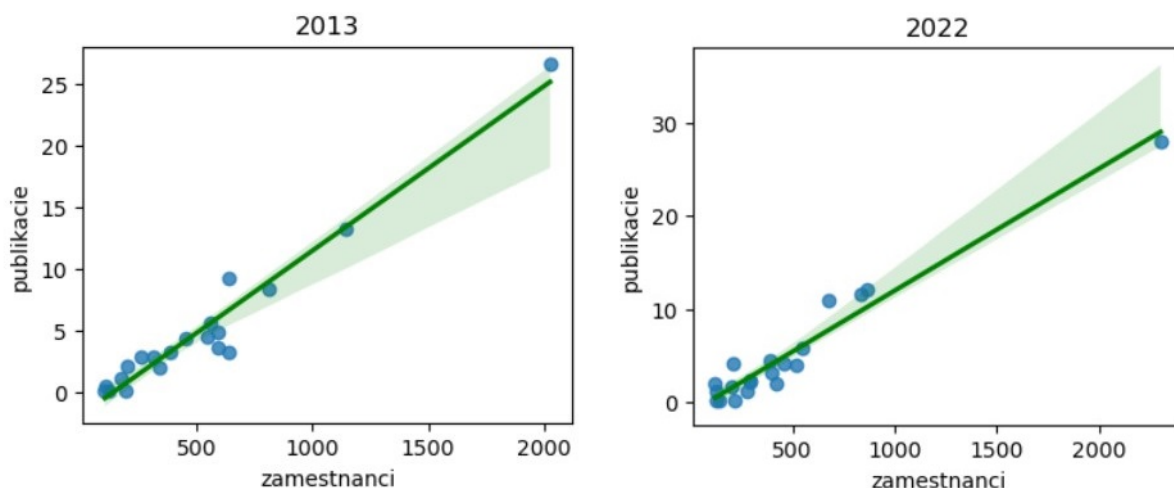
Obr. 10: Študentské domovy - počet ubytovaných



### 3.1 Publikácie a počet zamestnancov

**Je medzi publikačným podielom a počtom zamestnancov lineárny vzťah?**

Na základe výsledkov na obrázku 6 sme si priblížili vzťah medzi podielom publikácií a počtom zamestnancov. Našli sme, že medzi podielom na publikačnej činnosti a počtom učiteľov je lineárny vzťah.

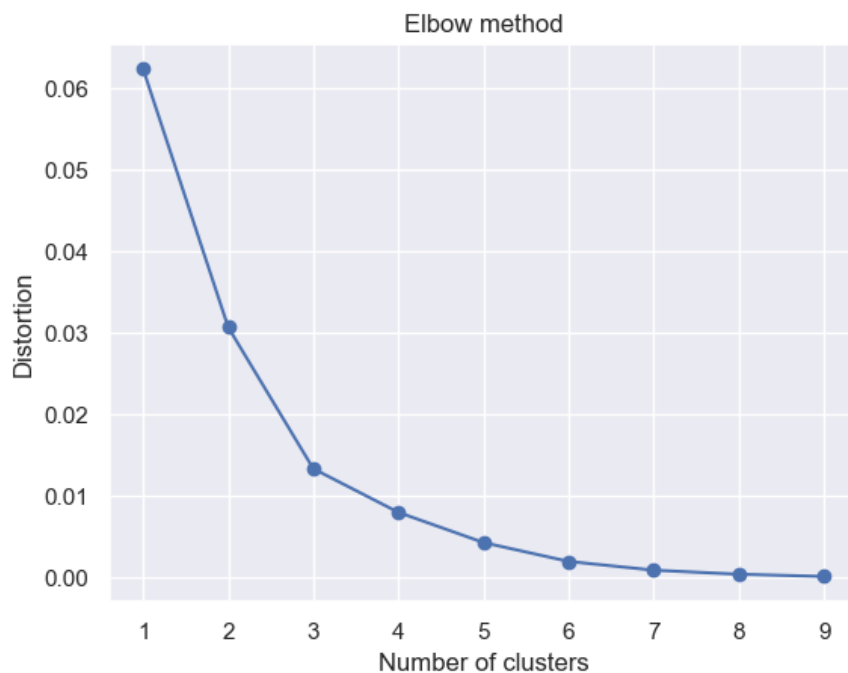


Obr. 11: Publikačný pomer na počet zamestnancov

### 3.2 Zamestnanci podľa stupňa kariéry

**Ako sa vyvíja počet zamestnancov s rôznym stupňom kariéry?**

V nasledujúcej časti sme sa pozreli na to, ako vyzerajú rôzne univerzity z pohľadu pomerov zamestnancov podľa stupňa kariéry. Pri zamestnancoch podľa typu evidujeme 5 rôznych skupín (asistenti, odborní asistenti, lektori, docenti a profesori). Zaujímalo nás, či sú nejaké trendy v týchto pomeroch. Použili sme metódu KMeans clustering a zhlukujeme 10 najväčších univerzít v roku 2022 (podľa rozpočtu), podľa toho, aké mali percentuálne podiely na všetkých zamestnancoch. Keďže typ vstupných dát boli percentá (všetky rovnakého typu), neštandardizujeme ich.



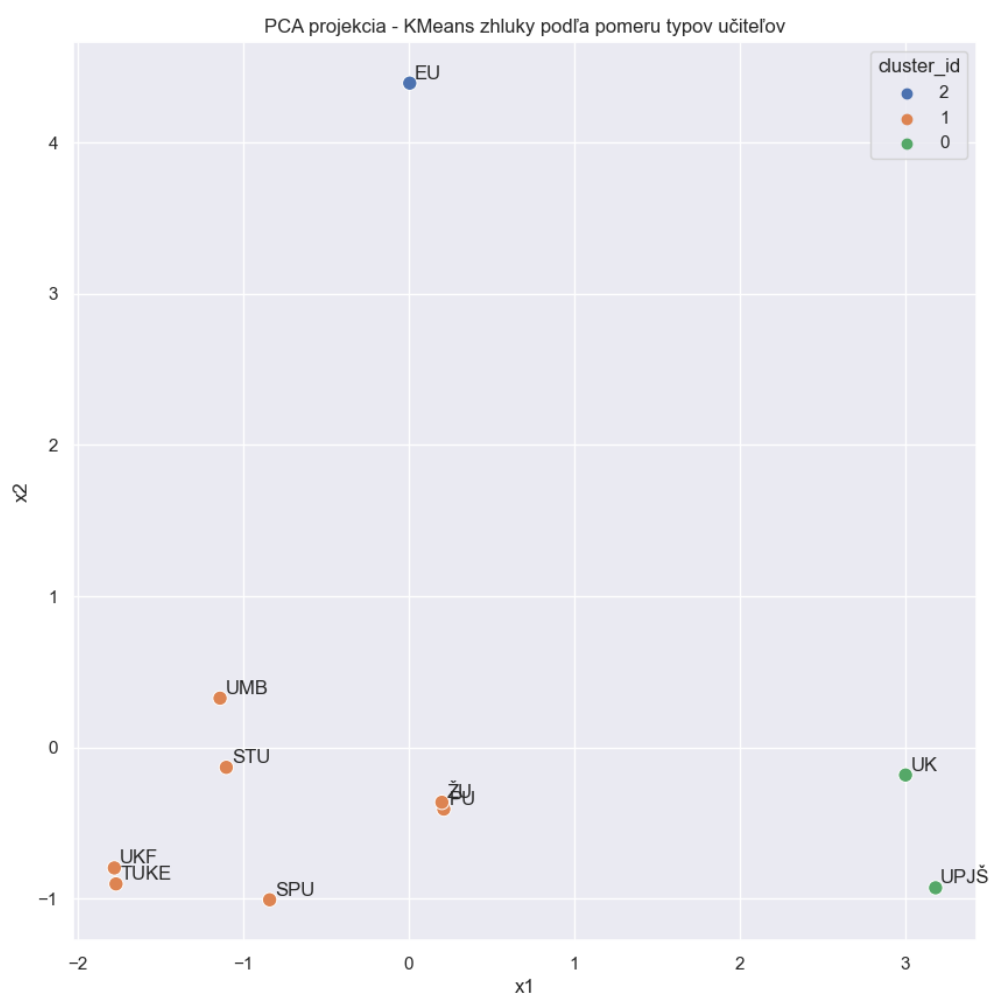
Obr. 12: Elbow method

Počet zhlukov sme určili na 3 pomocou elbow metódy (na obr.12). Výsledné nájdené zhluky aj so vstupnými dátami uvádzame v tabuľke??. Pomocou KMeans sme dostali 1 skupinu s jediným prvkom (EU), ďalšiu skupinu s 2 prvkami (UK a UPJŠ) a zvyšných 7 škôl je v tretej skupine.

Z tabuľky môžeme vidieť, že EU je špecifická tým, že má výrazne vyšší podiel odborných asistentov a zároveň veľmi malý podiel profesorov. Rozdiel medzi druhou skupinou (UK a UPJŠ) a zvyšnými školami spočíva zasa pravdepodobne v relatívne nízkom podiele docentov a naopak vysokom podiele asistentov. Takže toto rozdelenie je opodstatnené a vieme ho vysvetliť.

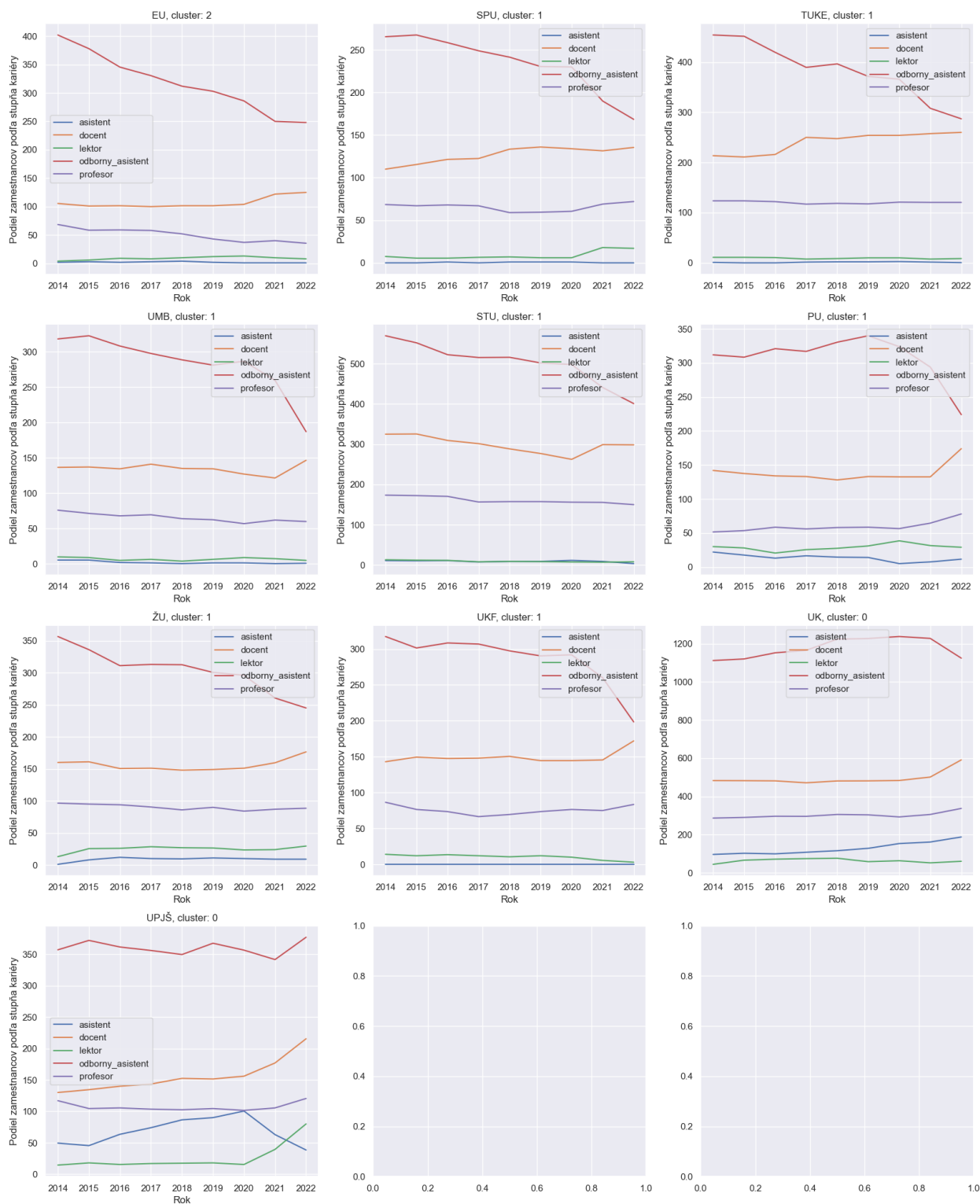
univerzita	asistent	docent	lektor	odborny_asistent	profesor	cluster_id
ŽU	1.6%	32.2%	5.4%	44.7%	16.1%	0
PU	2.2%	33.7%	5.6%	43.4%	15.1%	0
SPU	0.0%	34.5%	4.3%	42.9%	18.3%	0
STU	0.4%	34.7%	0.9%	46.6%	17.4%	0
UMB	0.3%	36.7%	1.3%	46.8%	15.0%	0
UKF	0.0%	37.6%	0.7%	43.4%	18.3%	0
TUKE	0.1%	38.4%	1.3%	42.4%	17.8%	0
UK	8.2%	25.7%	2.6%	48.9%	14.6%	1
UPJŠ	4.6%	25.9%	9.6%	45.3%	14.5%	1
EU	0.2%	29.9%	1.9%	59.4%	8.5%	2

Tabuľka 1: Tabuľka podielov zamestnancov v jednotlivých stupňoch kariéry



Obr. 13: PCA projekcia zhlukov na základe podielov zamestnancov v jednotlivých stupňoch kariéry

Zhluky si ešte vizualizujeme pomocou transformácie PCA metódou do 2-rozmernej projekcie<sup>13</sup>. Vidíme teda aj graficky, že univerzity, ktoré sú v osobitných zhlukoch, sú skutočne ďaleko od seba a 7 škôl v jednom zhluku je veľmi blízko seba.



Obr. 14: Vývoj počtov zamestnancov v rôznych stupňoch kariéry

Následne sme sa pozreli na vývoj počtu zamestnancov v týchto skupinách na jednotlivých školách 14. Keďže sme zhlucovali len stavu v poslednom roku, zhluky nesúvisia s trendom vývoja v čase, ale len s výsledkom. Napriek tomu vidíme, že EU (zhluk 2) má jediná mierne klesajúci trend profesorov a odstup odborných asistentov od ostatných typov vyučujúcich je výraznejší ako na iných školách (aj keď trend v čase je silne klesajúci). Rovnako aj UK a UPJŠ v samostatnom clustri 0 sa líšia od ostatných škôl tým, že v posledných rokoch im narozdiel od zvyšných škôl neklesajú počty odborných asistentov. Z týchto dát nevieme povedať, aká časť týchto zmien je spôsobená preskupovaním medzi skupinami v rámci pôsobiacich vyučujúcich (najmä zvyšovaním stupňa) a aká časť je spôsobená odchodmi a príchodmi, no predpokladáme, že ide o kombináciu oboch.

### 3.3 Pracoviská zamestnancov

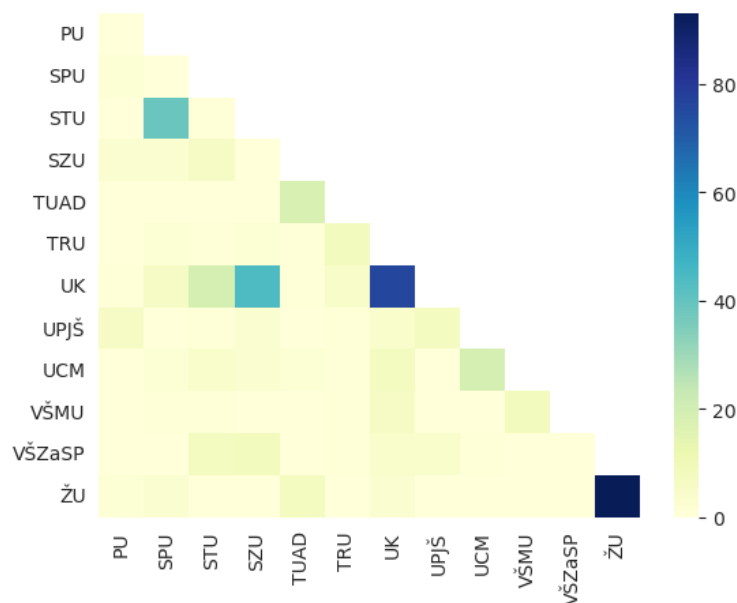
#### Pracujú zamestnanci aj na viacerých pracoviskách?

Podľa dát z portálu vysokých škôl aktuálne pracuje na viac ako jednom pracovisku približne 4.31% zamestnancov vysokých škôl. Maximálna suma všetkých úväzkov zamestnanca vyšla 200%.

Počet rôznych pracovísk	Zamestnanci
1	13133
2	578
3	14

Tabuľka 2: Zamestnanci a počet pracovísk

Pokúsili sme sa analyzovať, ktoré univerzity majú najväčší prekryv zamestnancov. Získali sme počty zamestnancov pracujúcich na dvojiciach univerzít súčasne. Na obrázku 15 sú zobrazené počty tých zamestnancov, ktorých daná dvojica univerzít zdieľa. Na diagonále sa nachádzajú zamestnanci, ktorí sú zdieľaní rôznymi fakultami tej istej univerzity. Do tohto grafu sme spomedzi všetkých univerzít vybrali len tie, ktoré s aspoň jedným iným pracoviskom, zdieľajú viac ako 5 zamestnancov.



Obr. 15: Heatmap

### 3.4 Učitelia a študenti

#### Znižuje sa počet zamestnancov zároveň s počtom študentov?

V ďalšej časti sme sa zamerali na vzťah medzi počtom učiteľov a počtom študentov v priebehu rokov, ktorý je zobrazený na obrázku 16. Každý graf zachytáva jednu univerzitu v období rokov 2014 - 2022. Body na grafe sú jednotlivé roky, pričom sme body pospájali, aby sme videli aj postupný vývoj v čase. Čierna priamka je lineárna regresná priamka, vysvetľujúca počet učiteľov v závislosti od počtu študentov v daný rok.

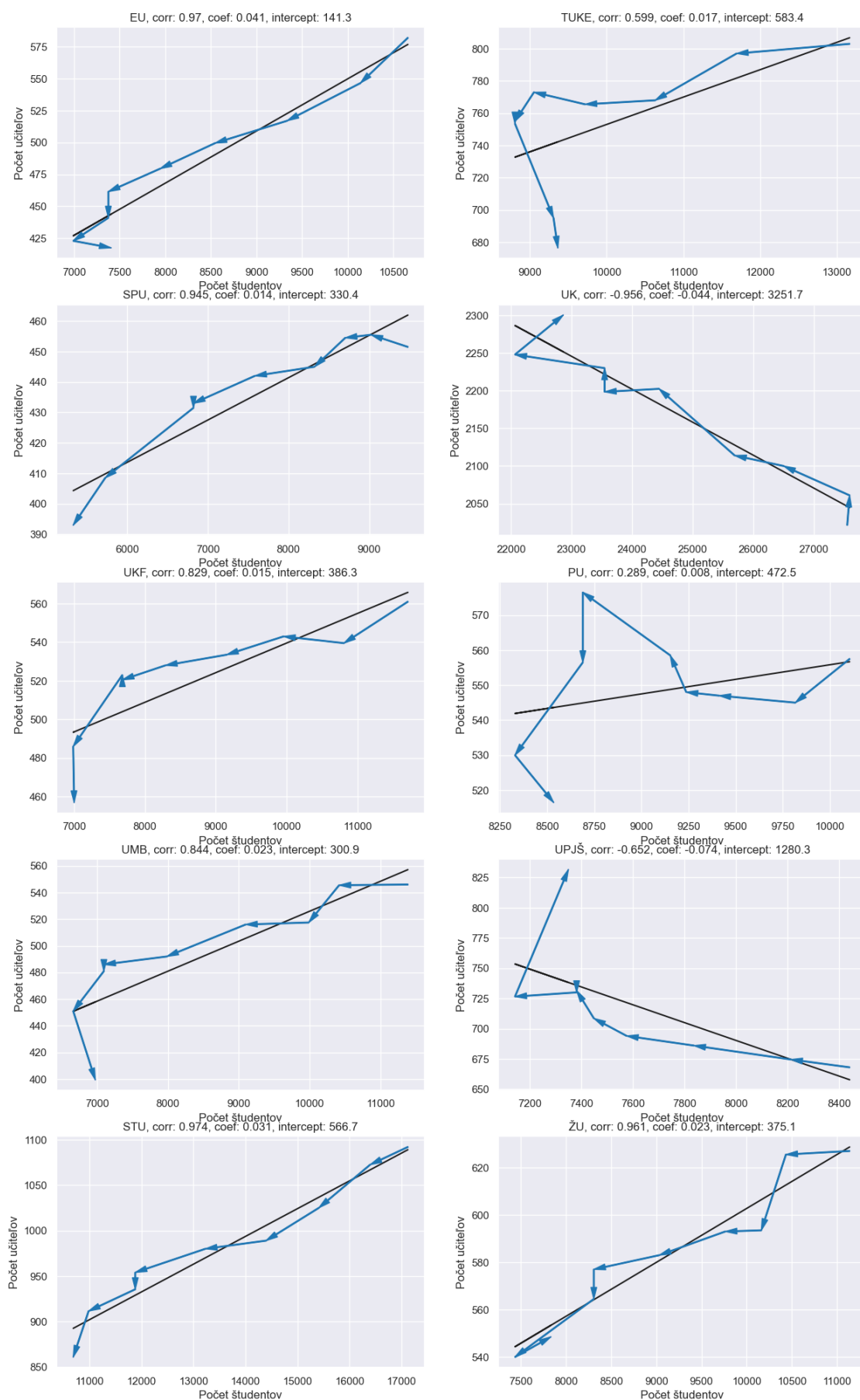
Vizualizáciu dopĺňame o tabuľku 3, ktorej uvádzame hodnoty korelačných koeficientov a koeficientov  $\beta_0$  a  $\beta_1$  regresného modelu.

Ako môžeme vidieť, na väčšine univerzít je tento vzťah lokálne lineárny. Korelačné koeficienty medzi dvoma premennými, až na niekoľko výnimiek (PU: 0.29, TUKE: 0.59, UPJŠ: -0.65), nadobúdajú hodnoty menšie ako  $<-0.8$  alebo  $>0.8$ , takže korelácia je silná.

Jediné dve univerzity s negatívnym vzťahom sú UK a UPJŠ, na oboch školách v priebehu rokov klesá počet študentov a súčasne rastie počet učiteľov. Zvyšné sledované univerzity majú veľmi podobný vývoj, obe hodnoty v čase klesajú.

Okrem vzťahu vidíme aj niektoré špecifické situácie, napr. v prípade TUKE, kde v jednom roku nastal výrazný prepád počtu zamestnancov alebo UPJŠ, kde naopak v poslednom roku počet zamestnancov výrazne stúpol.

Tieto grafy popisujú koreláciu, nie kauzalitu. Keďže okrem samostatných bodov vidíme aj postupný posun bodov v čase, nabáda nás k to k interpretácii, že medzi premennými nastáva "korekcia", teda jedna premenná reaguje na zmenu druhej. Ilustrujeme to na príklade UMB alebo ŽU, kde v oboch prípadoch v prvom kroku výrazne klesol počet študentov, zatiaľ



Obr. 16: Vývoj vzťahu medzi počtom študentov a učiteľov podľa univerzít

čo počet učiteľov ostal konštantný a následne v ďalšom roku poklesol aj počet učiteľov. Týmto vznikajú v grafe "schodyökolo regresnej priamky. Napriek tomu by ale usudzovanie kauzálneho vzťahu bola iba špekulácia a jeho potvrdenie by si vyžadovala ďalšie skúmanie.

univerzita	korelačný koeficient	$\beta_1$	$\beta_0$
EU	0.970	0.041	141.3
TUKE	0.599	0.017	583.4
SPU	0.945	0.014	330.4
UK	-0.956	-0.044	3251.7
UKF	0.829	0.015	386.3
PU	0.289	0.008	472.5
UMB	0.844	0.023	300.9
UPJŠ	-0.652	-0.074	1280.3
STU	0.974	0.031	566.7
ŽU	0.961	0.023	375.1

Tabuľka 3: Korelačný koeficient a koeficienty regresného modelu

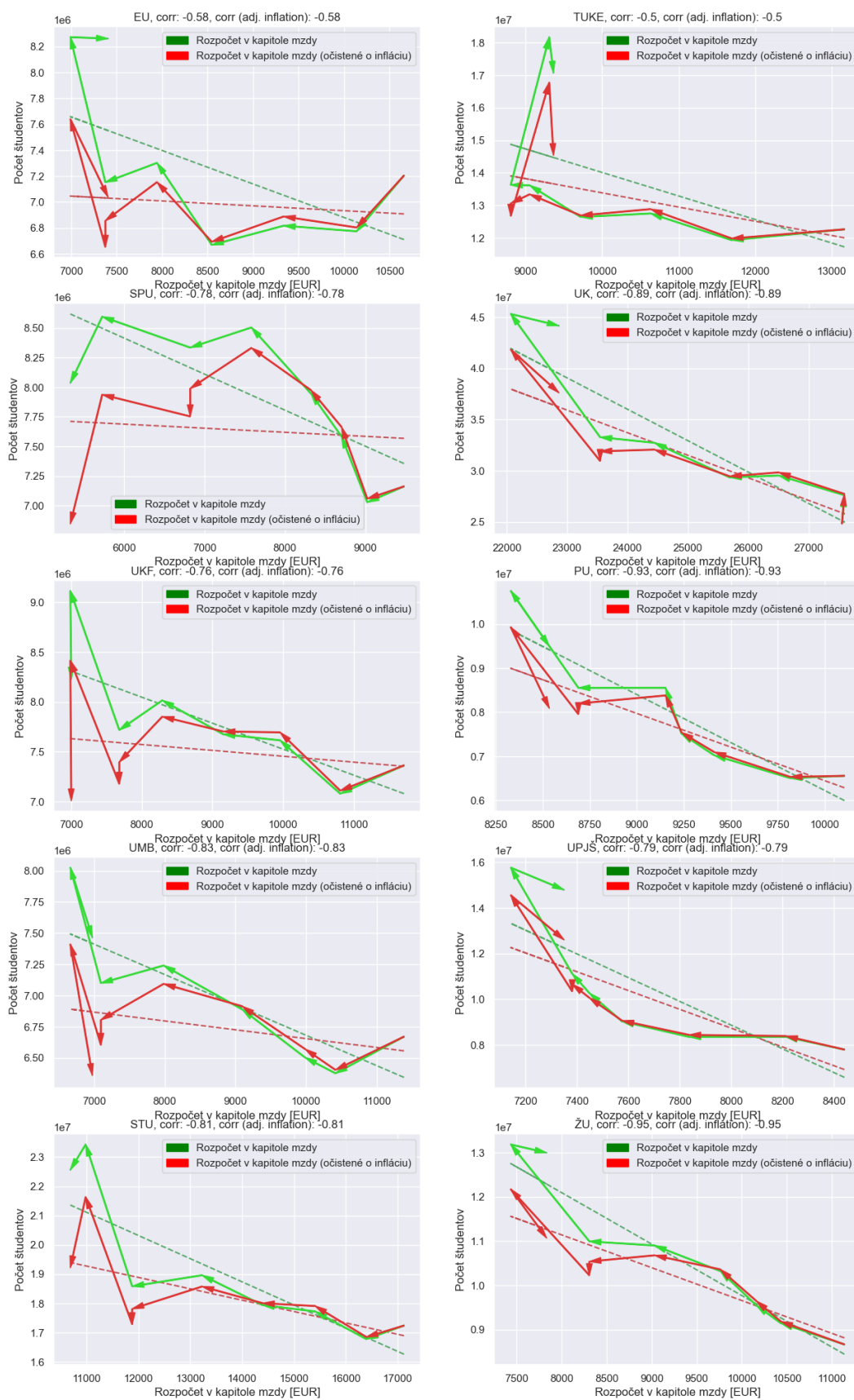
### 3.5 Počet študentov a rozpočet na mzdy

#### Závisí počet študentov a rozpočet na mzdy zamestnancov?

Nižšie sme postup zopakovali, no ako závislú premennú sme použili namiesto počtu učiteľov rozpočet v kapitole mzdy. Tento vzťah je o niečo presnejší, predovšetkým kvôli neúplnej informácii o výške skutočných úväzkov zamestnancov popísanej v časti vyššie. Okrem rozpočtu v nominálnej hodnote (zelená) vykresľujeme aj vzťah pre rozpočet očistený o infláciu.

Na základe tabuľky 4 vidíme, že tieto dve premenné sú silne negatívne korelované, teda súbežne na univerzitách s klesajúcim počtom študentov rastie rozpočet v kapitole na mzdy zamestnancov. Ak rozpočet očistíme o infláciu, korelácia je slabšia (najmä EU, SPU, UMB a UKF) a sklon regresnej priamky je výrazne miernejší. Zaujímavosťou je, že inflácia v rokoch 2015 a 2016 bola dokonca pozitívna.





Obr. 17: Vývoj vzťahu medzi počtom študentov a rozpočtom v kapitole mzdy zamestnancov podľa univerzít

univerzita	$\rho$	$\beta_1$	$\beta_0$	$\rho'$	$\beta'_1$	$\beta'_0$
EU	-0.58	-258.7	9467010.4	-0.16	-37.5	7307110.9
SPU	-0.78	-304.2	10239236.4	-0.10	-34.4	7894481.9
TUKE	-0.50	-720.9	21220096.9	-0.44	-435.5	17739237.8
UMB	-0.83	-243.4	9115483.2	-0.37	-70.8	7362306.4
STU	-0.81	-792.0	29821025.8	-0.64	-388.4	23544296.1
PU	-0.93	-2175.4	27980113.9	-0.87	-1525.1	21698838.0
ŽU	-0.95	-1162.6	21394812.5	-0.91	-741.3	17070670.5
UKF	-0.76	-259.9	10125875.3	-0.23	-58.7	8042443.0
UK	-0.89	-3061.8	109472907.8	-0.88	-2200.0	86504011.5
UPJŠ	-0.79	-5200.4	50465008.7	-0.82	-4119.5	41684591.5

Tabuľka 4: Korelačný koeficient a koeficienty regresného modelu

## 4 Záver

V tomto projekte sme skúmali dáta týkajúce sa financovania vysokých škôl a snažili sme sa odpovedať na otázku, ako sa vysoké školy prispôbujú zmenám v rozpočte. Museli sme sa vysporiadať s rôznymi typmi súborov s dátami a vytvoriť z nich také, s ktorými sme vedeli pracovať. V prvej časti spracovania dát sme sa venovali exploratívnej analýze, kde sme sa snažili zoznámiť s dátami a graficky vypozerovať špecifiká a trendy v čase. V ďalšej časti sme sa bližšie pozreli na pomery vyučujúcich podľa stupňa kariéry, pomocou metódy Kmeans sme si ich rozdelili do zhlukov a pozreli sa na to, ako sa pomery vyvíjajú po rokoch. Zistili sme že medzi publikačným podielom a počtom zamestnancov univerzít je lineárny vzťah. Taktiež, čo sa týka zamestnancov, na väčšine univerzít klesá počet odborných asistentov a stúpa počet docentov. Zaujímavé je, že 14 zamestnancov pracuje zároveň až na troch univerzitách. V poslednej časti sme skúmali vzťah medzi externými faktormi a počtom zamestnancov, respektíve rozpočtom určeným na mzdy zamestnancov. Pomocou lineárnej regresie sme zistili, že počet študentov ako nezávislá premenná dobre vysvetľuje počet učiteľov a medzi týmito dvoma premennými je zrejme lineárny vzťah. Rovnaký postup sme zopakovali so závislou premennou rozpočet na mzdy, kde je však volatilita väčšia a korelácia slabšia.

## 5 Skratky

univerzita	skratka
Univerzita Komenského v Bratislave	UK
Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach	UPJŠ
Prešovská univerzita v Prešove	PU
Univerzita sv. Cyrila a Metoda v Trnave	UCM
Univerzita veterinárskeho lekárstva v Košiciach	UVL
Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre	UKF
Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici	UMB
Trnavská univerzita v Trnave	TVU
Slovenská technická univerzita v Bratislave	STU
Technická univerzita v Košiciach	TUKE
Žilinská univerzita v Žiline	ŽU
Trenčianska univerzita v Trenčíne	TUAD
Ekonomická univerzita v Bratislave	EU
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre	SPU
Technická univerzita vo Zvolene	TUZVO
Vysoká škola múzických umení v Bratislave	VŠMU
Vysoká škola výtvarných umení v Bratislave	VŠVU
Akadémia umení v Banskej Bystrici	AU
Katolícka univerzita v Ružomberku	KU
Univerzita J. Selyeho	UJS
Slovenská zdravotnícka univerzita v Bratislave	SZU
Vysoká škola zdravotníctva a sociálnej práce sv. Alžbety v Bratislave, n. o.	VŠZaSP

Tabuľka 5: Celé názvy univerzít a ich skratky