

Univerzita Karlova

Filozofická fakulta

Katedra sociologie

Diplomová práce



Bc. Jan Beneš

Kompetence 4.0: sebehodnocení kompetencí spojených se 4. průmyslovou revolucí u vybraných studentů z FF a PŘF UK

Competence 4.0: self-assessment of competences related to the 4th industrial revolution in selected students from the Faculty of Arts and Faculty of Science of Charles University

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně, že jsem řádně citoval všechny použité prameny a literaturu a že práce nebyla využita v rámci jiného vysokoškolského studia či k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne 12. prosince 2023

.....

Bc. Jan Beneš

Poděkování

Z celého srdce děkuji mé vedoucí Ing. Martině Sieber, Ph.D. za vedení nejen této diplomové práce, ale také za profesní a intelektuální vedení během celého mého bakalářského a navazujícího magisterského studia na katedře sociologie. Rád bych ještě poděkoval mým kolegům z Govlabu, se kterými jsem měl možnost konzultovat diplomovou práci a také kantorům z katedry sociologie za konzultace k dílčím tématům této práce.

Abstrakt

Diplomová práce se věnuje tématu měření kompetencí spojených se 4. průmyslovou revolucí nebo průmyslem 4.0 u vzorku bakalářských studentů z přírodovědecké a filozofické fakulty Univerzity Karlovy. Cílem práce je vytvoření a otestování modelu kompetencí spojených se 4. průmyslovou revolucí. Dílčím cílem je porovnávání úrovně sebehodnocených kompetencí u vzorku bakalářských studentů dle fakulty, studijního programu a ročníku. V práci je realizována fokusní skupina a dotazníkové šetření, kterého se celkem účastnilo 863 bakalářských studentů z přírodovědecké a filozofické fakulty. Model kompetencí spojených se 4. průmyslovou revolucí je testován pomocí konfirmační faktorové analýzy a rozdíly v úrovních jednotlivých kompetencí jsou u vzorku studentů analyzovány pomocí parametrických a neparametrických metod. Konfirmační faktorová analýza s využitím odhadem *WLSMV* prokázala, že hierarchický model kompetencí je v dobré shodě s naměřenými daty ($CFI = 0.973$, $TLI = 0.967$, $RSMEA = 0.055$, $SRMR = 0.058$) a je možné ho aplikovat při měření kompetencí. Výsledkem porovnávání sebehodnocených kompetencí je, že mezi vzorkem studentů z přírodovědecké a filozofické fakulty nejsou statisticky významné rozdíly v sebehodnocení kompetencí 4.0. Žádné statisticky významné rozdíly v sebehodnocených kompetencích 4.0 nejsou ani mezi studenty z různých studijních programů na obou fakultách. U vzorku studentů z přírodovědecké fakulty se prokázalo, že nejsou statisticky významné rozdíly v sebehodnocených kompetencích 4.0 mezi jednotlivými ročníky. Diplomová práce je unikátním příspěvkem v politicko-ekonomické debatě na téma připravenosti vysokoškolských studentů při vstupu na pracovní trh v kontextu 4. průmyslové revoluce.

Klíčová slova

vzdělávání, hodnocení, kompetence, 4. průmyslová revoluce

Abstract (in English)

The master's thesis addresses the topic of measuring competencies associated with the 4th industrial revolution or Industry 4.0 among a sample of bachelor students from the Faculty of Science and Faculty of Arts at Charles University. The aim of the thesis is to create and test a model of competencies related to the 4th industrial revolution. A sub-objective is to compare the self-assessed competency levels among the sample of bachelor students based on faculty, study program, and academic year. The thesis includes a focus group and a questionnaire survey, in which a total of 863 bachelor students from the Faculty of Science and Faculty of Arts participated. The model of competencies related to the 4th industrial revolution is tested using confirmatory factor analysis, and differences in the levels of individual competencies are analyzed among the sample of students using parametric and non-parametric methods. Confirmatory factor analysis with *WLSMV* estimation demonstrated that the hierarchical model of competencies is in good agreement with the collected data ($CFI = 0.973$, $TLI = 0.967$, $RSMEA = 0.055$, $SRMR = 0.058$), and it can be applied in measuring competencies. The results of comparing self-assessed competencies indicate that there are no statistically significant differences in the self-assessment of 4.0 competencies between the sample of students from the Faculty of Science and Faculty of Arts. No statistically significant differences in self-assessed 4.0 competencies are found among students in different study programs at both faculties. In the sample of students from the Faculty of Science, it was shown that there are no statistically significant differences in self-assessed 4.0 competencies among different academic years. The master's thesis is a unique contribution to the political-economic debate on the preparedness of university students entering the job market in the context of the 4th industrial revolution.

Keywords

education, valuation, competencies, 4th industrial revolution

Obsah

Úvod.....	8
1 4. Průmyslová revoluce a proměny současného světa	10
1.1 4. Průmyslová revoluce jako světový megatrend	10
1.2 Průmysl 4.0: rámec pro pochopení změn v současném průmyslu	11
1.3 Proměna pracovního trhu během 4. průmyslové revoluce	14
1.4 Jak vysokoškolské vzdělání reaguje na proměnu pracovního trhu?	23
2 Kompetenční model „kompetence 4.0“	26
2.1 Empirický výzkum klíčových kompetencí vysokoškolských studentů v kontextu 4. průmyslové revoluce.....	26
2.2 Kompetence spojené s průmyslem 4.0.....	27
2.3 Dovednosti 21. století	30
2.4 MPSV: Měkké kompetence 4.0	31
2.5 Model kompetencí 4.0.....	32
3 Metody	42
3.1 Struktura empirického výzkumu	42
3.2 Dotazníkové šetření	43
3.3 Fokální skupina.....	46
3.4 Aplikované statistické metody	50
4 Výsledky	52
4.1 Deskriptivní statistika.....	52
4.2 Testování modelu kompetencí 4.0 pomocí CFA.....	53
4.3 Porovnávání kompetencí u vybraných studentů z FF a PŘF UK.....	66
4.4 Přehled zamítnutých a přijatých hypotéz	88
5 Diskuse	89
5.1 Co nám říkají výstupy z porovnávání sebehodnocení studentů?	89
5.2 Co když na vysokých školách vzděláváme neefektivně a špatně?	92
6 Závěr	94
7 Seznam použité literatury.....	95

8	Seznam tabulek, obrázků a grafů	100
8.1	Seznam tabulek:.....	100
8.2	Seznam obrázků.....	101
8.3	Seznam grafů	102
9	Přílohy	103
9.1	Struktura dotazníku	103
9.2	Scénář fokusní skupiny.....	107
9.3	CFA	108
9.4	Tukeyho post-hoc test.....	114

Úvod

4. Průmyslová revoluce. Globální fenomén, který má nezanedbatelné dopady na naše každodenní životy. Před několika lety bychom si s těžkostí představili, že budeme komunikovat s abstraktním nelidským stvořením, které nám lidským jazykem odpovídá na naše otázky a dotazy. Neřekli bychom si, že umělá inteligence může ulehčit práci našich kolegů v práci nebo ve škole. Natož aby byla úspěšným právníkem! Neřekli bychom si, že už dnes autonomní chytrí roboti nahradí lidskou práci v továrnách. Představa, že existuje něco jako virtuální uložště, kam můžu odkládat své věci a mám k nim přístup na celém světě, se zdála jako nereálná. Kdybych před dvaceti lety někomu řekl, že můžu mít občanský průkaz nebo platební kartu v telefonu, tak by si nejspíše poklepal na čelo a řekl by mi, že patřím spíše do blázince než na univerzitu.

Megatrendy spojené se 4. průmyslovou revolucí radikálně mění naše životy – jak po technologické stránce, tak i po sociální. Ale jak to v historii bývalo s velkými změnami, tak i s touto revolucí přicházejí velké výzvy. Některé z nich jsou už známé a popsány, ale bohužel přijdou i ty neznáme a nepředvídatelné. Volatilita a nepředvídatelnost jsou synonymy současného světa. Nevíme zcela jistě, co se stane za několik měsíců a už vůbec nemůžeme předvídat podobu světa za deset let.

V této diplomové práci se zabývám jednou disruptivní změnou, která pozvolně přichází na bedrech této velké globální revoluce. Díky všem těmto novým technologiím se mění povaha lidské práce a lidského kapitálu. Radikálním způsobem se mění požadavky na zaměstnanost v tomto novém světě a my jsme tak svědky globální proměny pracovního trhu, který ztrácí své původní kontury a metamorfuje do nové podoby, která pro nás nemusí být zcela srozumitelná a nadále komfortní.

S touto metamorfózou pracovního trhu je spojena otázka, zdali univerzitní vzdělávání reflektuje tyto nové podmínky a požadavky, které se tak trochu skrytě našemu pohledu formují v útrobách pracovního trhu. Jestli vysoké školy reflektují tuto novou situaci, a zdali flexibilně upravují podobu svých studijních programů, tak aby studenti a absolventi byli konkurenceschopní na pracovním trhu. Mírně v ústraní se schovávají ony požadavky po kompetencích a dovednostech studentů, které jsou a budou čím dál více poptávány zaměstnavateli na pracovním trhu v kontextu 4. průmyslové revoluce.

Chci se na tyto poptávané kompetence a dovednosti kouknout více zblízka, seskupit je a pokusit se je pomocí výzkumných nástrojů změřit. Měřením těchto poptávaných kompetencí se můžeme přiblížit odpovědi na klíčovou otázku, zdali jsme jako studenti připraveni čelit těmto novým výzvám pracovního trhu.

Hlavním cílem této diplomové práce je vytvoření a testování modelu kompetencí spojených se 4. průmyslovou revolucí a průmyslem 4.0 na vzorku bakalářských studentů z filozofické a přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy. Dílčím cílem této práce je zkoumání, zdali existují

statisticky významné rozdíly v sociálních, technických, metodologických kompetencí a kompetencí 4.0 na tomto vzorku studentů. Diplomová práce je rozčleněna na pět hlavních kapitol.

První kapitola (*4. Průmyslová revoluce a proměny současného světa*) se převážně věnuje teoretickému uchopení 4.0 průmyslové revoluce a klíčového konceptu průmyslu 4.0. Na základě teoretického vymezení klíčových teoretických východisek se dále v této kapitole popisuje proměna pracovního trhu v kontextu 4. průmyslové revoluce. Tento popis je rozšířen o aktuální situaci pracovního trhu v České republice a na proměnu kompetencí, které jsou poptávány ze strany zaměstnavatelů v průmyslu 4.0. Závěr této první kapitoly se orientuje na vysokoškolské vzdělávání v kontextu 4. průmyslové revoluce.

Druhá kapitola (*Kompetenční model „kompetence 4.0“*) se orientuje na rešerši dosavadních kompetenčních modelů a schémat, které jsou spojené se 4. průmyslovou revolucí nebo průmyslem 4.0. Hlavní částí této kapitoly je vytváření modelu kompetencí 4.0 dle teoretických východisek. Model kompetencí 4.0 je hlavním výstupem této kapitoly.

Třetí kapitola (*Metody*) se zaměřuje na popis empirického výzkumu, který je realizován v této diplomové práci. Nejdříve je popsána struktura dotazníkového šetření včetně vzorku a způsobu rekrutace respondentů. Dále je popsána struktura a výsledky z fokusní skupiny se studenty, která byla realizována v před-výzkumné fázi empirického výzkumu. Kapitola je zakončena krátkým popisem statistických metod, které se v této práci aplikují při interpretaci nasbíraných dat.

Ve čtvrté kapitole (*Výsledky*) jsou interpretované výsledky aplikovaných statistických analýz. V první části této kapitoly je krátká deskriptivní statistika pro základní orientaci v datech. Následuje testování předpokladů pro využití konfirmační faktorové analýzy, a pak samotné provedení konfirmační faktorové analýzy modelu kompetencí 4.0 na vzorku studentů. Kapitola je zakončena interpretací výsledků z testů statistické významnosti a přehledem zamítnutých a potvrzených hypotéz.

V páté kapitole (*Diskuse*) je celková reflexe a diskuse interpretovaných výsledků v kontextu teoretických východisek. V této kapitole je formulováno několik důležitých úvah a hypotéz, které mohou vést k dalšímu rozšiřujícímu výzkumu, který může čerpat z výstupů této diplomové práce. Zároveň jsou v této části popsány i limity určitých výsledků této diplomové práce.

1 4. Průmyslová revoluce a proměny současného světa

1.1 4. Průmyslová revoluce jako světový megatrend

Jaké historické události způsobily nejradikálnější proměny společností v celosvětovém měřítku? Jednoho může napadnout přechod od sběratelského kočovného života k více usedlému životu založenému na zemědělství. Druhý může říct, že přece vznik písma měl nezanedbatelný vliv na každodenní život dávných společností. Ekonomicky smýšlející člověk by nejpravděpodobněji zmínil vznik tržního hospodářství a stvoření konstruktů peněz, které se používají jako platidlo za služby a produkty. Sociolog by nejspíše řekl, že první průmyslová revoluce změnila životy lidí v Evropě a přiměla je přecházet z venkovských oblastí do městských. Na omylu není ani ten, co by tvrdil, že nejradikálnější proměnou životů lidí bylo rozšíření internetu a počítačů do běžné populace v druhé polovině 20. století.

Co mají výše nastíněné situace společného? Jedná se o megatrendy, které radikálním způsobem ovlivnily životy celých populací v globálním měřítku. Od neolitické revoluce po 3. průmyslovou revoluci docházelo ke změně lidského života, která měla spíše pozitivní vliv – ať si vezmeme rozvoj zemědělství jako zdroje stabilní obživy na jednom území, efektivitu manufaktur z hlediska produkce (za nepřiměřenou cenu odcizení), stavbu železnic a zlepšení podmínek cestování po hledání informací na internetu či psaní přátelům přes Facebook.

Pokud se pro upřesnění více zaměřím na jednotlivé průmyslové revoluce, tak jejich posloupnost je následující:

1. průmyslová revoluce (18. století) doprovázená vznikem parního stroje, rozvojem manufaktur a masovým rozšířením železnice,
2. průmyslová revoluce (konec 19. století a začátek 20. století) charakteristická rozšířením elektrické sítě a výstavbou montážních linek,
3. průmyslová revoluce (60. léta 20. století), která přinesla počítačovou a digitální revoluci táhnutou masovým rozšířením internetu,
4. průmyslová revoluce (teď) tažená automatizací, robotizací, digitalizací, virtuálním světem a umělou inteligencí. (Schwab, 2016; Skilton & Hovsepian, 2018).

Dnes už nestojíme na prahu 4. průmyslové revoluce, jak psal Klaus Schwab ve své kultovní knize „*The Fourth Industrial Revolution*“, ale už jsme udělali několik prvních kroků do neznáma. Proč do neznáma? Protože není možné s naprostou jistotou predikovat následující vývoj, který s sebou tato revoluce nese. 4. průmyslová revoluce je neuvěřitelně rychlá¹, protože na rozdíl od přechozích revolucí její vývoj není lineární, ale exponenciální. Je velmi široká a hluboká, a proto s sebou nese paradigmatickou změnu uvnitř ekonomik, podniků,

¹ Pro zajímavost trvalo 75 let, než 100 miliónů uživatelů začalo užívat telefon. Telefonní hru *Pokemon Go* (2016) mělo ve svém chytrém telefonu nainstalovanou 100 miliónů uživatelů během jednoho měsíce (Ross and Maynard).

společností a individuí. Neodmyslitelnou součástí této revoluce je i obrovský systémový dopad na jednotlivé systémy států, korporací, podniků a celých společností (Schwab, 2016).

Jedním z klíčových systémových dopadů automatizace podniků je efektivnější a méně nákladná výroba produktů – produkt je dostupnější, může si ho dovolit větší množství populace, zvyšuje se tak poptávka po produktu a ta zvyšuje poptávku po nové pracovní síle v daném odvětví (Hirschi, 2018). Zároveň bude výroba šetrnější k životnímu prostředí, a také bezpečnější pro pracovníky (Hernandez-de-Menendez et al., 2020; OECD, 2017a).

Jsme tak společnými svědky revoluce, která svým vývojem radikálně proměňuje životy všech lidí v celoplanetárním měřítku – ovlivňuje zaměstnance, organizace, podniky, studenty a společnost jako celek (OECD, 2017a, 2019; Ross & Maynard, 2021; Schwab, 2016). Může se na první pohled zdát, že 4. průmyslová revoluce je jen o chytrých strojích, umělé inteligenci a čipech, ale to není úplně pravdivé. Záběr této revoluce je mnohem širší a může se tak vztáhnout i na revoluční pokroky v sekvenování genů, genovém inženýrství, vývoji vakcín, kvantovým programováním či využíváním 3D tiskáren a virtuální reality (Schwab, 2016; Skilton & Hovsepian, 2018).

4. průmyslová revoluce je v této kapitole popsána jako globální megatrend, který radikálním způsobem ovlivňuje průmysl a společnost. V této diplomové práci je 4. průmyslová revoluce v pozici globálního hybatele, který má nezanedbatelný vliv na výše popsané zúčastněné strany.

1.2 Průmysl 4.0: rámec pro pochopení změn v současném průmyslu

1.2.1 Průmysl 4.0: buzzword, nebo skutečná budoucnost?

Název této podkapitoly je „*Průmysl 4.0: buzzword, nebo skutečná budoucnost?*“ a já tím chci jen poukázat na popularitu a využívanost konceptu „průmysl 4.0“, na který teď vychází desítky článků ročně napříč zeměkouli, a který se stává ústředním pojmem národních strategií vyspělých států. Rád bych proto věnoval větší pozornost samotnému konceptu, ale i charakteristikám a rysům, které s ním jsou neodmyslitelně spjaté.

Průmysl 4.0 je pro mnohé z autorů synonymem pro 4. průmyslovou revoluci (Alhloul & Kiss, 2022; Flores et al., 2020; OECD, 2017; Reischauer, 2018), ale v kontextu této práce je koncept průmyslu 4.0 pojímán jako bytostná část 4.0 průmyslové revoluce, která je součástí široké proměny všech podniků, nové podoby ekonomik, společností a celkové společenské změny (Skilton & Hovsepian, 2018).

Koncept „průmysl 4.0“ vznikl v Německu a je součástí německé národní strategie, která se zaměřuje na zvýšení průmyslové výroby pomocí podpory digitalizace a propojenosti produktů. Dále se strategie věnuje podpoře výzkumu, síťování podniků a celkové standardizaci (*Germany: Industrie 4.0*, 2017). Celkově je tento neologismus charakteristický pro evropské země, které jej používají ve tvorbě strategií a dalších legislativních úkonů – např.

Itálie, Česká republika a UK (Reischauer, 2018). Specificky pro Českou republiku znamená průmysl 4.0:

„Průmysl 4.0 (Industry 4.0) je národní iniciativa, jejímž cílem je udržet a zvýšit konkurenceschopnost České republiky v období 4. průmyslové revoluce. (...) Cílem je připravit nejen průmysl, ale i celou společnost na ekonomické a společenské změny související se čtvrtou průmyslovou revolucí. Průmysl 4.0 se široce zaměřuje na vytváření podnikatelského a sociálního prostředí, ve kterém může česká ekonomika naplno využít svůj potenciál. Iniciativa si zároveň klade za cíl zmobilizovat soukromý sektor, sdružení výzkumu a průmyslu a akademickou obec pro aktivní participaci na procesu implementace“
(Czech Republic: “Průmysl 4.0”, 2017, str. 3)

Průmysl 4.0 obecně reflektuje současnou integraci nových propojených technologií a informací do výrobního procesu, který se tak stává efektivnějším a vytváří nové produkty a služby (OECD, 2017). Obrazně řečeno se jedná o konvergující interakci mezi průmyslovou produkcí, komunikačními a informačními technologiemi v soudobém průmyslu (Skilton & Hovsepian, 2018). Někteří autoři popisují průmysl 4.0 jako digitální transformaci průmyslu, nebo více specificky jako další fázi digitalizace zpracovatelského průmyslu (Alhloul & Kiss, 2022). Další jako paradigmatickou změnu, která zahrnuje nové technologie ve výrobě, proto aby zvýšila industrializaci v lokálním i globálním měřítku (Flores et al., 2020). Schwab na druhou stranu interpretuje průmysl 4.0 jako svět, ve kterém virtuální a fyzické systémy (např. stroje a roboti) výroby společně spolupracují za dosažením lepší flexibility (Schwab, 2016).

1.2.2 Digitální transformace: disruptivní změna s novými příležitostmi

Je zcela očividné, že průmysl 4.0 silně čerpá z digitální transformace, která je založená na klíčovém předpokladu sběru a manipulace s daty. Výše popsané technologie inherentně pracují s daty a transformují minulé fyzické procesy na více efektivní virtuální procesy, které jsou vzájemně propojené a mohou být zcela autonomní – nevyžadují lidskou práci. Tím se nutně dostáváme k fenoménu digitalizace, se kterým pracuji dle definice OECD:

„Digitalizace je převod analogových dat a procesů do strojově čitelného formátu. Digitalizace je využívání digitálních technologií, dat a jejich propojení, které vede k novým činnostem nebo ke změnám stávajících.“ (OECD, 2019b, str. 16)

Digitalizace je souběžně chápána jako schopnost přeměnit již existující produkty a služby do digitální podoby – tj. přeměna fyzického na virtuální (Parviainen et al., 2022). Ve více názorném pojetí a v českém kontextu je efektem digitalizace např. certifikát o očkování v telefonní aplikaci, možnost vyplnění daňového přiznání online, nadcházejí možnost mít občanský průkaz v mobilu a celkově eGovernment v ČR (datové schránky, portál občana etc.).

Digitální transformace (digitalizace) mění to jakými způsoby pracujeme, role a celkové pracovní prostředí podniků, firem a institucí. Změna, která přichází s digitalizací, je přítomná na čtyřech úrovních: procesní, organizační, obchodní a společenské (Parviainen et al., 2022):

- procesní úroveň – osvojování a zařazování nových digitálních nástrojů, které redukuje množství manuálních kroků,
- organizační úroveň – vývoj a nabídka nových služeb nebo transformace existujících služeb na inovativnější,
- obchodní úroveň – změna rolí a řetězce hodnot uvnitř ekonomiky (např. lepší kontrola nad výrobními operacemi, výrazněji vyšší sdílení informací mezi systémy a celkově lepší koordinace klíčových procesů (Björkdahl, 2020),
- společenská úroveň – mění strukturu společnosti (vznik či zánik profesí, ovlivňování celospolečenského rozhodování) (Parviainen et al., 2022).

Dopady digitalizace mohou být, jak pozitivní, tak mohou mít i disruptivní vliv na fungování podniků, státních institucí, ale i celé společnosti. Jedním z příkladů benefitu a disruptivního dopadu digitalizace může být zavedení nového pracovního nástroje v účetnictví, který zjednodušuje a zrychluje práci, ale na druhou stranu vyvíjí tlak na zaměstnance, aby si doplnili kompetence nutné pro práci s nástrojem. Zaměstnanci ve věkové skupině 50-60 let mohou mít kompetenční mezeru v práci s novými technologiemi a odejdou do předčasného důchodu – tzn. odejdou z pracovního trhu a státu vypadávají příjmy z daňových odvodů.

1.2.3 Automatizace: od akvaduktu po umělou inteligenci

Automatizace je fenomén, který je těsně spjatý s lidskou činností už od antického světa a v jednoduchém pojetí umožňuje fungování „konstruktů“ bez dodatečné lidské činnosti. Nejedná se tak o jev industriální doby, ale už akvadukty ve starověkém Římě umožňovaly transport vody z jednoho místa na druhé bez lidské činnosti. Dalším příkladem je větrný mlýn, který je založen na použití větru pro mletí obilí. V posledních dekádách si můžeme pod automatizací představit automatické otevírání dveří v supermarketu nebo samovolné fungování eskalátorů v obchodních centrech (Nof, 2009).

Je nutné uznat, že automatizace je značně široký termín a existuje mnoho definic, který tento jev popisují. Pro kontext této práce jsem se rozhodl využít sumarizační definici autora Nof, který automatizaci definuje následovně:

„Automatizace obecně znamená fungování nebo působení, nebo samoregulaci, nezávislost, bez lidského zásahu. (...) Automatizace zahrnuje stroje, nástroje, zařízení, instalace a systémy, což jsou všechno platformy vyvinuté lidmi k provádění daného souboru činností bez lidské účasti během těchto činností.“ (Nof, 2009, str. 14)

Automatizace v celém historickém kontextu zvyšovala efektivitu produkce a často snižovala výrobní náklady – od antického akvaduktu po pohyb montážní linky ve Fordově továrně až k umělé inteligenci. Automatizace je tak fenomén zcela typický pro lidský vývoj a vždy stál v popředí průmyslových revolucí.

Jedním z dopadů automatizace, který se řeší i v kontextu této diplomové práce je proměna kompetenčního modelu uživatelů technologie – tzn. že vždy s novou automatizací se mění zaběhnuté formy práce a zcela nevyhnutelně se transformují do nové podoby. Můžeme si vzpomenout na 3. průmyslovou revoluci a její dopad ve formě rozšíření počítačů do pracovního i personálního života. Lidé, kteří si neosvojili dané kompetence nutné pro elementární práci na počítačích, nemohli vykonávat danou práci. Tím, že automatizace má často povahu disruptivní změny, která mění vnitřně zaběhnuté procesy, tak formuje tlak na zaměstnance, kteří se buď adaptují, nebo ne. V tomto duchu zároveň vytváří nové příležitosti pro ostatní.²

V průmyslu 4.0 dochází k výrazné automatizaci technologií ve výrobním procesu díky vědeckým posunům na poli umělé inteligence. Umělá inteligence umožňuje autonomní vykonávání určitých úkolů na základě strojového učení – tzn. umělá inteligence čerpá ze svých naučených zkušeností a vyhodnocuje budoucí kroky na základě vypočítané statistiky. V minulosti počítače a roboti následovali pouze specifická pravidla určená programátory, ale dnes při aplikaci umělé inteligence tento předpoklad není nutný. Stroje se tak učí v novém prostředí a neustále vyhodnocují nové situace (*What Skills and Abilities Can Automation Technologies Replicate and What Does It Mean for Workers?*, 2022)). Roboti v průmyslu 4.0 tak nepotřebují neustálý dohled programátorů, ale rozhodují se autonomně a přesně.

Myslím si, že nejdůležitějším zjištěním při promyšlení těchto změn je teze, že průmysl 4.0 nebo 4. průmyslová revoluce nahrazují lidskou práci kapitálem za dosažením větší produkce za nižší cenu a v lepším čase pro daleko větší masu spotřebitelů. Pak zde vyvstává jedna z klíčových otázek této diplomové práce: jaký dopad na kompetence pracovníků s sebou přináší průmysl 4.0?

1.3 Proměna pracovního trhu během 4. průmyslové revoluce

Na první pohled se může zdát, že 4. průmyslová revoluce je ekonomickým tahounem, který pomáhá zefektivnit výrobní procesy, snižovat náklady na výrobu a celkově zvyšuje masovou produkci pro větší množství spotřebitelů. Skutečně je možné říct, má nejspíše pozitivní dopad na ekonomický růst států. Na druhou stranu, jak už popisuje Schwab ve své knize *The Fourth Industrial Revolution*, tak je zde i odvrácená strana 4. průmyslové revoluce, která má

² Dalším příkladem historické automatizace může být zavedení bankomatů pro výběr peněz, které nahradily pokladničky v bankách, kteří v minulosti fyzicky předávali peníze lidem v bankách. Bankovní pokladní tak byli nuceni se adaptovat na nově vyžadované kompetence – např. bankovní poradenství (Acemoglu & Restrepo, 2018). Na tomto příkladu je viditelné, že větší efektivita bankomatů a jejich nižší náklady na provoz transformovali lidskou práci na jinou, kterou nebylo možné automatizovat.

potenciální negativní dopad na pracovní trh. Historicky lidstvo už zažilo podobné situace a vždy jej zvládlo s pozitivním ekonomickým dopadem, ačkoliv jak bylo popsáno v úplném úvodu této kapitoly, tak tato revoluce je na rozdíl od všech ostatních neuvěřitelně rychlá, komplexní a transformuje celé systémy (Schwab, 2016).

Vzmemme-li tuto Schwabovu úvahu dále, tak v kontextu 4. průmyslové revoluce máme jednu jedinou jistotu a to, že nové technologie radikálně proměňují povahu práce napříč odvětvími. Základní nejistotou zůstává, jak hodně a za jak dlouho automatizace a digitální transformace nahradí lidskou práci. Schwab popisuje při pochopení těchto jevů dva soupeřící efekty technologií na zaměstnanost: destruktivní efekt a efekt kapitalizace (Schwab, 2016).

Destruktivním efektem je myšleno technologicky poháněné narušení (*disruption*), které nahradí lidskou práci. Dopadem tohoto efektu bude nezaměstnanost nebo přeučení dovedností pracovníků na jiné kompetence. Destruktivní efekt je doprovázen, dle Schwaba, kapitalizačním efektem, který bude vytvářet poptávku po novém zboží a službách. Kapitalizační efekt tak bude směřovat k vytváření nových povolání, podniků a celých pracovních odvětví (Schwab, 2016).

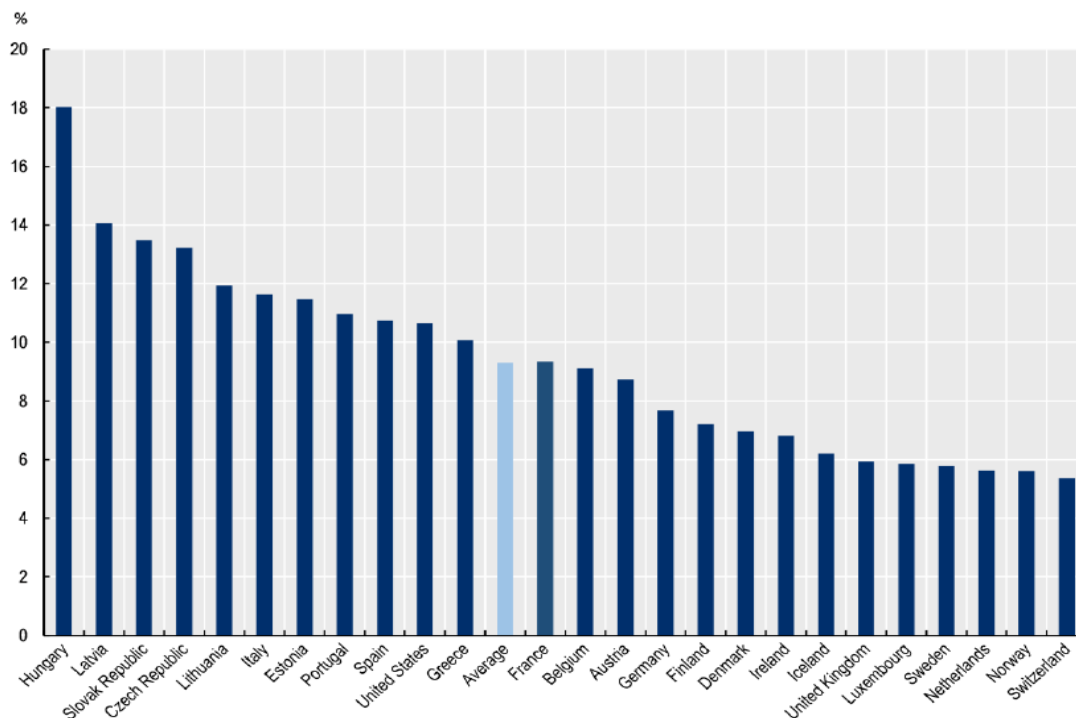
Je možné buď věřit ve šťastný konec příběhu dopadu 4. průmyslové revoluce na pracovní trh, který bude kopírovat historické proměny průmyslu, a ve kterém si pracovníci nahrazení automatizací najdou novou práci a celkově bude pokračovat globální ekonomický růst. Nebo budeme svědky druhého negativního příběhu, ve kterém nastane sociálně-politický armageddon tažený obrovskou technologickou nezaměstnaností. Schwab spíše pesimisticky uvádí, že na základě historických dat bude výsledek někde uprostřed – tzn. nemůžeme čekat úplné naplnění buď pozitivního, nebo zcela negativního příběhu 4. průmyslové revoluce (Schwab, 2016).

1.3.1 Proměna pracovního trhu v datech: ČR jako příklad země s velkým rizikem automatizace velkého množství profesí

Abychom pochopili proměnu pracovního trhu, tak musíme reflektovat fakt, že velké množství profesí a povolání je vážně ohroženo automatizací. Některé z těchto profesí do budoucna zcela zaniknout a budou vykonávané pouze automatizovanými autonomními roboty nebo umělou inteligencí. Intuitivně může člověka napadnout, že jsou více ohrožené manuální profese v průmyslu, ale tato proměna se vztahuje i na relativně kreativní profese – např. novináře, spisovatele, právníky -, tak i na lékaře, účetní či profese zabývající se trhem či financemi. Když Schwab v roce 2016 vydával svoji knihu o 4. průmyslové revoluci, tak uváděl, že 47 % celkové zaměstnanosti v USA je ohroženo automatizací a možným budoucím zánikem.

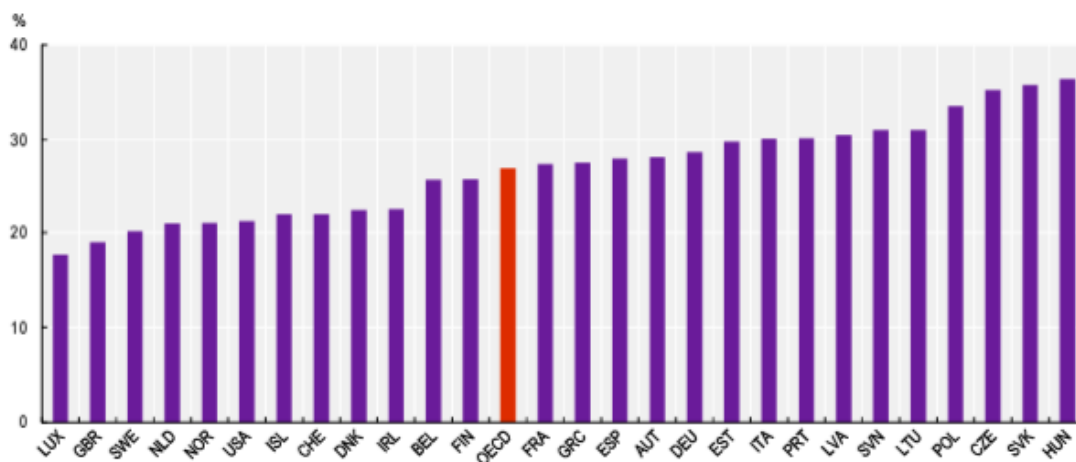
Nejaktuálnější data pro evropský kontext má OECD, která v publikaci *What skills and abilities can automation technologies replicate and what does it mean for workers? New evidence* (2022) používá data z roku 2019, ve kterých popisuje, že 9 % celkové zaměstnanosti (průměr

OECD) ve 27 zemích OECD je ve velkém riziku automatizace. Česká republika se pohybuje s hodnotou 13 % celkové zaměstnanosti ohrožené velkým rizikem automatizace za průměrem OECD. Experti z OECD zde počítají profese, ve kterých je více než 25 % důležitých dovedností možné nahradit technologiemi.



Graf 1 Podíl zaměstnanosti v povoláních s vysokým rizikem automatizace podle zemí, zdroj: *What skills and abilities can automation technologies replicate and what does it mean for workers? New evidence, 2022, str. 39.*

Pokud k tomu přidáme data z roku 2023 doplněná o dopady umělé inteligence na pracovní trh v zemích OECD z publikace *OECD Employment Outlook 2023: ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE LABOUR MARKET* (2023), tak se dostáváme na průměrnou hodnotu 27 % celkové zaměstnanosti (průměr OECD) ohrožené automatizací a umělou inteligencí. OECD udává, že 3 z 5 zaměstnanců se v následujících letech bojí o své zaměstnání, což je skutečně velké množství pracovní síly v zemích OECD. V České republice je 35 % celkové zaměstnanosti ohroženo velkým rizikem automatizace (OECD, 2023).

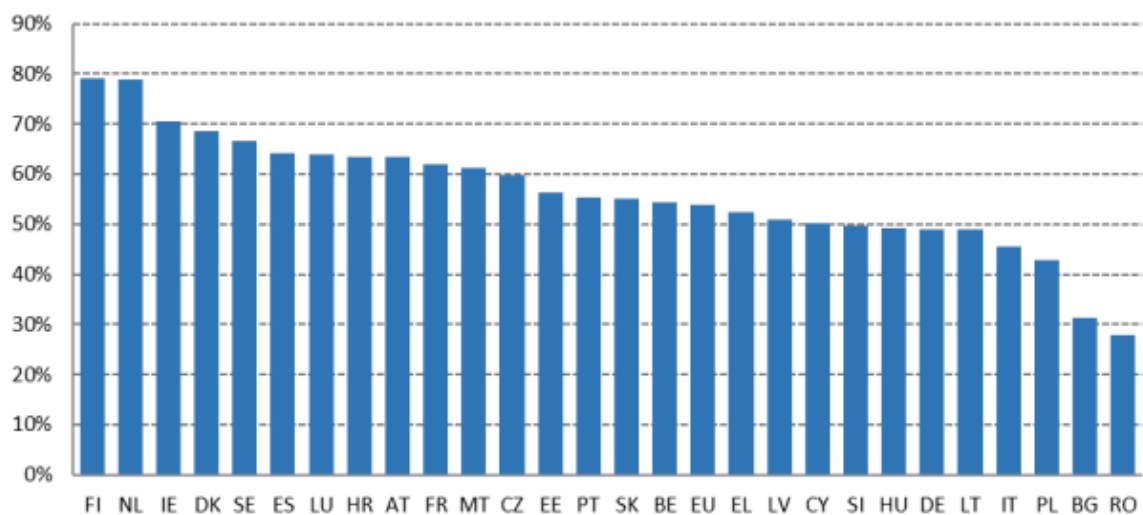


Graf 2 Podíl zaměstnanosti v povoláních s nejvyšším rizikem automatizace podle zemí, zdroj: OECD Employment Outlook 2023: ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE LABOUR MARKET, 2023, str. 118.

Zdržíme-li se o trochu déle u České republiky, tak je zcela relevantní vycházet ze studie *Budoucnost českého pracovního trhu* (2022), kterou zpracovala BCG ve spolupráci s dalšími aktéry (např. s MPSV, Danem Prokopem a dalšími), a ve které vytvořili model pracovního trhu z nejaktuálnějších dat. Dle jejich modelu pro Českou republiku do roku 2030 dojde k nezanedbatelným změnám, které mohou mít negativní dopad na českou ekonomiku.

Popisují, že aktuálně chybí na trhu kolem 180 tisíc pracovníků – což např. nereflektuje aktuální přísun pracovní síly z Ukrajiny – a do roku 2030 přijde 330 tisíc současných zaměstnanců o práci z důvodu zániku jejich pracovních pozic (v současné chvíli český pracovní trh tvoří kolem 5,2 milionů ekonomicky aktivních osob). Z toho vyplývá dle modelu BCG, že tito zaměstnanci se budou muset přeškolit na jiná povolání (Wiedermann et al., 2022).

Dalším klíčovým zjištěním je, že 90 % pozic bude vyžadovat alespoň elementární digitální dovednosti – dnes je to kolem 54 % pracovních pozic (Wiedermann et al., 2022). Pro upřesnění dle dat Eurostatu z roku 2021 má kolem 60 % české populace alespoň základní digitální dovednosti (průměr EU je 54 %). Pokud vycházíme ze situace, že digitální kompetence či dovednosti spojené s ovládním digitálních technologií jsou klíčové pro konkurenceschopnost pracovníků během digitální transformace, tak je diskutabilní, zdali je česká populace připravená na budoucí transformaci průmyslu.



Graf 3 Alespoň základní digitální dovednosti (% jednotlivců), zdroj: Eurostat, *European Union survey on the use of ICT in Households and by Individuals, 2021*

Model pro český pracovní trh od BCG zároveň ukazuje v tabulce č. 1 top 20 nejvíce ohrožených profesí do roku 2030. Jen pro upřesnění model vychází z demografie, počtu absolventů, megatrendů, změny produktivity a poptávky – zobrazuje, kde vznikne převis pracujících v daných profesích.

Profese	Přebytek pracujících (tisíce)	Podíl z pracujících v oboru
Obsluha strojů na výrobu potravin a příbuzných výrobků	6,8	54%
Pracovníci v oblasti uměleckých a tradičních řemesel	8,2	44%
Obsluha strojů na výrobu textilních výrobků	10,6	43%
Pokladníci ve fin. institucích, bookmakeři, půjčovatelé peněz	9,4	42%
Specialisté v oblasti práva a příbuzných oblastech	17,3	41%
Pomocní pracovníci v dopravě a skladování	7,9	39%
Slévači, svářeči a příbuzní pracovníci	16,6	35%
Kadeřníci, kosmetici a pracovníci v příbuzných oborech	19,6	31%
Řídící prac. v oblasti obchodu, marketingu, výzkumu, reklamy	7,3	31%
Obsluha strojů na výrobu z pryže, plastu a papíru	13,6	28%
Pomocní pracovníci ve výrobě	22,3	24%
Zprostředkovatelé služeb	20,1	23%
Výkonní umělci a příbuzní specialisté	6,5	22%
Úředníci v logistice	15,4	19%
Montéři, mechanici a opraváři elektrických zařízení	11,9	17%
Lékaři (kromě zubních lékařů)	9,6	16%
Učitelé na vysokých a vyšších odborných školách	5,8	12%
Odborní pracovníci v ekonomických a příbuzných oborech	11,1	9%
Provozovatelé prodejen, prodavači	20	8%
Specialisté v oblasti financí	5,6	7%

Tabulka 1 Top 20 ohrožených profesí do roku 2030, zdroj: *Budoucnost českého pracovního trhu, 2022, str. 19-20.*

Koukneme-li se na tabulku více pozorně, tak vidíme, že v některých profesích bude relativně velký přebytek pracujících. Co stojí za zmínku je profese právník, kde to může být až 41 % pracujících v tomto odvětví. Dále to mohou být i lékaři, ale i učitelé na vysokých školách či pracovníci v ekonomii. U pracovníků v ekonomii je tento přebytek s velkou pravděpodobností dopadem automatizace procesů při počítání důležitých ekonomických indikátorů, nebo automatizace procesů v účetnictví pomocí umělé inteligence.

Výše popsané trendy a grafy jsou představeny z důvodu poukázání na situaci v České republice, která se zdá být palčivá, neboť je viditelné, že jsme více vystaveni riziku ohrožení automatizací velkého množství profesí oproti zbytku EU či státům OECD. Dostáváme se tak do situace, že dopady 4. průmyslové revoluce můžou spíše kopírovat Schwabův negativní scénář plošné nezaměstnanosti, která bude dána, buď nízkými kompetencemi pracujících, nebo celkovou strukturou ekonomiky – pokud do budoucna bude mít ČR stále kolem 38 % HDP ze sektoru průmyslu, tak logicky musíme očekávat větší dopady 4. průmyslové revoluce oproti státům s nižším podílem průmyslu na HDP (např. Nizozemí, které má kolem 18 % HDP ze sektoru průmyslu).

Nutně se tak dostávám k tématům kompetencí, které jsou spojené se 4. průmyslovou revolucí či průmyslem 4.0.

1.3.2 Co jsou to kompetence?

Vycházím-li z původní definice McClellanda, tak kompetence jsou osobnostní rysy nebo soubory zvyků, které vedou k větší efektivitě nebo lepšímu pracovnímu výkonu (McClelland, 1973). Definicí kompetencí je nespočet, a proto není nutné prezentovat desítky autorů a jejich vlastní definice. Jedna z klíčových definicí je od autorů Spencer a Spencer: kompetence jsou dovednosti a schopnosti, které si člověk osvojí skrze pracovní zkušenosti, životní zkušenosti, studiem na škole nebo tréninkem (Spencer & Spencer, 1993). Poslední definice, kterou zmíním je od autorského týmu kolem Bartrama: kompetence je sadou chování, které jsou klíčové při poskytování požadovaného výsledku v organizaci. Jediněc používá dané kompetence k dosažení výsledku uvnitř organizace (Bartram et al., 2002).

Katz a Kahn (1986) seskupily kompetence do čtyř obecných kategorií:

- technické – kompetence spojené s technologií či expertízou,
- manažerské – kompetence orientující se na plánování a organizování,
- lidské – kompetence, které rozvíjejí lidský potenciál,
- konceptuální – kompetence charakteristické abstrakcí, vizualizací a budoucím myšlením (Katz & Kahn, 1986).

Jen pro upřesnění, co jsou to dovednosti, tak dovednosti jsou schopnosti aplikovat znalosti a využívat určité know how k řešení problémů či plnění úkolů (MPSV, 2021).

1.3.3 Kompetence nutné pro práci v průmyslu 4.0 z pohledu zaměstnavatelů

Doposud jsem se zaměřoval na obecné proměny průmyslu a pracovního trhu v kontextu 4. průmyslové revoluce, ale zatím jsem se nedostal ke klíčovému tématu této diplomové práce: jaké kompetence pracovníků jsou důležité pro zaměstnavatele v průmyslu 4.0? Zatím víme, že velké množství profesí zanikne nebo je čeká velká transformace, ale jaké kompetence či dovednosti jsou pro pracovníky klíčové, aby splnili požadavky zaměstnavatelů – ekonomicky řečeno, co je poptáváno zaměstnávali v průmyslu 4.0?

Intuitivní teze by byla, že pokud se průmysl takto radikálním způsobem digitalizuje a automatizuje, tak zaměstnavatelé musí nutně poptávat více techniků, inženýrů, programátorů a vývojářů. Jednoduše řečeno poptávají více „technických“ pracovníků, kteří řeší technické nebo provozní problémy spojené se specifickými úkony.

Tato teze je ovšem velmi redukcující, protože vliv automatizace a digitalizace není jen na podniky, továrny, ale i na běžné profese, jako jsou právníci, překladatelé, lékaři, knihovníci, úředníci, bankéři a učitelé. Obrovský vliv průmyslu 4.0 je možné pozorovat v lékařské péči, kde umělá inteligence pomáhá vyhodnocovat lékařské situace, nebo ukládání dat do cloudu, které se sdílí mezi nemocnicemi a lékařskými organizacemi. Tento vliv vrcholí v používání pokročilých robotů na specifické lékařské zákroky (Paul et al., 2021).

Celkově se pokouším tuto úvahu vztáhnout na fakt, že 4. průmyslová revoluce a s ní spojená digitalizace s automatizací neovlivňuje jen sektor průmyslu, ale i sektor služeb, který se také proměňuje – nejspíše ne tak radikálně jako průmysl – a integruje do sebe nové technologie. Tento fenomén můžeme vidět i u právnícké vědy, kde umělá inteligence měla relativně slušné výsledky při zodpovídání právnických otázek (Choi et al., 2023) a je velmi pravděpodobné, že se v budoucnu stane nástrojem právníků, kteří ji budou efektivně využívat při své práci. Jedním z možných dopadů této integrace je právě vysoké riziko ohrožení právníckých profesí, neboť aplikace umělé inteligence zefektivní pracovní procesy a nahradí určité množství právníků.

Tím se dostávám k úvodu této podkapitoly, a to k tématu, že technicky vybavení pracovníci jsou zcela nutní pro údržbu, programování či provozní fungování podniků a firem v průmyslu 4.0. Zároveň je nutné vzít v potaz předpoklad, že automatizace a digitalizace nahradí převážně manuální, stereotypní a opakující se práci – od výroby, překládání po jednoduchou datovou analytiku -, ale tím se dostává do popředí práce nebo úkony, které stroje vykonávat nemohou. Roste zde význam mezi-lidské práce, která se zcela nahradit nedá. Umělá inteligence může zpracovat informace do zprávy, ale zatím neumí tak dobře dělat priority, vizualizaci, stanovování cílů, a hlavně nedokáže informace prezentovat kolegům v týmu nebo kolegům z vedlejšího oddělení. Pokud budu v této úvaze pokračovat dále, tak se dostává do popředí i kreativita a inovativnost, která pomáhá vyvíjet nové přístupy či vytvářet celkově něco nového.

Ve studii Ministerstva práce a sociálních věcí ČR (MPSV) „*Systémy identifikace kompetencí v mezinárodním srovnání*“ je popsáno, že v průmyslu 4.0 jsou stále více požadovány „měkké“ kompetence, které jsou náležitě odměňovány. Jedná se například o komunikační a sociální kompetence jako schopnost týmové a projektové spolupráce, tak i organizační a prezentační dovednosti. Klade se čím dál větší důraz na řešení komplexních problémů a kreativitu pracovníků (MPSV, 2021).

Klíčovou tezí je, že 4. průmyslová revoluce vytváří pro zaměstnance technologicky náročné prostředí, které s sebou přináší velké množství komplexních témat a problémů. Není možné

dále žít v představě, že zaměstnanci dokážou řešit v aktuální situaci všechny problémy a jsou kompetentní k velkému množství úkonů. Průmysl 4.0 spíše kopíruje trend rozvoje spolupráce mezi pracovníky právě z důvodu komplexity prostředí. Pokusím se to představit na příkladu vývoje nové služby ve formě mobilní aplikace.

Když dochází k vývoje nové aplikace, tak musí přijít někdo s kreativním nápadem, který se odlišuje od již existujících produktů na trhu; tento nápad musí probrat s odborníkem na dané téma, který mu poskytne kritickou reflexi; dále musí sehnat někoho, kdo vyvine technické řešení aplikace (ten, kdo napíše funkční kód produktu – buď sám, nebo pomocí umělé inteligence); dalším článkem vývoje je diskuse s někým, kdo ví, jak aplikaci komunikovat na veřejnost, a jakou strategii je nejlepší zvolit pro distribuci aplikace lidem. Tímto příkladem chci poukázat na fakt, že vývoj něčeho nového vyžaduje velkou míru spolupráce, komunikace a odborného vhledu jednotlivých pracovníků.³

Křenková a Olšanová ve svém článku zmiňují, že schopnost vypořádat se s komplexitou a řešením problémů je jedna z priorit nového profilu zaměstnance v průmyslu 4.0. Společně s flexibilitou a osvojováním nových rolí, které jsou spojeny s interdisciplinarností při spolupráci s ostatními. Tento profil je také doplněn o specifické technologické znalosti a určité profesní „know how“ (Křenková & Olšanová, 2021).

Ve studii MPSV „*Systémy identifikace kompetencí v mezinárodním srovnání*“ je uvedeno, že se předpokládá zánik až 50 % pracovních pozic, které budou podléhat automatizaci. S touto situací vznikají nová více kvalifikovaná místa, které budou vyžadovat nové kompetence. MPSV píše, že rozvoj kompetencí budoucnosti je klíčem k tomu, aby byli mladí lidé lépe připraveni na situaci na pracovním trhu. V této publikaci uvádějí deset nejdůležitějších kompetencí na pracovním trhu v roce 2020:

- komplexní řešení problémů,
- kritické myšlení,
- kreativita,
- řízení lidí,
- spolupráce a koordinace s ostatními,
- emoční inteligence,
- usuzování a rozhodování,
- orientace na služby,
- vyjednávání,

³ Je možné si to demonstrovat ještě na příkladu stavby udržitelné továrny ve vyloučeném regionu: pro úspěšné postavení udržitelné továrny je nutná spolupráce architektů (návrh stavby), ekonomů (např. problémy s rámcem ESG), ekologů (enviromentální udržitelnost), sociologů (sociální výzkum dané lokality – např. jestli je v lokalitě dostatek kvalifikované pracovní síly), právníků (řešení legislativy ohledně stavby), inženýrů a úředníků. Je viditelné, že takhle komplexní problém, kterým je stavba továrny, vyžaduje širokou spolupráci aktérů, která musí být založená, jak na komunikaci, týmové práci, tak i na technických či legislativních znalostech daného oboru.

- kognitivní flexibilita (MPSV, 2021).

Jaké kompetence zaměstnanců jsou tedy nutné pro práci v průmyslu 4.0 z pohledu zaměstnavatelů? Z dostupných výzkumů jsou nejžádanějšími kompetencemi ze strany zaměstnavatelů komunikace a kooperace (Bakay, 2022; Hecklau et al., 2017). Hecklau se svým týmem ve své meta-studii analyzoval 2709 rozhovorů (napříč studii) vykonaných v podnicích napříč Evropou, Spojenými státy americkými, Jižní Amerikou a Asijskými zeměmi. Zjistili, že komunikace a kooperace je pro 59 % podniků nejdůležitější kompetencí. Dále v pořadí se umístily kompetence kódování (28 %), problem solving (27 %), kreativita (18 %), decision making (17 %), leadership (4 %) a analytické kompetence (4 %) (Hecklau et al., 2017).

Bakay provedl meta-analýzu národních dokumentů, kterou doplnil o 28 rozhovorů s HR manažery v 5 rozdílných zemích (Turecko, Španělsko, Bulharsko, Itálie, Česká republika). Zjistil, že napříč zeměmi jsou nejdůležitějšími dovednostmi komunikace a kolaborace. V České republice je souslednost dovedností následující: spolupráce, komunikace, sebeřízení, kritické myšlení, používání technologií pro učení, kreativita a inovace, globální síťování (Bakay, 2022).

Pokud jsou tyto kompetence a dovednosti, které jsou poptávány zaměstnavateli v průmyslu 4.0, tak je nutné reflektovat stav vysokoškolského studia, které by mělo zajišťovat osvojení klíčových kompetencí pro práci v průmyslu 4.0 nebo v kontextu 4. průmyslové revoluce. A je tomu skutečně tak?

1.4 Jak vysokoškolské vzdělání reaguje na proměnu pracovního trhu?

V předcházející části jsem pracoval s předpokladem, že s příchodem 4. průmyslové revoluce nebo průmyslu 4.0 dochází k nahrazování rutinní, stereotypní práce stroji, kteří tak nahrazují lidskou práci. Tento předpoklad vedl k tezi, že lidská práce se na jedné straně orientuje na práci se stroji – ať se jedná o programování, údržbu či pokročilé užívání -, tak na práci, kterou stroje zatím vykonávat nemůžou. Zaměstnanci v průmyslu 4.0 čelí komplexním tématům a problémům, které vyžadují často interdisciplinární spolupráci a velkou dávku kreativity nebo kritického myšlení. V tomto duchu se jedná o kompetence, které si zaměstnanci převážně osvojují během studia na vysoké škole.

Ve článku Nafea a Toplu (2020) je uvedeno, že současné vysoké školy jsou urgentně vyzývány k reakci na proměny pracovního trhu, neboť vysoké školství je daleko flexibilnější při zavádění změn v akreditacích a studijních programech, nežli primární nebo sekundární vzdělávání. Vysoké školy mohou v tomto kontextu rychleji reagovat na novou poptávku ze strany pracovního trhu v průmyslu 4.0. (Nafea & Toplu, 2020). Z tohoto důvodu je klíčové pro cíle této diplomové práce věnovat pozornost pouze vysokoškolskému vzdělání, které má velký vliv na výše popsané a poptávané kompetence pro průmysl 4.0 ze strany zaměstnavatelů.

Rád bych využil vyjádření Andrease Schleichera (ředitelství pro vzdělávání, OECD) z roku 2010 na téma vysokoškolského vzdělání v kontextu 4. průmyslové revoluce, který prohlásil, že:

„kvůli rychlým ekonomickým a společenským změnám musí školy připravovat studenty na pracovní místa, která ještě nebyla vytvořena, technologie, které ještě nebyly vynalezeny, a problémy, o kterých ještě nevíme, že nastanou.“

Z mého pohledu se jedná o výstižný popis komplexních problémů a témat, kterým se vysokoškolsky vzdělání jedinci již věnují v průmyslu 4.0. Nemůžeme s jistotou predikovat vývoj profesí a dovedností, které jsou s nimi v těsném vztahu. Zároveň je velmi těžké odhadnout technologický vývoj a integraci nových technologií do osobního nebo pracovního života. Z toho vyplývá jeden z obecných rysů současné situace: volatilita a nepredikovatelnost současného světa vytváří novou situaci pro soudobé vysokoškolské vzdělání, které musí odpovědět na vhozenou rukavici ze strany průmyslu 4.0.

Posunu-li tuto úvahu o kus dále, tak stojí za zvážení následující: v současné chvíli máme na dosah ruky všechny nutné informace, můžeme konverzovat s umělou inteligencí na libovolné téma, konverzační nástroje nám generují text dle našich požadavků. Má pak smysl pokračovat v tradiční frontální výuce, kde vyučující předává velké množství informací v přeplněné aule? Jaké argumenty musí zaznít na obhajobu psaní obsáhlých seminárních a diplomových prací? A je vůbec smysluplné psát diplomové práce? Je moudré stále zůstat v paradigmatu učitelsky orientovaného přístupu, nebo je už na čase se zaměřit na studenty, na jejich participaci, spolupráci a na jejich budoucí pozici na pracovním trhu?

Odpověď na výše popsané otázky nabízí koncept vzdělávání 4.0 (*education 4.0*), který je založen na naprosto základní myšlence: vzdělávání 4.0 odpovídá na potřeby průmyslu 4.0 (Aziz Hussin, 2018). Tento model vzdělávání připravuje studenty na život a práci v kontextu 4. průmyslové revoluce (Miranda et al., 2021; Udvaros et al., 2023). Vzdělávání 4.0 klade na důraz na osvojení a rozvoj klíčových kompetencí, které jsou poptávány ze strany zaměstnavatelů v průmyslu 4.0 (Miranda et al., 2019). Zároveň se klade velký důraz na skupinové projekty, ve kterých se studenti učí spolupracovat a čelí tak reálným situacím, se kterými se můžou v budoucí práci setkat – ať se jedná o projektový management, rozdělování rolí nebo vyhodnocování informací po analýzu dat (Udvaros et al., 2023).

Vidíme zde určitý trend v reakci vysokého školství na proměny pracovního trhu, ale je zcela diskutabilní, zdali je tento trend globální – tzn. je ho možné najít i v českém kontextu, a jestli se týká všech oborů a segmentů vysokého školství. Chci v tento moment reflektovat možnou námitku, že přece změnou průmyslu se musí zabývat primárně technické, matematické nebo přírodovědné obory.

Nemyslím si, že je to úplně pravdivé, protože tato proměna průmyslu a pracovního trhu dopadá na velké množství profesí, které nemusíme řadit pod technické – např. překladatelé,

právníci, lékaři, novináři. Je proto nutné reflektovat proměnu vysokoškolského vzdělávání v celkové šíři všech možných oborů a odvětví, které spadají pod kategorii terciárního vzdělávání nebo vysokého školství. Pak můžeme zakončit tento odstavec reflexí, že i studenti či absolventi humanitního vzdělání musí být dostatečně kompetentní, aby byli schopni pracovat v kontextu 4. průmyslové revoluce. Práce s daty, informacemi či s umělou inteligencí je otázkou všech oborů.

Tím se dostávám ke klíčové části této diplomové práce, a to k následující otázce: Jaký balík kompetencí by měli studenti mít po absolvování bakalářského studia, aby naplnili požadavky průmyslu 4.0?

2 Kompetenční model „kompetence 4.0“

2.1 Empirický výzkum klíčových kompetencí vysokoškolských studentů v kontextu 4. průmyslové revoluce

Hlavním cílem této diplomové práce je vytvoření měřitelného modelu kompetencí klíčových pro vysokoškolské studenty v průmyslu 4.0 nebo v kontextu 4. průmyslové revoluce. Vycházím z předpokladu, že pokud dochází k významné změně pracovního trhu, která by měla být reflektována vysokými školami, tak je potřeba zjistit, v jaké míře mají studenti osvojené kompetence klíčové pro průmysl 4.0, aby následně vysoké školy mohly případně na základě dat upravovat své studijní programy a činit tak své budoucí absolventy konkurenceschopnější na trhu práce.

Relevance tohoto zjištění je zcela jasná: když víme, že Česká republika čelí v kontextu 4. průmyslové revoluce velkému riziku zániku některých současných profesí, tak je nutné reflektovat fakt, zdali si absolventi bakalářských studijních programů odnášejí z vysokoškolského studia potřebné kompetence, které jsou základním stavebním kamenem jejich budoucího pracovního života. Je to důležité z hlediska zkoumání dovednostní mezery (*Skill gap*) nebo nesouladu dovedností (*Skill mismatch*), které se zaměřují na rozdíly mezi schopnostmi, dovednostmi absolventů a poptávkou zaměstnavatelů.

Pro výzkum současné úrovně kompetencí nutných pro průmysl 4.0 ze strany vysokoškoláků je nutné najít adekvátní kompetenční model, který je srozumitelný, měřitelný a odpovídá reálné zkušenosti studentů. Pro nalezení tohoto modelu je z mého pohledu nutné provést rešerši literatury, která se věnuje kompetencím v průmyslu 4.0 – jak pro vysokoškoláky, tak pracovníky ve vedoucích pozicích. Vycházím zde z předpokladu, že požadavkem vedoucího pracovníka, který se v průmyslu 4.0 věnuje komplexním problémům, je vysokoškolské vzdělání.

Kompetenčních modelů, které se věnují tomuto tématu, je velké množství a skoro všechny mají jeden společný problém: jsou ryze teoretické a jsou většinou výsledkem bibliometrických analýz. Snažím se poukázat na skutečnost, že téměř žádný z těchto kompetenčních modelů nebyl empiricky měřený na skutečných respondentech, a proto považuji za nutné tyto hojně citované modely zrevidovat, zdali je možné tyto modely aplikovat pro výzkum v rámci této diplomové práce.

2.1.1 Dosavadní výzkumy na měření kompetencí vztahujících se k průmyslu 4.0 u VŠ studentů

Výzkum, který se nejvíce podobá šetření v této diplomové práci, je mapování kompetencí spojených s průmyslem 4.0 u studentů na Pangasinanské státní univerzitě na Filipínách (Manuel et al., 2023). Výzkum vychází z podobné teze, jako tato práce, že univerzitní vzdělání hraje důležitou roli v osvojování kompetencí a dovedností, které připravují studenty na práci

v průmyslu 4.0. Vývoj těchto kompetencí je ve filipínském kontextu obranou proti potenciální plošné nezaměstnanosti (Manuel et al., 2023).

Výzkumný tým vychází z modelu kompetencí z autorského týmu Hecklau et al. (2018) a používají kategorizaci na technické, manažerské, sociální a personální kompetence. Ve svém výzkumu udělali dotazníkové šetření na bakalářské studenty oboru „Věda v obchodní administrativě“ (*Science in Business Administration*), kterého se účastnilo 230 studentů na Pangasinánské státní univerzitě. Třetí část jejich dotazníku, která je nejdůležitější částí pro tuto práci, bylo sebe-hodnocení úrovně kompetencí spojených s průmyslem 4.0 za použití pětibodové Likertovy škály (1 = low, 2 = basic, 3 = demonstrating, 4 = Proficient, 5 = expert) (Manuel et al., 2023).

Výstupem výzkumu bylo porovnávání průměrů (t-test) kompetencí studentů a požadavků zaměstnavatelů: studenti měli nad očekávání lepší personální a sociální kompetence; manažerské jsou jen mírně větší a u technických kompetencí studenti požadavky zaměstnavatelů nesplnili. Zajímavým zjištěním pro tuto diplomovou práci je, že kompetence (vážené průměry dovedností) jsou mírně sešikmené – personální a manažerské kompetence mají hodnotu váženého průměru 3.53 a technické se sociálními mají hodnotu 3.55 (Manuel et al., 2023).

Výzkum z Pangasinánské univerzity považuji za zcela relevantní a inspirativní pro tuto diplomovou práci, ačkoliv mám k němu klíčovou námitku. Z mého pohledu není úplně adekvátní považovat kreativitu, řešení problému (*problem solving*), rozhodování (*decision making*), analytické dovednosti a výzkumné dovednosti jako součást manažerských kompetencí. Myslím si, že tyto specifické dovednosti jsou spíše součástí metodologických kompetencí, které se orientují na řešení problémů a rozhodování. Snažím se poukázat na fakt, že se nejedná o ryze manažerské kompetence, které jsou charakteristické pro manažery, ale spíše jako obecné dovednosti nutné pro řešení komplexních problémů v průmyslu 4.0.

Z důvodu těchto dílčích nesouladů si myslím, že není dobrým nápadem tento výzkum replikovat v této identické podobě v českém kontextu. Vnímám jako nutné se zamyslet nad jiným a lepším kompetenčním schématem, které více reflektuje požadavky průmyslu 4.0 v kontextu vysokoškolských studentů. Rád bych proto provedl detailnější rešerši jiných kompetenčních modelů, které můžu použít v rámci této diplomové práce.

2.2 Kompetence spojené s průmyslem 4.0

Pro výzkum kompetencí, které si osvojili či osvojují vysokoškolští studenti během svého studia, je nutné představit několik kompetenčních modelů, které jsou vytvořeny v kontextu průmyslu 4.0 a 4. průmyslové revoluce. Výběr relevantních modelů je podmíněn buď kompetencemi pro průmysl 4.0, nebo modely dovedností 21. století.

Důležitým teoretickým východiskem je modelové schéma od autorů pod vedením Hernandez-de-Menendez, kteří klastrovali kompetence pro průmysl 4.0 do čtyř hlavních kategorií, které jsou složené z určitých dovedností. Modelové schéma je v tabulce č. 2

Technické kompetence	Metodologické kompetence	Sociální kompetence	Personální kompetence
Technické dovednosti	Kreativita	Mezikulturní dovednosti	Flexibilita
Chápání procesů	Podnikatelské myšlení	Jazykové dovednosti	Tolerance
Mediální dovednosti	Řešení problémů (<i>problem solving</i>)	Komunikační dovednosti	Motivace se učit
Kódovací dovednosti	Řešení konfliktů	Síťovací dovednosti	Práce pod stresem
Chápání IT bezpečnosti	Rozhodování (<i>Decision-making</i>)	Práce v týmu	Udržitelný mindset
	Analytické dovednosti	Leadershipové dovednosti	
	Výzkumnické dovednosti		
	Orientace na efektivitu		

Tabulka 2 přehled kompetencí spojených s průmyslem 4.0, zdroj: Hernandez-de-Menendez et al., 2020, str. 5.

Takto vymezené schéma reprezentuje čtyři kategorie (dimenze) kompetencí pro průmysl 4.0 s velkým důrazem na metodologické a sociální kompetence. Některé z dovedností popsané v schématu jsou velmi obecné (např. kreativita, flexibilita) a některé jsou naopak úzce vymezené bez dalšího návodného vysvětlení (např. schopnost dělat kompromis a spolupracovat) (Hernandez-de-Menendez et al., 2020).

Kompetenční model Hernandez-de-Menendez pojmám jako velmi relevantní a intuitivní, protože rozdělení na čtyři kompetence, které jsou popsány výše, z mého pohledu reflektují charakteristiky požadavků zaměstnavatelů na absolventy vysokých škol. Navíc se toto schéma podobá vymezení od Katz a Kahn, kteří popisují obecné schéma kompetencí nehledě na oblast (Katz & Kahn, 1986).

Velmi podobné vymezení kompetencí pro průmysl 4.0 nabídli autoři kolem Fabiana Hecklau ve své meta-studii (čerpali ze 14 studií, 2709 rozhovorů a 90 expertních rozhovorů), ve které na základě svých zjištění klastrovali 13 kompetencí a dovedností vztahujících se k průmyslu 4.0 do čtyřech hlavních kategorií, které jsou popsány v tabulce č. 3 (Hecklau et al., 2017).

Sociální kompetence	Metodologické kompetence	Personální kompetence	Kompetence související se specifickou oblastí
Komunikace	Analytické dovednosti	Kreativita	Digitální sítě
Spolupráce	Řešení komplexních problémů	Vůle se učit	Digitální ochrana
Leadership	Rozhodování	Flexibilita	Kódování
		Adaptivita	Rozumění procesu
			Interdisciplinární dovednosti

Tabulka 3 Kompetenční model pro průmysl 4.0, zdroj: Hecklau et al., 2017, str. 8.

V tomto kompetenčním modelu vidíme podobnost s modelem Hernandez-de-Menendez, který jsem popisoval výše. Znovu zde autoři použili čtyři hlavní kompetence, které jsou složeny ze specifických dovedností nebo dílčích kompetencí.

Téměř identické závěry, jako autorské týmy Hernandez-de-Menendez a Hecklau, prosazují i autoři Alhloul a Kiss, kteří na základě bibliometrie databáze Scopus na téma průmyslu 4.0 a s ním spojených kompetencí zjistili, že model kompetencí pro průmysl 4.0 má znovu čtyři hlavní kategorie, které jsou složeny z dílčích dovedností (Alhloul & Kiss, 2022). Kompetenční model je možné vidět v tabulce č. 4.

Personální kompetence	Sociální kompetence	Technické kompetence	Metodologické kompetence
Flexibilita	Interkulturní schopnosti	Technické dovednosti	Kreativita
Motivace se učit	Komunikační dovednosti	Mediální dovednosti	Výzkumné dovednosti
Schopnost pracovat pod stresem	Práce v týmu	Kódovací dovednosti	Řešení problémů
Udržitelný mindset	Leadershipové dovednosti		Řešení konfliktů
Tolerance			Rozhodování

Tabulka 4 Model kompetencí pro průmysl 4.0, zdroj: Alhloul a Kiss, 2022, str. 8.

Na základě tří posledních kompetenčních modelů je viditelný určitý trend v kategorizaci kompetencí spojených s průmyslem 4.0 na čtyři dominantní kompetence: sociální, technické, personální a na technické / kompetence spojené s daným profesním zaměřením. Dovednosti v daných kategoriích kompetencí jsou relativně podobné.

Další kompetenční model se už více zaměřuje na manažerské kompetence pro průmysl 4.0. Tento model vytvořil tým Grzybowska a Lupicka, kteří se zaměřili na dovednosti nutné pro manažery převážně v technickém odvětví. Na základě velké rešerše literatury vymezili tři hlavní kategorie vztahující se k manažerským kompetencím:

1. Technické kompetence
2. Kompetence spojené s rozhodováním a řešením problémů
3. Sociální kompetence

Na základě těchto tří hlavních kategorií, které znovu kopírují tři výše popsané kompetenční modely, rozpracovali sadu osmi dílčích kompetencí, které se vztahují ke třem hlavním kategoriím (bohužel je zde přítomná absence přiřazení dílčích kompetencí ke třem hlavním kategoriím):

- Kreativita
- Podnikatelské myšlení
- Řešení problémů
- Řešení konfliktů

- Rozhodování
- Analytické dovednosti
- Výzkumné dovednosti
- Orientace na efektivitu (Grzybowska & Łupicka, 2017)

Velkou studii věnující se mapování kompetencí, které vyžaduje průmysl 4.0, vytvořil autorský tým pod vedením Kipperera. Za použití softwaru SciMat, který slouží k analýzám velkého množství existující literatury, vytvořili konceptuální mapu pro průmysl 4.0. V této mapě rozdělili kompetence na dvě velké kategorie: vědomosti a dovednosti (Kipper et al., 2021). Konceptuální mapu převedenou do podoby tabulky je možné vidět v tabulce č. 5.

Vědomosti	Dovednosti
Datová analytika	Leadership
Obecná systémová teorie	Strategický pohled
Techniky udržitelného rozvoje	Sebe organizace
Automatizace	Dávat a přijímat zpětnou vazbu
Znalost algoritmů	Kreativita
Vývoj softwaru	Řešení problémů
Znalost informačních technologií	Interdisciplinarita
	Práce v týmu
	Kolaborace s ostatními
	Iniciativa
	Komunikace
	Inovace
	Adaptabilita
	Flexibilita
	Sebe management

Tabulka 5 Konceptuální mapa pro průmysl 4.0, zdroj: Kipper et al., 2021.

Na základě této „mapy“ je viditelné, že „vědomosti“ reprezentují technickou stránku kompetencí, protože pracovník v průmyslu 4.0 musí mít specifické znalosti, aby mohl vyvíjet software nebo analyzovat velké množství datových souborů. Naopak „dovednosti“ reprezentují spíše sociální (práce v týmu, komunikace, leadership) a metodologické (řešení problémů, kreativita) kompetence (Kipper et al., 2021).

2.3 Dovednosti 21. století

Je možné uznat fakt, že kompetence vyžadované průmyslem 4.0 jsou velmi spjaté s průmyslem 4.0, a proto se může na první pohled zdát, že jsou „na míru“ šité autorům, kteří pracují s teorií a koncepty kolem průmyslu 4.0. Z tohoto důvodu pojmám jako nutné reflektovat velké množství autorů, kteří pracují s konceptem „dovedností 21. století“ (*21st century skills*).

Termín „dovednosti 21. století“ vychází z oblastí, které se spíše věnují vzdělávání a je používán pro širokou paletu dovedností (Lamb et al., 2017), které by si měli studenti na různých úrovních odnášet ze vzdělávacího systému, tak aby byli schopni být efektivními pracovníky na pracovním trhu a občany ve společnosti 21. století (*21st Century Skills and Competences for New Millennium Learners in OECD Countries*, 2009; Bakay, 2022; Tight, 2021).

Může se zdát, že digitální dovednosti jsou pro lidi ve 21. století nejvíce klíčové, ale dovednosti 21. století nejsou pouze dovednosti spojené s informačními technologiemi. Naopak se mezi „dovednosti 21. století“ právem řadí komunikace, spolupráce, kreativita, kritické myšlení a řešení problémů (Germaine, 2016; van Laar et al., 2017). Velmi přehledné řazení „dovedností 21. století“ vytvořil Binkley s dalšími autory, kteří rozřídili dovednosti do čtyř klastrů (Binkley et al., 2012), které jsou přiloženy v tabulce č. 6.

Způsoby myšlení	kreativita, kritické myšlení, řešení problémů, rozhodování
Způsoby pracování	komunikace, spolupráce v týmu
Nástroje pro práci	informační a digitální gramotnost
Žítí ve světě	občanství, kariéra, personální a sociální odpovědnost

Tabulka 6 Model KSAVE, zdroj: Binkley et al., 2012, str. 36

Rád bych na konci této podkapitoly krátce reflektoval výše prezentované kompetenční modely, které se věnují kompetencím nutných pro průmysl 4.0. Autorské týmy se relativně shodují v dovednostech nutných pro průmysl 4.0, ale v čem se místy rozcházejí jsou kategorizace daných kompetencí. V čem vidím zásadní problém je fakt, že ani jeden z modelů nebyl empiricky měřený, nebo nějak operacionalizovaný, což je zásadní nedostatek.

2.4 MPSV: Měkké kompetence 4.0

Ministerstvo práce a sociálních věcí ČR v rámci projektu kompetence 4.0 vytvořilo v roce 2022 svůj interní model měkkých kompetencí 4.0, které se vztahují k průmyslu 4.0. Tento kompetenční model obsahuje dvacet kompetencí, které jsou rozděleny do čtyř kategorií: osobnostní, interpersonální, kognitivní a výkonové kompetence (MPSV, 2022)

Definice měkkých kompetencí je dle MPSV:

„Měkké kompetence jsou definovány jako soubor vrozených a získaných osobních charakteristik, postojů, znalostí a dovedností, které vedou k požadovanému pracovnímu výkonu jedince. Jejich specifikem je, že – na rozdíl od „tvrdých“ kompetencí – nejsou přímo svázány s formální kvalifikací jedince.“ (MPSV, 2022, str. 2)

Je tak zcela jasné, že tento model nereflektuje technickou či více „tvrdou“ složku kompetencí spojených s průmyslem 4.0.⁴ Věnuje se tak převážně osobnostním charakteristikám a dovednostem spojených se spoluprací či interakcí s ostatními jedinci. V nějaké míře reflektuje i dovednosti nebo kompetence spojené používáním informací a řešením komplexních problémů.

Osobnostní kompetence	Interpersonální kompetence	Kognitivní kompetence	Výkonové kompetence
Celoživotní učení	Efektivní komunikace	Analytické myšlení	Aktivní přístup
Flexibilita	Kooperace	Koncepční myšlení	Plánování a organizování práce
Kreativita	Orientace na zákazníka	Objevování a orientace v informacích	Podnikavost
Zvládání stresu a zátěže	Ovlivňování ostatních		Řešení problémů
	Rozvíjení ostatních		Samostatnost
	Sebepoznání a porozumění druhým		Výkonnost
	Vedení lidí		

Tabulka 7 Model měkkých kompetencí 4.0, zdroj: MPSV, 2022

Tento model od MPSV lze z mého pohledu hodnotit jako velmi kvalitní, ačkoliv je možné mu vytknout určitou míru složitosti a komplexnosti, protože se každá dílčí část kompetence dále dělí na dílčí dovednost (MPSV, 2022). Model tedy funguje tak, že máme čtyři nadřazené kategorie, které jsou složeny z dvaceti kompetencí, které se dělí na desítky dílčích dovedností.

Zcela rozumím relevanci členění modelu měkkých kompetencí, ale pro praktické empirické účely je model až moc složitý. Domnívám se, že je třeba model zjednodušit, aby se dal použít v praxi. Velký přínos modelu vidím ve škálách, které jsou ke kompetencím uměle přiřazeny.

V tomto bodě nemůžu aplikovat žádný z teoretických modelů, který byl prezentovaný výše, ale naopak se musím pokusit vytvořit jednoduchý model kompetencí vysokoškolských studentů pro práci v průmyslu 4.0, který v této diplomové práci otestuji na vzorku studentů z FF a PŘF UK.

2.5 Model kompetencí 4.0

Jednotlivé perspektivy, schémata a modely kompetencí či dovedností spojených s průmyslem 4.0 jsou klíčovým teoretickým východiskem pro tvorbu modelu, který se aplikuje v této diplomové práci. Je nutné uznat fakt, že ani jedna výše použitá publikace neprovedla empirický výzkum daného modelu či schématu, a proto se jedná pouze o různá teoretická

⁴ Ve studii MPSV „Systémy identifikace kompetencí v mezinárodním srovnání“, která je také součástí projektu kompetence 4.0, je popsán systém kompetencí obsahující jak měkké kompetence, tak i obecné (výhradně nesouvisí s určitou profesí) a odborné znalosti (praktické dovednosti požadované pro výkon určité profese). Ačkoliv u odborných znalostí a u obecných kompetencí už není vytvořený koherentní model s popisem dílčích kompetencí a dovedností.

východiska s absencí aplikace.⁵ Dalším nedostatkem některých výše popsaných schémat je i absence detailnějšího popisu daných dovedností, či kompetencí.

Úkol, jenž jsem si dal, je vytvořit model kompetencí, pomocí kterého je možné měřit úroveň kompetencí na základě sebehodnocení bakalářských studentů. Proces vytváření modelu má následující posloupnost:

1. specifikace konceptu kompetencí 4.0 v kontextu vysokoškolského vzdělávání,
2. přiřazení specifických dimenzí konceptu kompetence 4.0 na základě teoretických východisek,
3. Přiřazení a popis jednotlivých částí (položek) dimenze dle teoretických východisek.

2.5.1 Koncept „kompetence 4.0“

K vytvoření konceptu kompetencí 4.0 využívám syntézu modelů kompetencí nutných pro průmysl 4.0, dovedností pro 21. století a modelu měkkých kompetencí 4.0 od MPSV ČR. Kompetence 4.0 proto musí nutně vymezovat příslušné kompetence a dovednosti, které reflektují potřeby pro řešení aktuálních a budoucích komplexních problémů v průmyslu 4.0.

Vycházím z předpokladu, že vysokoškolsky vzdělaný pracovník má mít kombinace kompetencí, aby byl schopný rozpoznat problém, pracovat s dostupnými informacemi, navrhnout řešení, vyhodnotit možná řešení, efektivně komunikovat a spolupracovat s dalšími pracovníky. Zároveň by měl být flexibilní, schopný pracovat pod tlakem a měl by být schopen se sebevzdělávání.

V jednodušším pojetí jsou kompetence 4.0 schopnosti a dovednosti klíčové pro řešení komplexních problémů v průmyslu 4.0 a na obecné rovině v sobě obsahují způsoby myšlení nad problémem, způsoby pracování s ostatními aktéry, nástroje pro řešení problémů a osobnostní charakteristiky. Takto vymezené kompetence 4.0 reflektují zavádění digitalizace, automatizace a technologických inovací uvnitř pracovního trhu v průmyslu 4.0.

Podobné výše popsané vymezení dovedností pro 21. století, kterým jsem se inspiroval, vytvořil Binkley jen s tím rozdílem, že jeho klastr „žití ve světě“ není z mého pohledu zcela vhodný pro popis kompetencí relevantních k průmyslu 4.0. Složky klastru „žití ve světě“ nejsou z mého pohledu nijak více spojeny s obecným vysokoškolským vzděláváním, a proto považuji za smysluplné tento klastr vyřadit – i z důvodu, aby byl model co nejvíce jednoduchý.

2.5.2 Dimenze kompetencí 4.0

Po vymezení konceptu kompetencí 4.0 je nutné přiřadit příslušné dimenze, ze kterých se koncept skládá. Na základě teoretických východisek se týmy autorů shodují nad tím, že

⁵ Výjimkou je článek z Pangasinanské univerzity, kde výzkumníci otestovali model vytvořený dle schématu Hecklau et al., ačkoliv není možné dohledat celkovou podobu operacionalizace nebo konkrétní znění otázek.

kompetence pro průmysl 4.0 se skládají ze čtyř dimenzí (Alhloul & Kiss, 2022; Hecklau et al., 2017; Hernandez-de-Menendez et al., 2020):

1. technické kompetence,
2. sociální kompetence,
3. metodologické kompetence,
4. personální kompetence.

Čtyř-dimenzionální pojetí kompetencí pro průmysl 4.0 se mi jeví jako vhodnější model než návrh autorského týmu Miranda et al., kteří navrhují dvoudimenzionální rozdělení na „tvrdé“ a „měkké“ kompetence. Zastávám názor, že dvoudimenzionální perspektiva je až moc zjednodušující a opomíjí metodologickou dimenzi, kterou z části zařadili pod „tvrdé“ kompetence (Miranda et al., 2019).

Zároveň je v tomto místě nutné uznat, že dva autorské týmy kolem Hernandez-de-Menendez a Hecklau vůbec nepopisují dané dimenze – tzn. model či schéma vytvořili bez dalšího popisu či referencí na další literaturu. Z tohoto důvodu jsem nucen dané dimenze konstruovat na základě relevantní literatury a teoretických východisek.

2.5.2.1 Technické kompetence

Technické kompetence jsou sadou dovedností pro aplikaci různých znalostí, přístupů, technik a nástrojů určených k vykonávání úkolů (Ismail et al., 2019). V průmyslu 4.0 slouží technické kompetence k využívání metod spojených s prací s informacemi, daty, programátorskými skripty a celkovou prací s „*Industrial internet of things*“ (Grzybowska & Łupicka, 2017). Technické kompetence jsou v kontextu této diplomové práce pojímány jako znalosti nástrojů či technik, a proto jsou v nich inherentně obsažené i digitální kompetence.

Digitální kompetence, tak jak je Evropská komise popisuje v DigComp, obsahují celkovou datovou a informační gramotnost, komunikaci, spolupráci, vytváření obsahu a řešení problémů (*DigComp: The European Digital Competence Framework*, 2018). Zde si myslím, že komunikace, spolupráce a řešení problémů nepatří do technických kompetencí, a proto je z mého vymezení vynechávám. Zároveň je nutné uznat, že nemůžeme redukovat sadu dovedností nutných k aplikaci nástrojů, přístupů a technik na pouhé digitální kompetence.

Obecně jsou z mého pohledu využívány technické kompetence jako „co“ aplikuji (co za analýzu, co za skript, co za informace) k řešení specifického problému v průmyslu 4.0. Jedná se tak o použití specifického nástroje určeného k řešení problému.

2.5.2.2 Sociální kompetence

Sociální kompetence jsou sadou dovedností pro práci s ostatními jedinci v týmu na společném nebo cizím cíli. V těchto kompetencích je i dovednost řídit ostatní aktéry

k úspěšné spolupráci na řešení problému. Úroveň sociálních kompetencí tak formuje i kvalitu interakcí s ostatními a je s nimi silně spojená komunikace (Grzybowska & Łupicka, 2017).

V tomto pojetí sociální kompetence silně kopírují „měkkou“ vrstvu dovedností jedince nutných pro práci ve skupině, neboť řešení komplexních problémů v průmyslu 4.0 vyžaduje širokou spolupráci aktérů na různých úrovních. Zároveň v těchto kompetencích není možné vynechat vrstvu vedení ostatních lidí, neboť řešení problémů v širším týmu vyžaduje vedení ostatních aktérů. Sociální kompetence tak silně kopírují interpersonální kompetence z modelu měkkých kompetencí 4.0 od MPSV.

2.5.2.3 Metodologické kompetence

Metodologické kompetence jsou sadou dovedností a schopností, které jedinec aplikuje pro přemýšlení a hledání adekvátního řešení problému (Alhloul & Kiss, 2022). Schopnosti spojené se způsoby myšlení nad problémem zahrnují uchopení a pochopení problému, nacházení možných řešení, vývoj inovativních řešení a celkové vyhodnocování dopadů daného řešení (Binkley et al., 2012). Uchopení problému a nalezení různých řešení nutně vede i k určité dovednosti rozhodování, které řešení je nejlepší.

Je možné uznat, že metodologické kompetence slouží k tomu „jak“ přemýšlet a řešit komplexní problémy průmyslu 4.0. Pak se zdá, že s těmito kompetencemi je spojené i určité přemýšlení, které vyžaduje kritickou reflexi šíře a hloubky problému – je nutné ho vidět z holistické perspektivy. Metodologické myšlení je tak z části syntézou analytického myšlení a koncepčního myšlení z modelu měkkých kompetencí 4.0.

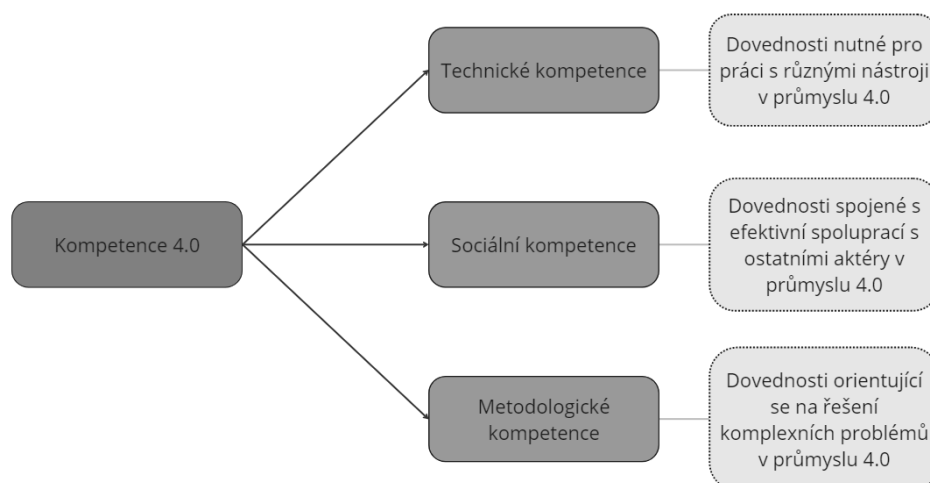
2.5.2.4 Personální kompetence

V průmyslu 4.0 mohou přicházet komplexní problémy nahodile a nekontrolovaně. Jedinec tak musí mít osvojené dovednosti a schopnosti spojené s flexibilitou a prací pod stresem. Zároveň pracovník musí být připraven se sebevzdělávat, aby byl schopný čelit budoucím výzvám v udržitelném mentálním rozpoložení (Alhloul & Kiss, 2022).

Personální kompetence jsou v obecném pojetí schopnosti a dovednosti spojené s individuální osobností, která pracuje v nejistém prostředí průmyslu 4.0. Z tohoto důvodu se domnívám, že je nutné personální kompetence vyřadit z testovaného modelu uvnitř této diplomové práce, protože jsou spjaté s osobností a vysoké školství je tak nemůže zcela jistě utvářet – tzn. nejedná se o dovednosti, které si studenti na vysoké škole osvojují.

2.5.3 Položky konceptu „kompetence 4.0“

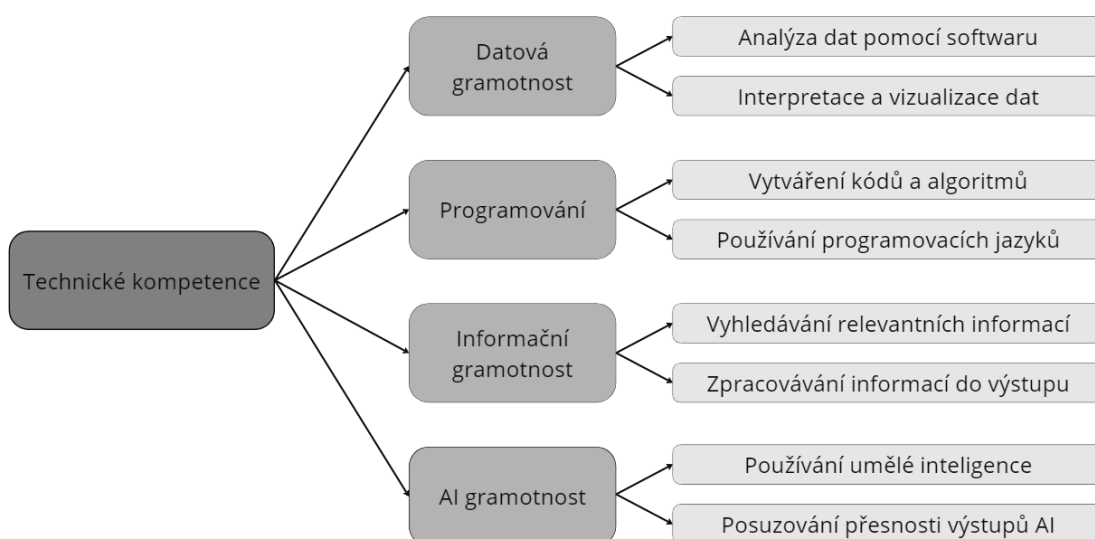
V předcházející části byly vymezeny tři dimenze kompetencí 4.0, které jsou relevantní pro kompetenční model této diplomové práce. Jedná se o následující dimenze:



Obrázek 1 Kompetence 4.0, zdroj: vlastní

Každá z těchto dimenzí je tvořena dovednostmi, které jsou nutné pro vysokoškolsky vzdělaného pracovníka v průmyslu 4.0. Přiřazování dovedností dané kompetenci následuje teoretická východiska a výše aplikovanou odbornou literaturu.

2.5.3.1 Dimenze technických kompetencí



Obrázek 2 Technické kompetence, zdroj: vlastní

Datová gramotnost je dovedností, která umožňuje hledat, identifikovat, filtrovat, analyzovat, vizualizovat, interpretovat a spravovat data (*DigComp: The European Digital Competence Framework*, 2018). V jednoduchém pojetí se jedná o schopnost jedince pochopit a

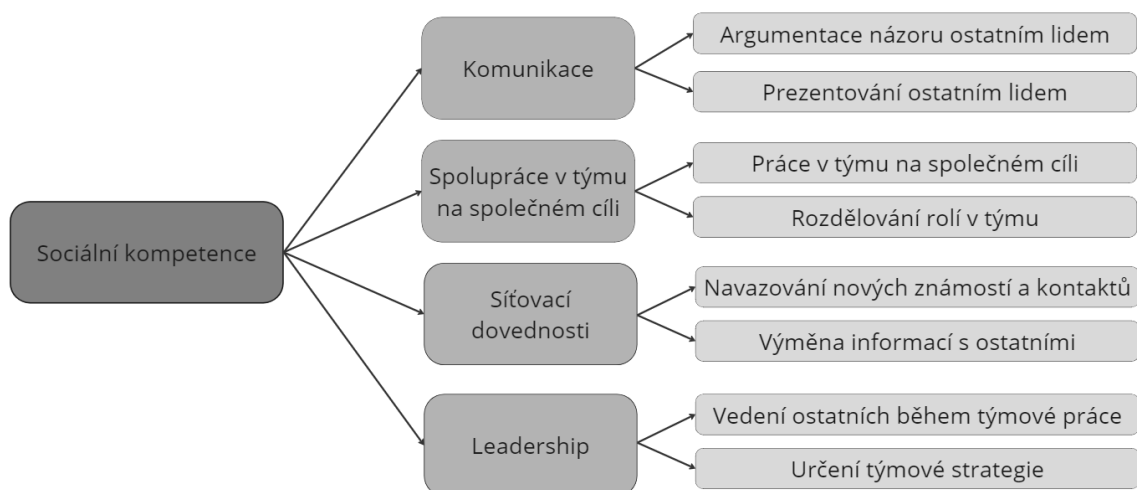
efektivně použít data k rozhodování (Wolff et al., 2016). Datová gramotnost je z mého pohledu lepším uchopením analýzy velkého množství dat, které je klíčové v průmyslu 4.0 dle teoretických východisek (Kipper et al., 2021; Prifti et al., 2017).

Informační gramotnost, která je v tomto pojetí vymezená velmi úzce oproti běžnému použití tohoto konceptu, je dovedností vyhledat správné informace, vyhodnotit a zpracovat je do relevantní podoby (Binkley et al., 2012). V kontextu této diplomové práce se informační gramotností skutečně myslí hledání relevantních informací a jejich zpracování – ať se může jednat o rešerši, výzkumný report nebo prezentaci s grafy.

Programování je technickou dovedností zmiňovanou téměř všemi autory (Alhloul & Kiss, 2022; Bakay, 2022; Hecklau et al., 2017; Hernandez-de-Menendez et al., 2020; Kipper et al., 2021; Prifti et al., 2017), která slouží k vytváření kódů, algoritmů a přetváření vstupů na výstupy ve specifických jazycích, jež jsou nutné pro řešení problémů. Programování je důležitou dovedností pro řešení technických problémů v průmyslu 4.0

S aktuálním rozvojem a integrací umělé inteligence do lidského života se domnívám, že je nutné určitou formu AI gramotnosti zařadit i do tohoto modelu. Jak je známo, tak chatovací nástroje jako ChatGPT nebo Bard umožňují efektivní hledání informací, rešerše, ale i psaní pokročilých kódů. Zdá se mi, že je nutné reflektovat stav dovedností na poli umělé inteligence ze strany vysokoškolských studentů. AI gramotnost je tedy dovedností, která umožňuje jednotlivci komunikovat a používat AI jako nástroj pro řešení určitých problémů. Zároveň je s tím spojeno i vyhodnocování relevance použití AI nástrojů (Long & Magerko, 2020).

2.5.3.2 Dimenze sociálních kompetencí



Obrázek 3 Sociální kompetence, zdroj: vlastní

Dva výzkumy týkající se žádoucích kompetencí pracovníků v průmyslu 4.0 z perspektivy zaměstnavatelů ukázaly, že nejvíce důležité kompetence jsou komunikace a spolupráce s ostatními v týmu (Bakay, 2022; Hecklau et al., 2017). Z teoretických východisek vyplynulo, že komunikace a spolupráce je obsažena i ve třech modelech (pod sociálními kompetencemi) tří hlavních výzkumných týmů, ze kterých vycházím pro tvorbu modelu této diplomové práce (Alhloul & Kiss, 2022; Hecklau et al., 2017; Hernandez-de-Menendez et al., 2020). Zároveň jsou tyto dvě dovednosti obsaženy i v textech věnujících se dovednostem pro 21. století (Kipper et al., 2021; Tight, 2021; van Laar et al., 2017) a textech, které řeší modely 4C / 5C ve vysokoškolském vzdělání (Germaine, 2016; Miranda et al., 2019).

Komunikace je dovednost efektivně artikulovat, přijímat a dávat zpětnou vazbu na myšlenky či nápady v různých formách a situacích – např. psaných, mluvených, tak i za použití různých technologií (Germaine, 2016). Jedná se o dovednost formulace argumentů či prezentování výsledků své práce před dalšími kolegy (Binkley et al., 2012; Miranda et al., 2019).

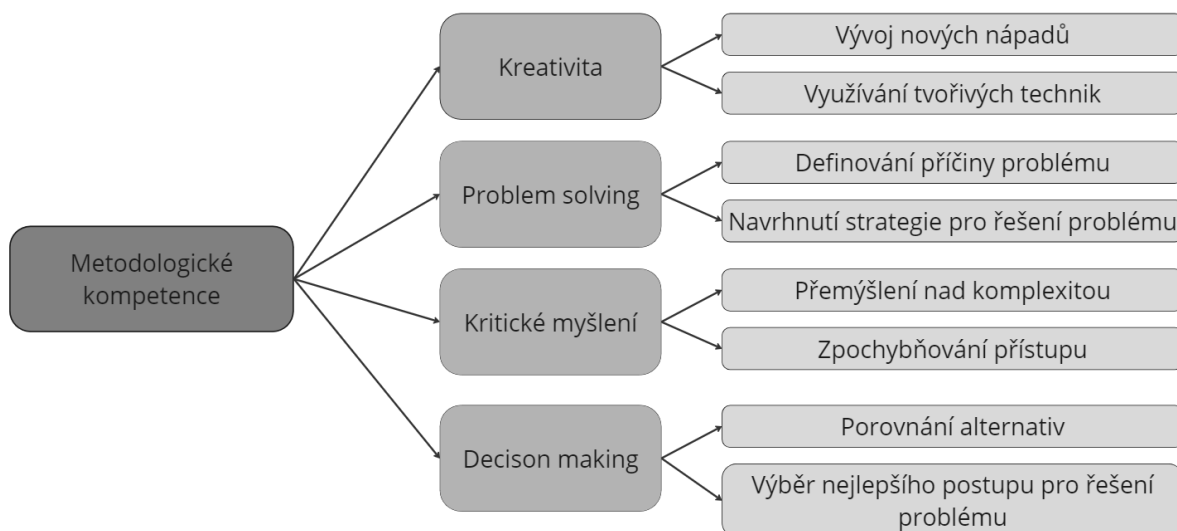
Komunikační dovednosti jsou proto zcela nutné pro práci v sociálním prostředí ve skupině (Germaine, 2016).

Spolupráce v týmu na společném cíli je dovednost jednotlivce efektivně pracovat v rozmanitých týmech, rolích na společném cíli (Binkley et al., 2012) a jejím vnitřním předpokladem je přijetí týmové zodpovědnosti (Germaine, 2016). Práce s ostatními aktéry na společném cíli v sobě obsahuje přijímání kompromisů, skupinové interakce vedoucí k řešení problémů a v neposledním případě i inovace vyplývající z různorodosti týmových členů (Miranda et al., 2019).

Síťovací dovednosti jsou další dovedností, kterou považuji pro model za významnou, neboť ji ve svých sociálních kompetencích zdůrazňuje (Alhloul & Kiss, 2022) a v mezinárodním výzkumu Bakaye byla zohledněná a byl na ní kladen důraz i v českém kontextu (Bakay, 2022). Síťování je důležitou sociální schopností pro vytváření sítě známostí a vztahů s ostatními aktéry pro možnou spolupráci (De Klerk, 2010). Zároveň je síťování důležité pro vzájemnou výměnu informací. V průmyslu 4.0 komplexní problémy vyžadují spolupráci mezi aktéry a síťování je schopností, která vytváří síť vztahů a kontaktů pro formování týmů nebo řešení vzdálených témat s relevantními odborníky.

Leadership je další dovedností v sociálních kompetencích, kterou v kontextu průmyslu 4.0 a dovedností pro 21. století zmiňují četní autoři (Alhloul & Kiss, 2022; Bakay, 2022; Hecklau et al., 2017; Hernandez-de-Menendez et al., 2020; Kipper et al., 2021). Leadership je zde spojen s vedením týmu, ovlivňováním procesů a vytvářením sdílené vize k dosažení určitého strategického cíle (Hecklau et al., 2017).

2.5.3.3 Dimenze metodologických kompetencí



Obrázek 4 Metodologické kompetence, zdroj: vlastní

Kreativita je klíčovou dovedností potřebnou pro průmysl 4.0 a je zmiňována u velkého množství autorů a týmů, které jsou v této práci aplikovány (Alhloul & Kiss, 2022; Bakay, 2022; Binkley et al., 2012; Germaine, 2016; Grzybowska & Łupicka, 2017; Hecklau et al., 2017; Hernandez-de-Menendez et al., 2020; Kipper et al., 2021). Jedná se o dovednost inovativně vytvářet nové nápady a zároveň měnit již známe ideje (Germaine, 2016). Kreativita je spojená s technikami jako brainstorming, myšlenkové mapy (Binkley et al., 2012) a vede k objevování skrytých nebo nových vzorců vedoucích k novému řešení (Grzybowska & Łupicka, 2017).

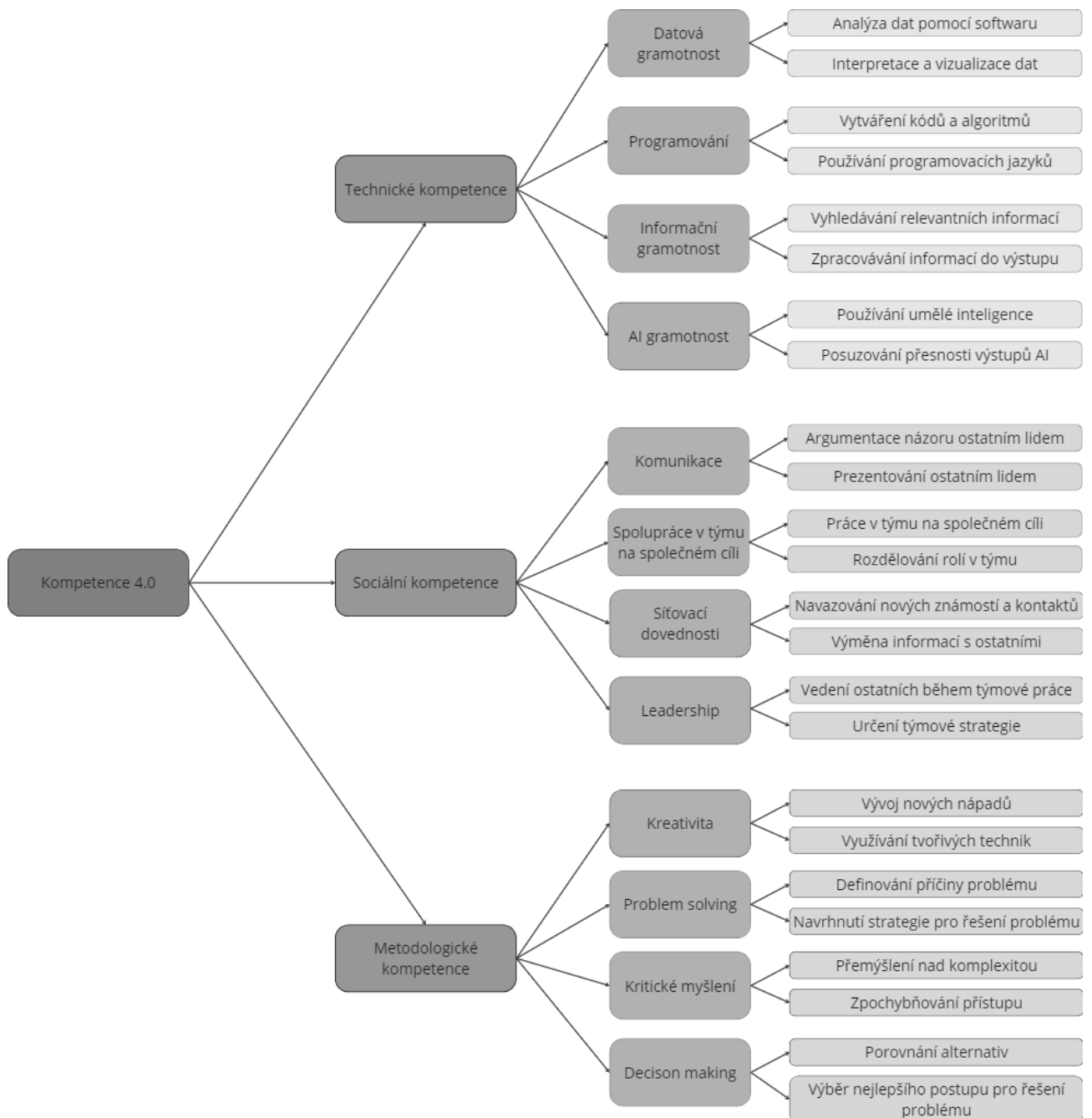
Problem solving neboli řešení problémů je čteně zmíněnou dovedností (Alhloul & Kiss, 2022; Grzybowska & Łupicka, 2017; Hecklau et al., 2017; Hernandez-de-Menendez et al., 2020; Kipper et al., 2021), která je vztáhnutá k řešení specifických problémů a vychází z toho, že jednotlivec je schopný identifikovat daný problém (Hecklau et al., 2017) a navrhnout následné strategie vedoucí k jeho řešení (Lamb et al., 2017). Tím, že jsou problémy v průmyslu 4.0 složité a komplexní, tak z tohoto důvodu je dovednost řešení problémů zcela klíčová.

Kritické myšlení je důležitou dovedností, kterou je nutné vztáhnout k průmyslu 4.0 a 4. průmyslové revoluci (Bakay, 2022; Binkley et al., 2012; Germaine, 2016; Miranda et al., 2019). Jedná se o dovednost uvažování nad propojeností jevů, problémů, systémů a celkově vyžaduje myšlenkový proces nad hloubkou a komplexitou daného problému (Germaine, 2016).

Decision making nebo rozhodování zmiňuje několik autorů (Grzybowska & Łupicka, 2017; Hecklau et al., 2017; Hernandez-de-Menendez et al., 2020) a jedná se o dovednost rozhodování na základě sběru relevantních informací a porovnávání alternativních výsledků

vedoucích k řešení problému či výběru nejlepší možnosti (Grzybowska & Łupicka, 2017). Jedná se tak o dovednost rozhodnout, které řešení je tím nejlepším za daných podmínek.

Pro lepší vizualizaci modelu vytvořeného pro účely této diplomové práce jsem vytvořil následující schéma, které reprezentuje koncept kompetencí 4.0, tři dimenze kompetencí 4.0 a následné dovednosti spojené s danou dimenzí. Jedná se tak o výsledné schéma operacionalizace konceptu „kompetence 4.0“:



Obrázek 5 Schéma konceptu "kompetence 4.0", zdroj: vlastní

2.5.4 Meze modelu kompetencí 4.0

V prvním případě je nutné říct, že každý model je pouhým zjednodušením komplexní reality a reprezentuje tak pouze perspektivu jeho tvůrce. Tento model vytvořený pro analýzu kompetencí 4.0 mezi vysokoškolskými studenty je taktéž zjednodušením, které je nutné pro empirické účely této diplomové práce.

Autoři, ze kterých jsem vycházel, formulovali velké množství dovedností spojených s určitou dimenzí kompetencí spojených s průmyslem 4.0, ale z hlediska operacionalizace konceptu kompetencí 4.0 jsem vybral takové dovednosti, které se mezi autory nejvíce opakovaly, a které jsem považoval za relevantní pro diplomovou práci.

Záměrně a vědomě jsem vyřadil personální dimenzi, o které se domnívám, že v kontextu práce není důležitá, protože osobnostní charakteristiky nemůže vysoká škola cíleně utvářet. Je pravda, že dovednosti práce pod tlakem nebo flexibilitu může zkusit vysoká škola předávat, ale domnívám se spíše jedná o charakteristiky dané osobnosti.

Celkově si myslím, že konstrukce modelu kompetencí 4.0, který jsem pro tuto práci vytvořil, je dostatečně velkou syntézou modelů výše aplikovaných publikací. Na druhou stranu je nutné reflektovat, že konstrukce kompetenčního modelu nesledovala specifické kroky procesu vytváření kompetenčních modelů dle akademické literatury. Je nutné zmínit, že tuto evidenci nemáme ani od autorských týmů, který tyto modely využívaly ve svých článcích – tzn. že zcela jistě nevíme, zdali model vytvořili dle svých domněnek nebo používali metody pro tvorbu kompetenčních modelů.

3 Metody

Na začátku druhé kapitoly *Kompetenční model „kompetence 4.0“* jsem naznačil důvody pro empirický výzkum vysokoškolských studentů v kontextu průmyslu 4.0. Po vytvoření kompetenčního modelu 4.0 je nutné tento model ověřit na reálných studentech a zjistit, jestli existují statisticky významné rozdíly v sebehodnocení kompetencí mezi vybranými studenty. Přínos empirického výzkumu je hlavně ve zjištění, zdali naměřená data odpovídají teoretickému modelu, a jak se odlišuje hodnocení úrovně kompetencí u vzorku studentů dle fakulty a studovaného studijního programu. Můžeme pak zjistit, jestli studium na specifické fakultě má u vybraných studentů vliv na jejich kompetence 4.0, a zdali vybraní studenti humanitních oborů vynikají v jiných kompetencích nežli vybraní studenti u přírodních a naopak.

3.1 Struktura empirického výzkumu

Hlavním cílem empirického výzkumu je otestovat kompetenční model kompetencí 4.0 a zjistit, jak vybraní vysokoškolští studenti sebehodnotí úroveň svých kompetencí 4.0, které si osvojili nebo osvojují během vysokoškolského studia. Dílčím cílem práce je zjistit, jak velké jsou rozdíly v hodnocených kompetencích mezi jednotlivými studenty napříč studijními programy na jedné fakultě a napříč fakultami.

Pro dosažení těchto cílů musím formulovat jednotlivé hypotézy, které se v průběhu práce buď potvrdí, nebo se zamítnou dle příslušných statistických testů:

Hypotéza	
1	Vybraní studenti kladně sebehodnotí úroveň svých kompetencí 4.0.
2	Mezi vybranými studenty z PŘF a FF UK existují významné rozdíly v sebehodnocení kompetencí 4.0.
3	Vybraní studenti z PŘF UK mají vyšší úroveň technických kompetencí oproti vybraným studentům z FF UK.
4	Mezi vybranými studenty z různých studijních programů na PŘF UK existují významné rozdíly v sebehodnocení kompetencí 4.0.
5	Mezi vybranými studenty z různých studijních programů na FF UK existují významné rozdíly v sebehodnocení kompetencí 4.0.

Tabulka 8 Přehled hypotéz

Struktura empirického výzkumu následuje článek *The development of competency model and instrument for competency measurement: The research methods*, kde autoři doporučují rozčlenit výzkum zaměřený na měření kompetencí na tři hlavní části:

1. vývojová fáze – výzkumník se orientuje na podobu kompetenčního modelu pomocí kvalitativních metod na malém vzorku respondentů,
2. přípravná fáze – vytváření hypotéz a vývoj měřicího kvantitativního nástroje pro pilotáž,
3. validační fáze – provedení pilotáže a skutečného kvantitativního výzkumu (Suhairom et al., 2014).

Empirický výzkum se skládá ze dvou hlavních částí. První částí je fokusní skupina v přípravné fázi výzkumu a druhá část je dotazníkové šetření zaměřující se na bakalářské studenty FF a PŘF UK.

3.2 Dotazníkové šetření

Dotazníkové šetření, které se orientuje na bakalářské studenty FF a PŘF UK je hlavní složkou empirického výzkumu v této diplomové práci. Rozhodl jsem se realizovat dotazníkové šetření, protože je doporučovanou kvantitativní metodou pro plošné měření kompetencí (Marrelli et al., 2005). Tento trend měření kompetencí pomocí dotazníků je možné vidět i u nejznámějších výzkumů, které mapují kompetence ve vzdělávání. PISA a PIACC od OECD používají dotazníky pro měření kompetencí, Eurograduate se také ve druhé polovině dotazníku věnuje měření kompetencí, a pokud vezmu v úvahu výše citovaný výzkum z filipínské univerzity, tak i pro měření kompetencí spojených s průmyslem 4.0 využili výzkumníci dotazník. Využití dotazníku pro měření kompetencí je v této diplomové práci adekvátním řešením.

3.2.1 Popis vzorku pro dotazníkové šetření

Dotazník vytvořený pro tuto diplomovou práci se orientuje na všechny bakalářské studenty Filozofické (FF UK) a Přírodovědecké fakulty (PŘF UK) Univerzity Karlovy. Předpokladem zapojení do šetření ze strany studentů je aktivní bakalářské studium na jedné z výše uvedených fakultách. Dotazníkové šetření se zaměřuje na bakalářské studenty všech česky vyučovaných studijních programů, které jsou aktuálně vyučovány na FF a PŘF UK⁶.

Je nutné reflektovat klíčový fakt, že v kontextu této diplomové práce se nejedná o pravděpodobnostní nebo kvótní výběr, ale jedná se o samovýběr respondentů – respondenti se na základě své vlastní vůle účastní dotazníkové šetření. Z tohoto důvodu se nejedná o reprezentativní výběr, který by umožňoval zobecňování výsledku na celou fakultu nebo celou populaci vysokoškolských studentů. Je nutné si vždy uvědomovat, že se jedná o informace od určité skupiny studentů, která nereprezentuje celkovou populaci bakalářských studentů na FF a PŘF UK. Toto je jedna z mezí dotazníkového šetření, které je realizováno v této diplomové práci.

3.2.2 Typ dotazníkové šetření a sběr dat

V této diplomové práci je v dotazníkovém šetření použita online forma dotazníku, ke kterému mají respondenti přístup skrze odkaz, nebo QR kód. Rozhodl jsem se využít online formu, protože se jedná o rychlou a efektivní formu sběru dat. Další výhodou této formy je, že výzkumník má okamžitý přístup k datům a nemusí čekat na externí zpracování. Nevýhodou online dotazování je, že je výzkumník závislý na softwaru, který sbírá a zpracovává data. Další

⁶ Zmiňuji z důvodu, že na PŘF UK jsou i některé studijní programy vyučovány v angličtině, které jsou určeny převážně zahraničním studentům.

možnou námitkou vůči online dotazování je fakt, že výzkumník nemá přehled, kdo dotazník vyplňuje (Sue & Ritter, 2007).

Z důvodu druhé námitky jsem se rozhodl zvolit následující strategii, pomocí které jsem se dostal pouze k bakalářským studentům na FF a PŘF UK: na PŘF UK rozeslalo odkaz na dotazník studijní oddělení, které poslalo skrze SIS email s odkazem všem bakalářským studentům na PŘF UK. Z důvodu nízké návratnosti tohoto přístupu jsem se rozhodl oslovit nejmenovaného vyučujícího na PŘF UK, který vyučuje velké přednáškové předměty pro stovky bakalářských studentů. Tento kantor souhlasil s rozesláním dotazníku, a tak jako studijní oddělení rozeslal email s odkazem skrze SIS všem bakalářským studentům, zapsaných na jeho bakalářských předmětech (tento kantor vyučuje průřezové a sdílené předměty na PŘF UK).

Na FF UK bohužel nevyšlo domluvit spolupráci se studijním oddělením, které nemělo zájem se výzkumu účastnit a z důvodu „zbytečného“ zatěžování studentů odmítlo dotazník studentům rozeslat. Z tohoto důvodu jsem oslovil několik vyučujících, kteří vyučují filosofii ve společném základu, která je povinným předmětem pro všechny bakalářské studenty na FF UK (kromě ÚFaR). Nakonec tři nejmenovaní vyučující tří různých předmětů ve společném základu souhlasili s rozesláním odkazu na dotazník v emailu skrze SIS všem bakalářským studentům zapsaných na jejich předmětech. Tímto způsobem jsem měl příležitost rozeslat online dotazník všem studentům bakalářských studijních programů na FF a PŘF UK.

Sběr dat probíhal skrze software Zoho Survey.

3.2.3 Struktura dotazníku

Dotazník aplikovaný v této diplomové práci má formu sebe-evaluačního dotazníku, který zjišťuje od respondentů informace o jejich dovednostech a kompetencích ve specifických situacích. Respondenti hodnotí na škále míru svých dovedností v daných situacích. Jedná se tak o subjektivní náhled na své vlastní dovednosti a kompetence – nejedná se o skutečný test kompetencí, jako je ve formě testů PISA. Kompletní dotazník je v přílohách.

Dotazník se skládá ze tří hlavních částí, které se zaměřují na hodnocení jednotlivých kompetencí 4.0 a části, kde jsou otázky orientující se na specifika studia. Dotazník začíná úvodním shrnutím tématu výzkumu od výzkumníka, ujištěním o anonymitě respondentů a souhlasem s využitím výsledků pro vypracování této diplomové práce.

První část dotazníku se věnuje sociálním kompetencím, které následují teoretický model (komunikace, spolupráce, síťovací dovednosti a leadership), a je složená z osmi otázek v jedné baterii na jednotné sedmibodové Likertově škále. Rámčující otázka baterie je „*Jaká je úroveň tvých dovedností v následujících situacích?*“. Likertova škála v této baterii je složena z položek od 1 do 7, kdy 1 = *Velmi nízká* a 7 = *Velmi vysoká*⁷.

⁷ Výběr sedmibodové škály jsem zvolil na základě inspirace ve výzkumu Eurograduate, kde využívají pro měření kompetencí absolventů vysokých škol sedmibodové Likertovy škály ve stejné podobě – tj. 1 = *Velmi nízká* a 7 = *Velmi vysoká*.

Druhá část dotazníku se orientuje na technické kompetence dle teoretického modelu (informační gramotnost, datová gramotnost, programování a AI gramotnost) a má identickou podobu s baterií a sedmibodovou škálou v části sociálních.

Třetí část dotazníku se zaměřuje na metodologické kompetence dle teoretického modelu (kreativita, řešení problémů, rozhodování a kritické myšlení) a má identickou podobu baterie a sedmibodové škály jako sociální a technické kompetence. V poslední části dotazníku jsou otázky na studium respondentů.

3.2.3.1 Pilotáž dotazníku

V přípravné fázi empirického výzkumu jsem realizoval pilotní dotazníkové šetření, které mělo za cíl vyzkoušet dotazník, sebrat zpětnou vazbu od respondentů a zjistit, zdali dochází k zešikměni jednotlivých kompetencí. Pilotní šetření následovalo po realizaci fokusní skupiny, která je blíže popsána o několik kapitol níže. Pilotního šetření se účastnilo celkem 35 respondentů z řad bakalářských a několika magisterských studentů z FF a PŘF UK.

Výsledky pilotního šetření prokázaly, že v sociálních kompetencích (průměrový index z 8 proměnných) dochází k velmi mírnému zešikměni, ale test normality prokázal, že i tak se jedná normální rozdělení – centrální limitní teorém platil. Technické kompetence byly mírně zešikmené naopak vlevo a toto vychýlení způsobila položka v dovednostech programování „*Používání programovacích jazyků (JavaScript, Python, HTML, SQL)*“. Většina respondentů sebehodnotila úroveň své dovednosti jako velmi nízkou (hodnota 1 a 2). Přesto test normality prokázal normální rozdělení technických kompetencí. I přes tento jev jsem se rozhodl položku u programování ponechat, protože se jedná o klíčovou dovednost z teoretických východisek. Metodologické dovednosti nijak více zešikmené nebyly a dle testu normality měli normální rozdělení.

3.2.4 Meze dotazníkového šetření

Dotazníkové šetření realizované v této diplomové práci má z mého pohledu dva zásadní limity nebo meze. Prvním limitem je problematika sebe-evaluace respondentů a druhým limitem je výběr vzorku.

3.2.4.1 Problematika sebe-evaluace

Prvním limitem dotazníkového šetření je fakt, že se jedná o sebe-evaluační dotazník. Nejedná se o skutečný test dovedností a kompetencí v daných situacích, ale pouze o vyhodnocení situací ze strany bakalářských studentů.

Lounek a Ryška ve svém článku, který se zabývá problematikou sebe-evaluace ve vysokoškolských výzkumech, popisují, že každý respondent se sebe-hodnotí na základě jiných kritérií – tzn. že každý respondent jinak interpretuje škálu a svojí pozici na Likertově škále. Respondenti se například můžou hodnotit na základě „obecného standartu dobré praxe“

(například podle toho, co se učili ve škole nebo v práci). Dalším typem hodnocení je na základě „porovnání s dalšími aktéry v jejich oblasti“ (např. se spolužáky nebo spolupracovníky). Posledním velkým typem hodnocení je na základě „porovnání s populací“ (např. ostatními bakalářskými studenty mimo můj studijní program) (Lounek & Ryška, 2023).

Rád bych zdůraznil, že sebe-evaluace je tedy subjektivní záležitostí každého respondenta. Je velmi těžké určit, zdali je vůbec možné porovnávat studenty mezi sebou, protože nemáme jistotu, že interpretují škálu stejným způsobem. Jedná se o velmi vážnou metodologickou otázku v rámci sebe-hodnotících dotazníků v oblasti vzdělávání a měření kompetencí u studentů.

3.2.4.2 Výběr vzorku

Druhým limitem dotazníkového šetření je bezesporu struktura vzorku a samo-výběr respondentů. Tím, že se nejedná o pravděpodobnostní nebo kvótní výběr, tak nemůžeme zobecňovat výsledky na populaci bakalářských studentů na FF a PŘF UK. Dotazníkové šetření je v této diplomové práci unikátní sondou, která se věnuje novému tématu v kontextu 4. průmyslové revoluce a nedává si za cíl provést zevrubné reprezentativní šetření.

3.3 Fokusní skupina

Metodu fokusních skupin (FG) jsem aplikoval v přípravné fázi výzkumu před realizací dotazníkového šetření, kdy primárním cílem FG bylo vyzkoušení dotazníku studenty a následná diskuse nad vytvořeným modelem kompetencí 4.0. Dílčím cílem realizace FG bylo otestování relevantnosti stávajících hypotéz a generování nových hypotéz pro dotazníkové šetření v kvantitativní části výzkumu.

Kvalitativní metodu FG jsem se rozhodl využít z důvodů, že FG poskytuje výzkumníkovi získání základních informací o zkoumaném tématu, testování či generování nových hypotéz pro kvantitativní část výzkumu a prověření teoretických předpokladů zkoumaného tématu (Stewart & Shamdassani, 2015). Zároveň jsem viděl přínosnost této metody v rychlém sběru dat od respondentů oproti polostrukturovaným rozhovorům, které by zabraly daleko více času (Marrelli et al., 2005). Další přínos z aplikace FG byl ve skupinové diskusi, která byla velmi dynamická z důvodu struktury skupiny – jak z hlediska fakultní, oborové různorodosti, tak i z hlediska doby studia a pohlaví účastníků FG.

Výsledky FG jsem více podrobně neanalyzoval pomocí příslušných kvalitativních metod. Nabízela se aplikace tematické analýzy, pomocí které bych byl schopný identifikovat nejčastější a nejsilnější témata účastníků, ale pro cíle této diplomové práce by to byl zbytečný krok stranou. Myslím si to z důvodu, že tato FG sloužila jako hlavní test dotazníku (před pilotáží) a modelu kompetencí 4.0. Tím, že jsem neplánoval více využít data z této přípravné kvalitativní části, tak jsem skutečně k FG přistupoval jako k diskusi s adekvátními respondenty – generování hypotéz nebylo inherentně očekáváno.

3.3.1 Struktura FG

FG byla realizována v přípravné fázi výzkumu a účastnilo se jí celkem šest studentů z UK. Jednalo se o dva studenty z FF UK a čtyři studenty z PŘF UK. Struktura účastníků byla různorodá, a proto na FG byli zastoupeni, jak studenti v bakalářském studiu, tak i absolventi bakalářského programu. Bohužel se mi nepodařilo rekrutovat více studentů z FF UK, což se může jevit jako omezení přínosů FG v této fázi výzkumu.

Na začátku FG proběhlo seznámení účastníků, vymezení času FG, souhlas s nahráním a poučení o etických pravidlech FG – tj. hlavně o anonymitě účastníků. První část FG spočívala ve vyplnění dotazníku na kompetence 4.0 účastníky a následné debatě nad dotazníkem. Druhá část FG se orientovala na krátký výklad kompetenčního modelu kompetencí 4.0 ze strany moderátora a následné diskusi nad modelem. Třetí část FG se zaměřovala na reflexi kompetenčního modelu dle reálných zkušeností studentů. Scénář FG je v přílohách.

3.3.2 Závěry FG

V první části FG účastníci vyplnili dotazník, který následně hodnotili. Účastníci celkově hodnotili dotazník kladně a neměli žádné velké námitky, nebo nějaký aspekt dotazníku, který by jim zcela vadil. Hodnotili pozitivně stručnost, krátkost a osobní přístup, ačkoliv někteří účastníci zmínili, že se některé otázky z jejich pohledu překrývají a nejsou si zcela jistí jejich rozdílností – hlavně v části metodologických kompetencí.

„Já mám pocit, že hodně těch otázek se překrývá. Nevěděla jsem přesně, kde jsou rozdíly mezi otázkami a nebylo mi jasné, co tím přesně myslíš. Hlavně v těch metodologických kompetencích.“ (účastnice z PŘF UK)

Při otázce, zdali účastníkům při vyplnění dotazníku něco vadilo, tak zmínili, že překryv není vnímán negativně, ale spíše je nutné si uvědomit specifika daných oborů a fakult – tzn. že pod určitými dovednostmi je možné si představit trochu něco jiného. Obecně ale účastníci kvitovali podobu otázek, protože z jejich pohledů vystihují obecné pojetí bakalářského studia.

„Každý vidíme trochu něco jiného pod komunikací, rozdělováním rolí, prací na projektu a analýzou dat.“ (účastnice z PŘF UK)

Programování je z jejich pohledu zajímavým aspektem, protože se často setkávají se statistikou a statistickými analýzami, ale s programováním nemají bližší zkušenosti – ačkoliv účastníci z PŘF zmínili, že na jejich fakultě se vypisují předměty na programování v kontextu biologie a mikroskopie.

„To programování jde kolem nás na fildě.“ (účastník z FF UK)

Účastníci se zastavili i nad otázkou ohledně AI a z pohledu účastníků všech účastníků je zcela relevantní se na znalost používání AI ptát, protože je to teď velké téma na jejich fakultách.

„Myslím si, že ta umělá inteligence je důležitá, protože se to hodně u nás řeší. Je super ji používat, ale musíš vědět, jak ji používat a musíš vědět, jak si prověřovat informace. Takže u nás říkají používejte jí, ale ověřujte si informace.“ (účastnice z PŘF UK)

„Nám i někdo posílal z vedení katedry nabídku seminářů na to, jak pracovat s chatGPT, takže je to za mě důležité téma.“ (Účastnice z FF UK)

V závěru první části FG studenti reflektovali, že většina otázek z dotazníku odpovídá jejich zkušenostem z bakalářského studia. Účastníci z PŘF UK řekli, že je důležité vnímat rozdíly mezi praxí a klasickým studiem, protože praxe nejsou povinné, ale předají studentům nejvíce dovedností a dají jim pensum znalostí pro napsání bakalářské práce.

„U mě bylo těžké rozeznat mezi praxí a bakalářským studiem. Já jsem spoustu těch situací zažila během praxe, ale ne ve studiu. U nás praxe není povinná, nemáme za ní kredity, ale je něco, co se dělá navíc. Jsou u nás lidi, kteří za celého bakaláře nebyli v laborce a stejně mají titul.“ (účastnice z PŘF UK)

Ve druhé fázi FG, kde moderátor vysvětlil model kompetencí 4.0 ve vysokoškolském prostředí, účastníci debatovali nad podobou a strukturou modelu. Došlo ke shodě nad vynecháním personální dimenze, ačkoliv účastníci vyzdvihli její důležitost a fakt, že tato dimenze není ve vysokoškolském vzdělání vnitřně obsažená.

„Je fakt, že ty personální dovednosti jsou takový vedlejší efekt na vejšce. Nijak se to vědomě neučí, ale asi si to nějak osvojuješ třeba během prezentací. Je za mě v pohodě, že se to v modelu vynechává.“ (účastník z FF UK)

Dalším bodem byla reflexe modelu jako celku a účastníci společně zmiňovali, že model kompetencí 4.0 chápou jako základní balíček dovedností, které si osvojí během bakalářského studia. Ten balíček je z jejich pohledu společný pro všechny bakalářské studenty a nezáleží na studovaném oboru.

„Je trochu jedno, co studuješ, protože když se zaměříš na dovednosti v tom modelu, tak stejné dovednosti se rozvíjejí, jak na přírodovědě, tak i na fildě. Kritické myšlení je možná trochu lepší u nás, ale analýza dat a výzkumy jsou i u vás na přírodovědě. Pak to vypadá, že máš nějaký balíček dovedností z bakaláře a je jedno, kde studuješ.“ (účastník z FF UK)

„Vidím to podobě. Máš základní balíček dovedností a ten pak rozvíjíš v praxi. U nás se většinou fakt asi učíš v praxi. Třeba to kritické myšlení. U nás v prváku do tebe nalévají fakta a v praxi je milion článků, které jsou proti sobě, a pak si říkáš, že to nemusí být asi úplně pravda.“ (účastnice z PŘF UK)

Důležitým bodem byla i diskuse nad tím, že jednotlivé dimenze modelu jsou společné všem bakalářským studentům, ale rozdíly nastanou v jednotlivých dovednostech uvnitř modelů.

Ty dimenze jsou stejné jak na fildě, tak i na přírodovědě, protože ti dají ten stejný balíček, ale pak budou rozdíly v těch specifických dovednostech.“ (účastnice z PŘF UK)

Ve třetí části FG účastníci diskutovali na téma, jestli se jejich bakalářské studium orientovalo na kompetence a dovednosti z modelu kompetencí 4.0. Celkově se shodli, že velké množství dovedností z modelu je obsaženo v bakalářském studiu, ale není na ně vždy kladen tak velký důraz.

„U nás byli sociální kompetence hodně rozvíjené. Skupinová práce, týmová spolupráce byla od adaptáku, výzkumy jsme hodně dělali v týmech. Bylo to u nás hodně. Docela se v tom cítím silná, ale těžko říct, kolik mi toho dala škola.“ (účastnice z FF UK)

„Škola v nás nějak rozvíjí datovou a informační gramotnost. Spolupráci v týmu a síťování taky u nás bylo. To síťování je třeba na konferencích.“ (účastnice z PŘF)

„Leadership se třeba u nás vůbec neučí, ale je to nutné v laborce, protože tam jsou to společné projekty a nikdo to moc neumí. Napsat grant je pak hodně velká bolest.“ (účastnice z PŘF UK)

„Na PŘF nejsou povinné předměty, takže si volíš všechno sám. Statistika je třeba u nás hodně důležitá, ale znám hodně lidí, kteří si to nezapsali a neumí to. Ted' jsou v laborce, potřebují analyzovat data a prostě tu dovednost nemají. Jsou docela v háji.“ (účastnice z PŘF UK)

Důležitým momentem z FG bylo téma vlivu střední školy na míru kompetencí 4.0. Účastníci měli shodu na silném vlivu středoškolského vzdělání na míru těchto kompetencí a tvrdili, že bakalářské studium tyto kompetence spíše více rozvíjelo, nežli zcela učilo. Středoškolské studium dle jejich názoru má více časových kapacit na rozvoj komunikace a spolupráce nežli vysokoškolské studium.

„Řekla bych třeba v té komunikaci, že hodně záleží na střední a na tom, co jsi tam dělal. Třeba na letních školách se na tom hodně pracovalo.“ (účastnice z PŘF UK)

„Ty sociální kompetence mám asi více ze střední než z vejšky. Připadá mi, že tam jsem pořád něco prezentoval, aniž by mě to zajímalo. Když tam máš dvě hodiny tejdně od každého předmětu, tak se to tam asi více rozvíjí.“ (účastnice z PŘF UK)

Dalším klíčovým bodem bylo vyzdvižení vlivu praxe v laboratoři na PŘF UK, které má nezanedbatelný vliv rozvoj kompetencí 4.0.

„Metodologické dovednosti mám více z praxe v laborce. U nás je na přednáškách 300 lidí, tak se tam řešení problémů vůbec neřeší.“ (účastnice z PŘF UK)

Závěry z FG jsou, že model kompetencí 4.0 reflektuje zkušenosti účastníků FG a nedošlo ke zpochybnění některé z jeho částí. Panoval konsensus nad podobou sociálních, technických a metodologických kompetencí včetně specifických dovedností v dané dimenzi. Dotazník je pro účastníky FG srozumitelný, přehledný a odpovídá situacím z bakalářského studia účastníků. Někteří z účastníků zmínili překryv otázek, ale po debatě panovala shoda.

Jedna z hypotéz, která vyvstala z diskuse je, zdali míru kompetencí 4.0 u bakalářských studentů silně ovlivňuje účast na olympiádě, letní škole nebo stáži během středoškolského studia. Druhá hypotéza, která se vygenerovala z diskuse je, zdali časté chození do laboratoře u studentů PŘF UK ovlivňuje jejich kompetence 4.0. Na základě těchto dílčích hypotéz jsem se rozhodl do dotazníku zařadit dvě otázky, které se věnují těmto tématům.

3.4 Aplikované statistické metody

V diplomové práci se používá několik statistických metod, které se vzájemně doplňují. V první části je krátce provedená popisná statistika, kde jsou uvedeny počty respondentů, struktura vzorku dle ročníku a studijního programu. Před využitím konfirmační faktorové analýzy⁸ (CFA) se nejdříve zkontrolují předpoklady jejího využití. Na základě těchto výsledků se provede CFA. Po CFA se uloží hodnoty jednotlivých dovedností a kompetencí jako nové proměnné, které se budou dále aplikovat v bivariačních analýzách. Pro potvrzení, nebo vyvrácení jednotlivých hypotéz použiji parametrické⁹, nebo neparametrické testy dle povahy dat. Pro analýzu

⁸ Je nutné zmínit, že využití CFA v této diplomové práci předpokládá, že v hierarchickém modelu kompetencí 4.0 jsou indikátory pojímány jako reflexivní. Bohužel nejsou v teoretické literatuře, ze které jsem vycházel při tvorbě modelu, nikde uvedeny strukturní podoby kauzálních vztahů mezi dovednostmi a kompetencemi. V případě této diplomové práce jsou manifestní proměnné pojímány jako reflexivní indikátory.

⁹ Jsem si vědom problémů, které se váží k aplikaci likertových škál v parametrických testech, protože rozdíly v hodnotách na ordinální škále nejsou totožné jako rozdíly v hodnotách na kardinální. Vycházím z teoretického předpokladu, že pokud mají proměnné přibližně normální distribuci a je dostatek měření v každé skupině, tak je možné aplikovat proměnné s likertovou škálou v parametrických testech (Sullivan & Artino, 2013).

závislostí mezi proměnným využiji korelační testy – tzn. Pearsonův, nebo Spearmanův korelační koeficient.

Všechny statistické analýzy, jako CFA, t-testy, ANOVA, tak i grafy a tabulky jsou vytvořeny skrze statistický software R.

4 Výsledky

4.1 Deskriptivní statistika

Dříve než se dostaneme k CFA a jednotlivým rozdílům mezi vybranými studenty, tak bych rád interpretoval základní charakteristiky respondentů. Celkově se dotazníkového šetření, které probíhalo od 25.10.2023 do 20.11.2023, účastnilo 868 bakalářských studentů z FF a PŘF UK. Plných odpovědí, kdy respondent vyplnil celý dotazník, bylo celkem 602.

V tabulce č. 9 je viditelné, že více respondentů bylo z PŘF UK, ze které dotazník vyplnilo 513 studentů a studentek, což je 25 % z celkového množství bakalářských studentů v českých studijních programech na PŘF UK¹⁰. Z FF UK se výzkumu účastnilo 89 studentů, což jsou pouhá 3 % z celkového množství všech bakalářských studentů na FF UK. Dotazníkového šetření se z obou fakult účastnily více ženy než muži, což je znázorněno v tabulce č. 10.

Fakulta	Celk. Bc. Studentů	N	Podíl (%)
Přírodovědecká fakulta UK	2026	513	25%
Filozofická fakulta UK	3111	89	3%

Tabulka 9 Struktura respondentů dle fakulty, zdroj: vlastní

Pohlaví	Přírodovědecká fakulta UK	Filozofická fakulta UK	N
Žena	310	49	359
Muž	182	33	215
Nechci odpovědět	15	5	20
Jiné	6	2	8
	513	89	602

Tabulka 10 Struktura pohlaví respondentů dle fakulty, zdroj: vlastní

Respondenti z FF UK měli možnost v dotazníku vybrat svůj studijní program, ve kterém právě studují. Pro lepší přehlednost jsem se rozhodl seskupit jednotlivé studijní programy pod kategorie (studijní oblasti), které používá OECD a MŠMT. Filologie, umění, filozofie, estetika, historie se řadí pod humanitní vědy, zatímco sociologie, psychologie, politologie a jiné se klasifikují jako sociální vědy. Veřejná správa, pedagogie a informační studia nejdu zcela jasně zařadit. Dle tabulky č. 11 dotazník vyplnilo nejvíce studentů z filologických a kulturně-uměleckých studijních programů. Pozitivním zjištěním je, že jsou ve vzorku z FF UK zastoupeny téměř všechny ročníky z bakalářského studia, ačkoliv nejvíce studentů je z prvního ročníku.

¹⁰ Celkový počet studentů na fakultách se čerpá z *Výroční zprávy o činnosti UK z roku 2022*

Studijní oblast	N	1. ročník	2. ročník	3. ročník	4. ročník nebo vyšší ročník
Filologické vědy	25	16	6	2	1
Vědy o kultuře a umění	21	10	6	4	1
Filozofické vědy, estetika	14	5	7	1	1
Historické vědy	11	5	4	2	0
Sociální vědy	11	5	4	1	1
Informační studia	3	0	2	1	0
Veřejná správa	3	2	0	1	0
Pedagogická věda	1	0	1	0	0
89	43	30	12	4	

Tabulka 11 Přehled studijních oblastí respondentů z FF UK dle ročníku respondentů, zdroj: vlastní

Ve vzorku studentů z PŘF UK jsou zastoupeny všechny studijní programy, které jsou na PŘF UK vedené jako české. Nejvíce respondentů je napříč ročníky ze studijního programu biologie. V tabulce č. 12 je vidět pořadí všech studijních programů, které jsou seřazené dle počtu respondentů ve výzkumu. Pozitivním zjištěním je opětovné zastoupení všech ročníků ve vzorku – není zde extrémně velká převaha studentů 1. ročníku, kteří jsou na vysoké škole jen několik měsíců.

Studijní program	N	1. ročník	2. ročník	3. ročník	4. ročník nebo vyšší ročník
Biologie	244	108	56	58	22
Geografie	79	36	14	19	10
Chemie	44	14	10	15	5
Biochemie	42	20	14	7	1
Klinická a toxikologická analýza	29	11	10	7	1
Ekologie a ochrana prostředí	22	10	7	5	0
Demografie	17	11	4	1	1
Bioinformatika	15	6	3	6	0
Geologie	13	5	3	4	1
Hydrologie a hydrogeologie	5	4	1	0	0
Vědy o Zemi	3	2	1	0	0
513	227	123	122	41	

Tabulka 12 Přehled studijních programů respondentů z PŘF UK dle ročníku respondentů, zdroj: vlastní

4.2 Testování modelu kompetencí 4.0 pomocí CFA

4.2.1 Testování předpokladů pro využití CFA

Jedním z klíčových předpokladů využití „tradiční“ CFA je, že jednotlivé proměnné, které jsou obsaženy v modelu, musí být normálně rozdělené (Brown & Little, 2015; Soukup, 2021). Pro otestování normální distribuce proměnných jsou zde přiložené jednotlivé sady histogramů, které charakterizují jednotlivé proměnné související s danými kompetencemi. Histogramy jsou pro lepší interpretaci proloženy křivkou normálního rozdělení. Interpretace grafů je doplněna o výsledky Shapiro-Wilkova testu, které jsou v jednotlivých tabulkách.

S použitím Shapiro-Wilkova testu se pojí jeden větší problém, který je nutné mít na paměti: čím je vzorek větší, tak tím více je test náchylnější k zamítnutí nulové hypotézy o normalitě

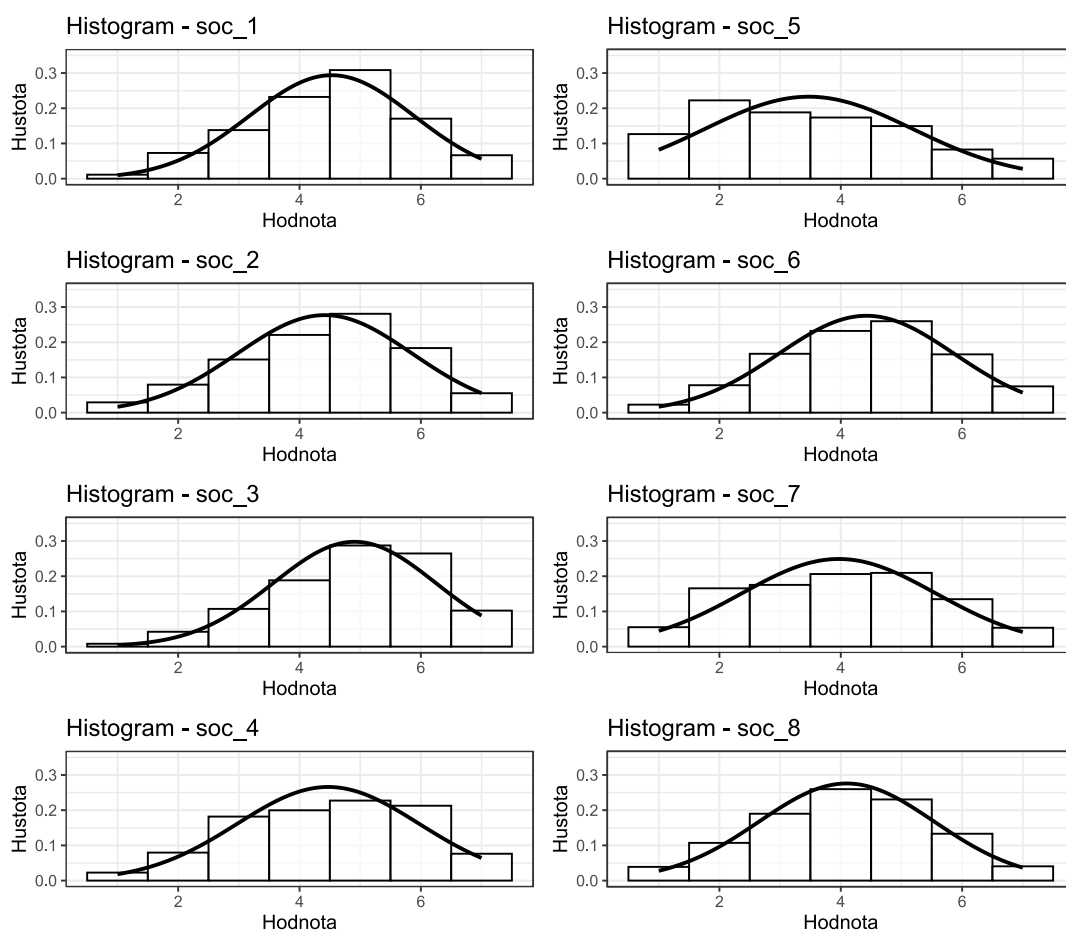
rozdělení, protože ve velkém vzorku i malé odchylky dokážou zamítnout normální rozdělení (Field et al., 2012).

Pro lepší srozumitelnost zde přikládám tabulku s kódem a názvem proměnné.

Kód proměnné	Název proměnné
soc_1	Argumentace názoru
soc_2	Prezentování výsledků
soc_3	Práce v týmu
soc_4	Rozdělování týmových rolí
soc_5	Navazování nových známostí
soc_6	Výměna informací
soc_7	Vedení ostatních
soc_8	Vymezení týmové strategie
tech_1	Vyhledávání informací
tech_2	Zpracování informací
tech_3	Analyzování dat
tech_4	Interpretace a vizualizace dat
tech_5	Vytváření kódů a algoritmů
tech_6	Používání prog. Jazyků
tech_7	Používání AI
tech_8	Posuzování přesnosti AI
met_1	Vývoj nových nápadů
met_2	Používání tvořivých technik
met_3	Definování příčiny problému
met_4	Navrhnutí strategie pro řešení
met_5	Porovnávání alternativních postupů
met_6	Výběr nejlepšího postupu
met_7	Přemýšlení nad hloubkou
met_8	Zpochybňování mého přístupu

Tabulka 13 Přehled jednotlivých kódů proměnných, zdroj: vlastní

Ani jedna z proměnných, které souvisejí se sociálními kompetencemi nesplňují předpoklad normálního rozdělení. Je to viditelné v sadě grafů č. 4 a v tabulce č. 14, kde jsou jednotlivé testy normality pro každou proměnnou. Většina z proměnných je záporně zešikmená doprava, což značí více pozitivní hodnocení dovedností. Naopak proměnná *soc_5* je zešikmená pozitivně doleva. U všech Shapiro-Wilkových testů normality jsou p-hodnoty nižší než stanovená hladina významnosti 0.05, což znamená, že zamítáme nulovou hypotézu o normálním rozdělení proměnné (proměnná se signifikantně liší od normálního rozdělení) a přijímáme alternativní – proměnné nejsou normálně rozdělené (Field et al., 2012).



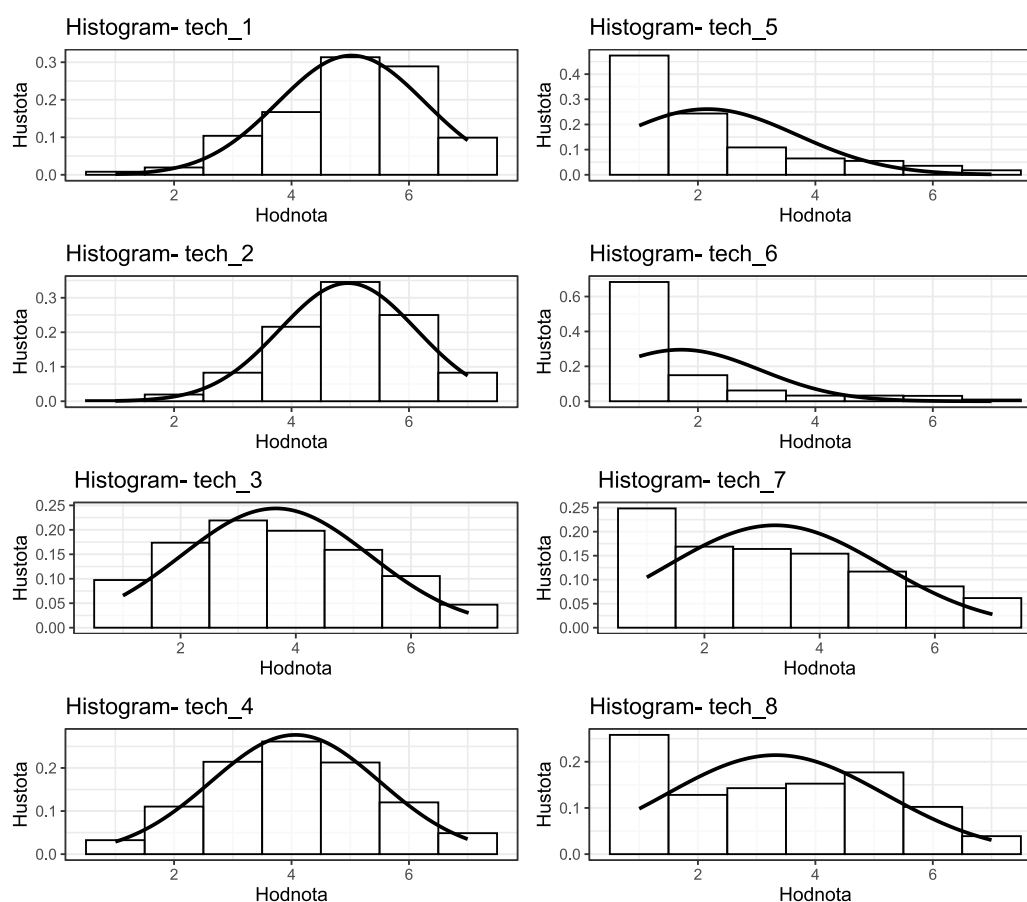
Graf 4 Histogramy dovedností spojených se sociálními kompetencemi proložené křivkou normálního rozdělení, zdroj: vlastní

Method	Variable	W_stat	p_value
Shapiro-Wilk normality test	soc_1	0.94	9.6e-15
Shapiro-Wilk normality test	soc_2	0.94	1.1e-14
Shapiro-Wilk normality test	soc_3	0.93	1.8e-16
Shapiro-Wilk normality test	soc_4	0.94	1.1e-14
Shapiro-Wilk normality test	soc_5	0.93	4e-16
Shapiro-Wilk normality test	soc_6	0.95	7.6e-14
Shapiro-Wilk normality test	soc_7	0.95	4.4e-14
Shapiro-Wilk normality test	soc_8	0.95	2.1e-13

Tabulka 14 Přehled výsledků Shapiro-Wilkova testu normality, zdroj: vlastní

V případě dovedností, které souvisí s technickými kompetencemi, je situace stejná jako v případě sociálních dovedností. Ani jedna z proměnných nemá dle grafů č. 5, ani dle Shapiro-Wilkova testu normální rozdělení. Respondenti hodnotili spíše pozitivně své dovednosti při práci s informacemi (*tech_1* a *tech_2*), ale při práci s daty (*tech_3* a *tech_4*) si už nejsou zcela jistí a hodnotí je spíše negativně. Většina respondentů hodnotí jako velmi nízké své dovednosti spojené s programováním (*tech_5* a *tech_6*), což bylo v kontextu FF a PŘF očekávatelné. Práce s umělou inteligencí (*tech_7* a *tech_8*) je u respondentů pozitivně

zešikmena vlevo. P-hodnoty u všech testů normality v tabulce č. 16 mají nižší hodnotu, než je zvolená hladina významnosti – odmítáme nulovou hypotézu o normálním rozdělení proměnných.



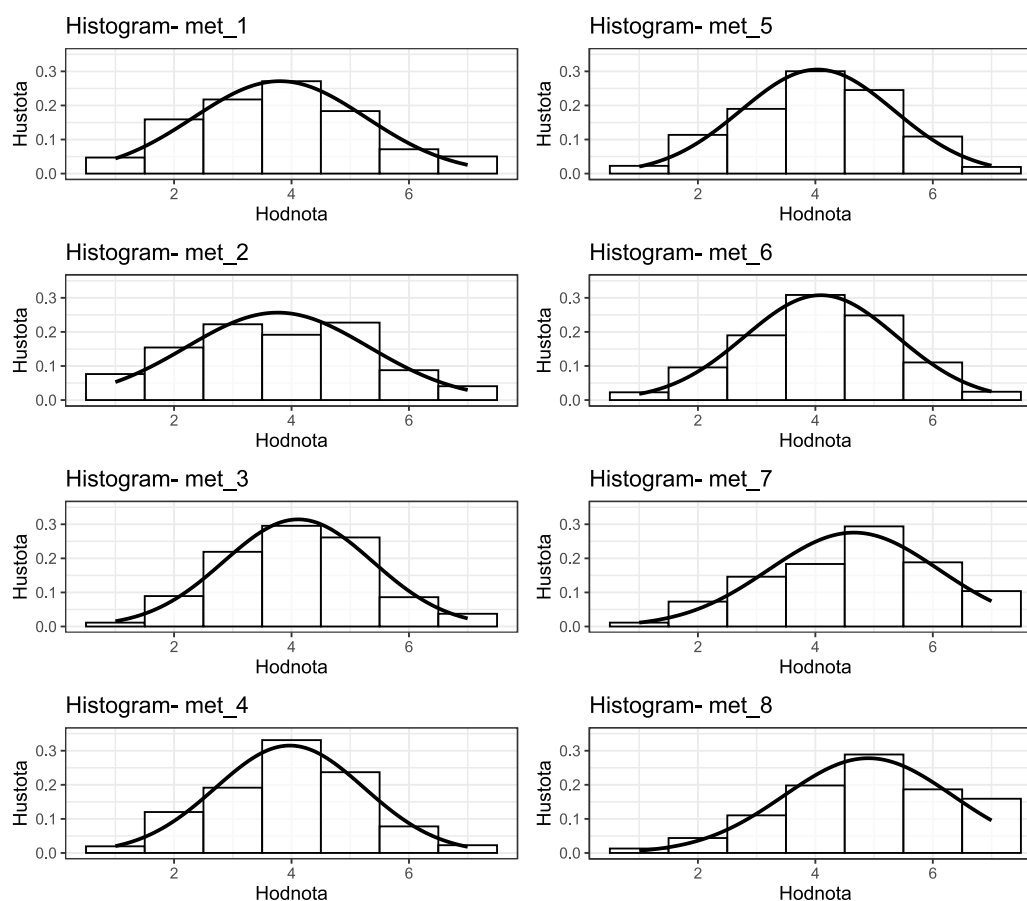
Graf 5 Histogramy dovedností spojených s technickými kompetencemi proložené křivkou normálního rozdělení, zdroj: vlastní

Method	Variable	W_stat	p_value
Shapiro-Wilk normality test	tech_1	0.92	1.8e-17
Shapiro-Wilk normality test	tech_2	0.93	1e-16
Shapiro-Wilk normality test	tech_3	0.95	2.4e-14
Shapiro-Wilk normality test	tech_4	0.95	2.6e-13
Shapiro-Wilk normality test	tech_5	0.76	6.4e-29
Shapiro-Wilk normality test	tech_6	0.59	1.6e-35
Shapiro-Wilk normality test	tech_7	0.9	3.2e-19
Shapiro-Wilk normality test	tech_8	0.9	3.2e-19

Tabulka 15 Přehled výsledků Shapiro-Wilkova testu normality, zdroj: vlastní

Některé z dovedností, které souvisejí s metodologickými kompetencemi, mají dle grafů č.6 distribuci velmi podobnou normálnímu rozdělení – met_3, met_5 a met_6. Proměnné spojené s kritickým myšlením (met_7 a met_8) jsou negativně sešikmené vpravo a proměnné související s kreativitou (met_1 a met_2) jsou pozitivně zešikmené vlevo. Respondenti tak

hodnotí hůře své dovednosti spojené s kreativitou nežli své dovednosti související s kritickým myšlením. Na základě tabulky č. 16 Shapiro-Wilkových testů normality vidíme, že ani jedna proměnná nemá dle testu normální rozdělení – všechny p-hodnoty mají nižší hodnotu, než je stanovená hladina významnosti.



Graf 6 Histogramy dovedností spojených s metodologickými kompetencemi proložené křivkou normálního rozdělení, zdroj: vlastní

Method	Variable	W_stat	p_value
Shapiro-Wilk normality test	met_1	0.95	7e-14
Shapiro-Wilk normality test	met_2	0.95	6.8e-14
Shapiro-Wilk normality test	met_3	0.94	1.3e-14
Shapiro-Wilk normality test	met_4	0.94	9.8e-15
Shapiro-Wilk normality test	met_5	0.94	2.2e-14
Shapiro-Wilk normality test	met_6	0.95	3.2e-14
Shapiro-Wilk normality test	met_7	0.94	4e-15
Shapiro-Wilk normality test	met_8	0.93	5.8e-16

Tabulka 16 Přehled výsledků Shapiro-Wilkova testu normality, zdroj: vlastní

Před samotným provedením CFA je ještě důležité se podívat na jednotlivé korelační matice proměnných, ať zjistíme, zdali jednotlivé proměnné spolu korelují. Korelace mezi manifestními proměnnými jsou klíčové pro celkovou analýzu, ale proměnné by spolu neměly příliš silně korelovat. Field doporučuje, že by korelace neměli být větší než 0.9, zároveň zdůrazňuje, že se nejedná o pevné pravidlo, a tak i korelace kolem 0.7 a 0.8 mohou být hodně silné (Field et al., 2012).

V jednotlivých tabulkách, kde jsou korelační matice proměnných souvisejících s určitými kompetencemi, jsou Spearmanovi korelační koeficienty. Používám Spearmanovi korelační koeficienty, protože proměnné nemají normální rozdělení – tzn., že se nedá použít Pearsonův korelační koeficient (Field et al., 2012). Tučně zvýrazněné hodnoty jsou pojímány jako potenciálně příliš vysoké korelace pro model CFA.

	soc_1	soc_2	soc_3	soc_4	soc_5	soc_6	soc_7	soc_8
soc_1	1	0.44	0.17	0.28	0.3	0.27	0.37	0.33
soc_2	0.44	1	0.2	0.24	0.21	0.2	0.35	0.32
soc_3	0.17	0.2	1	0.43	0.3	0.37	0.35	0.39
soc_4	0.28	0.24	0.43	1	0.31	0.3	0.64	0.57
soc_5	0.3	0.21	0.3	0.31	1	0.5	0.34	0.32
soc_6	0.27	0.2	0.37	0.3	0.5	1	0.37	0.33
soc_7	0.37	0.35	0.35	0.64	0.34	0.37	1	0.7
soc_8	0.33	0.32	0.39	0.57	0.32	0.33	0.7	1

Tabulka 17 Korelační matice proměnných souvisejících se sociálními kompetencemi, zdroj: vlastní

Proměnné související se sociálními kompetencemi jsou pozitivní a nejsou příliš vysoce korelované. Za zmínku stojí silnější pozitivní korelace mezi rozdělováním rolí v týmu (*soc_4*) a mezi vedením ostatních v týmu (*soc_7*).

	tech_1	tech_2	tech_3	tech_4	tech_5	tech_6	tech_7	tech_8
tech_1	1	0.63	0.36	0.37	0.21	0.13	0.12	0.18
tech_2	0.63	1	0.38	0.4	0.18	0.07	0.1	0.15
tech_3	0.36	0.38	1	0.72	0.57	0.38	0.27	0.27
tech_4	0.37	0.4	0.72	1	0.51	0.31	0.32	0.31
tech_5	0.21	0.18	0.57	0.51	1	0.59	0.31	0.32
tech_6	0.13	0.07	0.38	0.31	0.59	1	0.28	0.29
tech_7	0.12	0.1	0.27	0.32	0.31	0.28	1	0.79
tech_8	0.18	0.15	0.27	0.31	0.32	0.29	0.79	1

Tabulka 18 Korelační matice proměnných souvisejících s technickými kompetencemi, zdroj: vlastní

Některé z proměnných, které souvisejí s technickými kompetencemi jsou relativně silně korelované. Silnější pozitivní korelace je mezi analýzou dat a interpretací / vizualizací dat (*tech_3* a *tech_4*). Z mého pohledu je velmi silná korelace mezi používáním umělé inteligence

a posuzováním přesnosti výsledků AI (*tech_7* a *tech_8*). Z důvodu podobnosti a možné redundance jsem se rozhodl položku *tech_8* vyřadit z modelu pro CFA.

	met_1	met_2	met_3	met_4	met_5	met_6	met_7	met_8
met_1	1	0.51	0.53	0.55	0.48	0.47	0.46	0.17
met_2	0.51	1	0.38	0.42	0.37	0.34	0.34	0.13
met_3	0.53	0.38	1	0.67	0.6	0.62	0.5	0.21
met_4	0.55	0.42	0.67	1	0.68	0.66	0.49	0.16
met_5	0.48	0.37	0.6	0.68	1	0.69	0.48	0.21
met_6	0.47	0.34	0.62	0.66	0.69	1	0.5	0.1
met_7	0.46	0.34	0.5	0.49	0.48	0.5	1	0.33
met_8	0.17	0.13	0.21	0.16	0.21	0.1	0.33	1

Tabulka 19 Korelační matice proměnných souvisejících s metodologickými kompetencemi, zdroj: vlastní

Proměnné související s metodologickými kompetencemi nejsou příliš vysoce společně korelované, tak aby to bylo problémové pro model využití v CFA. Z mého pohledu je zajímavé se kouknout na proměnné *met_3* až *met_6*, protože jsou relativně silně pozitivně korelované a vypadá, že vystihují dost podobné dovednosti (jedná se o řešení problému a rozhodování).

Obecně můžu shrnout, že proměnné nesplňují předpoklady pro využití „tradiční“ CFA, protože nejsou ryze kardinální a nesplňují předpoklad normálního rozdělení. Ačkoliv v kontextu CFA existuje verze, která pracuje s ordinálními proměnnými (kvazi-kardinálními), které nesplňují předpoklad normálního rozdělení – jedná se o verzi CFA s odhadem WLSMV. Proměnné spolu vzájemně pozitivně korelují, což je dobré zjištění a nejsou přítomné příliš silné pozitivní korelace mezi proměnnými. Jednu proměnnou jsem se rozhodl vyřadit z důvodu příliš vysoké korelace v modelu (*tech_8*).

4.2.2 Konfirmační faktorová analýza modelu kompetencí 4.0

CFA modelu kompetencí 4.0, který byl navrhnutý v této diplomové práci, jsem udělal skrze R pomocí balíčku Lavaan. Veškeré výstupy z analýzy jsou přiložené v přílohách v závěru této práce. Celkově jsem dělal dvě CFA: první pokus CFA kopíruje původní model kompetencí 4.0 (bez problematické proměnné *tech_8*) a druhý pokus reflektuje problémy z prvního provedení CFA a navrhuje lepší model kompetencí 4.0.

4.2.2.1 CFA původního modelu kompetencí 4.0

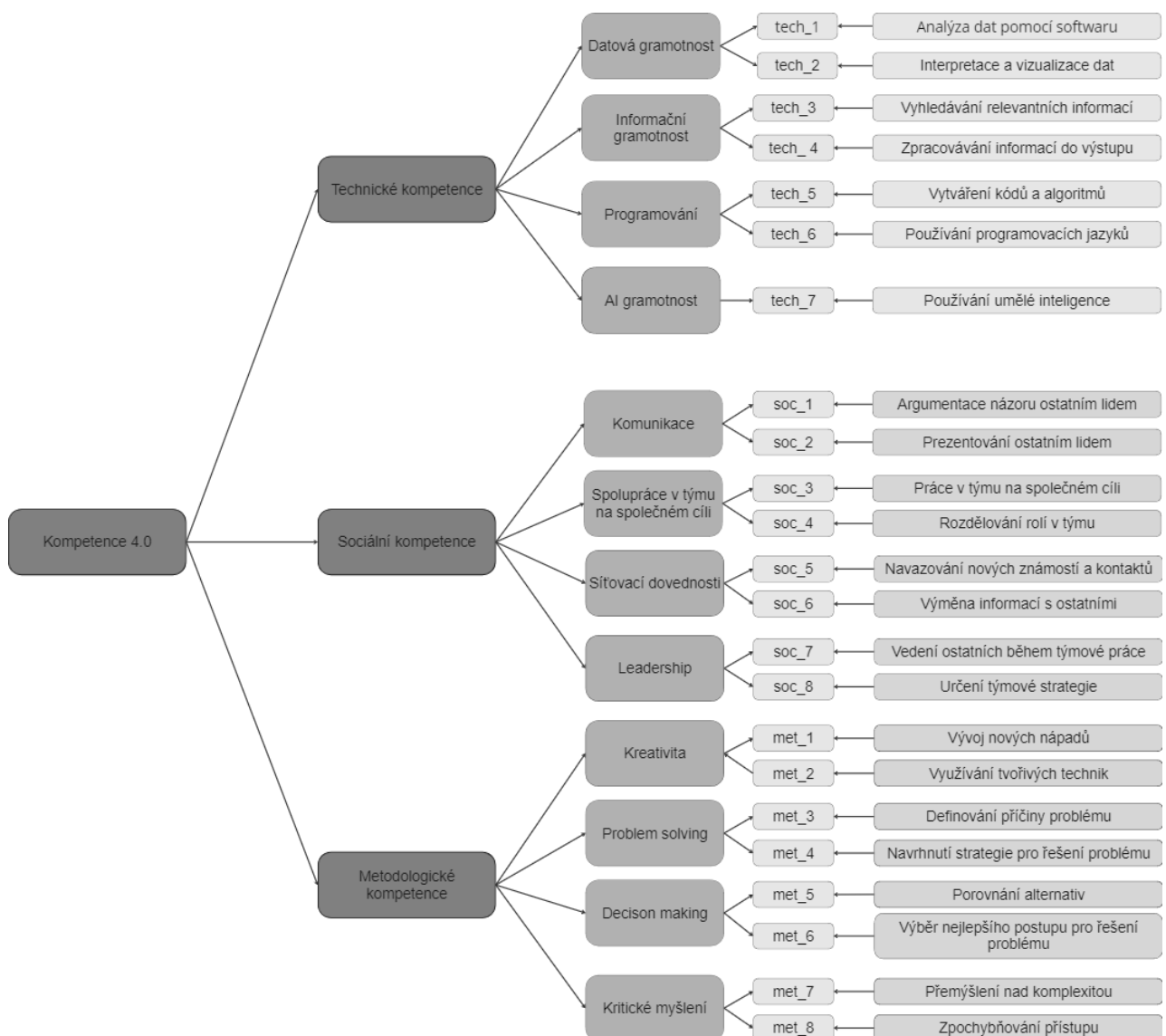
CFA původního modelu kompetencí 4.0 byla vykonána s použitím odhadu WLSMV (*Weighted Least Squares Mean and Variance adjusted*), který balíček lavaan aplikuje jako DWLS (*Diagonally Weighted Least Squares*).

Využití tohoto odhadu je založeno na faktu, že původní verze CFA pracuje hlavně s kardinálními proměnnými a Pearsonovým chí-kvadrát testem pro posouzení modelu (odhad ML – *Maximum Likelihood*). Pokud využíváme ordinální data (typicky Likertovské stupnice) pro CFA, tak Pearsonův chí-kvadrát test není ideální pro posouzení toho, jak dobře se

teoretický model shoduje s empirickými daty (Brown & Little, 2015) – chí-kvadrát test považuje ordinální data za kardinální a dochází často k podhodnocení korelací (Soukup, 2021).

Soukup popisuje, že při užití chí-kvadrát testu na ordinálních proměnných se velmi často stává, že chí-kvadrát test zamítá shodu mezi teoretickým a empirickým modelem a výzkumníci pak často vytvářejí složitější modely. Obecně se doporučuje při práci s ordinálními proměnnými v CFA využívat odhad WLSMV, který lépe odhaduje faktorové zátěže a jejich standartní chyby (Soukup, 2021). Navíc nabízí robustnější výpočet měřítek dobré shody modelu. Li ve velké studii na porovnání ML a WLSMV na ordinálních datech došel k závěru, že WLSMV (používá tento odhad jako DWLS při analýze) je pro ordinální data vhodnější (Li, 2016).

CFA v tomto případě potvrzuje následující model kompetencí 4.0:



Obrázek 6 Modelová struktura kompetencí 4.0, zdroj: vlastní

Při interpretaci výstupů CFA v R je nutné začít porovnáním uživatelského modelu s „*Baseline model*“ (nulový model, ve kterém jsou kovariance mezi indikátory 0 – neexistují žádné vztahy mezi faktory a faktory nemají žádný vliv na manifestní proměnné) (Brown & Little, 2015).

Uživatelský model má méně stupňů volnosti (*Degrees of freedom*) než nulový model, což značí, že uživatelský model více sedí na data. Ačkoliv je nutné reflektovat, že p-hodnota Chi-kvadrát testu uživatelského modelu je statisticky signifikantní (p-hodnota < 0.05), a to znamená, že uživatelský model neseďí na data – model neodpovídá empirickým datům a měl by být upraven.

Uváděl jsem, že chí-kvadrát test není ideální „fitovací“ index pro ordinální data, a proto se v aplikovaných výzkumech používá více indexů pro „fit“ modelu na empirická data. Brown ve své učebnici CFA popisuje, že výzkumníci jsou opatrní s používáním chí-kvadrát testu, protože je závislý na počtu respondentů, normalitě rozdělení proměnných v modelu a je postavený na kontroverzní hypotéze, že testovaný model zcela odpovídá reálným empirickým datům¹¹ (Brown & Little, 2015).

Indexy CFI (*Comparative Fit Index*), TLI (*Tucker-Lewis Index*), RMSEA (*Root mean square error of approximation*) a SRMR (*Standardized root mean square residual*), které jsou daleko přesnější a robustnější pro zjištění, zdali model sedí na data, mají hodnoty: CFI = 0.974, TLI = 0.970, Robust RMSEA = 0.055 a SRMR = 0.059.

Brown popisuje, že dobrá shoda uživatelského modelu s naměřenými daty je při využití CFI a TLI v případě, kdy se hodnoty blíží 0.95, nebo jsou vyšší (čím jsou blíže 1, tak tím více model sedí na data). V případě RMSEA je dobrá shoda modelu, když se hodnoty blíží 0.06 nebo jsou nižší. U SRMR je možné považovat dobrou shodu, pokud se hodnoty blíží 0.08 nebo jsou nižší - čím nižší hodnota, tak tím lépe (Brown & Little, 2015).

V případě testování původního modelu kompetencí 4.0 je možné říct, že model se shoduje s daty a je možné ho na základě indexů dobré shody využít. Ačkoliv pokud se podíváme na Standardizované odhady všech parametrů modelu (Std.all) v části Latentní proměnné, tak vidíme, že proměnné *met_7* a *tech_5* mají hodnotu větší než 1, což není v kontextu CFA možné. Tyto odhady označují, že jsou uvažovány všechny parametry modelu a jsou standardizovány (Faktorové zátěže a korelace mezi faktory). V kontextu CFA a EFA nemůžou být faktorové zátěže a mezi-faktorové korelace větší než 1 a zároveň nemůže být negativní variance (což je vidět v části variance).

Pokud tato situace při CFA nastane, tak se jedná o „*Heywood cases*“, kdy standardizované zátěže jsou větší než 1, nebo je přítomná negativní variance. Brown popisuje, že častým

¹¹ Celkově vnímám jako důležité si uvědomit, že model je konstruktem, který zjednodušuje realitu, a proto porovnání výsledků modelu s daty téměř vždy musí vést k tomu, že model neodpovídá realitě, což vychází z podstaty tvoření modelů.

důvodem negativní variance je velká multicolinearita mezi proměnnými, nebo že je malý vzorek respondentů na počet indikátorů (faktorů) (Brown & Little, 2015).

Pokud se koukneme zpátky na korelační matice, tak vidíme, že proměnná *met_7* středně silně koreluje s proměnnými *met_1*, *met_3*, *met_4*, *met_5* a *met_6*. Jedná se o položku, která měří kritické myšlení v metodologických kompetencích a více specificky přemýšlení nad hloubkou problémů, což je intuitivně spojené s promyšlením a hledáním příčin problémů a jejich řešením. Brown píše, že pokud je přítomná multikolinearita mezi proměnnými, tak je řešením proměnnou z modelu vyřadit, pokud nedojde k zásadní ztrátě informace (Brown & Little, 2015). V tomto případě si myslím, že vzhledem k vzájemně středně silným korelacím k významné ztrátě informace nedojde.

Obdobná situace je i u proměnné *tech_5*, která měří dovednost psaní kódů a algoritmů. Tato položka je znovu středně silně korelovaná s položkami *tech_3*, *tech_4* a *tech_6*, což vyjadřuje, lineární vztah mezi proměnnými, které měří datovou gramotnost a programování. Domnívám se, že je opět možné vyřadit proměnnou *tech_5*, protože analýza dat a programování jsou inherentně spojené s psaním kódů a algoritmů. Z tohoto důvodu se může jednat v kontextu tohoto modelu o multikolinearitu.

Poslední věcí, kterou je nutné interpretovat je vyšší p-hodnota (0.443) ve Variances u faktoru *Problem solving*, což znamená, že proměnné silně korelují s faktorem (mají velké faktorové zátěže). Brown píše ve své učebnici, že to může vyjadřovat velké množství indikátorů na jeden faktor, což znamená, že daný indikátor je v modelu zbytečný (měří to Waldův test) (Brown & Little, 2015). Pokud se koukneme na faktor *ProbSolv* v části Latent variable, tak proměnné *met_3* a *met_4* mají větší faktorové zátěže, než 0.82, což může znamenat, že je zbytečné mít v modelu dva indikátory, které měří téměř to stejné. Z tohoto důvodu bude lepší faktor *met_4* z modelu vyřadit.

4.2.2.2 CFA upraveného modelu kompetencí 4.0

Upravený model kompetencí 4.0 se odlišuje od původního modelu z hlediska vyřazení položek *met_4*, *met_7* a *tech_5*, které se v předcházející analýze ukázaly jako problematické. Upravený model kompetencí 4.0 je tak jednodušší a má v sobě méně indikátorů, což může přispět k lepší shodě modelu na data, protože je model méně předimenzován.

V přílohách jsou přiložené kompletní výsledky z této CFA a pokud začneme znovu porovnáním uživatelského a nulového modelu, tak vidíme, že jak nulový, tak i uživatelský model mají méně stupňů volnosti oproti původnímu modelu. Uživatelský model, tak jako v původním případě, více sedí na empirická data, nežli nulový model (stupně volnosti u uživatelského jsou 159 oproti 190 u nulového modelu). Ačkoliv je znovu chí-kvadrát test signifikantní a uživatelský model nesedí na data.

Robustní CFI a TLI indexy mají hodnoty 0.973 a 0.967, což znovu dokazuje dobrou shodu uživatelského modelu s naměřenými daty. Robustní RMSEA má hodnotu 0,055 což je stejná hodnota jako v původním modelu. Horní konfidenční interval robustního RMSEA je 0.059, což je stále méně než 0.06, takže se jedná o velmi dobrou shodu s daty. Stejná situace je i v případě dolního konfidenčního intervalu, kde má robustní RMSEA hodnotu 0.051. Index SRMR má v případě upraveného modelu hodnotu 0.058, takže má menší hodnotu než v původním modelu. Celkově můžeme zhodnotit, že upravený model kompetencí 4.0 více sedí na empirická data. Vyřazení tří indikátorů zjednodušilo model a zlepšilo jeho shodu s daty.

Koukneme-li se na standardizované odhady všech parametrů v modelu, kde jsou obsažené standardizované faktorové zátěže a korelace mezi faktory, tak latentní proměnné na první úrovni (dovednosti – např. komunikace, informační gramotnost) dobře vysvětlují variabilitu u všech indikátorů. Faktorové zátěže jsou většinou vysoké a všechny jsou signifikantní. Celkově je možné říci, že latentní proměnné na první úrovni dobře vysvětlují indikátory (měřené proměnné) – faktory dobře zachycují informace obsažené v indikátorech. Pokud to uvedeme na příkladu, tak latentní faktor komunikace dobře vystihuje, že je složen z indikátoru „argumentace mého názoru ostatním studentům“ (*soc_1*) a indikátoru „prezentování výsledků mé práce nebo referátu ostatním spolužákům“ (*soc_2*).

Pokud se zaměříme na latentní faktory kompetencí (sociální, technické a metodologické), tak všechny tři kompetence jsou dobře reprezentovány dovednostmi (indikátory) z dané kompetence. Komunikace, spolupráce, síťování a leadership mají vysoké hodnoty faktorových zátěží (více než 0.7) a jsou silně korelovány s latentním faktorem sociálních kompetencí. Informační gramotnost a datová gramotnost mají také vysoké faktorové zátěže (více než 0.7) s faktorem technických kompetencí. Programování a AI gramotnost mají nižší faktorové zátěže (více než 0.3), ale jsou signifikantní. Je pozitivním zjištěním, že dovednost AI gramotnost, kterou jsem zakomponoval do modelu kompetencí 4.0¹² má relativně slušně vysokou faktorovou zátěž (0.371). Kreativita, řešení problémů a rozhodování mají velmi vysoké faktorové zátěže (větší než 0.8) s faktorem metodologických kompetencí a dobře ho reprezentují. Kritické myšlení má nižší faktorovou zátěž (0.203), ale je signifikantní. Celkově můžeme uznat, že předem navrhnuté dovednosti dobře vystihují kompetence spojené s průmyslem 4.0.

Na závěr je nutné se zaměřit na finální latentní faktor kompetencí 4.0. Metodologické kompetence mají faktorovou zátěž 0.9, což je možné považovat za velmi silnou zátěž. Sociální a technické kompetence mají faktorové zátěže větší než 0.6. Celkově mají metodologické kompetence nejsilnější přínos k celkovým kompetencím 4.0 a jsou následovány sociálními a

¹² Relevantní literatura tuto dovednost v kompetenčních modelech spojených s průmyslem 4.0 příliš nereflektovala.

technickými kompetencemi. Hierarchická struktura modelu kompetencí 4.0 na základě CFA naznačuje, že každá z dovedností z modelu hraje klíčovou roli v kompetencích 4.0.

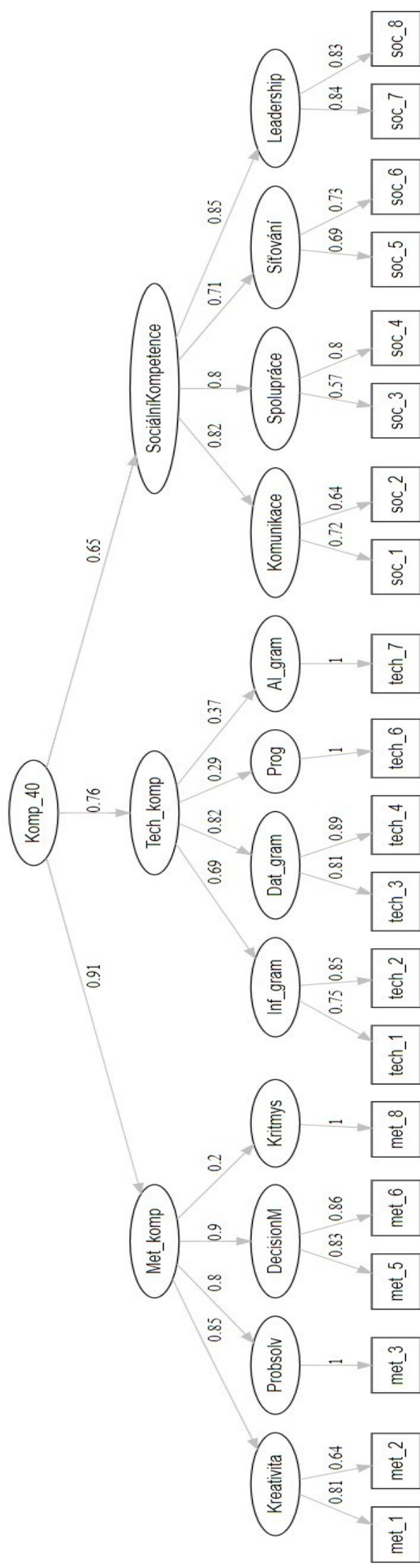
V tabulce Variances je viditelné, že všechny indikátory a latentní faktory jsou signifikantní, takže se tím vyřešil problém s faktorem *Probsolv* v původním modelu. Na další stránce je grafické schéma vytvořené v R skrze balíček *lavaanPlot*, hodnoty mezi indikátory a faktory reprezentuje `std.all`.

4.2.2.3 Výsledky CFA modelu kompetencí 4.0 u bakalářských studentů z FF a Přf UK

V rámci provedené CFA byla ověřena struktura navrženého hierarchického modelu kompetencí 4.0 v kontextu vysokoškolského studia na vybraných studentech z FF a Přf UK. Získané výsledky poskytují statistické potvrzení konzistence mezi teoretickým modelem a daty z empirického výzkumu. Po první CFA byl původní model kompetencí mírně zredukován o tři indikátory a tato úprava zjednodušila model a zlepšila jeho konzistenci s empirickými daty. S ohledem na statistické potvrzení modelu kompetencí 4.0 je možné tento model považovat za relativně spolehlivý nástroj pro analýzu kompetencí 4.0.

Rád bych zdůraznil, že empirická data pocházejí pouze od vybraných studentů ze dvou fakult UK a není možné tento model zobecnit, jak na všechny fakulty, tak i na všechny ostatní studijní programy. Pro dosažení těchto výsledků by se musela CFA modelu kompetencí 4.0 realizovat na všech studijních programech napříč univerzitami (bylo by nutné obsáhnout, jak ryze technické obory, tak i umělecké) a bylo by zapotřebí mít více respondentů.

V kontextu této diplomové práce je možné vytvořit indexy jednotlivých sebehodnocených kompetencí a porovnávat je mezi fakultami a studijními programy.



Obrázek 7 Výsledek CFA s faktorovými zátěžemi, zdroj: vlastní

4.3 Porovnávání kompetencí u vybraných studentů z FF a PŘF UK

Závěry CFA potvrdily, že je možné model kompetencí 4.0 aplikovat v této diplomové práci, protože dané faktory dobře vystihují či reprezentují dané dovednosti. Můžeme tedy vytvářet jednotlivé kompetence dle hierarchického modelu, který vzešel z CFA (model bez 4 indikátorů). Z těchto důvodů se můžeme přesunout k dílčím cílům této práce, a to k porovnávání jednotlivých kompetencí hodnocených ze strany studentů. Přehled všech zkoumaných hypotéz:

Hypotéza	
1	Vybraní studenti kladně sebehodnotí úroveň svých kompetencí 4.0.
2	Mezi vybranými studenty z PŘF a FF UK existují významné rozdíly v sebehodnocení kompetencí 4.0.
3	Vybraní studenti z PŘF UK mají vyšší úroveň technických kompetencí oproti vybraným studentům z FF UK.
5	Mezi vybranými studenty z různých studijních programů na PŘF UK existují významné rozdíly v sebehodnocení kompetencí 4.0.
4	Mezi vybranými studenty z různých studijních programů na FF UK existují významné rozdíly v sebehodnocení kompetencí 4.0
6	Frekvence návštěvy laboratoře u vybraných studentů z PŘF má pozitivní vliv na jejich kompetence 4.0.
7	Vybraní studenti, kteří absolvovali na střední škole olympiády, stáže nebo letní školy mají v sebehodnocení vyšší kompetence 4.0.

Tabulka 20 Aktualizovaný přehled hypotéz

Pro zamítnutí, nebo přijetí všech hypotéz je nutné konstruovat jednotlivé kompetence. Jednoduchým způsobem, jak konstruovat kompetence pro testy statistické významnosti by bylo vytvořit z jednotlivých kompetencí průměrové nebo sumační indexy, které reprezentují dané kompetence. Já jsem se rozhodl využít data z CFA, které se dají uložit jako nové proměnné v podobě Z-skórů – z CFA mám k dispozici hodnoty jednotlivých dovedností a kompetencí u každého respondenta, který vstupoval do analýzy.

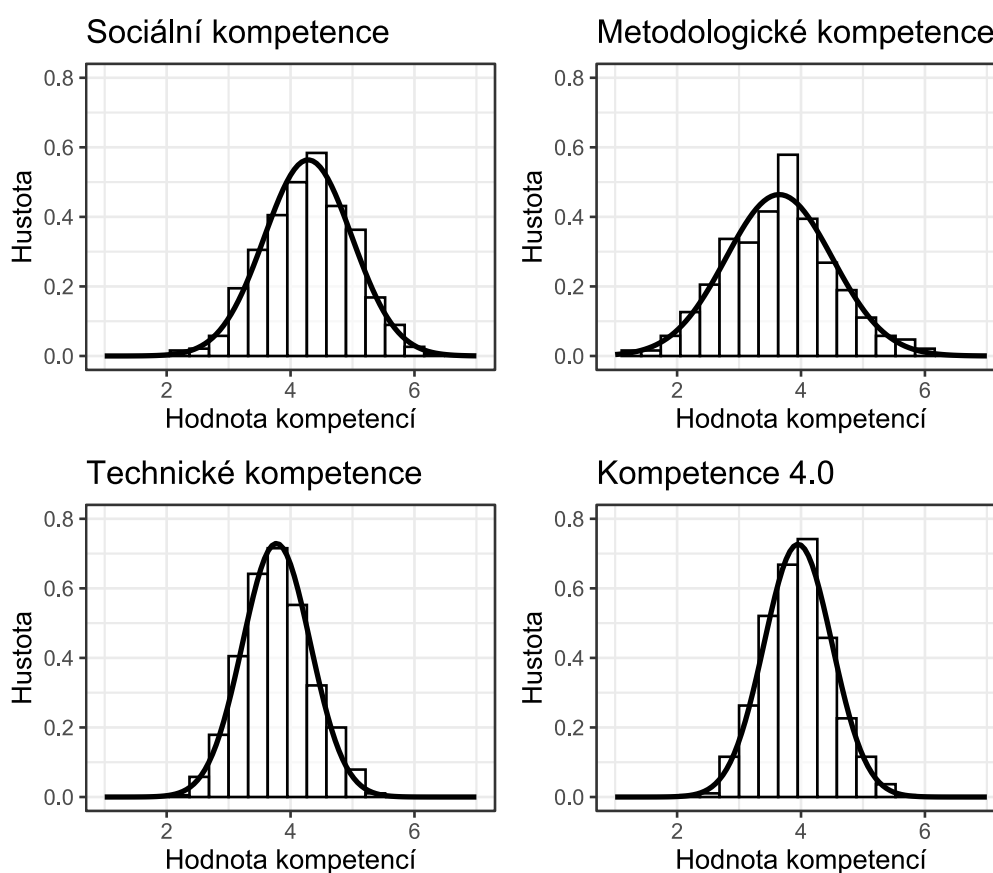
Z-skór se počítá podle vzorce $Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$ a jeho výhoda spočívá v tom, že hodnoty jsou standardizované s průměrem 0 a směrodatnou odchylkou 1. Vzhledem k tomu, že jsou všechny proměnné, které jsou spojené s dovednostmi na stejné škále (1-7), tak nemusím mít nutně Z-skóry. Navíc si myslím, že z hlediska interpretace výsledků je pro tuto práci lepší, když hodnoty budou na původní škále. Původní škálu u Z-skórů dopočítám dle původního vzorce $x = (Z * \sigma) + \mu$.

4.3.1 Porovnávání kompetencí u vybraných studentů dle fakulty

Pro zjištění, zdali existují statisticky významné rozdíly v sebehodnocení kompetencí u vzorku studentů z FF a PŘF, je třeba provést testy statistické významnosti. Použití příslušných testů statistické významnosti se odvozuje od předpokladu, jestli mají kompetence v populaci normální rozdělení, homogenní varianci a předpoklad náhodného výběru. Jak v případě

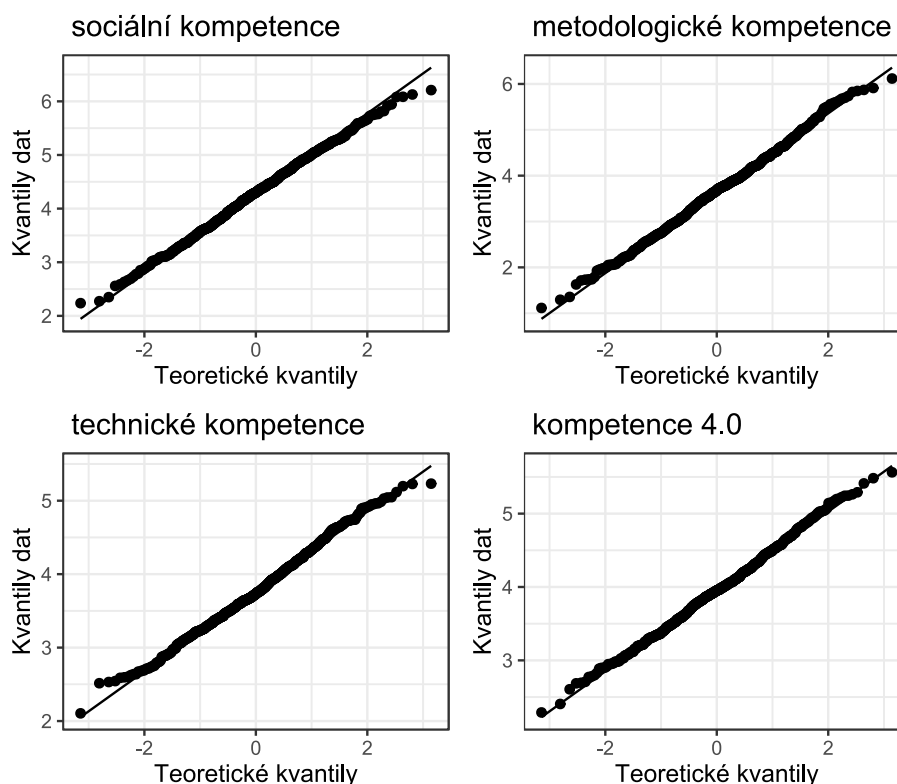
studentů PŘF, tak i FF měl každý prvek populace totožnou šanci se do vzorku dostat, a proto je zde předpoklad náhodného výběru naplněn. Pro zjištění, zdali jsou jednotlivé kompetence u studentů normálně rozdělené využívám nejdříve histogramy proložené křivkou normality, Q-Q ploty a na závěr Shapiro-Wilkův test normality. Pro zjištění shodnosti rozptylu využívám Levenův test.

Na základě přiložených histogramů v sadě grafů č. 7 je viditelné, že jsou proměnné relativně normálně rozdělené. Tato normální distribuce u proměnných naznačuje, že sebehodnocené kompetence jsou u vybraných studentů poměrně vyvážené a neprojevují výrazné zešikmení, nebo výraznou špičatost.



Graf 7 Histogramy jednotlivých kompetencí proložené křivkou normá rozdělení, zdroj: vlastní

Pokud se podíváme na Q-Q ploty v grafu č. 8 u jednotlivých kompetencí, tak můžeme vidět, že body převážně kopírují křivku, která reprezentuje normální distribuci. Ačkoliv na krajích se body mírně od křivky odklánějí, což značí, že proměnné se mírně liší od normální distribuce. Podle grafické vizualizace histogramů a Q-Q plotů se zdá, že proměnné mají normální distribuci.



Graf 8 Q-Q ploty jednotlivých proměnných, zdroj: vlastní

V tabulce č. 21 jsou výsledky Shapiro-Wilkova testu normality. U všech proměnných p-hodnota přesahuje kritickou hladinu 0.05, což znamená, že nemůžeme zamítnout nulovou hypotézu o normálním rozdělení. Na základě grafů a testů jsou kompetence u vybraných studentů normálně rozdělené.

Method	Variable	statistic	p.value
Shapiro-Wilk normality test	Soc_kompetence_scale	0.998	0.723
Shapiro-Wilk normality test	Tech_kompetence_scale	0.996	0.105
Shapiro-Wilk normality test	Met_kompetence_scale	0.998	0.527
Shapiro-Wilk normality test	kompetence_4.0_scale	0.998	0.618

Tabulka 21 Přehled Shapiro-Wilkových testů normality u kompetencí, zdroj: vlastní

Homogenitu variancí zjišťují pomocí Leveneho testu, u kterého je nulová hypotéza, že všechny rozptyly ve skupinách jsou stejné. Alternativní hypotéza říká, že alespoň v jedné skupině je rozptyl odlišný od rozptylu v ostatních skupinách (Field et al., 2012). V tabulce č.22 je vidět, že u všech čtyřech kompetencí přesahuje p-hodnota kritickou hladinu významnosti 0.05 a my tak nemůžeme zamítnout nulovou hypotézu o shodnosti rozptylů. Předpoklady pro použití nezávislého t-testu jsou splněny a my se tak můžeme přesunout k testování prvních tří hypotéz.

variable	statistic	p.value	df	df.residual
Soc_kompetence_scale	0	0.991	1	600
Tech_kompetence_scale	0.052	0.819	1	600
Met_kompetence_scale	3.179	0.075	1	600
kompetence_4.0_scale	1.435	0.231	1	600

Tabulka 22 Výsledky Leveneho testu pro jednotlivé kompetence, zdroj: vlastní

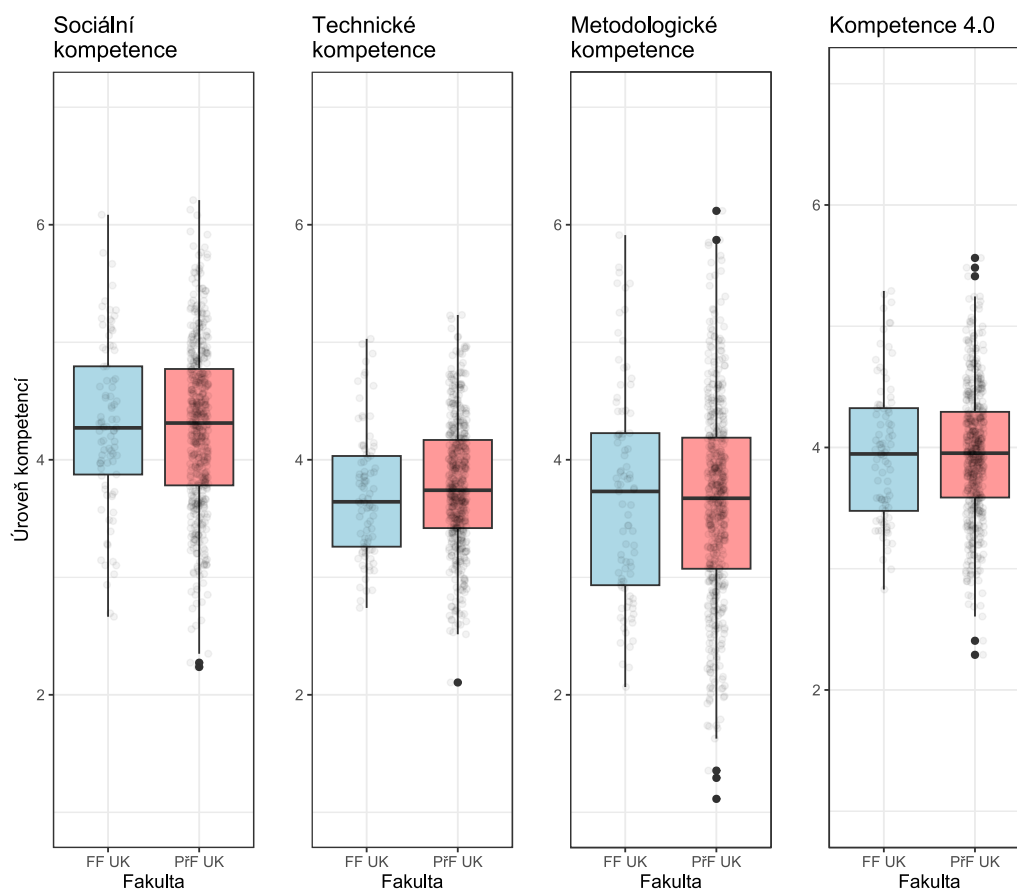
Než se dostanu k testům statistické významnosti, tak bych se rád zaměřil na jednotlivé boxploty kompetencí dle fakult v grafu č. 9. U sociálních kompetencí je dle „vousů“ viditelné, že úroveň této kompetence se pohybuje od hodnot blízcích se 2¹³ (spíše nízká) do hodnot přesahující hodnotu 6 (spíše vysoká). Pokud se koukneme na medián v „krabici“, tak vybraní studenti z obou fakult hodnotí své sociální kompetence spíše průměrně a na první pohled je rozdíl mezi fakultami velmi nízký.

Podobná situace je i u technických kompetencí, kde jsou hodnoty v rozmezí od 2 do hodnot, přesahující 5. Zároveň jsou mediány u obou fakult pod průměrnou úrovní, což znamená, že vybraní studenti sebehodnotí své technické kompetence spíše negativně a rozdíl mezi fakultami je opět velmi nízký.

Rozpětí dat u metodologických kompetencí je od hodnot pod 2 k hodnotám, které se blíží 6. Mediány uvnitř krabice jsou pod průměrnou úrovní a značí, že vybraní studenti celkově hodnotí své metodologické kompetence spíše negativně a rozdíl mezi fakultami je malý.

Kompetence 4.0, které formují jednotlivé kompetence, mají dle sebehodnocení studentů spíše průměrnou úroveň a rozdíly mezi fakultami jsou téměř mizivé.

¹³ Původní škála byla od 1 (Velmi nízká) – 7 (velmi vysoká). Průměrná hodnota 4 je nazývána jako „průměrná úroveň“.



Graf 9 Boxploty jednotlivých kompetencí dle fakulty, zdroj: vlastní

Celkově můžu zhodnotit, že dle jednotlivých boxplotů někteří vybraní studenti sebehodnotí své kompetence pozitivně, ale jsou i tací z vybraných studentů, kteří je hodnotí velmi negativně – tzn. sebehodnotí své kompetence na relativně nízké úrovni. Kompetence 4.0 jsou hodnocené u vybraných studentů spíše na průměrné úrovni a rozdíl mezi vybranými studenty z FF a PŘF je velmi nízký.

Z mého pohledu je zajímavý fakt, že rozdíly v hodnocených kompetencích jsou mezi fakultami velmi nízké a jak vybraní studenti z PŘF, tak i z FF hodnotí spíše pozitivně své sociální kompetence. Naopak technické a metodologické kompetence hodnotí spíše negativně. V grafu jsou vidět i určité extrémní hodnoty, ale prozatím je v datech ponechám.

Zaměřím-li se na první hypotézu, že vybraní studenti kladně sebehodnotí úroveň svých kompetencí 4.0, tak přijmutí, nebo zamítnutí hypotézy následují výsledky t-testu pro jediný výběr. T-test pro jediný výběr měří, zdali se střední hodnota (průměr) liší od námi předpokládané hodnoty (Rabušic et al., 2019).

V tomto případě předpokládáme, že vybraní studenti z obou fakult sebehodnotí úroveň svých kompetencí 4.0 výše, než je průměrná úroveň – tzn. výše než 4. Nulová hypotéza je, že vybraní studenti z FF a PŘF UK hodnotí své kompetence 4.0 výše, než je průměrná úroveň. Alternativní hypotéza je v tomto případě, že vybraní studenti z obou fakult hodnotí své kompetence 4.0 níže, než je průměrná úroveň.

V tabulce č. 23 jsou výsledky t-testu pro jediný výběr (602 studentů z PŘF a FF UK). Vidíme, že celkový průměr kompetencí 4.0 u všech studentů je 3.952, což je níže, než průměrná úroveň kompetencí 4.0. P-hodnota je nižší než kritická hladina významnosti 0.05, a proto můžeme zamítnout nulovou hypotézu, že studenti hodnotí úroveň svých kompetencí 4.0 kladně. Výsledky t-testu tak doplňují i předcházející boxploty, kde bylo viditelné, že hodnocené kompetence 4.0 jsou u vybraných studentů z FF a PŘF mírně pod průměrnou úrovní.

variable	sample estimate	statistic	p.value	95% conf.interval	method	alternative
kompetence_4.0_scale	3.952	-2.142	0.0163	3.989	One Sample t-test	true mean is less than 4

Tabulka 23 Výsledky t-testu pro jediný výběr u kompetencí 4.0, zdroj: vlastní

V tabulce č. 24 jsou výsledky jednotlivých nezávislých t-testů s úpravou „Welchova dvou výběrového t-testu“. Vidíme, že všechny p-hodnoty jsou vyšší než kritická hladina významnosti 0.05 a my tak nemůžeme zamítnout nulovou hypotézu o stejnosti průměrů mezi fakultami. I dle boxplotů vidíme, že rozdíly v mediánech jsou u jednotlivých kompetencí velmi nízké.

Druhá testovaná hypotéza říká, že mezi vybranými studenty z PŘF a FF UK jsou statisticky významné rozdíly v sebehodnocení kompetencí 4.0. V tomto případě je nulová hypotéza, že průměry kompetencí 4.0 se mezi vybranými studenty z obou fakult neliší. Alternativní hypotéza je, že mezi vybranými studenty z PŘF a FF existují rozdíly v průměrech v sebehodnocení kompetencí 4.0. Pokud se koukneme na průměry obou fakult, tak vidíme, že jsou téměř totožné. P-hodnota je 0.901, což je více než je stanovená hladina významnosti 0.05 a my tak nemůžeme zamítnout nulovou hypotézu. Dle výsledků t-testu je možné říct, že mezi studenty z PŘF a FF UK nejsou statisticky významné rozdíly v sebehodnocení kompetencí 4.0

variable	Method	alternative	Mean FF	Mean PŘF	p.value
Soc_kompetence_scale	Welch Two Sample t-test	two.sided	4.294	4.282	0.89
Tech_kompetence_scale	Welch Two Sample t-test	two.sided	3.704	3.784	0.198
Met_kompetence_scale	Welch Two Sample t-test	two.sided	3.697	3.639	0.579
kompetence_4.0_scale	Welch Two Sample t-test	two.sided	3.959	3.951	0.901

Tabulka 24 Výsledky nezávislých t-testů u jednotlivých kompetencí, zdroj: vlastní

Třetí testovaná hypotéza je, že vybraní studenti z PŘF UK mají vyšší úroveň technických kompetencí oproti vybraným studentům z FF UK. Na základě provedeného t-testu a jeho výsledků, které jsou v tabulce č. 25, nemůžeme zamítnout nulovou hypotézu o stejnosti

průměrů mezi skupinami. V tabulce je vidět, že vybraní studenti z PŘF sebehodnotí své technické kompetence o trochu výše než vybraní studenti z FF, ale tento rozdíl v průměrech je dle t-testu statisticky nevýznamný. Můžeme tedy shrnout, že vybraní studenty z PŘF nemají v sebehodnocení vyšší úroveň technických kompetencí oproti vybraným studentům z FF UK.

variable	Method	alternative	Mean FF	Mean PŘF	p.value
Tech_kompetence_scale	Welch Two Sample t-test	true difference in means between FF UK and PŘF UK is greater than 0	3.704	3.784	0.901

Tabulka 25 Výsledek nezávislého t-testu u technických kompetencí, zdroj: vlastní

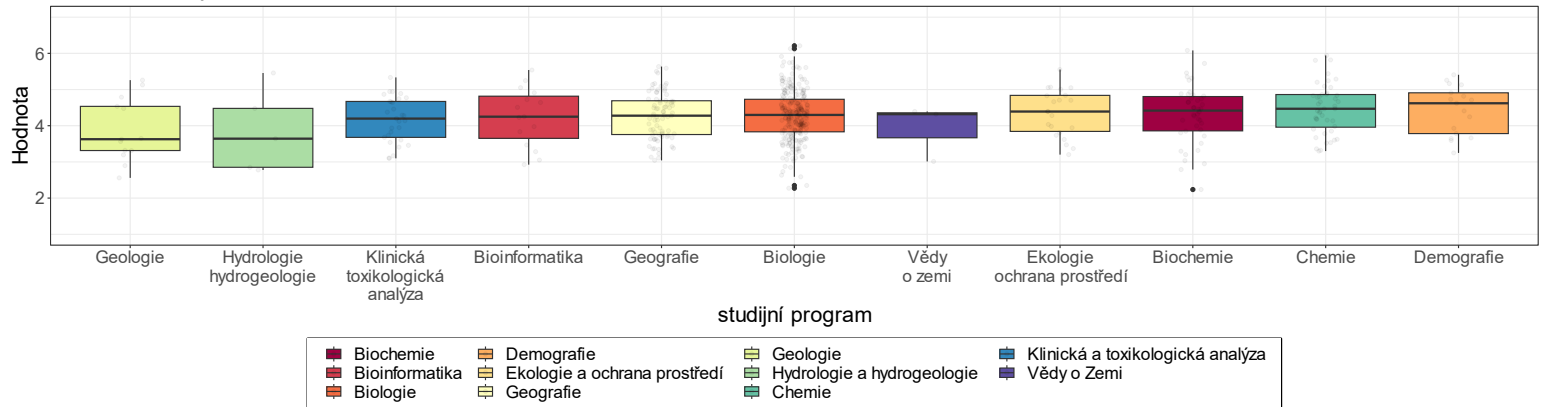
Celkově můžeme shrnout, že mezi vybranými studenty z PŘF a FF UK nejsou v sebehodnocených kompetencích statisticky významné rozdíly. Úroveň sociálních kompetencí je hodnocená ze strany vybraných studentů spíše pozitivně. Úroveň technických a metodologických kompetencí je hodnocena spíše negativně. Kompetence 4.0 jsou u vybraných studentů z obou fakult hodnocené pod průměrnou úrovní a nejsou žádné statisticky významné rozdíly mezi fakultami.

4.3.2 Porovnávání kompetencí u vybraných studentů z PŘF dle studijních programů

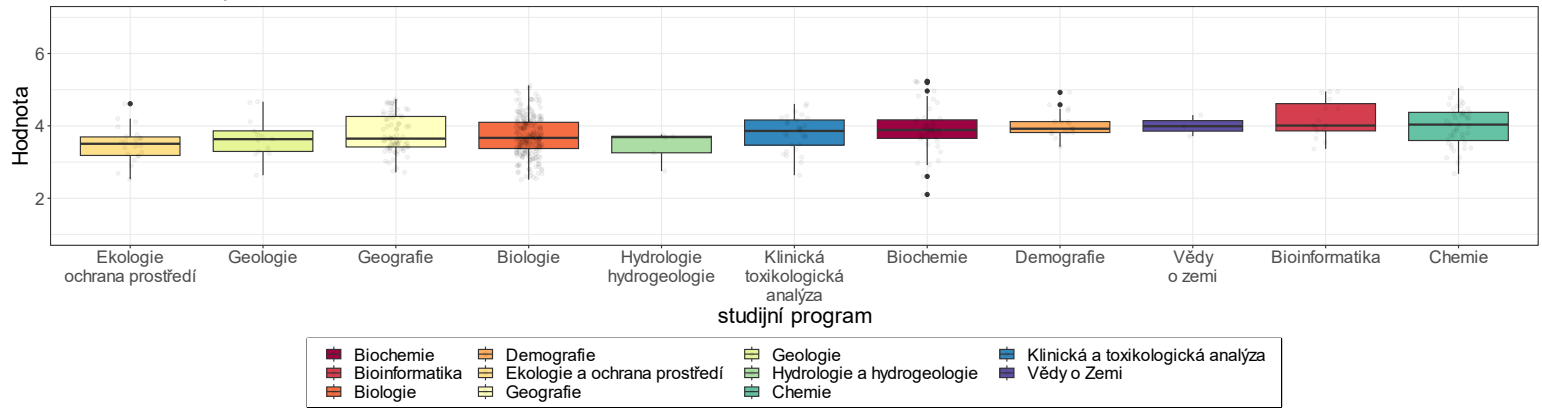
Ted' když víme, že rozdíly v jednotlivých hodnocených kompetencích jsou mezi vybranými studenty z obou fakult téměř mizivé, tak se můžeme kouknout na rozdíly v rámci jednotlivých studijních programů na PŘF a FF UK. Pro interpretaci rozdílů mezi studijními programy využijí boxploty u jednotlivých kompetencí a analýzu rozptylu.

Rozdíly mezi jednotlivými studijními programy na PŘF UK jsou viditelné v boxplotech v grafu č. 9. Studijní programy jsou řazené dle hodnoty mediánů od nejnižší po nejvyšší a jednotlivé studijní programy jsou barevně odlišeny.

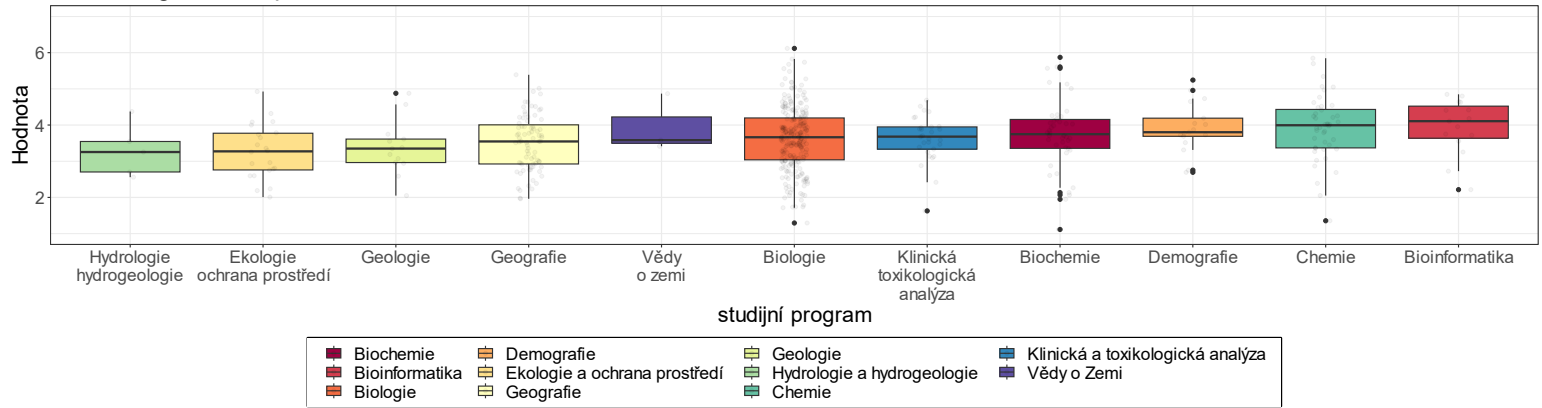
Sociální kompetence



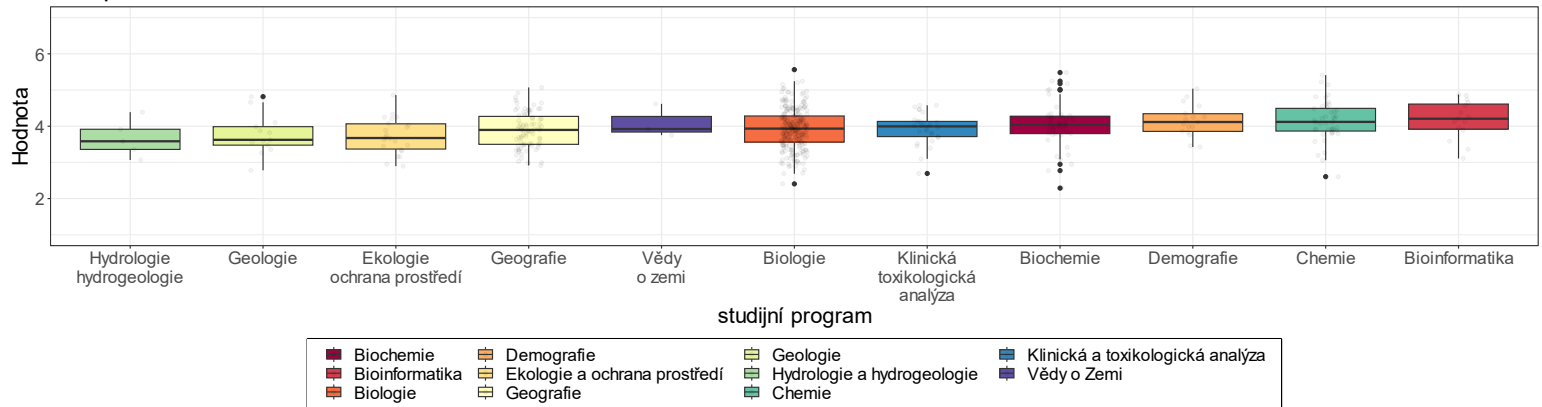
Technické kompetence



Metodologické kompetence



Kompetence 4.0



Graf 10 Boxploty jednotlivých kompetencí dle studijního programu, zdroj: vlastní

Sociální kompetence hodnotí na nejnižší úrovni vybraní studenti ze studijních programů geologie, hydrologie a hydrogeologie s mediánem pod průměrnou úrovní. Vybraní studenti z biologie, kterých je ve vzorku z PŘF největší počet, celkově sebehodnotí své sociální kompetence nad průměrnou úrovní, ačkoliv jsou v této skupině studentů i tací, kteří je mají relativně vysoké, tak i nízké. Nejvyšší sebehodnocenou úroveň sociálních kompetencí mají vybraní studenti z biochemie, chemie a demografie.

Vybraní studenti z ekologie a geologie sebehodnotí své technické kompetence pod průměrnou úrovní a ze všech studijních programů mají nejnižší úroveň těchto kompetencí. Naopak nejvyšší úroveň technických kompetencí mají na základě sebehodnocení vybraní studenti ze studijních programů biochemie a bioinformatika. Z mého pohledu je zajímavé, že při pohledu na všechny mediány v krabicích vidíme, že jsou v rozmezí od hodnot přibližně 3.5 do hodnot mírně přesahujících průměrnou úroveň. U vybraných studentů z biologie opět vidíme velké rozmezí hodnot technických kompetencí.

Hodnocení metodologických kompetencí je na dost podobné úrovni jako u technických kompetencí. Mediány v krabicích jsou opět v rozmezí od 3.5 do hodnot přesahujících průměrnou úroveň. Nejnižší úroveň těchto kompetencí hodnotí studenti z hydrologie a ekologie. Nejvyšší úroveň je znovu v hodnocení u vybraných studentů z chemie a bioinformatiky. Když se koukneme na studijní program biologie, tak vidíme, že rozmezí hodnot těchto kompetencí je relativně velké – tzn. někteří ze studentů ve vzorku hodnotí svoji úroveň jako velmi nízkou a někteří ji hodnotí naopak vysoce.

Vybraní studenti ze šesti studijních programů hodnotí své kompetence 4.0 pod průměrnou úrovní – tzn. že vybraní studenti z většiny studijních programů na PŘF UK sebehodnotí své kompetence 4.0 pod průměrnou úrovní. Na nejnižší úrovni je hodnotí vybraní studenti ze studijních programů hydrologie a geologie. Nejvýše je naopak hodnotí vybraní studenti z programů chemie a bioinformatika. Celkově jde vidět, že rozdíly v kompetencích 4.0 mezi studenty z různých studijních programů jsou relativně malé (rozmezí od hodnot 3.5 do 4.2).

Pro testování rozdílů v průměrech kompetencí 4.0 dle jednotlivých studijních programů využijí analýzu rozptylu (ANOVA). Předpokladem pro využití analýzy rozptylu je normalita rozdělení a homogenita variancí u závislé proměnné (*kompetence_4.0_scale*).

Homogenitu variancí zjišťují opět s pomocí Leveneho testu v tabulce č. 26, dle kterého nemůžeme zamítnout nulovou hypotézu o stejnosti rozptylů (p -hodnota > 0.05). Zda-li je rozdělení závislé proměnné v populaci normální zjistím za použití Shapiro-Wilkova testu normality. V tabulce č. 27, kde jsou výsledky testů normality pro jednotlivé kompetence, je vidět, že p -hodnota > 0.05 a my tak nemůžeme zamítnout nulovou hypotézu o normální distribuci. Předpoklady pro využití ANOVA jsou splněny.

Variable	F value	p.value	df	df.residual
Soc_kompetence_scale	0.655	0.766	10	502
Tech_kompetence_scale	0.723	0.703	10	502
Met_kompetence_scale	0.829	0.601	10	502
kompetence_4.0_scale	0.506	0.886	10	502

Tabulka 26 Výsledky Leveneho testu pro jednotlivé kompetence u respondentů z PŘF UK, zdroj: vlastní

method	Variable	statistic	p.value
Shapiro-Wilk normality test	Soc_kompetence_scale	0.998	0.745
Shapiro-Wilk normality test	Tech_kompetence_scale	0.996	0.304
Shapiro-Wilk normality test	Met_kompetence_scale	0.997	0.583
Shapiro-Wilk normality test	kompetence_4.0_scale	0.998	0.884

Tabulka 27 Přehled Shapiro-Wilkových testů normality u jednotlivých kompetencí u respondentů z PŘF UK, zdroj: vlastní

Výsledky ANOVA (závislá proměnná *kompetence_4.0_scale* a faktor *Stud_progPrF*) jsou zaznamenány v tabulce č. 28. F hodnota, která je vypočítaná jako podíl variability mezi skupinami a variability uvnitř skupin, má hodnotu 2.007 a je signifikantní (p-hodnota < 0.05). Nulová hypotéze je, že průměry všech skupin (studijních programů) jsou stejné – tzn. rozdíly mezi studijními programy jsou nulové. Na základě p-hodnoty zamítáme nulovou hypotézu a můžeme přijmout alternativní, že alespoň jeden studijní program se statisticky významně liší od ostatních studijních programů.

	df	sumSq	Meansq	F value	p.value
Stud_progPrF	10	5.826	0.583	2.007	0.030
Residuals	502	145.690	0.290		

Tabulka 28 Výsledky ANOVA s faktorem studijního programu u respondentů z PŘF, zdroj: vlastní

Pokud se koukneme na výsledky Tukeyho post-hoc testu, který je v příloze, tak vidíme, že mezi žádnou dvojicí studijních programů nejsou signifikantně velké rozdíly v průměrech kompetencí 4.0. Výsledky z ANOVA můžeme interpretovat tak, že mezi skupinami existují velmi malé rozdíly v kompetencích 4.0, ale dle post-hoc testů není rozdíl v průměrech mezi ani jednou dvojicí studijních programů statisticky významný.

Můžeme analýzu rozptylu provést ještě na menším počtu skupin, protože v tomto případě jsou velké rozdíly v počtech respondentů ve studijních programech. V první skupině „Vědy o Zemi“ jsou studijní programy geologie, hydrogeologie, ekologie a vědy o zemi. Ve druhé skupině „Chemické vědy“ jsou programy chemie, biochemie, klinická analýza. Ve třetí

skupině „Biologie“ jsou bioinformatika a biologie. V poslední skupině je geografie a demografie. Výsledky ANOVA jsou v tabulce č. 29.

	df	sumSq	Meansq	F value	p.value
Stud_progPrF	3	2.76	0.919	3.15	0.0249
Residuals	509	149.690	0.292		

Tabulka 29 ANOVA s faktorem studijních oblastí u respondentů z PŘF, zdroj: vlastní

Můžeme tak zamítnout nulovou hypotézu o stejnosti průměrů ve skupinách, protože alespoň jedna skupina se v sebehodnocení úrovně kompetencí 4.0 odlišuje. Po provedení Tukeyho post-hoc testu byl jediný signifikantní rozdíl mezi studijními programy „Vědy o zemi“ a programy „Chemické vědy“. Rozdíl v hodnocené úrovni kompetencí 4.0 je mezi těmito skupinami pouze 0.293, což je velmi malý rozdíl.

Ačkoliv je F hodnota ve výsledcích první analýzy rozptylu signifikantní, tak na základě post-hoc testů a boxplotů pro kompetence 4.0 si myslím, že v této skupině studentů z PŘF nejsou statisticky významné rozdíly mezi studenty z různých studijních programů. I po provedení druhé analýzy rozptylu si myslím, že rozdíly mezi skupinami jsou skutečně velmi malé a celkově vnímám problematičnost využití ANOVA v tomto případě, protože skupiny nejsou podobně velké. Z mého pohledu je moudré zamítnout hypotézu, že mezi vybranými studenty z různých studijních programů na PŘF UK existují významné rozdíly v sebehodnocení kompetencí 4.0.

Rád bych zde ještě chvíli zůstal u faktoru ročníku, který může mít vliv na hodnotu kompetencí 4.0. Hypotéza by v tomto případě zněla, že mezi ročníky je rozdíl v sebehodnocených kompetencích 4.0 u vybraných studentů z PŘF UK. V ideálním případě čím vyšší ročník, tak tím i vyšší kompetence. Použijeme stejnou závislou proměnnou (*kompetence_4.0_scale*) a jako faktor zvolíme ročník studentů. Výsledky z ANOVA jsou v tabulce č. 30.

	df	sumsq	Meansq	F value	p.value
Rocnik	3	0.496	0.165	0.558	0.643
Residuals	509	151.019	0.297		

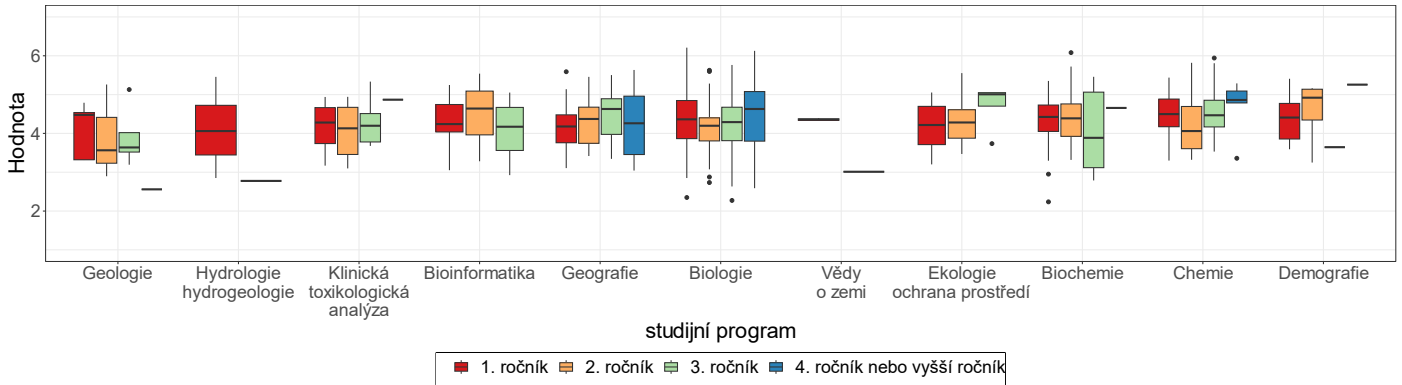
Tabulka 30 Výsledky ANOVA s faktorem ročníku u respondentů z PŘF, zdroj: vlastní

F hodnota má velmi nízkou hodnotu 0.558 a není signifikantní (p-hodnota > 0.05). Nemůžeme tak zamítnout nulovou hypotézu, že průměry všech skupin jsou stejné. Rozdíly v průměrech mezi vybranými studenty z různých ročníků jsou nulové a statisticky

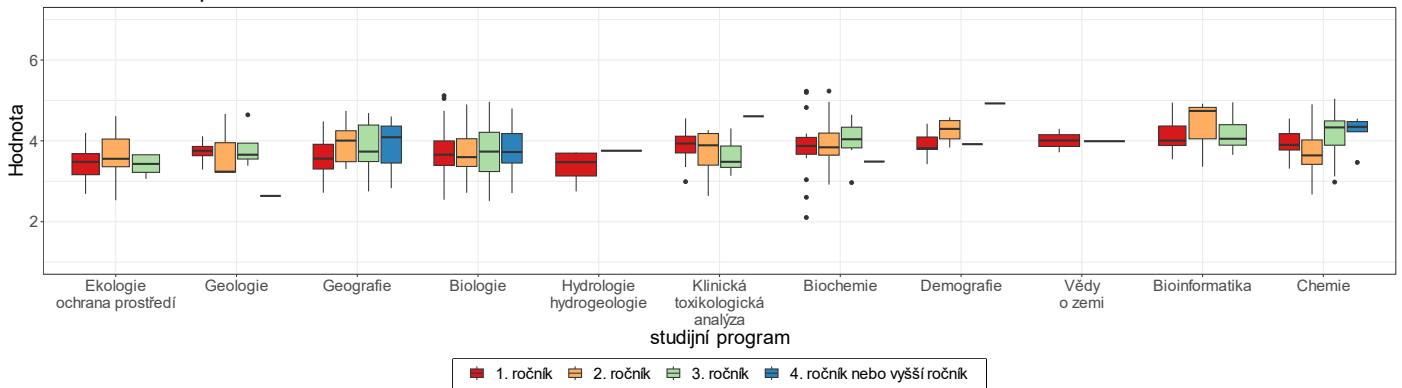
nevýznamné. Zamítáme tak hypotézu o tom, že mezi skupinami z různých ročníků u vybraných studentů PŘF jsou statisticky významné rozdíly v úrovni kompetencí 4.0.

Úroveň jednotlivých kompetencí dle studijního oboru a ročníku je možné vidět skrze boxploty v grafu č. 11. Zde je nutné reflektovat fakt, že respondenti ve vzorku z PŘF nejsou rovnoměrně zastoupeni ve všech ročníkách, a že jen na několika studijních programech jsou přítomní studenty ze všech ročníků. I přes tento limit je zajímavé se kouknout jednotlivé kompetence a jejich zastoupení v jednotlivých ročnících.

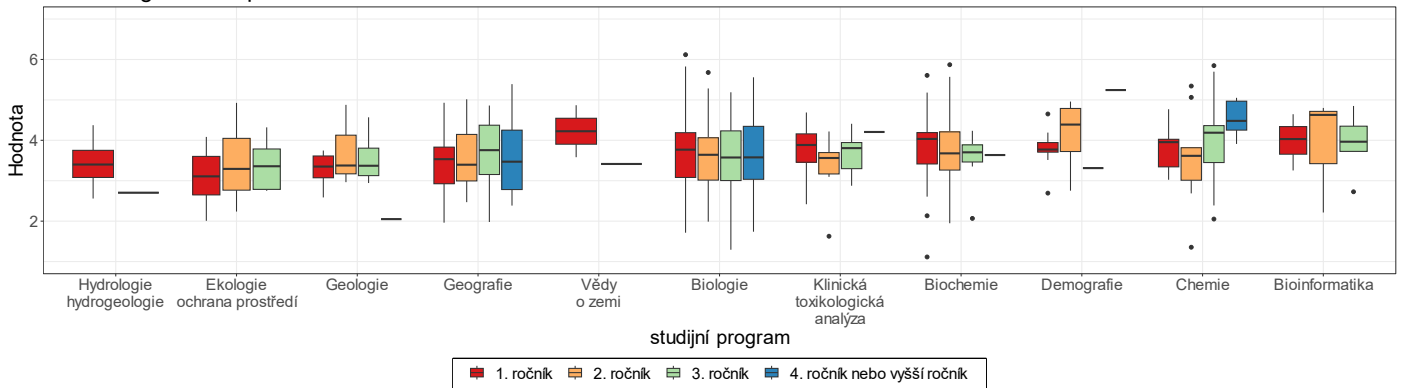
Sociální kompetence



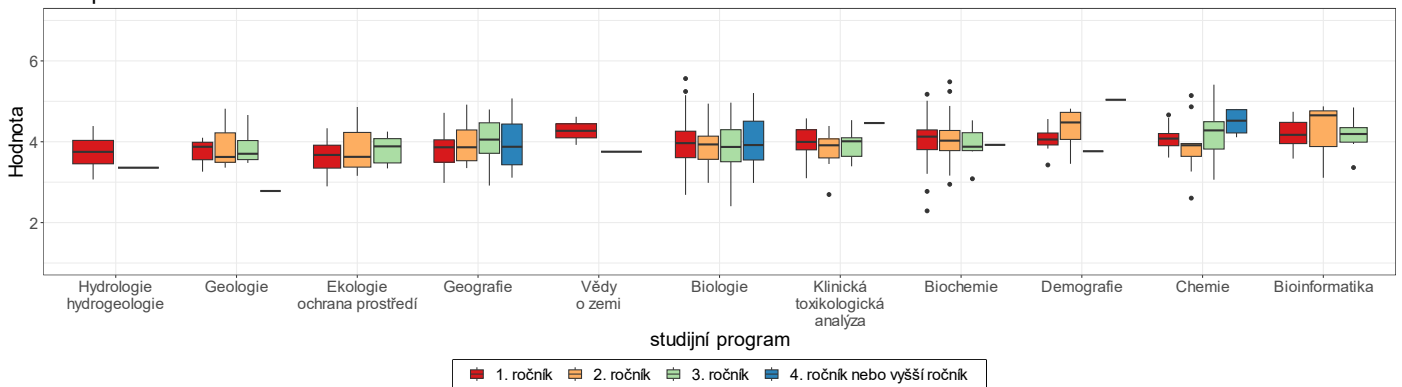
Technické kompetence



Metodologické kompetence



Kompetence 4.0



Graf 11 Boxploty jednotlivých kompetencí dle ročníku a studijního programu, zdroj: vlastní

Zaměřím-li se jen na kompetence 4.0, tak je z grafu viditelné, že ne vždy s rostoucím ročníkem se zvyšují i kompetence 4.0. Pokud si vezmu biologii, geografii a chemii, kde jsou zastoupeny všechny čtyři ročníky, tak vidíme, že pouze u chemie jsou výraznější rozdíly mezi ročníky. První ročníky, které nastoupily tento zimní semestr mají relativně vysoké sebehodnocení kompetencí 4.0, což značí, že si vybraní studenti v prvním ročníku odnesli ze střední školy relativně důležité dovednosti.

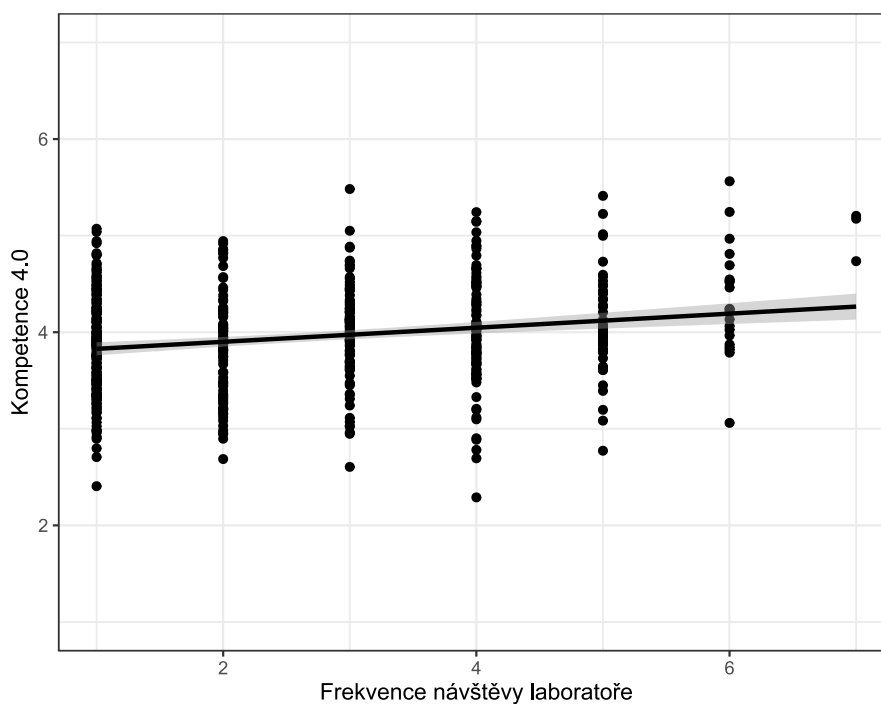
Z fokusní skupiny vzešla hypotéza, že mezi frekvencí návštěvy laboratoře a kompetencemi 4.0 existuje pozitivní souvislost. Pro zjištění souvislosti mezi frekvencí návštěvy laboratoře (kvazi-kardinální proměnná) a kompetencemi u vybraných studentů z PŘF využiji Pearsonův test korelace. Výsledky korelace jsou v tabulce č. 31.

estimate	statistic	p.value	parameter	conf.low	conf.high	method
0.211	4.876	0.00000145	511	0.127	0.292	Pearson's correlation

Tabulka 31 Výsledek Pearsonova korelačního testu, zdroj: vlastní

Pearsonův korelační koeficient má pozitivní hodnotu 0.211 a je signifikantní, protože p -hodnota < 0.05 – zamítáme tak nulovou hypotézu o neexistenci lineárního vztahu mezi proměnnými. Lineární vztah mezi frekvencí návštěv laboratoře a úrovní kompetencí 4.0 je spíše slabý, což je možné vidět i na grafu č. 12 (scatterplot proložený křivkou s konfidenčními intervaly). Hypotézu o pozitivní souvislosti mezi frekvencí návštěv laboratoře a úrovní kompetencí 4.0 u vybraných studentů z PŘF UK můžeme přijmout. Vybraní studenti, kteří během svého studia častěji navštěvují laboratoř, jsou mírně lepší v sebehodnocení kompetencí 4.0.

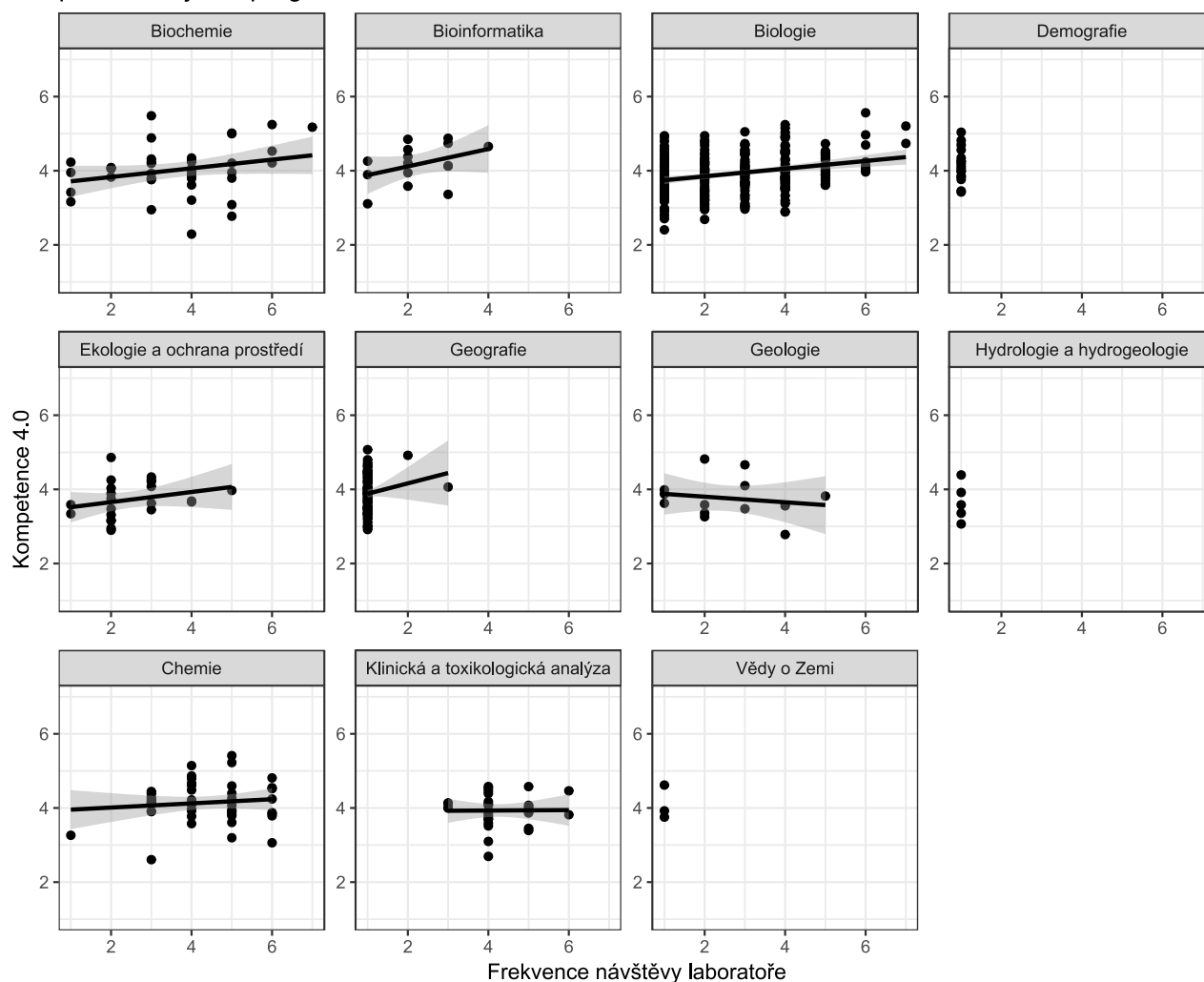
Vztah mezi frekvencí návštěv laboratoře a úrovní kompetencí 4.0 u studentů PŘF



Graf 12 Scatterplot vztahu kompetencí 4.0 a frekvencí návštěv laboratoře, zdroj: vlastní

Na grafu č. 13 je vidět, že jen některé studijní programy z PŘF navštěvují během svého studia častěji laboratoř. Jedná se hlavně o programy biochemie, biologie, chemie a ekologie. Využijí ještě jednou Pearsonův korelační test jen pro tyto čtyři studijní programy, abych zjistil, zdali je souvislost mezi frekvencí návštěv laboratoře a úrovní kompetencí 4.0 u těchto programů vyšší než u vybraných studentů z celé PŘF.

Vztah mezi frekvencí návštěv laboratoře a úrovní kompetencí 4.0 u studentů PřF podle studijního programu



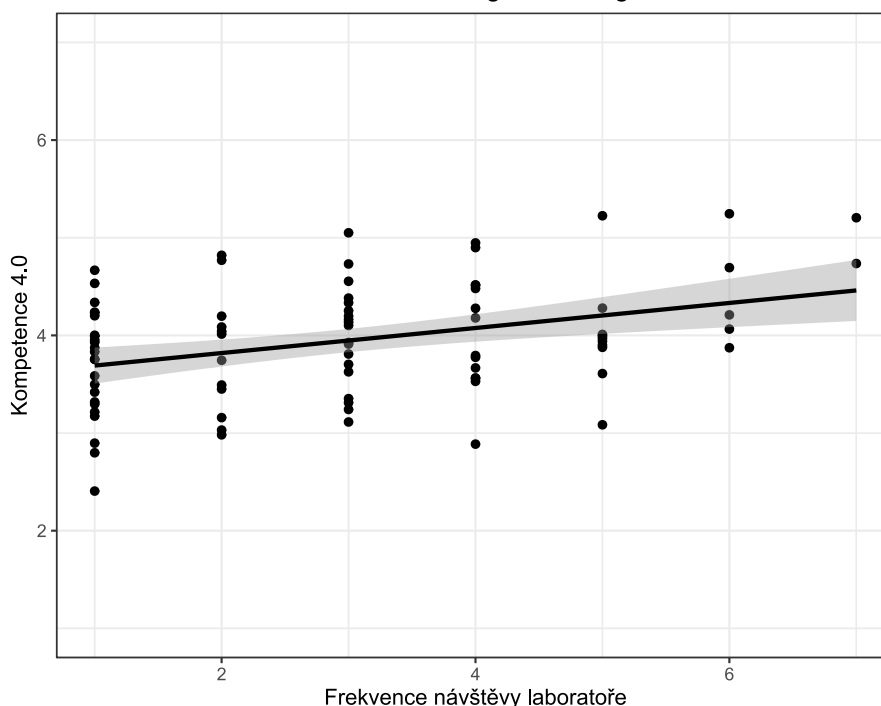
Graf 13 Scatterploty vztahu kompetencí 4.0 a frekvencí návštěv laboratoře dle studijního programu, zdroj: vlastní

V upraveném korelačním testu vybraných studentů ze studijních programů chemie, biochemie, biologie a ekologie vyšel pearsonův korelační koeficient lépe, než v případě celé fakulty (0.362 proti původnímu 0.211). Opět je koeficient signifikantní, takže zamítáme nulovou hypotézu o neexistenci lineárního vztahu. Jedná se spíše o středně silný lineární vztah mezi frekvencí návštěv laboratoře a sebehodnocenou úrovní kompetencí 4.0 u vybraných studentů z chemie, biochemie, biologie a ekologie.

estimate	statistic	p.value	parameter	conf.low	conf.high	method
0.362	3.56	0.000611	84	0.163	0.533	Pearson's correlation

Tabulka 32 Výsledky upraveného Pearsonova korelačního testu pro vybrané studijní programy, zdroj: vlastní

Vztah mezi frekvencí návštěv laboratoře a úrovní kompetencí 4.0 u studentů z chemie, biochemie, biologie a ekologie z PŘF UK



Tabulka 33 Scatterplot vztahu kompetencí 4.0 a frekvencí návštěv laboratoře u vybraných studijních programů, zdroj: vlastní

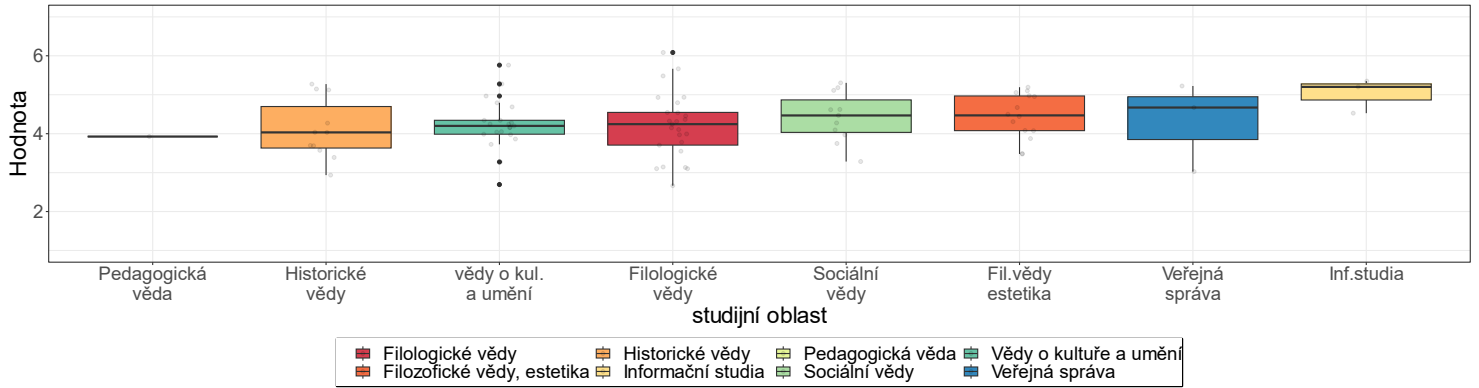
4.3.3 Porovnávání kompetencí u vybraných studentů z FF dle studijních programů

Porovnávání kompetencí u vybraných studentů z FF dle studijních programů má stejnou posloupnost jako v případě PŘF. Nejdříve se detailněji podívám na graf boxplotů jednotlivých kompetencí dle studijních oblastí¹⁴ a později udělám analýzu rozptylu, pomocí které zamítnu, nebo potvrdím rozdíly mezi studijními oblastmi na FF UK.

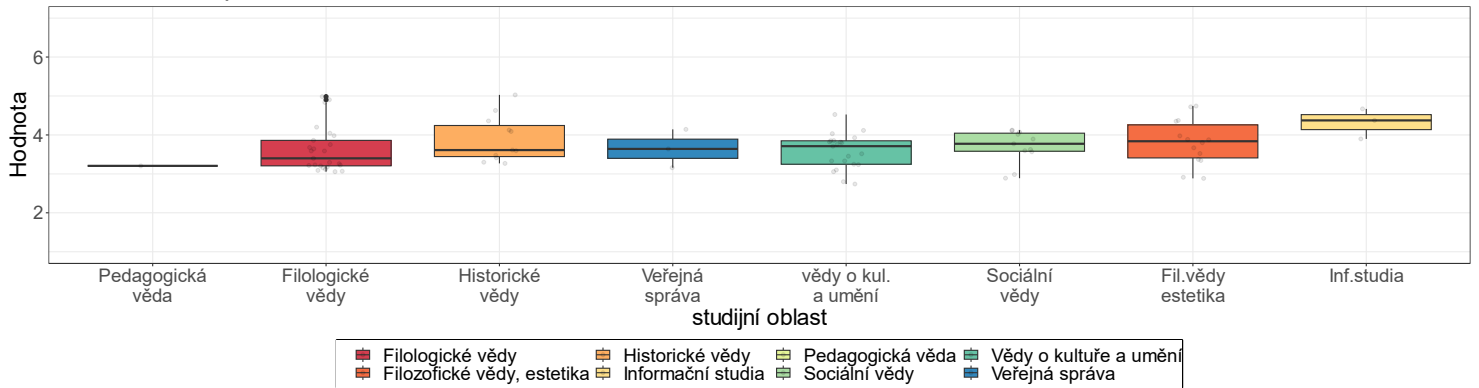
V grafu č. 14 jsou boxploty u jednotlivých kompetencí dle studijních oblastí na FF UK. Podle mediánu vidíme, že nejnižší hodnotí své sociální kompetence vybraní studenti z pedagogické vědy, historických věd a věd o kultuře a umění – hodnotí je kolem průměrné úrovně. Nejvyšší hodnotí své sociální kompetence studenti z veřejné správy a informačních studií kolem hodnoty 5, takže je hodnotí spíše pozitivně. Když se koukneme blíže na filologické vědy, tak vidíme, že hodnocení ze strany vybraných studentů zde má největší rozpětí – tj. mezi vybranými studenty z filologie jsou tací, kteří své sociální kompetence hodnotí spíše pozitivně a vysoce (hodnoty kolem 6), ale někteří z těchto studentů je naopak hodnotí nížce a spíše negativně (hodnoty kolem 3).

¹⁴ Jen připomínám, že jsem jednotlivé studijní programy zařadil pod kategorie (studijní oblasti), protože na FF UK je velké množství studijních programů a v některých (např. filologických) programech by bylo málo respondentů.

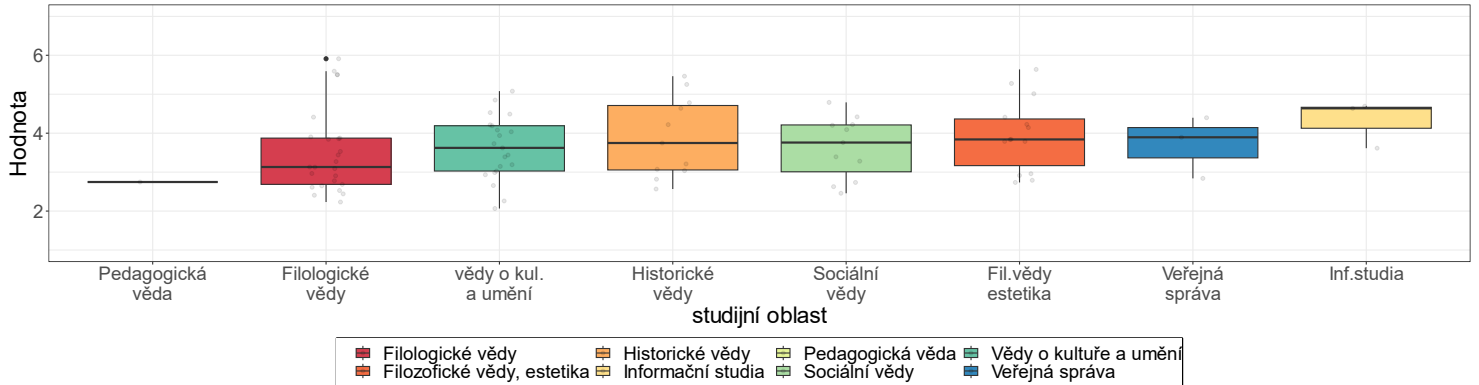
Sociální kompetence



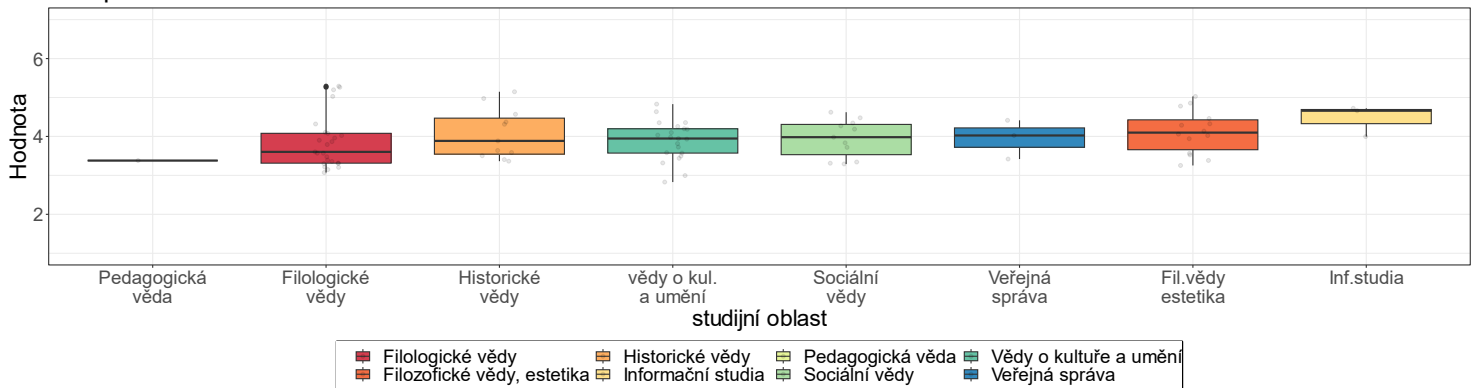
Technické kompetence



Metodologické kompetence



Kompetence 4.0



Graf 14 Boxploty jednotlivých kompetencí dle studijní oblasti u respondentů z FF UK, zdroj: vlastní

Technické kompetence hodnotí většina ze vzorku studentů z FF spíše pod průměrnou úrovní. Jedinou výjimkou jsou studenti z informačních studií, kteří je hodnotí lehce nad průměrnou úrovní. Celkově vnímám jako zajímavé, že vybraní studenti z filozofických věd a estetiky hodnotí v porovnání s ostatními studenty své technické kompetence mírně výše, ale stále je medián u této oblasti pod průměrnou úrovní. U filologických a historických věd jsou i tací, kteří hodnotí své technické kompetence spíše pozitivně (kolem hodnoty 5).

Vybraní studenti z FF hodnotí své metodologické kompetence velmi podobně jako technické kompetence. Většina studentů ze vzorku je hodnotí spíše kolem průměrné úrovně a jen studenti z informačních studií je hodnotí spíše pozitivně. U filologických věd, věd o kultuře, historických, sociálních a filozofických věd je rozpětí hodnot metodologických kompetencí od relativně nízkých (kolem 2) do vysokých (kolem 6). V těchto studijních oblastech jsou někteří studenti, který své metodologické kompetence hodnotí spíše pozitivně, ale jsou i tací studenti, kteří je sebehodnotí spíše negativně a níže.

Když se koukneme na celkové kompetence 4.0, tak vidíme, že většina vybraných studentů ze skupiny z FF je hodnotí kolem průměrné úrovně. Tak jako v případě předcházejících kompetencí pouze vybraní studenti z informačních studií hodnotí své kompetence 4.0 spíše pozitivně. Napříč studijními oblastmi jsou někteří studenti, kteří hodnotí kompetence 4.0 spíše pozitivně (hodnoty kolem 5), ale větší množství studentů je hodnotí spíše na průměrné úrovni.

Celkově je možné shrnout, že mezi vybranými studenty z různých studijních oblastí nejsou žádné výrazné rozdíly v sebehodnocení mezi sociálními, technickými, metodologickými kompetencemi. V případě kompetencí 4.0 jsou dle boxplotů rozdíly v sebehodnocení mezi studenty ze vzorku velmi malé.

Předtím, než udělám analýzu rozptylu musím zkontrolovat jednotlivé předpoklady využití této statistické metody. Pokud začneme kontrolou normálního rozdělení závislé proměnné, tak dle tabulky č. 34, kde jsou výsledky Shapiro-Wilkových testů normality, vidíme, že pouze sociální kompetence mají p-hodnotu větší, než je kritická hladina významnosti 0.05. V případě kompetencí 4.0 (*kompetence_4.0_scale*) je p-hodnota signifikantní a my tak nemůžeme zamítnout nulovou hypotézu o normální distribuci populace. Přijímáme tak alternativní hypotézu, že kompetence 4.0 nemají normální rozdělení.

Method	Variable	statistic	p.value
Shapiro-Wilk normality test	Soc_kompetence_scale	0.99	0.738
Shapiro-Wilk normality test	Tech_kompetence_scale	0.967	0.023
Shapiro-Wilk normality test	Met_kompetence_scale	0.965	0.0155
Shapiro-Wilk normality test	kompetence_4.0_scale	0.968	0.0252

Tabulka 34 Výsledky Shapiro-Wilkova testu normality pro jednotlivé kompetenc u respondentů z FF UK, zdroj: vlastní

V tabulce č. 35 jsou výsledky Leveneho testu, který zkoumá homogenitu variancí u závislých proměnných. U kompetencí 4.0 je F hodnota 0.641 a není signifikantní (p-hodnota je vyšší než stanovená hladina významnosti 0.05), což znamená, že nemůžeme zamítnout nulovou hypotézu o stejnosti rozptylů.

variable	F value	p.value	df	df.residual
Soc_kompetence_scale	0.794	0.594	7	81
Tech_kompetence_scale	0.498	0.834	7	81
Met_kompetence_scale	0.631	0.729	7	81
kompetence_4.0_scale	0.641	0.721	7	81

Tabulka 35 Výsledky Leveneho testu pro jednotlivé kompetence u respondentů z FF UK, zdroj: vlastní

Předpoklady pro aplikaci ANOVA jsou naplněny pouze z části, protože závislá proměnná (*kompetence_4.0_scale*) nemá normální distribuci. Z tohoto důvodu se nemůže využít tradiční jednofaktorová analýza rozptylu, ale musíme aplikovat Kruskalův-Wallisův test, který je neparametrickou verzí ANOVA. Faktorem, který se v této analýze využije je proměnná *Stud_progFF_kat*.

V tabulce č. 36 jsou výsledky z Kruskal-Wallisova testu. Chi-kvadrát (měří rozdíly mezi mediány skupin) má hodnotu 7.3997, stupně volnosti mají hodnotu 7 a vidíme, že dle p-hodnoty není tento test signifikantní, protože p-hodnota je vyšší než stanovená hladina statistické významnosti 0.05. Nulová hypotéza v případě Kruskal-Wallisova testu je, že mediány ve všech skupinách jsou stejné (nejsou rozdíly v mediánech mezi skupinami). Alternativní hypotéza je, že alespoň jedna skupina má odlišný medián než ostatní skupiny. V tomto případě nemůžeme zamítnout nulovou hypotézu o stejnosti mediánů ve všech skupinách. Zamítáme tak hypotézu, že mezi vybranými studenty z různých studijních programů na FF UK existují významné rozdíly v sebehodnocení kompetencí 4.0.

	Method	chi-squared	df	p.value
Stud_progFF_kat	Kruskal-Wallis rank sum test	7.3997	7	0.3885

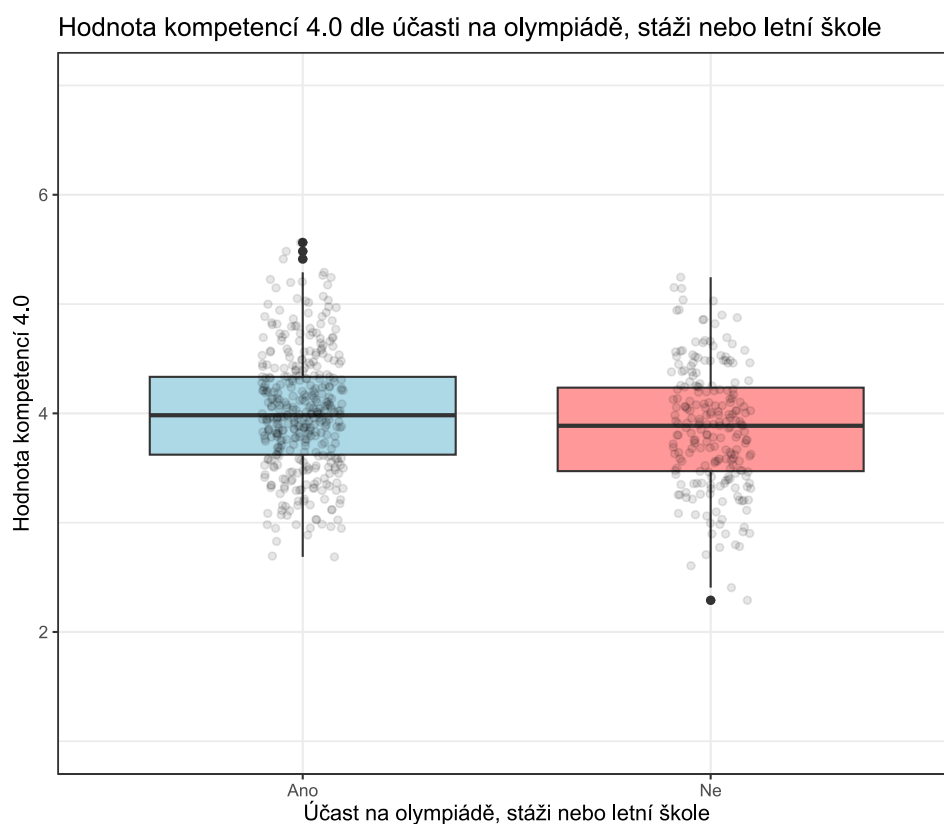
Tabulka 36 Výsledky Kruskal-Wallisova testu u faktoru studijního programu u respondentů z FF UK, zdroj: vlastní

Můžeme shrnout, že na základě boxplotů jednotlivých kompetencí a Kruskal-Wallisova testu neexistují statisticky významné rozdíly v sebehodnocení kompetencí 4.0 u vybraných studentů z různých studijních programů na FF UK. Tak jako v případě PŘF, tak i na FF studenti více pozitivně hodnotí své sociální kompetence, ale technické a metodologické kompetence hodnotí spíše kolem průměrné úrovně.

4.3.4 Rozdíly v kompetencích 4.0 mezi studenty, kteří na SŠ chodili na olympiády, stáže nebo letní školy

Z fokusní skupiny se studenty z PŘF a FF UK se vyprofilovala hypotéza, že studenti, kteří na střední škole absolvovali stáže, letní školy nebo se účastnili olympiád, mají vyšší kompetence 4.0. Hypotéza stojí na předpokladu, že aktivnější studenti si ze střední školy odnášejí větší úroveň různých dovedností, které se dále rozvíjejí na vysoké škole. Je nutné reflektovat fakt, že v této hypotéze ponechávám stranou personální dimenzi, která má nezanedbatelný vliv na úroveň kompetencí. Narážím tím na biologický faktor inteligence, která určitým způsobem souvisí s úrovní kompetencí. V tomto případě nechávám stranou možnou souvislost mezi inteligencí a kompetencemi 4.0.

Rozdíly v sebehodnocení kompetencí 4.0 dle absolvování olympiády nebo stáže mezi vybranými studenty z FF a PŘF UK jsou vidět v grafu č. 15. Studenti, kteří odpověděli, že absolvovali stáž nebo olympiádu na střední škole mají při sebehodnocení o trochu větší úroveň kompetencí 4.0. Zároveň je u těchto studentů i větší rozpětí hodnot, což je viditelné ve vousech – od hodnot blíže 3 k hodnotám blízko 6. Studenti, kteří odpověděli „ano“ hodnotí své kompetence 4.0 více pozitivně oproti studentům, kteří odpověděli „ne“.



Graf 15 Boxplot úrovně kompetencí dle účasti na olympiádě, zdroj: vlastní

Před provedením t-testu je třeba zkontrolovat předpoklad normality rozdělení skrze Shapiro-Wilkův test normality a Levenův test homogenity variancí. Výsledky testů jsou v tabulkách č. 21 a 22, které byly spočítány výše u testování hypotézy o rozdílech mezi fakultami.

Předpoklad normální distribuce a homogenity variancí je u proměnné kompetencí 4.0 splněn.

Výsledky t-testu s úpravou dle Welche jsou v tabulce č. 37. Průměr kompetencí 4.0 u skupiny, která absolvovala olympiádu, stáž nebo letní školu na střední škole je 4.005, což je o 0.143 vyšší úroveň kompetencí než u skupiny, která olympiádu či stáž neabsolvovala. P-hodnota je signifikantní (nižší než stanovená hladina statistické významnosti 0.05), a proto můžeme zamítnout nulovou hypotézu, že průměry mezi skupinami jsou stejné. Přijímáme alternativní hypotézu, že mezi skupinami jsou statisticky významné rozdíly v průměrech kompetencí 4.0. Ačkoliv rozdíl mezi skupinami je velmi malý.

Variable	method	Alternative	Mean Ano	Mean Ne	p.value
kompetence_4.0_scale	Welch Two Sample t-test	true difference in means between Ano and Ne is greater than 0	4.005	3.862	0.001

Tabulka 37 Výsledky nezávislého t-testu u absolvování olympiády, stáže, zdroj: vlastní

Vidíme, že rozdíl v hodnocení kompetencí 4.0 mezi vybranými studenty, kteří absolvovali olympiádu nebo stáž, a kteří ji neabsolvovali je velmi malý (0,143). Výsledek t-testu je sice statisticky signifikantní, ale jedná se o věcně významný výsledek? Pro zjištění, jak velký vliv má nezávislá proměnná (v tomto případě účast na olympiádě) na závislou proměnnou (úroveň kompetencí 4.0), spočítám Cohenovo d , které měří sílu účinku (*effect size*). Hodnota Cohenova d je dle tabulky č. 38 velmi malá (0.263), což znamená, že nezávislá proměnná má malý efekt na závislou proměnnou. Absolvování olympiády, stáže nebo letní školy má nízký vliv na úroveň kompetencí 4.0.

d estimate	95% confidence interval - lower	95% confidence interval - upper
0.263	0.0962	0.429

Tabulka 38 Výsledky Cohenova- d u absolvování olympiády, stáže, zdroj: vlastní

4.4 Přehled zamítnutých a přijatých hypotéz

Pro větší přehlednost výsledků z testování hypotéz přikládám tabulku jednotlivých hypotéz a výsledků statistických testů.

	Hypotéza	Výsledek
1	Vybraní studenti kladně sebehodnotí úroveň svých kompetencí 4.0.	Zamítnuta
2	Mezi vybranými studenty z PŘF a FF UK existují významné rozdíly v sebehodnocení kompetencí 4.0.	Zamítnuta
3	Vybraní studenti z PŘF UK mají vyšší úroveň technických kompetencí oproti vybraným studentům z FF UK.	Zamítnuta
5	Mezi vybranými studenty z různých studijních programů na PŘF UK existují významné rozdíly v sebehodnocení kompetencí 4.0.	Zamítnuta
4	Mezi vybranými studenty z různých studijních programů na FF UK existují významné rozdíly v sebehodnocení kompetencí 4.0	Zamítnuta
6	Frekvence návštěvy laboratoře u vybraných studentů z PŘF má pozitivní vliv na jejich kompetence 4.0.	Přijatá
7	Vybraní studenti, kteří absolvovali na střední škole olympiády, stáže nebo letní školy mají při sebehodnocení vyšší kompetence 4.0.	Přijatá

Tabulka 39 Tabulka zamítnutých a potvrzených hypotéz, zdroj: vlastní

5 Diskuse

Jedním z hlavních cílů této práce bylo vytvořit funkční model kompetencí spojených se 4. průmyslovou revolucí nebo průmyslem 4.0, který se dá aplikovat v kontextu vysokého školství. Vývoj modelu kompetencí 4.0 reflektoval velké množství teoretických schémat, návrhů a navržených modelů, které se v reálném světě empiricky nevyzkoušely, ani nekonfirmovaly. Je nutné mít na paměti, že každý návrh zachytával klíčové kompetence a dovednosti trochu z jiného úhlu, a proto bylo mým úkolem jemně propojovat důležité spoje a vytvářet konzistentní model.

5.1 Co nám říkají výstupy z porovnávání sebehodnocení studentů?

Výsledky této diplomové práce na celkovém vzorku 602 bakalářských studentů z Přf a FF UK nejsou z mého pohledu příliš pozitivní. Kompetence 4.0 jsou ze sebehodnocení u studentů z tohoto vzorku mírně pod průměrnou úrovní, což znamená, že jejich osvojené dovednosti, které souvisejí se 4. průmyslovou revolucí nebo průmyslem 4.0, jsou hodnoceny během studia spíše průměrné. Jako relevantní vidím otázku, že s velkou pravděpodobností kompetence 4.0 více rozvine navazující magisterské studium, ale pokud by tito studenti nepokračovali dále, tak jejich úroveň kompetencí 4.0 by byla při vstupu na pracovní trh spíše průměrná. Je pak diskutabilní, zdali český systém vysokého školství spíše standartně počítá s pětiletým studiem, ve kterém si studenti osvojí klíčové dovednosti a kompetence.

Na základě studentského sebehodnocení vyplynulo, že studenti se lépe hodnotí v sociálních dovednostech, nežli v technických a metodologických dovednostech. Z obou fakult mají vybraní studenti nejvyšší úroveň dovedností u sociálních kompetencí, přičemž průměry obou fakult jsou lehce nad průměrnou úrovní. Tento výsledek koresponduje s výsledky na Pangasiánské univerzitě, kde byl realizován podobný výzkum, kde měli studenti hodnotu sociálních kompetencí mírně vyšší než průměrnou hodnotu na pětibodové Likertově škále.

Na druhou stranu, pokud víme, že největší vliv na kompetence 4.0 mají metodologické dovednosti, tak ty mají u obou fakult nejnižší úroveň ze tří kompetencí. To znamená, že tento vzorek studentů si dle sebehodnocení nejméně osvojuje během svého studia metodologické kompetence, které mají v hierarchickém modelu největší vliv na kompetence 4.0. Zároveň je v tomto bodě zajímavé zmínit, že tento vzorek studentů velmi nízce hodnotí svoji úroveň programovacích dovedností, což není žádné velké překvapení dle zaměření fakult, ale dle modelu tato nízká úroveň dovedností nemá moc velký vliv na výslednou úroveň kompetencí 4.0.

Z toho vyplývá zjištění, že i vybraní studenti z humanitní fakulty mohou mít relativně vysokou úroveň kompetencí spojených se 4. průmyslovou revolucí nebo průmyslem 4.0. Vidíme, že ideální pracovníci pro průmysl 4.0 nemusejí být pouze z technicky zaměřených studijních programů a oborů. Narážím tak na tezi, že humanitní vzdělání nemá v současném světě smysl. Vidíme, že to nemusí být úplně pravda a absolventi humanitních programů jsou

konkurenceschopní na pracovních trhu v průmyslu 4.0. Ačkoliv je nutné mít na paměti, že vzorek studentů z FF byl malý (89 studentů, 3 % všech bakalářských studentů na FF UK) a nemusí být zcela vypovídající.

Pokud vezmeme v potaz výsledky z mezifakultního srovnání vybraných studentů, tak v tomto vzorku tolik nezáleželo na studované fakultě, protože mezifakultní rozdíly byly velmi nízké a statisticky nevýznamné. Je proto zajímavé vidět, že i u PŘF, která je více technicky zaměřená oproti FF, tak vzorek studentů z této fakulty disponuje téměř identickou úrovní technických kompetencí jako vzorek studentů z FF. Sociální a technické kompetence jsou také téměř identické mezi studenty z obou fakult.

Vnímám jako důležité vznést hypotézu, kterou pronesl jeden respondent z fokusní skupiny, že tento model kompetencí 4.0 reflektuje určitý balík dovedností, které by si měl v určité míře osvojit každý student na vysoké škole. Pokud bych tuto hypotézu posunul o úroveň výše, tak by tolik nezáleželo na studovaném programu nebo oboru, protože těmito dovednostmi by měl disponovat jakýkoliv student z jakékoliv vysoké školy v České republice. Největší rozdíl mezi studenty z různých škol a oborů by nejspíše generovaly technické kompetence a s nimi spojené dovednosti, které jsou více rozvíjeny na technicky zaměřených oborech. Zamítnutí nebo potvrzení této hypotézy by vyžadovalo výzkum zaměřený na všechny vysoké školy v České republice a na všechny obory. Pro generalizování závěrů by bylo nutné realizovat reprezentativní šetření.

Důležitým výstupem této práce je i zjištění, že mezi zkoumanými studijními programy na FF a PŘF nejsou žádné výrazné a statisticky významné rozdíly v rámci fakulty. U vzorku studentů z PŘF vyšla signifikantní F hodnota v analýze rozptylu, ale po prohlížení dvojic a jejich rozdílu nebyl ani jeden rozdíl významný. Po přezkoumání na zkondenzovaném počtu skupin se statisticky signifikantní rozdíl mezi jednou skupinou prokázal, ale tento rozdíl byl tak malý, že z praktického hlediska je diskutabilní, zdali existuje rozdílnost v sebehodnocení kompetencí studentů dle studijního programu. Na PŘF se v sebehodnocení kompetencí 4.0 nejlépe umístili studenti ze studijních programů, které velmi často pracují s velkým množstvím dat ve svých výzkumech – bioinformatika, chemie, biochemie a demografie.

U studentů z FF UK je situace totožná jako u studentů z PŘF, protože testy statistické významnosti prokázaly, že mezi studenty z různých studijních programů (studijních oblastí) nejsou žádné významné rozdíly, což ale může být způsobeno malým množstvím respondentů z FF UK a nerovnoměrným počtem respondentů ve studijních programech.

Celkově si jsou studenti z tohoto vzorku na FF a PŘF velmi podobní a tolik nezáleží na studijních programech, které prezenčně studují. Jen bych rád zdůraznil, že dílčí rozdíly ve vzorku mezi studenty existují, ale nejsou statisticky významné. Musíme vzít také v potaz limity analýzy rozptylu, pokud porovnávané skupiny nemají podobnou velikost.

U vzorku studentů z PŘF se prokázalo, že úroveň kompetencí 4.0 neroste dle ročníku, což naznačuje, že se tyto kompetence v průběhu studia reálně nezvyšují. Rozdíly u studentů z různých ročníků jsou velmi malé a statisticky nevýznamné. Současní studenti prvních ročníků mají v některých případech dost srovnatelnou úroveň kompetencí 4.0 jako jejich spolužáci ze starších ročníků. Tito studenti přicházejí přímo ze středních škol a v porovnání se staršími spolužáky jsou na tom „dost podobně“ dle sebehodnocení kompetencí spojených se 4. průmyslovou revolucí. Z mého pohledu je možné jednu z příčin hledat v hybridní a online výuce během pandemie Covid-19. Kompetence 4.0 jsou inherentně spojené s prezenční výukou, interakcí studentů na předmětech a s týmovou spoluprací. Studenti čtvrtého a třetího ročníku zažili dopady pandemie na jejich výuku, a proto můžou mít v sebehodnocení nižší úroveň kompetencí 4.0.

Do jaké míry, pak má vysoké školství vliv na úroveň těchto kompetencí, když nově přichází studenti ze středních škol mají velmi podobnou úroveň těchto kompetencí jako studenti ve starších ročnících? Je opět nutné reflektovat, že pro výzkum této otázky by bylo třeba realizovat reprezentativní šetření na všech vysokých školách v České republice. Ideálně longitudinální sběr, kde by se mohla sledovat změna na úrovni jednotlivců.

Z fokusní skupiny se studenty vzešly dvě hypotézy, které jsem začlenil do této práce. První hypotéza se týkala vztahu mezi frekvencí návštěv laboratoře během bakalářského studia a úrovní kompetencí 4.0 u studentů z PŘF. U vzorku studentů, kteří nejčastěji chodí do laboratoře z PŘF, se prokázalo, že pokud studenti navštěvují častěji laboratoř, tak se pozitivně zlepšuje úroveň jejich kompetencí 4.0, ale je nutné mít na paměti, že tento lineární vztah je spíše středně silný (je na pomezí mezi slabým a středně silným). Pro přesné měření nebo predikování hodnot kompetencí 4.0 na základě frekvence návštěvy laboratoře by se musela udělat lineární regrese. Je možné říct, že tento výzkum neprokázal přínos laboratorní práce pro rozvoj kompetencí 4.0. Na druhou stranu je nutné reflektovat, že laboratorní práce je důležitou součástí výuky pro studenty od třetího ročníku, a hlavně pro navazující magisterské studenty. Je tedy možné, že v navazujícím magisterském studiu by výsledky byly jiné.

Druhá hypotéza z FG se zaměřovala na to, zdali úroveň kompetencí 4.0 souvisí s absolvováním olympiády, letní školy nebo stáže na střední škole. Při porovnání studentů z vzorku z obou fakult vyšlo, že skupina studentů, která absolvovala na střední škole tyto aktivity, měla při sebehodnocení vyšší úroveň kompetencí 4.0 oproti druhé skupině. Zaujal mě výsledek t-testu, protože faktický rozdíl v hodnocených kompetencích 4.0 byl velmi malý, ale výsledek testu byl signifikantní. Proto jsem dodatečně změřil sílu efektu a zjistil jsem, že absolvování olympiády, stáže nebo letní školy má malý efekt na úroveň kompetencí 4.0. Zároveň se zde rýsuje úvaha, že studenti, kteří absolvují tyto aktivity na střední škole mají vyšší inteligenci (a proto mají vyšší kompetence 4.0) oproti studentům, kteří je neabsolvují. Bohužel na tuto intuitivní úvahu není možné v kontextu této práce odpovědět. Dalším

vysvětlením by mohlo být, že studenti, kteří chodí na olympiády, mají vyšší sebevědomí, a proto sami sebe lépe hodnotí v dotazníku na kompetence 4.0.

5.2 Co když na vysokých školách vzděláváme neefektivně a špatně?

Celkově mám smíšené pocity ohledně výsledků ze vzorků studentů z PŘF a FF UK, protože úroveň kompetencí a dovedností spojených se 4. průmyslovou revolucí a průmyslem 4.0 je na průměrné úrovni. Pokud vycházím z předpokladu, že Univerzita Karlova je nejprestižnější a největší univerzitou v České republice a v posledních žebříčcích se umístila ze všech českých škol v mezinárodním kontextu nejlépe, tak na tuto školu chodí nejspíše nadanější studenti. Jaká je pak úroveň těchto kompetencí u studentů na ostatních regionálních školách v České republice? Jsem si vědom, že z tohoto vzorku studentů nemůžu zobecňovat na celou populaci bakalářských studentů na UK, ale přesto vnímám jako důležité si říct, že tento výsledek z tohoto vzorku není zcela pozitivní. Pokud je výsledek ze vzorku studentů na nejlépe hodnocené vysoké škole v České republice průměrný, tak máme očekávat, že na ostatních školách bude lepší?

V teoretické části byla představená predikce vývoje českého pracovního trhu do roku 2030. Pracovní trh projde nezanedbatelnou transformací a tyto velké změny budou čím dál více ovlivňovat i požadavky na zaměstnance ze strany zaměstnavatelů. Myslím si, že na základě těchto výsledků, které představují jen malý výsek vysokoškolských studentů na UK, je možné říct, že studenti jsou pravděpodobně základně připraveni na práci v průmyslu 4.0, ale je diskutabilní, jestli to bude v následujících letech dostatečné.

Vidíme, že technologie se vyvíjejí neuvěřitelně rychlým tempem a pracovní pozice se mohou měnit v průběhu několika let. Je za mě velkou otázkou, jestli vysoké školství v České republice tyto trendy reflektuje, protože podle těchto výsledků to není zcela jasně viditelné. Určitým limitem této práce je fakt, že nemáme dostatečné množství relevantních dat o exaktní podobě poptávky ze strany zaměstnavatelů na českém pracovním trhu. Je možné, že poptávka po těchto dovednostech a kompetencích není tak velká v současné chvíli, ale vzhledem ke globálním megatrendům je pravděpodobné, že se v následujících letech bude zvyšovat.

Pokud nevidíme nárůst kompetencí v průběhu vysokoškolského studia, tak to může mít z mého pohledu dvě možné vysvětlení.

Prvním vysvětlením je, že kompetence 4.0 neměříme dostatečně dobře. Sebehodnocení nemusí fungovat správně, protože si každý pod hodnotami může představovat něco jiného, což mohou být problémy spojené s měřícím nástrojem. Možná není možné porovnávat skupiny studentů, protože je velmi náročné v podmínkách vysokých škol provést pravděpodobnostní výběr a my tak vždy pracujeme se studenty, kteří se sami chtějí účastnit výzkumu. Zároveň je možná nutné se smířit s faktem, že kompetence 4.0 exaktně změřit

nejdou. Z toho vyplývá, že buď musíme vyvíjet přesnější nástroje pro měření, nebo se musíme smířit s faktem, že přesná data mít nikdy nebudeme.

Druhým vysvětlením je, že na vysokých školách vzděláváme neefektivně a špatně. Na vzorku studentů jsme viděli, že studenti, kteří přišli ze střední školy mají v některých případech téměř srovnatelnou úroveň kompetencí 4.0 jako jejich starší spolužáci ve vyšších ročnících. Pak by to znamenalo, že u stávajících studentů ve vyšších ročnících absolvování několika ročníků na univerzitě nemělo tak zásadní vliv na jejich kompetence 4.0.

Řečeno jinými slovy, vysokoškolské studium možná tyto kompetence mírně rozvíjelo, ale studenti je museli mít osvojené už ze střední, nebo základní školy. Z toho vyplývá, že vysoké školství dle tohoto vzorku studentů vzdělává neefektivně a špatně, což může být dané neefektivními metodami učení, nebo se studijní programy zaměřují na jiné věci než na rozvoj klíčových kompetencí, které jsou poptávané pracovním trhem. K tomuto vysvětlení je možné vztáhnout i fakt, že k rozvoji kompetencí 4.0 bychom potřebovali na vysokých školách řádově větší kapacity pro individuální výuku. Frontální výukou v podobě přednášek pro 200 lidí si studenti tyto kompetence moc neosvojují.

Pokud tuto tezi povznesu na další úroveň, tak na základě těchto výsledků vysokoškolské studium tolik nepřipravuje studenty na úspěšný vstup na pracovní trh v průmyslu 4.0. Klíčovým místem, kde si studenti kompetence spojené s průmyslem 4.0 osvojují je střední, nebo základní škola. To by znamenalo, že pokud by bylo cílem České republiky posílit v budoucnu úroveň kompetencí 4.0 u profesionální pracovní síly, tak by se mělo zaměřit na transformaci základního a středoškolského studia. Vysoká škola tyto kompetence jen dále rozvíjí a předává studentům nové rámce přemýšlení nad problémy a jejich technickým řešením.

Pokud tato změna nevzejde od základních a středních škol, tak nemůžeme optimisticky očekávat, že si kompetence 4.0 osvojí studenti na vysoké škole. Závěr této diskuse plyne do teze, že pro zvýšení úrovně kompetencí 4.0 v populaci České republiky je nejspíše nutné provést reformu základního a středního vzdělání, jinak se v delším časovém horizontu propadáme do propasti, ze které se nám bude velmi těžce vylézat zpět. V této propasti teprve spatříme smutnou skutečnost, že naše profesionální pracovní síla má technologický, metodologický a sociální handicap, kterého se není jednoduché zbavit pomocí aktivní politiky zaměstnanosti.

6 Závěr

Diplomová práce si kladla za hlavní cíl vytvořit a otestovat funkční model kompetencí spojených se 4. průmyslovou revolucí nebo průmyslem 4.0 na vzorku vysokoškolských studentů z FF a PŘF UK. V kontextu této práce vznikl model kompetencí 4.0, který se v rámci této práce otestoval pomocí CFA na vzorku studentů. Dílčím cílem bylo porovnávání úrovní kompetencí u vzorku studentů dle fakult a studijních programů.

Diplomová práce je zatížena několika metodologickými limity, které jsou v průběhu práce reflektovány a je na ně kladen důraz. Výstupy práce nemají v žádném případě potenciál pro zobecnění na všechny studenty z FF a PŘF UK a zároveň je není možné zobecnit na celou populaci studentů na různých vysokých školách v České republice.

Vnímám jako úspěšný výstup této práce, že se podařilo úspěšně vytvořit funkční, srozumitelný a robustní model kompetencí 4.0, který se dále mohl využít pro sledování a analyzování rozdílů v kompetencích mezi vzorkem studentů z FF a PŘF UK. Výsledky z analyzování rozdílů úrovně kompetencí vybraných studentů z FF a PŘF jsou zajímavým a relativně unikátním výstupem této diplomové práce, který se dá použít jako podklad pro realizaci většího reprezentativního šetření v této oblasti. Zároveň jsou výsledky diplomové práce dobrým startovním bodem pro začátek debaty o roli vysokého školství v kontextu 4. průmyslové revoluce a průmyslu 4.0.

Celkově vnímám, že diplomová práce prokázala obecnou důležitost tématu 4. průmyslové revoluce a jejího vlivu na pracovní trh, který podléhá nezanedbatelným změnám právě v důsledku megatrendů spojených s touto revolucí. Jedná se tak o téma, které stojí na pomezí několika vědních disciplín, a které bychom neměli přehlížet při promýšlení klíčových změn a dopadů na lidi v současném světě. Diplomová práce je pouze malým, ale unikátním příspěvkem k této oblasti.

Na závěr si myslím, že je z této práce vidět, že disruptivní změna v podobě transformace pracovního trhu má nezanedbatelné dopady na primární, sekundární a terciální školství v České republice. 4. průmyslová revoluce pozvolně mění podobu zaměstnanosti a tyto instituce by měly tuto novou podobu reflektovat a v ideálním případě by se na ni měly adaptovat. Pokud budeme před změnami zavírat oči, tak nemůžeme doufat, že z této transformace vyjdeme silnější, ba naopak nás tato transformace ještě více oddálí našim západním a skandinávským sousedům. 4. průmyslová revoluce a sní spojený průmysl 4.0 vhodily rukavici do ringu a teď je na nás, jak budeme reagovat.

7 Seznam použité literatury

21st Century Skills and Competences for New Millennium Learners in OECD Countries (OECD Education Working Papers 41; OECD Education Working Papers, Roč. 41). (2009).

<https://doi.org/10.1787/218525261154>

Alhloul, A., & Kiss, E. (2022). Industry 4.0 as a Challenge for the Skills and Competencies of the Labor Force: A Bibliometric Review and a Survey. *Sci*, 4(3), 34.

<https://doi.org/10.3390/sci4030034>

Aziz Hussin, A. (2018). Education 4.0 Made Simple: Ideas For Teaching. *International Journal of Education and Literacy Studies*, 6(3), 92. <https://doi.org/10.7575/aiac.ijels.v.6n.3p.92>

Bakay, M. E. (2022). 21st Century Skills for Higher Education Students in EU Countries: Perception of Academicians and HR Managers. *International Education Studies*, 15(2), 14.

<https://doi.org/10.5539/ies.v15n2p14>

Bartram, D., Robertson, I. T., & Callinan, M. (2002). Introduction: A Framework for Examining Organizational Effectiveness. In I. T. Robertson, M. Callinan, & D. Bartram (Ed.), *Organizational Effectiveness* (1. vyd., s. 1–10). Wiley.

<https://doi.org/10.1002/9780470696736.ch>

Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). Defining Twenty-First Century Skills. In P. Griffin, B. McGaw, & E. Care (Ed.), *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* (s. 17–66). Springer Netherlands.

https://doi.org/10.1007/978-94-007-2324-5_2

Björkdahl, J. (2020). Strategies for Digitalization in Manufacturing Firms. *California Management Review*, 62(4), 17–36. <https://doi.org/10.1177/0008125620920349>

Brown, T. A., & Little, T. D. (2015). *Confirmatory factor analysis for applied research* (Second edition). The Guilford Press.

Czech Republic: "Průmysl 4.0". (2017). European Commission.

De Klerk, S. (2010). The importance of networking as a management skill. *South African Journal of Business Management*, 41(1), 37–49. <https://doi.org/10.4102/sajbm.v41i1.512>

DigComp: The European Digital Competence Framework. (2018). Publications Office of the European Union.

Field, A. P., Miles, J., & Field, Z. (2012). *Discovering statistics using R*. Sage.

Flores, E., Xu, X., & Lu, Y. (2020). Human Capital 4.0: A workforce competence typology for Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(4), 687–703.

<https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2019-0309>

Germaine. (b.r.). *Purposeful Use of 21st Century Skills in Higher Education* (Roč. 2016).

- Germany: *Industrie 4.0*. (2017). European Commission.
- Grzybowska, K., & Łupicka, A. (2017). *Key competencies for Industry 4.0*. 250–253. <https://doi.org/10.26480/icemi.01.2017.250.253>
- Hecklau, F., Orth, R., Kidschun, F., & Kohl, H. (2017). *Human Resources Management: Meta-Study—Analysis of Future Competences in Industry 4.0*. 2017.
- Hernandez-de-Menendez, M., Morales-Menendez, R., Escobar, C. A., & McGovern, M. (2020). Competencies for Industry 4.0. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 14(4), 1511–1524. <https://doi.org/10.1007/s12008-020-00716-2>
- Hirschi, A. (2018). The Fourth Industrial Revolution: Issues and Implications for Career Research and Practice. *The Career Development Quarterly*, 66(3), 192–204. <https://doi.org/10.1002/cdq.12142>
- Choi, J. H., Hickman, K. E., Monahan, A., & Schwarcz, D. B. (2023). ChatGPT Goes to Law School. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4335905>
- Ismail, A. A., Hassan, R., & Faculty of Technical and Vocational Education, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, 86400, MALAYSIA. (2019). Technical Competencies in Digital Technology towards Industrial Revolution 4.0. *Journal of Technical Education and Training*, 11(3). <https://doi.org/10.30880/jtet.2019.11.03.008>
- Kipper, L. M., Iepson, S., Dal Forno, A. J., Frozza, R., Furstenau, L., Agnes, J., & Cossul, D. (2021). Scientific mapping to identify competencies required by industry 4.0. *Technology in Society*, 64, 101454. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101454>
- Křenková, E., & Olšanová, K. (2021). Industry 4.0 and preparedness of the workforce: A bibliometric analysis. *21st International Joint Conference Central and Eastern Europe in the Changing Business Environment : Proceedings*. 21st International Joint Conference Central and Eastern Europe in the Changing Business Environment : Proceedings. <https://doi.org/10.18267/pr.2021.krn.4816.12>
- Lamb, P. S., Mare, D. Q., & Doecke, E. (2017). *Key Skills for the 21st Century: An evidence-based review*.
- Li, C.-H. (2016). Confirmatory factor analysis with ordinal data: Comparing robust maximum likelihood and diagonally weighted least squares. *Behavior Research Methods*, 48(3), 936–949. <https://doi.org/10.3758/s13428-015-0619-7>
- Long, D., & Magerko, B. (2020). What is AI Literacy? Competencies and Design Considerations. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–16. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376727>

- Lounek, V., & Ryška, R. (2023). Juxtaposing Acquired and Required Skills: Latent Class Analysis of Self-Assessment Scales in an International Survey. *Research in Comparative and International Education*, 18(1), 147–169. <https://doi.org/10.1177/17454999221145781>
- Manuel, M. C., Ventayen, R. J. M., Buted, D. R., Abalos, C. M., & Noche, E. B. (2023). *Industry 4.0, technological competencies and employment readiness of students in Pangasinan State University*. 040008. <https://doi.org/10.1063/5.0124769>
- Marrelli, A. F., Tondora, J., & Hoge, M. A. (2005). Strategies for Developing Competency Models. *Administration and Policy in Mental Health and Mental Health Services Research*, 32(5–6), 533–561. <https://doi.org/10.1007/s10488-005-3264-0>
- McClelland, D. C. (1973). Testing for competence rather than for „intelligence." *American Psychologist*, 28(1), 1–14. <https://doi.org/10.1037/h0034092>
- Miranda, J., Lopez, C. S., Navarro, S., Bustamante, M. R., Molina, J. M., & Molina, A. (2019). Open Innovation Laboratories as Enabling Resources to Reach the Vision of Education 4.0. *2019 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/ICE.2019.8792595>
- Miranda, J., Navarrete, C., Noguez, J., Molina-Espinosa, J.-M., Ramírez-Montoya, M.-S., Navarro-Tuch, S. A., Bustamante-Bello, M.-R., Rosas-Fernández, J.-B., & Molina, A. (2021). The core components of education 4.0 in higher education: Three case studies in engineering education. *Computers & Electrical Engineering*, 93, 107278. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2021.107278>
- MPSV. (2021). *SYSTÉMY IDENTIFIKACE KOMPETENCÍ V MEZINÁRODNÍM SROVNÁNÍ*. MPSV.
- MPSV. (2022). *Měkké kompetence: KOMPLEXNÍ MODEL MĚKKÝCH KOMPETENCÍ NAVRŽENÝ V PROJEKTU KOMPETENCE 4.0*. MPSV.
- Nafea, R. M. E. D., & Toplu, E. K. (2020). Future of Education in Industry 4.0: Educational Digitization – A Canadian Case Study. In A. Özbebek Tunç & P. Aslan (Ed.), *Advances in Logistics, Operations, and Management Science* (s. 267–287). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-9416-1.ch015>
- Nof, S. Y. (2009). *Automation: 3. Automation: What It Means to Us Around the World*.
- OECD. (2017a). *The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264271036-en>
- OECD. (2017b). *The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264271036-en>
- OECD. (2019). *How's Life in the Digital Age?: Opportunities and Risks of the Digital Transformation for People's Well-being*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264311800-en>

- OECD. (2023). *OECD Employment Outlook 2023: Artificial Intelligence and the Labour Market*. OECD. <https://doi.org/10.1787/08785bba-en>
- Parviainen, P., Tihinen, M., Kääriäinen, J., & Teppola, S. (2022). Tackling the digitalization challenge: How to benefit from digitalization in practice. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 5(1), 63–77. <https://doi.org/10.12821/ijispm050104>
- Paul, S., Riffat, M., Yasir, A., Mahim, M. N., Sharnali, B. Y., Naheen, I. T., Rahman, A., & Kulkarni, A. (2021). Industry 4.0 Applications for Medical/Healthcare Services. *Journal of Sensor and Actuator Networks*, 10(3), 43. <https://doi.org/10.3390/jsan10030043>
- Prifti, L., Knigge, M., Kienegger, H., & Krcmar, H. (2017). *A Competency Model for “Industrie 4.0” Employees*.
- Rabušic, L., Mareš, P., & Soukup, P. (2019). *Statistická analýza sociálněvědních dat (prostřednictvím SPSS) (2., přepracované vydání)*. Masarykova univerzita.
- Reischauer, G. (2018). Industry 4.0 as policy-driven discourse to institutionalize innovation systems in manufacturing. *Technological Forecasting and Social Change*, 132, 26–33. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.02.012>
- Ross, P., & Maynard, K. (2021). Towards a 4th industrial revolution. *Intelligent Buildings International*, 13(3), 159–161. <https://doi.org/10.1080/17508975.2021.1873625>
- Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution* (First U.S. edition). Crown Business.
- Skilton, M., & Hovsepian, F. (2018). *The 4th Industrial Revolution*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-62479-2>
- Soukup, P. (2021). Factor Analysis as a Known Unknown—Principal Component Analysis with a Varimax Rotation Is Not Always the Ideal Approach. *Czech Sociological Review*, 57(4), 455–484. <https://doi.org/10.13060/csr.2021.021>
- Spencer, L. M., & Spencer, S. M. (1993). *Competence at work: Models for superior performance*. Wiley.
- Stewart, D. W., & Shamdasani, P. N. (2015). *Focus groups: Theory and practice* (Third edition). SAGE.
- Sue, V. M., & Ritter, L. A. (2007). *Conducting online surveys*. Sage.
- Suhairom, N., Musta’amal, A. H., Amin, N. F. M., & Johari, N. K. A. (2014). The Development of Competency Model and Instrument for Competency Measurement: The Research Methods. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 152, 1300–1308. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.09.367>
- Tight, M. (2021). Twenty-first century skills: Meaning, usage and value. *European Journal of Higher Education*, 11(2), 160–174. <https://doi.org/10.1080/21568235.2020.1835517>

Udvaros, J., Gubán, M., Gubán, Á., & Sándor, Á. (2023). Industry 4.0 from the perspective of Education 4.0. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 7(4), 230–234. <https://doi.org/10.59287/ijanser.705>

van Laar, E., van Deursen, A. J. A. M., van Dijk, J. A. G. M., & de Haan, J. (2017). The relation between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review. *Computers in Human Behavior*, 72, 577–588. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.03.010>

What skills and abilities can automation technologies replicate and what does it mean for workers?: New evidence (Roč. 282). (2022). OECD. <https://doi.org/10.1787/646aad77-en>

Wiedermann, T., Švejcar, J., Theuer, M., Vašina, M., & Müller, J. (2022). *Budoucnost českého pracovního trhu*.

Wolff, A., Gooch, D., Cavero Montaner, J. J., Rashid, U., & Kortuem, G. (2016). Creating an Understanding of Data Literacy for a Data-driven Society. *The Journal of Community Informatics*, 12(3). <https://doi.org/10.15353/joci.v12i3.3275>

8 Seznam tabulek, obrázků a grafů

8.1 Seznam tabulek:

Tabulka 1 Top 20 ohrožených profesí do roku 2030, zdroj: Budoucnost českého pracovního trhu, 2022, str. 19-20.	19
Tabulka 2 přehled kompetencí spojených s průmyslem 4.0, zdroj: Hernandez-de-Menendez et al., 2020, str. 5.	28
Tabulka 3 Kompetenční model pro průmysl 4.0, zdroj: Hecklau et al., 2017, str. 8.	28
Tabulka 4 Model kompetencí pro průmysl 4.0, zdroj: Alhloul a Kiss, 2022, str. 8.	29
Tabulka 5 Konceptuální mapa pro průmysl 4.0, zdroj: Kipper et al., 2021.	30
Tabulka 6 Model KSAVE, zdroj: Binkley et al., 2012, str. 36.	31
Tabulka 7 Model měkkých kompetencí 4.0, zdroj: MPSV, 2022.	32
Tabulka 8 Přehled hypotéz.	42
Tabulka 9 Struktura respondentů dle fakulty, zdroj: vlastní.	52
Tabulka 10 Struktura pohlaví respondentů dle fakulty, zdroj: vlastní.	52
Tabulka 11 Přehled studijních oblastí respondentů z FF UK dle ročníku respondentů, zdroj: vlastní.	53
Tabulka 12 Přehled studijních programů respondentů z PŘF UK dle ročníku respondentů, zdroj: vlastní.	53
Tabulka 13 Přehled jednotlivých kódů proměnných, zdroj: vlastní.	54
Tabulka 14 Přehled výsledků Shapiro-Wilkova testu normality, zdroj: vlastní.	55
Tabulka 15 Přehled výsledků Shapiro-Wilkova testu normality, zdroj: vlastní.	56
Tabulka 16 Přehled výsledků Shapiro-Wilkova testu normality, zdroj: vlastní.	57
Tabulka 17 Korelační matice proměnných souvisejících se sociálními kompetencemi, zdroj: vlastní.	58
Tabulka 18 Korelační matice proměnných souvisejících s technickými kompetencemi, zdroj: vlastní.	58
Tabulka 19 Korelační matice proměnných souvisejících s metodologickými kompetencemi, zdroj: vlastní.	59
Tabulka 20 Aktualizovaný přehled hypotéz.	66
Tabulka 21 Přehled Shapiro-Wilkových testů normality u kompetencí, zdroj: vlastní.	68
Tabulka 22 Výsledky Leveneho testu pro jednotlivé kompetence, zdroj: vlastní.	69

Tabulka 23 Výsledky t-testu pro jediný výběr u kompetencí 4.0, zdroj: vlastní	71
Tabulka 24 Výsledky nezávislých t-testů u jednotlivých kompetencí, zdroj: vlastní.....	71
Tabulka 25 Výsledek nezávislého t-testu u technických kompetencí, zdroj: vlastní.....	72
Tabulka 26 Výsledky Leveneho testu pro jednotlivé kompetence u respondentů z PŘF UK, zdroj: vlastní	75
Tabulka 27 Přehled Shapiro-Wilkových testů normality u jednotlivých kompetencí u respondentů z PŘF UK, zdroj: vlastní	75
Tabulka 28 Výsledky ANOVA s faktorem studijního programu u respondentů z PŘF, zdroj: vlastní	75
Tabulka 29 ANOVA s faktorem studijních oblastí u respondentů z PŘF, zdroj: vlastní	76
Tabulka 30 Výsledky ANOVA s faktorem ročníku u respondentů z PŘF, zdroj: vlastní	76
Tabulka 31 Výsledek Pearsonova korelačního testu, zdroj: vlastní	79
Tabulka 32 Výsledky upraveného Pearsonova korelačního testu pro vybrané studijní programy, zdroj: vlastní	81
Tabulka 33 Scatterplot vztahu kompetencí 4.0 a frekvencí návštěv laboratoře u vybraných studijních programů, zdroj: vlastní	82
Tabulka 34 Výsledky Shapiro-Wilkova testu normality pro jednotlivé kompetence u respondentů z FF UK, zdroj: vlastní	84
Tabulka 35 Výsledky Leveneho testu pro jednotlivé kompetence u respondentů z FF UK, zdroj: vlastní	85
Tabulka 36 Výsledky Kruskal-Wallisova testu u faktoru studijního programu u respondentů z FF UK, zdroj: vlastní	85
Tabulka 37 Výsledky nezávislého t-testu u absolvování olympiády, stáže, zdroj: vlastní	87
Tabulka 38 Výsledky Cohenova-d u absolvování olympiády, stáže, zdroj: vlastní	87
Tabulka 39 Tabulka zamítnutých a potvrzených hypotéz, zdroj: vlastní	88

8.2 Seznam obrázků

Obrázek 1 Kompetence 4.0, zdroj: vlastní	36
Obrázek 2 Technické kompetence, zdroj: vlastní.....	36
Obrázek 3 Sociální kompetence, zdroj: vlastní	37
Obrázek 4 Metodologické kompetence, zdroj: vlastní	39
Obrázek 5 Schéma konceptu "kompetence 4.0 ", zdroj: vlastní.....	40
Obrázek 6 Modelová struktura kompetencí 4.0, zdroj: vlastní	60

Obrázek 7 Výsledek CFA s faktorovými zátěžemi, zdroj: vlastní	65
---------------------------------------------------------------------	----

8.3 Seznam grafů

Graf 1 Podíl zaměstnanosti v povoláních s vysokým rizikem automatizace podle zemí, zdroj: What skills and abilities can automation technologies replicate and what does it mean for workers? New evidence, 2022, str. 39.....	16
Graf 2 Podíl zaměstnanosti v povoláních s nejvyšším rizikem automatizace podle zemí, zdroj: OECD Employment Outlook 2023: ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE LABOUR MARKET, 2023, str. 118.	17
Graf 3 Alespoň základní digitální dovednosti (% jednotlivců), zdroj: Eurostat, European Union survey on the use of ICT in Households and by Individuals, 2021	18
Graf 4 Histogramy dovedností spojených se sociálními kompetencemi proložené křivkou normálního rozdělení, zdroj: vlastní	55
Graf 5 Histogramy dovedností spojených s technickými kompetencemi proložené křivkou normálního rozdělení, zdroj: vlastní	56
Graf 6 Histogramy dovedností spojených s metodologickými kompetencemi proložené křivkou normálního rozdělení, zdroj: vlastní	57
Graf 7 Histogramy jednotlivých kompetencí proložené křivkou normálního rozdělení, zdroj: vlastní	67
Graf 8 Q-Q ploty jednotlivých proměnných, zdroj: vlastní	68
Graf 9 Boxploty jednotlivých kompetencí dle fakulty, zdroj: vlastní	70
Graf 10 Boxploty jednotlivých kompetencí dle studijního programu, zdroj: vlastní	73
Graf 11 Boxploty jednotlivých kompetencí dle ročníku a studijního programu, zdroj: vlastní	78
Graf 12 Scatterplot vztahu kompetencí 4.0 a frekvencí návštěv laboratoře, zdroj: vlastní.....	80
Graf 13 Scatterploty vztahu kompetencí 4.0 a frekvencí návštěv laboratoře dle studijního programu, zdroj: vlastní.....	81
Graf 14 Boxploty jednotlivých kompetencí dle studijní oblasti u respondentů z FF UK, zdroj: vlastní	83
Graf 15 Boxplot úrovně kompetencí dle účasti na olympiádě, zdroj: vlastní	86

9 Přílohy

9.1 Struktura dotazníku

1. Sociální kompetence

Baterie s rámcující otázkou „*Jaká je úroveň tvých dovedností v následujících situacích?*“

Škála: 1 = *velmi nízká*, 7 = *velmi vysoká*

1. argumentace mého názoru ostatním spolužákům,
2. prezentování výsledků mé práce (projektu, referátu) dalším spolužákům,
3. práce v týmu s ostatními spolužáky na společném projektu,
4. rozdělování týmových rolí při společném projektu,
5. navazování nových známostí a kontaktů napříč univerzitou,
6. výměna informací a nápadů se spolužáky,
7. vedení ostatních spolužáků během skupinové práce / projektu
8. vymezení týmové strategie pro úspěšné dokončení projektu.

2. Technické kompetence

Baterie s rámcující otázkou „*Jaká je úroveň tvých dovedností v následujících situacích?*“

Škála: 1 = *velmi nízká*, 7 = *velmi vysoká*

9. vyhledávání relevantních informací pro vypracování seminární práce / domácího úkolu / referátu,
10. zpracování informací do prezentace / seminární práce / referátu,
11. analyzování dat v mém oboru pomocí relevantního softwaru (např. Excel, SPSS, R-Studio),
12. interpretace a vizualizace dat mého měření / výzkumu,
13. vytváření kódů a algoritmů pro řešení problémů,
14. používání programovacích jazyků (JavaScript, Python, HTML, SQL),
15. používání umělé inteligence pro vyhledávání informací (ChatGPT, Bard),
16. posuzování přesnosti výstupů při používání umělé inteligence (ChatGPT, Bard).

3. Metodologické kompetence

Baterie s rámcující otázkou „*Jaká je úroveň tvých dovedností v následujících situacích?*“

Škála: 1 = *velmi nízká*, 7 = *velmi vysoká*

17. vývoj nových nápadů a neotřelých postupů,

18. používání tvořivých technik pro nové nápady (např. brainstorming, myšlenkové mapy),
19. definování příčiny problému ve výzkumu / měření / tématu,
20. navrhování strategie pro řešení problému ve výzkumu / měření / tématu,
21. porovnávání alternativních postupů k řešení problému ve výzkumu / měření / tématu,
22. výběr nejlepšího postupu pro řešení problému ve výzkumu / měření / tématu,
23. přemýšlení nad hloubkou a komplexitou tématu / problému,
24. zpochybňování mého přístupu k řešení problému.

4. Biografické otázky ohledně studia

25. Na jaké fakultě aktuálně studuješ?

- *Filozofická fakulta UK*
- *Přírodovědecká fakulta UK*

Pokud *Filozofická fakulta UK*

26. jaký je název studijního programu, který aktuálně na FF UK studuješ?

- *Andragogika a personální řízení*
- *Anglistika – amerikanistika*
- *Archeologie pravěku a středověku*
- *Archivnictví a pomocné vědy historické*
- *Asijská studia*
- *Blízkovýchodní studia*
- *Bohemistika pro cizince*
- *Český jazyk a literatura*
- *Dějiny umění*
- *Divadelní věda*
- *Egypt a Přední východ ve starověku*
- *Estetika*
- *Etnologie a kulturní antropologie*
- *Filmová studia*
- *Filozofie*
- *Fonetika*
- *Francouzská filologie*
- *Germánská a severoevropská studia*
- *Hebraistika a židovská studia*

- *Hispanistika*
- *Historie*
- *Historie - evropská studia*
- *Hudební věda*
- *Informační studia a knihovnictví*
- *Italianistika*
- *Jazyky a komunikace neslyšících*
- *Jihovýchodoevropská studia*
- *Klasická archeologie*
- *Logika*
- *Mezikulturní komunikace čeština – němčina*
- *Mezikulturní komunikace: překlad a tlumočení*
- *Obecná lingvistika*
- *Pedagogika*
- *Politologie*
- *Portugalistika*
- *Psychologie*
- *Religionistika*
- *Ruský jazyk a literatura*
- *Řecká a latinská studia: Novořecký jazyk a literatura*
- *Řecká a latinská studia*
- *Sinologie*
- *Sociální práce*
- *Sociologie*
- *Srovnávací jazykověda*
- *Středoevropská studia*
- *Veřejná správa a spisová služba*
- *Východoevropská studia*
- *Učitelské programy Bc.*

Pokud Přírodovědecká fakulta

27. Jaký je název studijního programu, který na PŘF studuješ?

- *Biologie*
- *Chemie*
- *Biochemie*
- *Bioinformatika*
- *Geografie*
- *Geologie*

- *Ekologie a ochrana prostředí*
- *Klinická a toxikologická analýza*
- *Hydrologie a hydrogeologie*
- *Vědy o Zemi*
- *Demografie*

Pokud *Přírodovědecká fakulta*

28. Navštěvuješ během svého bakalářského studia laboratoř?

Škála: 1 = *Laboratoř vůbec nenavštěvuji*, 7 = *V laboratoři trávím veškerý můj čas*

29. v jakém ročníku aktuálně studuješ?

- *1. ročník*
- *2. ročník*
- *3. ročník*
- *4. ročník nebo vyšší ročník*

30. uveď prosím své pohlaví (Žena, muž, jiné, nechci odpovědět)

- *Žena*
- *Muž*
- *Jiné*
- *Nechci odpovědět*

31. účastnil/a jsi se během střední školy nějaké olympiády, stáže či letní školy?

- *Ano*
- *Ne*

9.2 Scénář fokusní skupiny

1. Vyplnění dotazníku a následná diskuse nad jeho podobou

- Jaké pro Vás bylo vyplňování dotazníku?
- Co Vám vadilo / přišlo nesrozumitelné?
- Co Vám přišlo jako zajímavé?
- Co byste změnili, přidali / vyřadili?
- Reflektovaly otázky reálné situace, které znáte z bakalářského studia?

2. Představení modelu kompetencí 4.0

- Jak s Vámi model rezonuje? Rozumíte mu?

3. Reflexe studentů na osvojování sociálních, technických a metodologických kompetencí během jejich studia.

- Docházelo k rozvoji sociálních kompetencí v rámci předmětů, praxí, zpracování bakalářské práce během Vašeho VŠ studia?
- Do jaké míry se Vaše studium zaměřovalo na osvojení technických kompetencí během Vašeho bakalářského studia na VŠ?
- Věnovali jste se během bakalářského studia uvažováním nad problémy a jejich řešením?

9.3 CFA

9.3.1 CFA původního modelu kompetencí 4.0

lavaan 0.6.16 ended normally after 85 iterations

Estimator	DWLS	
Optimization method	NLMINB	
Number of model parameters	60	
Number of observations	616	
Model Test User Model:		
	Standard	Scaled
Test Statistic	511.411	996.040
Degrees of freedom	216	216
P-value (Chi-square)	0.000	0.000
Scaling correction factor		0.513
Satorra-Bentler correction		
Model Test Baseline Model:		
Test statistic	11688.905	11688.905
Degrees of freedom	253	253
P-value	0.000	0.000
Scaling correction factor		1.000
User Model versus Baseline Model:		
Comparative Fit Index (CFI)	0.974	0.932
Tucker-Lewis Index (TLI)	0.970	0.920
Robust Comparative Fit Index (CFI)		0.974
Robust Tucker-Lewis Index (TLI)		0.970
Root Mean Square Error of Approximation:		
RMSEA	0.047	0.077
90 Percent confidence interval - lower	0.042	0.070
90 Percent confidence interval - upper	0.052	0.083
P-value H ₀ : RMSEA ≤ 0.050	0.808	0.000
P-value H ₀ : RMSEA ≥ 0.080	0.000	0.211
Robust RMSEA		0.055
90 Percent confidence interval - lower		0.051
90 Percent confidence interval - upper		0.058
P-value H ₀ : Robust RMSEA ≤ 0.050		0.009
P-value H ₀ : Robust RMSEA ≥ 0.080		0.000
Standardized Root Mean Square Residual:		
SRMR	0.059	0.059

Latent Variables:

	Estimate	Std.Err	z-value	P(> z)	Std.lv	Std.all
Komunikace =~						
soc_1	1.000				0.989	0.728
soc_2	0.921	0.080	11.458	0.000	0.911	0.633
Spolupráce =~						
soc_3	1.000				0.753	0.562
soc_4	1.625	0.180	9.019	0.000	1.224	0.816
Síťování =~						
soc_5	1.000				1.178	0.687
soc_6	0.895	0.089	10.080	0.000	1.054	0.727
Leadership =~						
soc_7	1.000				1.337	0.834
soc_8	0.910	0.048	18.779	0.000	1.216	0.841
Kreativita =~						
met_1	1.000				1.215	0.826
met_2	0.805	0.059	13.582	0.000	0.977	0.629
Probsolv =~						
met_3	1.000				1.050	0.828
met_4	1.005	0.042	23.734	0.000	1.056	0.834
DecisionM =~						
met_5	1.000				1.100	0.842
met_6	1.004	0.043	23.250	0.000	1.104	0.852
Kritmys =~						
met_7	1.000				1.477	1.020
met_8	0.328	0.073	4.511	0.000	0.485	0.338
Inf_gram =~						
tech_1	1.000				0.956	0.762
tech_2	1.019	0.077	13.255	0.000	0.975	0.837
Dat_gram =~						
tech_3	1.000				1.335	0.815
tech_4	0.958	0.053	18.176	0.000	1.278	0.887
Prog =~						
tech_5	1.000				1.776	1.162
tech_6	0.475	0.062	7.627	0.000	0.844	0.625
AI_gram =~						
tech_7	1.000				1.871	1.000
Met_komp =~						
Kreativita	1.000				0.850	0.850
Probsolv	1.001	0.058	17.207	0.000	0.984	0.984
DecisionM	0.995	0.064	15.564	0.000	0.934	0.934
Kritmys	0.864	0.063	13.751	0.000	0.604	0.604
Tech_komp =~						
Inf_gram	1.000				0.678	0.678
Dat_gram	1.778	0.187	9.495	0.000	0.864	0.864
Prog	1.325	0.174	7.599	0.000	0.484	0.484
AI_gram	1.088	0.169	6.419	0.000	0.377	0.377
SociálníKompetence =~						
Komunikace	1.000				0.847	0.847
Spolupráce	0.691	0.091	7.573	0.000	0.769	0.769
Síťování	0.988	0.109	9.093	0.000	0.702	0.702
Leadership	1.354	0.124	10.893	0.000	0.848	0.848
Komp_4.0 =~						
Met_komp	1.000				0.880	0.880
Tech_komp	0.531	0.076	6.989	0.000	0.744	0.744
SociálníKompetence	0.593	0.072	8.199	0.000	0.644	0.644

Variances:

	Estimate	Std.Err	z-value	P(> z)	Std.lv	Std.all
.soc_1	0.865	0.101	8.549	0.000	0.865	0.469
.soc_2	1.244	0.103	12.122	0.000	1.244	0.600
.soc_3	1.228	0.102	12.011	0.000	1.228	0.684
.soc_4	0.751	0.141	5.319	0.000	0.751	0.334
.soc_5	1.548	0.161	9.631	0.000	1.548	0.527
.soc_6	0.990	0.126	7.879	0.000	0.990	0.471
.soc_7	0.781	0.096	8.132	0.000	0.781	0.304
.soc_8	0.612	0.083	7.414	0.000	0.612	0.293
.met_1	0.688	0.102	6.776	0.000	0.688	0.318
.met_2	1.462	0.105	13.910	0.000	1.462	0.605
.met_3	0.506	0.052	9.766	0.000	0.506	0.315
.met_4	0.488	0.050	9.775	0.000	0.488	0.304
.met_5	0.496	0.053	9.316	0.000	0.496	0.291
.met_6	0.462	0.050	9.269	0.000	0.462	0.275
.met_7	-0.084	0.377	-0.224	0.823	-0.084	-0.040
.met_8	1.824	0.103	17.656	0.000	1.824	0.886
.tech_1	0.660	0.076	8.689	0.000	0.660	0.419
.tech_2	0.406	0.082	4.926	0.000	0.406	0.299
.tech_3	0.898	0.112	8.013	0.000	0.898	0.335
.tech_4	0.444	0.073	6.055	0.000	0.444	0.214
.tech_5	-0.819	0.336	-2.439	0.015	-0.819	-0.351
.tech_6	1.112	0.125	8.894	0.000	1.112	0.610
.tech_7	0.000				0.000	0.000
.Komunikace	0.277	0.086	3.240	0.001	0.283	0.283
.Spolupráce	0.232	0.050	4.627	0.000	0.409	0.409
.Síťování	0.704	0.131	5.389	0.000	0.507	0.507
.Leadership	0.502	0.114	4.425	0.000	0.281	0.281
.Kreativita	0.409	0.105	3.899	0.000	0.278	0.278
.Probsolv	0.035	0.045	0.767	0.443	0.031	0.031
.DecisionM	0.154	0.050	3.101	0.002	0.127	0.127
.Kritmys	1.386	0.398	3.478	0.001	0.635	0.635
.Inf_gram	0.495	0.072	6.839	0.000	0.541	0.541
.Dat_gram	0.453	0.106	4.275	0.000	0.254	0.254
.Prog	2.416	0.392	6.167	0.000	0.766	0.766
.AI_gram	3.002	0.163	18.458	0.000	0.858	0.858
.Met_komp	0.240	0.083	2.898	0.004	0.225	0.225
.Tech_komp	0.188	0.047	3.987	0.000	0.447	0.447
.SociálníKompetence	0.410	0.066	6.227	0.000	0.586	0.586
Komp_4.0	0.826	0.123	6.706	0.000	1.000	1.000

9.3.2 CFA upraveného modelu kompetencí 4.0

lavaan 0.6.16 ended normally after 56 iterations

Estimator	DWLS
Optimization method	NLMINB
Number of model parameters	51
Number of observations	616

Model Test User Model:

	Standard	Scaled
Test Statistic	380.556	711.576
Degrees of freedom	159	159
P-value (Chi-square)	0.000	0.000
Scaling correction factor		0.535
Satorra-Bentler correction		

Model Test Baseline Model:

Test statistic	8258.284	8258.284
Degrees of freedom	190	190
P-value	0.000	0.000
Scaling correction factor		1.000

User Model versus Baseline Model:

Comparative Fit Index (CFI)	0.973	0.932
Tucker-Lewis Index (TLI)	0.967	0.918
Robust Comparative Fit Index (CFI)		0.973
Robust Tucker-Lewis Index (TLI)		0.967

Root Mean Square Error of Approximation:

RMSEA	0.048	0.075
90 Percent confidence interval - lower	0.041	0.068
90 Percent confidence interval - upper	0.054	0.083
P-value H_0 : RMSEA \leq 0.050	0.733	0.000
P-value H_0 : RMSEA \geq 0.080	0.000	0.156
Robust RMSEA		0.055
90 Percent confidence interval - lower		0.051
90 Percent confidence interval - upper		0.059
P-value H_0 : Robust RMSEA \leq 0.050		0.023
P-value H_0 : Robust RMSEA \geq 0.080		0.000

Standardized Root Mean Square Residual:

SRMR	0.058	0.058
------	-------	-------

Latent Variables:

	Estimate	Std.Err	z-value	P(> z)	Std.lv	Std.all
Komunikace =~						
soc_1	1.000				0.978	0.721
soc_2	0.941	0.082	11.471	0.000	0.921	0.639
Spolupráce =~						
soc_3	1.000				0.766	0.572
soc_4	1.570	0.159	9.875	0.000	1.203	0.802
Síťování =~						
soc_5	1.000				1.180	0.688
soc_6	0.892	0.084	10.635	0.000	1.053	0.726
Leadership =~						
soc_7	1.000				1.349	0.842
soc_8	0.894	0.046	19.590	0.000	1.206	0.834
Kreativita =~						
met_1	1.000				1.199	0.815
met_2	0.826	0.064	12.815	0.000	0.990	0.637
Probsolv =~						
met_3	1.000				1.269	1.000
DecisionM =~						
met_5	1.000				1.090	0.835
met_6	1.022	0.050	20.279	0.000	1.114	0.859
Kritmys =~						
met_8	1.000				1.435	1.000
Inf_gram =~						
tech_1	1.000				0.941	0.750
tech_2	1.053	0.081	12.965	0.000	0.991	0.851
Dat_gram =~						
tech_3	1.000				1.326	0.810
tech_4	0.970	0.056	17.245	0.000	1.287	0.893
Prog =~						
tech_6	1.000				1.351	1.000
AI_gram =~						
tech_7	1.000				1.871	1.000
Met_komp =~						
Kreativita	1.000				0.846	0.846
Probsolv	1.005	0.063	16.038	0.000	0.802	0.802
DecisionM	0.967	0.070	13.728	0.000	0.899	0.899
Kritmys	0.287	0.071	4.039	0.000	0.203	0.203
Tech_komp =~						
Inf_gram	1.000				0.689	0.689
Dat_gram	1.686	0.188	8.981	0.000	0.824	0.824
Prog	0.607	0.123	4.927	0.000	0.292	0.292
AI_gram	1.071	0.170	6.297	0.000	0.371	0.371
SociálníKompetence =~						
Komunikace	1.000				0.815	0.815
Spolupráce	0.770	0.095	8.096	0.000	0.801	0.801
Síťování	1.051	0.112	9.386	0.000	0.711	0.711
Leadership	1.443	0.129	11.186	0.000	0.853	0.853
Komp_4.0 =~						
Met_komp	1.000				0.906	0.906
Tech_komp	0.540	0.078	6.928	0.000	0.764	0.764
SociálníKompetence	0.567	0.071	7.971	0.000	0.653	0.653

Variances:

	Estimate	Std.Err	z-value	P(> z)	Std.lv	Std.all
.soc_1	0.886	0.099	8.920	0.000	0.886	0.481
.soc_2	1.226	0.104	11.758	0.000	1.226	0.591
.soc_3	1.207	0.099	12.234	0.000	1.207	0.673
.soc_4	0.803	0.126	6.352	0.000	0.803	0.357
.soc_5	1.544	0.154	10.016	0.000	1.544	0.526
.soc_6	0.993	0.121	8.222	0.000	0.993	0.473
.soc_7	0.749	0.092	8.160	0.000	0.749	0.292
.soc_8	0.638	0.080	7.989	0.000	0.638	0.305
.met_1	0.727	0.106	6.835	0.000	0.727	0.336
.met_2	1.437	0.111	12.938	0.000	1.437	0.594
.met_3	0.000				0.000	0.000
.met_5	0.517	0.058	8.871	0.000	0.517	0.303
.met_6	0.440	0.058	7.624	0.000	0.440	0.262
.met_8	0.000				0.000	0.000
.tech_1	0.690	0.077	9.002	0.000	0.690	0.438
.tech_2	0.374	0.085	4.395	0.000	0.374	0.276
.tech_3	0.921	0.117	7.894	0.000	0.921	0.344
.tech_4	0.423	0.079	5.350	0.000	0.423	0.203
.tech_6	0.000				0.000	0.000
.tech_7	0.000				0.000	0.000
.Komunikace	0.321	0.082	3.920	0.000	0.336	0.336
.Spolupráce	0.211	0.048	4.346	0.000	0.359	0.359
.Síťování	0.689	0.125	5.521	0.000	0.495	0.495
.Leadership	0.495	0.108	4.597	0.000	0.272	0.272
.Kreativita	0.409	0.109	3.773	0.000	0.285	0.285
.Probsolv	0.574	0.055	10.340	0.000	0.356	0.356
.DecisionM	0.229	0.057	3.984	0.000	0.193	0.193
.Kritmys	1.974	0.102	19.448	0.000	0.959	0.959
.Inf_gram	0.465	0.069	6.711	0.000	0.525	0.525
.Dat_gram	0.563	0.116	4.870	0.000	0.320	0.320
.Prog	1.670	0.161	10.357	0.000	0.915	0.915
.AI_gram	3.018	0.163	18.555	0.000	0.862	0.862
.Met_komp	0.184	0.085	2.153	0.031	0.179	0.179
.Tech_komp	0.175	0.046	3.821	0.000	0.416	0.416
.SociálníKompetence	0.365	0.059	6.234	0.000	0.574	0.574
Komp_4.0	0.843	0.131	6.430	0.000	1.000	1.000

9.4 Tukeyho post-hoc test

Tukey multiple comparisons of means
95% family-wise confidence level

```
Fit: aov(formula = data_PrF$kompetence_4.0_scale ~ data_PrF$stud_progPrf)
```

```
$`data_PrF$stud_progPrf`
```

	diff	lwr	upr	p adj
Bioinformatika-Biochemie	0.153179622	-0.37080977	0.6771690	0.9973086
Biologie-Biochemie	-0.095319208	-0.38633650	0.1956981	0.9932223
Demografie-Biochemie	0.129185253	-0.37157776	0.6299483	0.9990698
Ekologie a ochrana prostředí-Biochemie	-0.302018862	-0.76048720	0.1564495	0.5561017
Geografie-Biochemie	-0.133735580	-0.46640267	0.1989315	0.9686366
Geologie-Biochemie	-0.264171275	-0.81706335	0.2887208	0.9037530
Hydrologie a hydrogeologie-Biochemie	-0.363279426	-1.18740734	0.4608485	0.9416790
Chemie-Biochemie	0.117893360	-0.25790388	0.4936906	0.9951993
Klinická a toxikologická analýza-Biochemie	-0.093232096	-0.51382397	0.3273598	0.9997568
Vědy o Zemi-Biochemie	0.072220044	-0.96884132	1.1132814	1.0000000
Biologie-Bioinformatika	-0.248498829	-0.71190806	0.2149104	0.8173099
Demografie-Bioinformatika	-0.023994369	-0.64110104	0.5931123	1.0000000
Ekologie a ochrana prostředí-Bioinformatika	-0.455198484	-1.03850823	0.1281113	0.2933642
Geografie-Bioinformatika	-0.286915201	-0.77755197	0.2037216	0.7231058
Geologie-Bioinformatika	-0.417350897	-1.07746202	0.2427602	0.6176777
Hydrologie a hydrogeologie-Bioinformatika	-0.516459047	-1.41603888	0.3831208	0.7452643
Chemie-Bioinformatika	-0.035286262	-0.55613232	0.4855598	1.0000000
Klinická a toxikologická analýza-Bioinformatika	-0.246411718	-0.80044653	0.3076231	0.9382265
Vědy o Zemi-Bioinformatika	-0.080959578	-1.18271536	1.0207962	1.0000000
Demografie-Biologie	0.224504460	-0.21247017	0.6614791	0.8543550
Ekologie a ochrana prostředí-Biologie	-0.206699655	-0.59448367	0.1810844	0.8228848
Geografie-Biologie	-0.038416372	-0.26391720	0.1870845	0.9999785
Geologie-Biologie	-0.168852068	-0.66470777	0.3270036	0.9908057
Hydrologie a hydrogeologie-Biologie	-0.267960218	-1.05496089	0.5190405	0.9908149
Chemie-Biologie	0.213212568	-0.07210620	0.4985313	0.3581257
Klinická a toxikologická analýza-Biologie	0.002087111	-0.34008354	0.3442578	1.0000000
Vědy o Zemi-Biologie	0.167539251	-0.84438564	1.1794641	0.9999836
Ekologie a ochrana prostředí-Demografie	-0.431204115	-0.99374209	0.1313339	0.3196097
Geografie-Demografie	-0.262920832	-0.72867093	0.2028293	0.7645593
Geologie-Demografie	-0.393356528	-1.03518626	0.2484732	0.6618004
Hydrologie a hydrogeologie-Demografie	-0.492464678	-1.37871666	0.3937873	0.7817347
Chemie-Demografie	-0.011291893	-0.50876483	0.4861810	1.0000000
Klinická a toxikologická analýza-Demografie	-0.222417349	-0.75453884	0.3097041	0.9589898
Vědy o Zemi-Demografie	-0.056965209	-1.14786599	1.0339356	1.0000000
Geografie-Ekologie a ochrana prostředí	0.168283283	-0.25166049	0.5882271	0.9693298
Geologie-Ekologie a ochrana prostředí	0.037847587	-0.57155788	0.6472531	1.0000000
Hydrologie a hydrogeologie-Ekologie a ochrana prostředí	-0.061260563	-0.92432035	0.8017992	1.0000000
Chemie-Ekologie a ochrana prostředí	0.419912223	-0.03496023	0.8747847	0.1009681
Klinická a toxikologická analýza-Ekologie a ochrana prostředí	0.208786766	-0.28374029	0.7013138	0.9549093
Vědy o Zemi-Ekologie a ochrana prostředí	0.374238906	-0.69790574	1.4463835	0.9888728
Geologie-Geografie	-0.130435696	-0.65182730	0.3909559	0.9992882
Hydrologie a hydrogeologie-Geografie	-0.229543846	-1.03287838	0.5737907	0.9977754
Chemie-Geografie	0.251628940	-0.07606470	0.5793226	0.3170038
Klinická a toxikologická analýza-Geografie	0.040503483	-0.33772539	0.4187324	0.9999998
Vědy o Zemi-Geografie	0.205955623	-0.81872399	1.2306352	0.9999002
Hydrologie a hydrogeologie-Geologie	-0.099108150	-1.01582437	0.8176081	0.9999997
Chemie-Geologie	0.382064636	-0.16784934	0.9319786	0.4727185
Klinická a toxikologická analýza-Geologie	0.170939179	-0.41050672	0.7523851	0.9971793
Vědy o Zemi-Geologie	0.336391319	-0.77940014	1.4521828	0.9965279
Chemie-Hydrologie a hydrogeologie	0.481172786	-0.34096014	1.3033057	0.7220663
Klinická a toxikologická analýza-Hydrologie a hydrogeologie	0.270047329	-0.57350261	1.1135973	0.9943505
Vědy o Zemi-Hydrologie a hydrogeologie	0.435499469	-0.83669853	1.7076975	0.9904234
Klinická a toxikologická analýza-Chemie	-0.211125456	-0.62779469	0.2055438	0.8650474
Vědy o Zemi-Chemie	-0.045673317	-1.08515611	0.9938095	1.0000000
Vědy o Zemi-Klinická a toxikologická analýza	0.165452140	-0.89105079	1.2219551	0.9999903