

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 2301T007 Průmyslové inženýrství a management

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Změna kompetenčního profilu studentů strojních fakult v souvislosti  
s implementací iniciativy Průmysl 4.0

Autor: **Anastasiia BELIKOVA**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Jan HOREJC, Ph.D.**

Akademický rok 2017/2018

**ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Anastasiia BELIKOVA**  
Osobní číslo: **S15N0005P**  
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**  
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství a management**  
Název tématu: **Změna kompetenčního profilu studentů strojních fakult  
v souvislosti s implementací iniciativy Průmysl 4.0**  
Zadávající katedra: **Katedra průmyslového inženýrství a managementu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Definování pojmu kompetenční profil studenta
2. Stručná charakteristika kompetenčního profilu stávajícího studenta strojních fakult
3. Vysvětlení podstaty a důvodů implementace iniciativy Průmysl 4.0
4. Stručný návrh kompetenčního profilu studenta strojních fakult po implementaci iniciativy Průmysl 4.0
5. Doporučení pro uplatnění nového kompetenčního modelu

Rozsah grafických prací: 0 výkresů  
Rozsah kvalifikační práce: 50 - 70 stran  
Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

1. *Iniciativa Průmysl 4.0, schválená vládou ČR*
2. **Národní soustava povolání** ([www.nsp.cz](http://www.nsp.cz))
3. **UHLÍŘOVÁ, Z.** *Kompetenční model jako nástroj řízení v organizaci. Diplomová práce. Brno: FSS MU v Brně, 2013.*
4. **ANDĚRA, J.** *Tvorba kompetenčního modelu. Diplomová práce. Brno: ESF MU v Brně, 2014.*
5. **PLAMÍNEK, J., FIŠER, R.** *Kompetenční modely. Praha: Grada, 2004. ISBN 9788024710747*
6. *Informace ke studiu FST v ČR*
7. **KREIM, R.** *Manažerské kompetence techniků. Články v Moderním řízení 11 a 12/2004*

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Jan Horejc, Ph.D.**  
Katedra průmyslového inženýrství a managementu  
Konzultant diplomové práce: **Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.**  
Katedra konstruování strojů

Datum zadání diplomové práce: **20. září 2017**  
Termín odevzdání diplomové práce: **21. května 2018**



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.  
děkan



Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 20. září 2017

## **Prohlášení o autorství**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne: .....

.....  
podpis autora

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala doc. Ing. Janu Horejcovi, Ph.D., vedoucího mé práce, za jeho vstřícný přístup, cenné připomínky a odborné rady, kterými přispěl k vypracování této práce.

## ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	<b>Příjmení</b> Belikova	<b>Jméno</b> Anastasiia	
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	2301T007 „Průmyslové inženýrství a management“		
<b>VEDOUČÍ PRÁCE</b>	<b>Příjmení (včetně titulů)</b> Doc. Ing. Horejc, Ph.D.	<b>Jméno</b> Jan	
<b>PRACOVIŠTĚ</b>	ZČU - FST - KPV		
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<del><b>BAKALÁŘSKÁ</b></del>	<b>Nehodící se škrtněte</b>
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Změna kompetenčního profilu studentů v souvislosti s implementací iniciativy Průmysl 4.0		

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KPV	<b>ROK ODEVZD.</b>	2018
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

### POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	70	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	50	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	20
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b>  <b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b>	<p>Cílem této práce je zkoumání profilu stávajícího studenta strojní fakulty se zaměřením na konstrukci, jako budoucího zaměstnance na trhu práce, a úprava profilu v souvislosti s požadavky Průmyslu 4.0. Hlavním výsledkem práce je návrh nového profilu studenta technického směru. Pro naplnění cíle práce bylo nutné postoupit několik základních kroků, zejména definování pojmu kompetence, kompetenční profil. Z hlediska cíle práce se jedná o klíčový pojem „Průmysl 4.0. Kompetenční model studenta strojní fakulty byl vytvářen dle vzoru Národní soustavy povolání, který se skládá z měkkých kompetencí, obecných kompetencí a odborných znalostí a dovedností. Vytvořený kompetenční model tvoří základní rámec pro další zkoumání na strojní fakultě. Návrh vzdělávání v tomto oboru může být použit strojní fakultou pro sestavení nových vzdělávacích programů v oblasti Průmyslu 4.0 ve všech oborech.</p>
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>  <b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b>	<p>Kompetence, kompetenční profil, kompetenční model, měkké kompetence, obecné dovednosti, odborné znalosti a dovednosti, Průmysl 4.0</p>

## SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

<b>AUTHOR</b>	<b>Surname</b> Belikova	<b>Name</b> Anastasiia	
<b>FIELD OF STUDY</b>	2301T007 "Industrial Engineering and Management"		
<b>SUPERVISOR</b>	<b>Surname (Inclusive of Degrees)</b> Doc. Ing. Horejc, Ph.D.	<b>Name</b> Jan	
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KPV		
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<b>BACHELOR</b>	<b>Delete when not applicable</b>
<b>TITLE OF THE WORK</b>	The change of the skills profile of students of mechanical engineering departments due to implementation of industry 4.0		

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	Industrial Engineering and Management	<b>SUBMITTED IN</b>	2018
----------------	------------------------	-------------------	---------------------------------------	---------------------	------

### NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

<b>TOTALLY</b>	70	<b>TEXT PART</b>	50	<b>GRAPHICAL PART</b>	20
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

<b>BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	<p>The aim of this thesis is to examine the skills profile of the students of the Faculty of Mechanical Engineering with a focus on the Department of Machine design as a future employee on the labor market, and profile modification in connection with concept <i>Industry 4.0</i>. The result of this thesis is a creation of the model of a new skills profile of students of the technical direction. To accomplish the goal of the research, several basic steps have to be taken. At the beginning, the following notions were defined: <i>competence</i> and <i>competence profile</i>. From the point of view of the goal of the thesis, a key concept is the "Industry 4.0". The model of skills profile for the students of the Faculty of Mechanical Engineering was created by means of using the Competence Model of the National System of Occupation, consisted of soft competencies, general competencies and professional knowledge and skills. The created competency model will form the basis for further study at the Faculty of Mechanical Engineering. The new model can be used for prepare of the new educational programs in Industry 4.0 in all disciplines.</p>
<b>KEY WORDS</b>	Kompetence, skills profile, a model of skills profile, soft competencies, general competencies, professional knowledge and skills, Industry 4.0

## Obsah

Úvod.....	9
1 Význam a definování pojmu kompetenční profil.....	10
1.1 Definování pojmu kompetence.....	10
1.1.1 Vznik kompetenčního přístupu .....	10
1.1.2 Pojem kompetence .....	10
1.2 Definování pojmu kompetenční model. Standardní modely.....	13
1.2.1 Standardní kompetenční modely. Klasická analýza a kompetenční model.....	14
1.2.2 Standardní kompetenční modely. Národní soustava povolání.....	14
1.2.3 Standardní kompetenční modely. Model PERSYT pro hodnocení pracovníků .....	17
1.2.4 Přístupy při tvorbě aplikací kompetenčních modelů.....	18
1.3 Definování pojmu kompetenční profil a postup tvorby kompetenčního profilu v praxi	20
1.4 Používání kompetenčního modelu v praxi.....	21
2 Definování parametrů a stručná charakteristika kompetenčního profilu stávajícího studenta strojní fakulty.....	23
2.1 Kompetenční model strojního inženýra řízení výroby dle Národní soustavy povolání	23
2.1.1 Popis modelu strojní inženýr konstruktér dle Národní soustavy povolání.....	23
2.1.2 Model povolání Strojní inženýr konstruktér. Měkké kompetence.....	24
2.1.3 Model povolání Strojní inženýr konstruktér. Obecné kompetence.....	27
2.1.4 Model povolání Strojní inženýr řízení konstruktér. Odborné znalosti a dovednosti ..	29
2.1.5 Popis kompetencí programu Strojní inženýr konstruktér ZČU v Plzni.....	32
2.1.6 Návrh modelu stávajícího kompetenčního profilu studenta FST .....	35
3 Vysvětlení podstaty a důvodů implementace iniciativy Průmysl 4.0.....	37
3.1 Průmysl 4.0.....	37
3.1.1 Pojem a charakteristika Průmyslu 4.0 – digitální transformace .....	37
3.1.2 Kyberneticko-fyzikální systémy (CPS).....	41
3.1.3 Referenční model struktury Průmysl 4.0 (RAMI 4.0) .....	42
3.2 Zdůvodnění změny kompetenčního profilu stávajícího studenta strojních fakult.....	44
3.2.1 Vzdělávání 4.0 .....	44
3.2.2 Směr dalšího vývoje vysokých škol a fakult technického směru.....	46
3.2.3 Pokyny na návrh profilu studenta nového oboru „Průmysl 4.0“ .....	47
4 Stručný návrh kompetenčního profilu studenta strojních fakult po implementaci iniciativy Průmysl 4.0.....	49
4.1 Změny v kompetenčním modelu studenta strojní fakulty.....	50
4.1.1 Změny ve složce měkkých kompetencí.....	50
4.1.2 Změny ve složce obecných dovedností.....	52
4.1.3 Změny ve složce odborných znalostí a dovedností.....	53

4.1.4	Nový kompetenční profil studenta strojní fakulty .....	55
4.2	Úprava vzdělávacího programu Strojní inženýr v oblasti konstruování.....	59
5	Doporučení pro uplatnění nového kompetenčního modelu .....	61
	Závěr .....	66
	Literatura .....	67
	Seznam grafu a obrázků .....	69
	Seznam tabulek.....	70



## Úvod

Tato diplomová práce je zaměřená na vytvoření a zkoumání kompetenčního profilu stávajícího studenta strojní fakulty jako budoucího zaměstnance na trhu práce v závislosti na změnách, které jsou způsobené novou průmyslovou revolucí.

Hlavním cílem diplomové práce je analýza stávajícího profilu studenta strojní fakulty a orientace na změnu struktury profilu dle požadavků nové průmyslové revoluce, která je už skoro za dveřmi. To znamená, že je potřeba sledovat tendence budoucích změn. Výsledkem práce je návrh nového profilu studenta technického směru.

Východiskem práce je dnešní kompetenční model studenta strojní fakulty a je třeba si položit otázku, jest-li tento soubor znalostí, schopností a dovedností odpovídá v současné době těmto požadavkům a potřebám trhu práce. Podle toho je potřeba provést změnu kompetenčního profilu studenta v souvislosti s implementací iniciativy Průmyslu 4.0. Stačí se podívat na současný stav a všimnout si, že moderní technologie nezbytně změní tvář ekonomiky a způsobu života. Tato změna vytváří příležitost pro zavedení nového modelu průmyslu a obchodních podmínek – Průmysl 4.0. Je to systém, který bude spojen se změnami v kompetenci lidských zdrojů jako jednotlivých prvků (elementů systému). Tyto procesy v podniku dále povedou ke změnám v oblasti obchodu, vzniknou nároky na flexibilitu firem, na rychlost jednání, na schopnost reagovat včas na veškeré změny v podnikání.

Z hlediska cílů práce se jedná o klíčový pojem „Průmysl 4.0“. Co v podstatě znamená tento pojem? Tomu se detailněji chci věnovat v diplomové práci.

Diplomová práce se skládá z pěti částí.

V první kapitole je nutné vysvětlit pojem *kompetence* a proč je jedním z ústředních pojmů ve světě řízení lidských zdrojů. Dále budou definovány a charakterizovány pojmy *kompetenční model* a *kompetenční profil* a popsán způsob jak dá vytvořit kompetenční model a jak pomáhá kompetenční model v praxi.

Cílem druhé kapitole je zdůvodnit změny kompetenčního profilu studentů strojních fakult a dát stručnou charakteristiku profilu stávajícího studenta strojní fakulty.

Účelem třetí části je popsat podstatu a důvod implementace iniciativy Průmyslu 4.0. Nejprve je charakterizován vliv nové průmyslové revoluce na jednotlivé oblasti lidského života.

Cílem čtvrté části diplomové práce je stručný návrh kompetenčního profilu studenta strojních fakult po implementaci iniciativy Průmyslu 4.0 a návrh postupu dalšího řešení pro uplatnění nového kompetenčního modelu. Podle tohoto cíle je nutné přidat k stávajícímu modelu veškeré změny v souvislosti s implementací Průmyslu 4.0. Po provedené analýze je možné vytvořit nový model, který bude odpovídat požadavkům Průmyslu 4.0. V diplomové práci využijeme model strojního inženýra – konstruktéra.

V páté kapitole bude uvedeno doporučení pro uplatnění nového kompetenčního modelu. Průmyslu 4.0, který je myšlenkovým posunem směrem k interdisciplinárním a systémovým přístupům. Podstatou je vize nové revoluce znamenající zásadní změnu nejen v pojetí výrobních systémů a ve využití informačních technologií, ale tím vyžadující změnu ve stylu myšlení inženýrů.

# 1 Význam a definování pojmu kompetenční profil

Prvním krokem diplomové práce je definování pojmu kompetence, kompetenční model, kompetenční profil

## 1.1 Definování pojmu kompetence

Firemní strategie vyžaduje od pracovníka takzvanou *kompetenci*, jinak řečeno *soubor kompetencí*, který je podstatou úspěšného plnění úkolů v praxi, a tím ovlivňuje existenci firmy jako celku.

### 1.1.1 Vznik kompetenčního přístupu

Historie vzniku kompetenčního přístupu pro personální řešení začíná v 60. letech minulého století. Důvodem byla snaha vybírat zaměstnance podle schopností, jež jsou klíčové pro každou pozici, na kterou se pracovník hlásil, a to znamená spíše podle toho, jak je kandidát inteligentní.

Tento přístup byl nejprve využíván při náboru a výběru pracovníků, později se postupně rozšiřoval do dalších činností práce se zaměstnanci: hodnocení, vzdělávání, plánování kariéry nebo rozvoj zaměstnanců [1]. Těchto činností je dnes standardně využíváno v soukromém sektoru. Bohužel některé firmy tento přístup nepoužívají.

Hlavní výhodou kompetenčního modelu je jeho srozumitelnost, dobrá využitelnost při personálních procesech a možnost modifikace v průběhu času, viz [1].

S myšlenkou nazvat kompetencí rysy vztahující se k člověku přišel v roce 1959 Robert White. V roce 1959 White předložil a popsal nový koncept: „*effectance motivation*“, to znamená *motiv efektivity*, jak je uvedeno v [2]. Tento koncept White popsal jako tendence ke zkoumání a ovlivňování prostředí. Celý koncept se vyvíjel a zlepšoval a dnes se kompetenční model je špičkovým nástrojem pro práci s lidskými zdroji.

Počátek širší debaty o kompetencích však můžeme označit rok 1973. V tomto roce David McClelland článkem „*Testing for Competence rather than for Intelligence*“ způsobil společenský zmatek a odmítl do té doby všeobecný předchozí názor. A sice v tom, že nepovažoval inteligenci jako nejdůležitější kritérium pro přijímání kandidátů, neboť byl přesvědčen, že systém hodnocení, který se užívá ve škole, není schopen předvídat úspěšnost v životě. Zájemci o pracovní pozici by měli být zvoleni na základě svých schopností (kompetencí). Ne pouze inteligence, jak je uvedeno v článku [2].

V současné době kompetenční model je speciálním podkladem pro výběrové řízení v personalistice. Především lze uvést ten fakt, že soubor kompetencí je nejlepší zdroj zjištění, zda je kandidát vhodný pro určitou pozici. Výsledek správného výběru zaměstnance má vliv na úspěšnost společnosti.

Dnes soubor kompetencí a kompetenční model hraje významnou roli v takzvaném „*talent managementu*“, dovoluje hodnotit schopnosti a dovednosti pracovníků s možností jejich získávání, přijímání a dalšího rozvoje. Dá se tím říci, že využívání kompetenčních modelů se pořád rozšiřuje, personalisty je široce využíván v každé firmě. Dále se zaměříme na pojem *kompetence*.

### 1.1.2 Pojem kompetence

Co je to vlastně *kompetence*? Podle metodiky „*Řízení podle kompetencí*“. Autoři, kterými jsou Plamínek a Fišer, si kompetence představme jako *dualitu*. Tento přístup je založen na harmonii mezi stranou lidských zdrojů, definujícími možnosti firmy, a stranou lidské práce,

vycházející z požadavků na výkon. To znamená, že kompetence se skládá ze skutečného výkonu práce, který je vstupem do procesů firmy a z lidských zdrojů. Odkud je tato práce čerpaná, jak je to ukázáno v knize [3]. Vidíme to na Obr. 1.1 Dvě složky kompetence ze zdroje [4].



Obr. 1.1 Dvě složky kompetence

Vysvětlení: hlavní odlišností je realita, že o správném chodu firmy rozhoduje schopnost dosáhnout harmonie mezi tím, co firma chce, a tím, co může s ohledem na znalost vlastního potenciálu. To se týká vztahu mezi lidskou prací a lidskými zdroji, neboť vitalita firmy je množinou kompetencí zaměstnanců - viz [3].

Ve firmách pracují lidé, jejichž hlavním úkolem je skutečný výkon, tak ti, jejichž úlohou je stanovení požadavků na výkon. V obou případech je podstatou, aby byli *kompetentní* vzhledem k těmto úlohám, jak to uvádí Plamínek [4].

Z čeho se skládá lidská práce? Především ze schopností zaměstnance, podmínek jeho práce a motivace. Tomu odpovídá složka lidské práce, jak uvádí Plamínek a Fišer. Oproti této složce je potenciál, který požaduje firma pro svůj úspěch.

Rozvoj firmy a řešení různých problémů lze regulovat ovlivňováním kompetence lidí, kteří vykonávají určité úlohy, a pojmy kompetence a úloha vztahujeme ke konkrétnímu člověku. Kompetence zastupuje svět možností. Pracovník, již dokáže, že své zdroje umí využít v praxi, může být hodnocen jako kompetentní vzhledem ke svému úkolu v práci [3].

Při definování pojmu *kompetence* lze uvádět ještě jiné názory. Zkusíme se podívat na tento pojem z různých pohledů. Na jedné straně v psychologickém kontextu se jedná o soubor specifických vlastností a vzorců chování, soubor specifických vědomostí, schopností, dovedností a jiných charakteristik, které jsou potřebné k úspěšnému výkonu v dané roli. Na druhé straně v kontextu psychologie práce a společnosti se tento pojem představuje jako klíčová kvalita nebo lidská charakteristika. Jako identifikovatelný aspekt pracovního chování, který by měl pracovník prokazovat ve svém chování dle požadavků organizace, jak uvádí Muchinský [5].

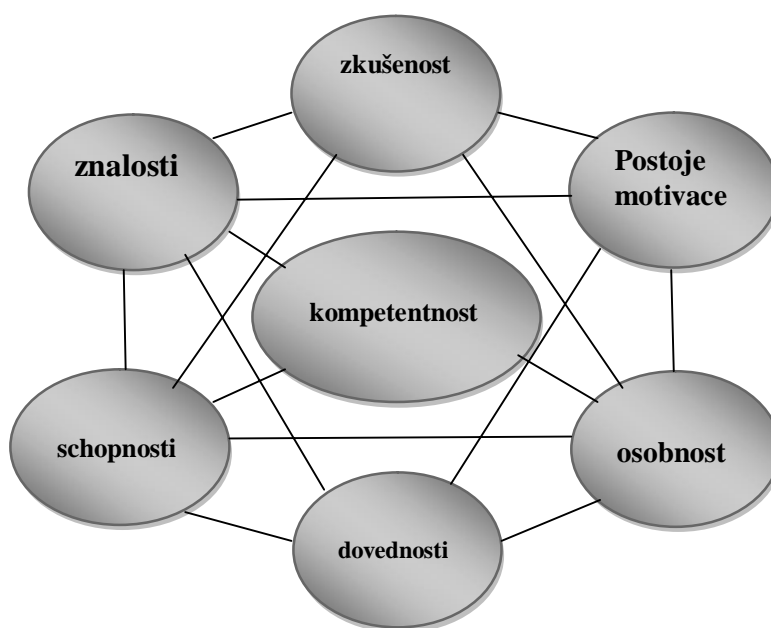
Kompetence podle jiného zdroje lze chápat jako soubor znalostí, dovedností a postojů, které jsou v dané firmě pro danou pozici požadovány. Zároveň je to soubor znalostí, dovedností a způsobu chování, které jsou pracovníkovi vlastní. Na klíčových pozicích jsou pracovníci, kteří

mají mnoho kompetencí. Některé kompetence nemusejí mít, nemají je na potřebné úrovni nebo kompetence se mohou rozvíjet dle zdroje [6].

Lze používat pojem způsobilost, nebo schopnost vykonávat nějakou činnost či profesi. To znamená moc, způsobilost zvládat určitou pracovní pozici, být kvalifikovaný v této příslušné oblasti a mít potřebné dovednosti. Kompetence je vnitřní kvalita člověka, která je výsledkem jeho rozvoje. Jde vlastně o soubor potřebných vlastností, zkušeností, znalostí, schopností, dovedností, motivace, postojů a osobnostních charakteristik pro danou činnost nebo pozici. Má širší význam než pojem kvalifikace, který je zaměřen na formální osvědčení dosažených znalostí ze studia. Kompetence zahrnuje také další vlastnosti pracovníka. Pro firmu jsou požadavky na kompetence pracovníků jednou ze základních potřeb – každá ta profese má určité požadavky na kompetence a kvalifikaci zaměstnance. Na Obr.1. 2 Definice pojmu kompetence je možné vidět, že pro definici kompetence (kompetentnosti) je nutné použít kromě výčtu kvalifikace, také rozsah zkušenosti, znalostí, schopností, dovedností, postojů a osobnostních charakteristik [7].

Je nutné se podívat na kompetence jako na soubor různých potřebných vlastností člověka. Z definic, které jsou uvedeny výše, vyplývá, že pojem kompetence má spoustu synonym. Lze ji nazývat několika dalšími pojmy: způsobilost, odbornost, schopnost, předpoklad k výkonu, potenciál. Ale kompetence představují souhrn vědomostí, dovedností, schopností a postojů umožňující pracovní uplatnění a osobní rozvoj jednotlivce. Vyjadřují předpoklady k výkonu určitého souboru činností.

Dále se bude používat přístup Plamínka a Fišera k výrazu kompetence [3]. Z jedné strany je to skutečný výkon a z druhé to jsou potřeby a požadavky firmy. Je takzvaná dualita. Pokud mezi těmi dvěma složkami je harmonický vztah, vede k úspěchu společnosti a zvyšuje její kvalitu.



Obr.1. 2 Definice pojmu kompetence

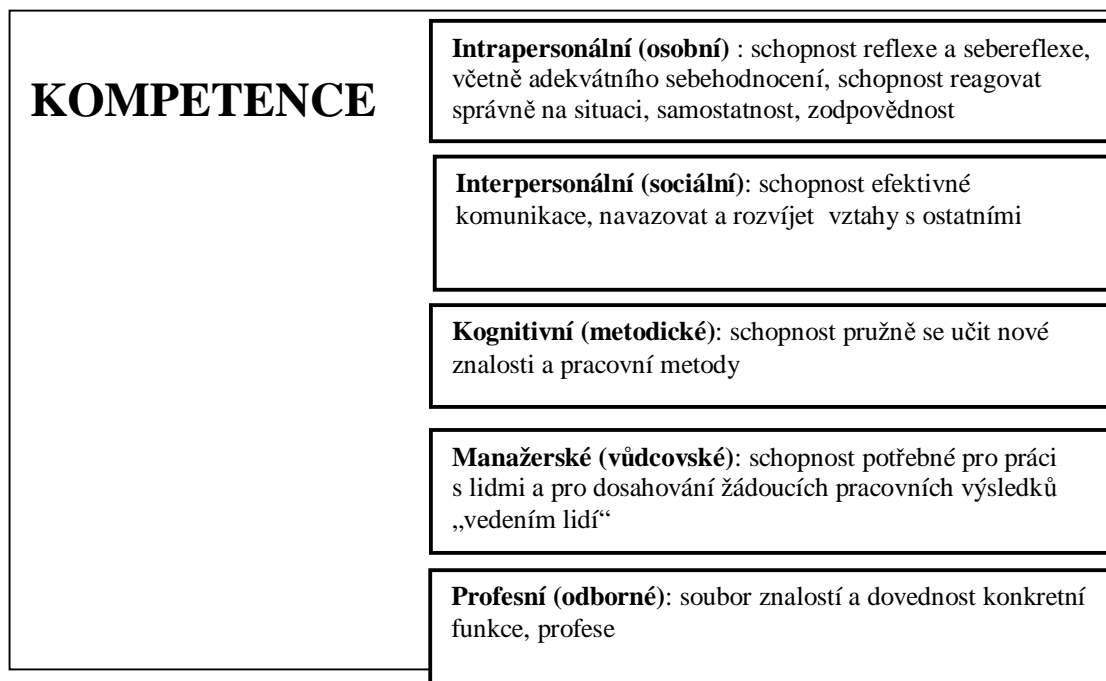
Existuje bezpočet příkladů různých pohledů na pojem *kompetence*. Je potřeba najít jedinou správnou cestu k pojetí kompetence.

Kompetence má další vlastnosti podle Národní soustavy povolání [8]:

- sledovatelná,
- měřitelná,

- přístupná změně a rozvoji [8].

Členění všech kompetencí je velmi důležité. V manažerské a psychologické literatuře nalezneme mnoho různých typů členění podle různých kritérií. V případě firmy je dost těžké určit, které je nejvhodnější. Kompetence můžeme členit do dalších 6 skupin, jejich popis je uveden dle Národní soustavy povolání [8]. Vidíme to na Obr.1. 3 Členění kompetencí níže:



Obr.1. 3 Členění kompetencí [8]

K čemu je potřeba znát, co je vlastně kompetence? Posouzení kompetentnosti konkrétního člověka je součástí hodnocení jeho vhodnosti pro konkrétní pracovní místo, činnost či profesi.

Řízení podle kompetencí je moderní způsob řízení lidských zdrojů. Mnoho společností v dnešní době definuje kompetence zaměstnanců, a důvodem k používání je to, že z těchto kompetencí se sestavují kompetenční modely.

Pomocí kompetencí je možné možné vytvořit kompetenční profil a efektivně řídit zaměstnance, jelikož kompetence jsou provázány se všemi procesy řízení lidských zdrojů, např. se vzděláváním a rozvojem, hodnocením pracovníků, náborem a výběrem nových pracovníků, plánováním, odměňováním apod.

Kompetenční model je živý organismus, který kopíruje potřeby firemní strategie. V následující kapitole této diplomové práce je potřeba definovat pojem *kompetenční model*, který je nástrojem řízení lidských zdrojů podle způsobilostí. Uvědomujeme si, že kompetence je opravdu složitý jev.

## 1.2 Definování pojmu kompetenční model. Standardní modely

Dalším krokem diplomové práce je zkoumání ponětí *kompetenční model*. Ale pro začátek je nezbytné ukázat, jak vypadá klasická analýza pracovní pozice. A jaký je rozdíl mezi tradiční analýzou pracovního místa a kompetenčním modelem.

### 1.2.1 Standardní kompetenční modely. Klasická analýza a kompetenční model

Kompetenční model popisuje všechny kompetence, tedy vlastnosti, kvalifikaci, zkušenosti, znalosti, schopnosti, dovednosti a osobnostní charakteristiky, které jsou potřebné k požadovanému výkonu v praxi a k úspěchu firmy jako celku [7].

Kompetenční modelování je alternativa k tradičním přístupům v rámci analýzy pracovní pozice. Níže v Tab.1.1 Rozdíly mezi tradiční analýzou a kompetenčními modely jsou uvedeny rozdíly mezi tradiční analýzou pracovních pozic a kompetenčním modelováním

Tradiční analýza pracovní pozice	Kompetenční model
Lepší metodologické postupy	Návaznost na cíle a celkovou strategii firmy
Zaměřuje se více na rozdíly mezi jednotlivými rolemi v organizaci	Identifikuje spíše klíčové kompetence, jež jsou společné pro více pozic či celou organizaci
Na krátkodobou shodu výsledků analýzy a pracovní pozice	Orientován na dlouhodobou shodu modelu s organizačními cíli
Zaměřena spíše na pracovní pozici	Zaměřen spíše na pracovníka

Tab.1.1 Rozdíly mezi tradiční analýzou a kompetenčními modely

Celkovou výhodou kompetenčního modelu je to, že jako z hlediska skladby a obsahu odráží strategii, cíle a vizi organizace, a neomezuje se pouze na popis pracovních pozic, které jsou ve své podstatě oddělené, to je popsáno v zdroji [9]. Klasický přístup už nevyhovuje k tvorbě kompetenčního modelu. Je důležité podtrhnout, že skutečnost se mění, jako se mění i přístup k modelování. Kompetenční model je orientován na soubor určitých vlastností a je zaměřen na pracovníka. Nyní je nutnost zavést nový systém řízení podle kompetence a sledovat tendence moderních přístupu k lidským zdrojům. Lze se podívat na několik různých modelů. Jedním z nich je kompetenční model dle Národní soustavy povolání [8].

Jedná se především o to, že už nestačí pouze tradiční analýzy pracovní činnosti v praxi. Tato metoda se zabývá jen tradičním rozbořem jednotlivých profesí, pracovních míst a funkcí a je zaměřená na další hlavní oblasti, nejdříve „co“ a „jak“ pracovník dělá, „proč“ činnost dělá tak a „za jakých podmínek“. Dále se už zabývá jeho klasifikací, tj. požadavky vzdělávání.

Kompetenční model je složitější a vyžaduje náročnější analýzu osobních vlastností pracovníka, jeho klíčových schopností přístupu k svému budoucímu povolání. To znamená velký prospěch pro firmu, ve které hodlá pracovat.

V další kapitole 1.2.2 je uveden jeden z druhů kompetenčních modelů, to je podle metodiky Národní soustavy povolání, ze kterého je možnost vytvořit profil studenta technického směru.

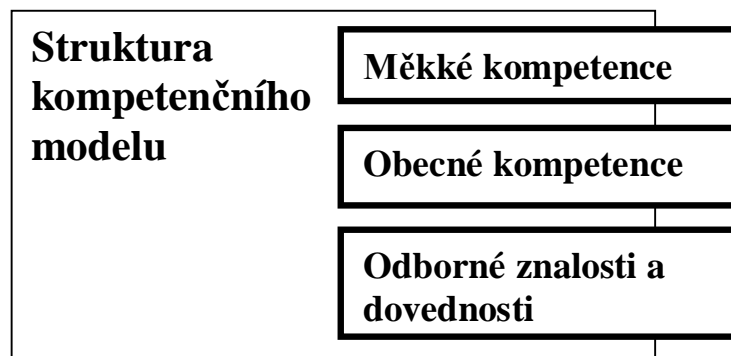
### 1.2.2 Standardní kompetenční modely. Kompetenční model dle Národní soustavy povolání

Kompetenční model dle národní soustavy povolání je nástrojem, který umožňuje strukturovaně popsat a zařadit soubor požadovaných kompetencí pro výkon jednotek práce [8]. V tomto případě vlastnosti kompetenčního modelu jsou:

- Strukturovaná množina kompetencí;
- Zahrnuje oblasti měkkých i odborných kompetencí;
- Jednotlivé kompetence, případně oblasti kompetencí, jsou klasifikovány a jsou pro ně definovány úrovně, kterých mohou kompetence dosahovat;

- Klasifikace má hierarchickou strukturu;
- Umožňuje komunikaci s dalšími systémy, které používají kompetence.

Dále je popsána struktura kompetenčního modelu – viz Obr.1.4 Struktura kompetenčního modelu :



Obr.1.4 Struktura kompetenčního modelu [8]

*Měkké kompetence* (soft skills) - soubor požadavků, jež potřebné pro kvalitní pracovní výkon, jsou nezávislé na konkrétní odbornosti, ale na komplexních schopnostech člověka. Mají charakter - průřezový. Jsou přenositelné a uplatnitelné.

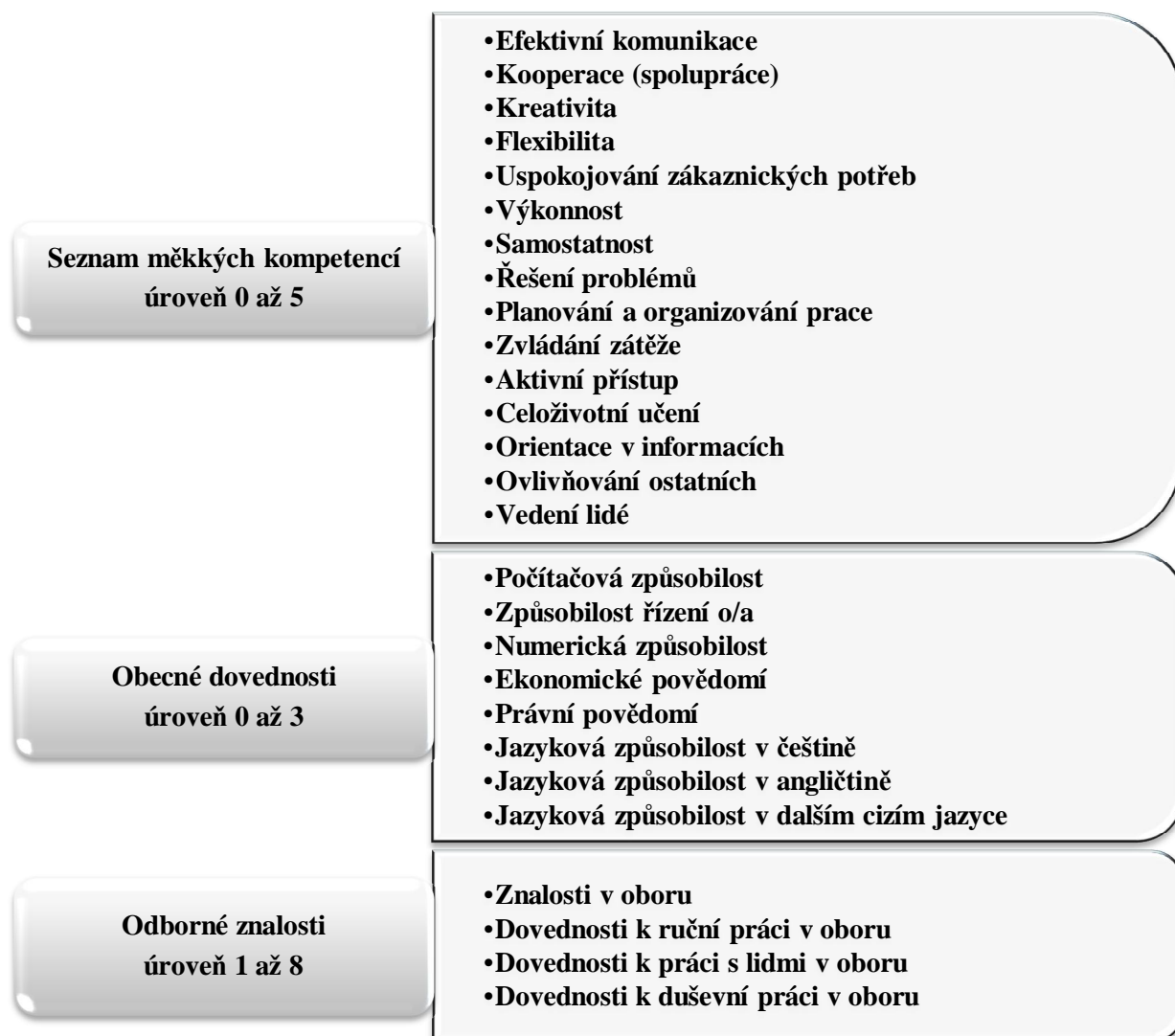
*Obecné dovednosti* (generic hard skills) - soubor odborných požadavků potřebných pro výkon práce, které zcela nesouvisí s konkrétní profesí. Mají průřezový charakter a jsou napříč obory přenositelné.

*Odborné znalosti a dovednosti* (specific hard skills, technical hard skills a knowledge) - soubor odborných požadavků, jež potřebné pro výkon jednotky práce. Dají se relativně jednoduše a jednoznačně změřit a ověřit testem nebo praktickou zkouškou.

- *Odborné znalosti* označují teoretické vědomosti požadované pro výkon určité pracovní činnosti nebo souboru pracovních činností (např. technické kreslení ve strojírenství a v kovovýrobě).
- *Odborné dovednosti* označují praktické dovednosti požadované pro výkon určité pracovní činnosti nebo souboru pracovních činností. Jedná se o schopnost aplikovat teoretické vědomosti v praxi (např. diagnostikování poruch elektrických zařízení, vysazování zeleniny, seřizování a zkoušení přístrojového vybavení civilních a vojenských letadel [8]).

Dále lze ukázat, jak vypadá seznam kompetencí podle Národní soustavy povolání. Potřebuje se k tomu vědět úroveň kompetencí, které jsou vyjádřeny číselnou hodnotou, která udává, v jakém rozsahu a hloubce je určitá kompetence vyžadována pro výkon dané jednotky práce. Ten rozsah hodnot je popsán na webové stránce národní soustavy povolání [8].

Pro každou práci bude tato úroveň jiná, závislá od typů kompetencí, proto se používá v další analýze diplomové práce. Na Obr.1.5 Soubor kompetencí dle je vidět soubor všech potřebných kompetencí dle Národní soustavy povolání.



Obr.1.5 Soubor kompetencí dle [8]

Dle Národní soustavy povolání [8] určena úroveň kompetence a je vyjádřena číselnou hodnotou, jak je popsáno níže.

**Měkké kompetence jsou řazeny do úrovně 0 až 5.** Každá měkká kompetence je popsána prostřednictvím sady vytvořených deskriptorů přímo pro ni – vzorců chování vykonavatele jednotky práce. Nejnižší úrovně kompetence vyžadují nízké nebo žádné požadavky na zvládnutí dané práce, nejvyšší úrovně vyžadují vysoké požadavky na zvládnutí práce.

**Obecné dovednosti využívají úrovně 0 až 3.** Pro jednotlivé dovednosti je definována každá úroveň samostatně. Nejnižší úrovně dovednosti vyžadují nízké nebo nevyžaduje žádné požadavky na zvládnutí dané dovednosti, nejvyšší úrovně vyžadují vysoké požadavky na zvládnutí dovednosti.

**Odborné schopnosti využívají úrovně 1 až 8.** Východiskem pro tyto deskriptory (popisem jednotlivých úrovně) je EQF (Evropský rámec kvalifikací) dle zdroje [8]. Úroveň odborných znalostí a dovedností předurčuje zařazení jednotky práce do odpovídající kvalifikační úrovně.

Dále v oddílu 1.2.3 je ukázán další model kompetencí v praxi, to je speciální software, který dovoluje hodnocení pracovníka a jeho následující rozvoj na pracovním místě.



### 1.2.3 Standardní kompetenční modely. Model PERSYT pro hodnocení pracovníků

Model *PERSYT* je speciální metodicko-sofwarový nástroj pro hodnocení zaměstnanců a plánování jejich rozvoje, který vychází z metodiky hodnocení zaměstnanců za využití **kompetenčního modelu**. Zaměstnanec je hodnocen na základě toho, jak plní nebo ne své příslušné kompetence, odpovídající určitému pracovnímu místu.

**Kompetenční model** vychází ze zmíněného systému Národní soustavy povolání v dané diplomové práci. Dá se říct, že kariérové plány jsou vytvářeny „na míru“ pomocí hodnocení kompetencí zaměstnance. Při vzniku tohoto procesu vzniku rozvojových a kariérových plánů hraje významnou roli každý konkrétní zaměstnanec, který předpokládá během rozhovoru a kam by se mohla rozvíjet jeho další kariéra dle popisu ve zdroji [10].

Řízení pracovního výkonu zaměstnanců a identifikace jejich potřeb vlastního rozvoje je jedním z nejsložitějších úkolů vedoucích pracovníků. Zdaleka se nejedná jen o vyplnění hodnotících dotazníků, neboť tento nástroj klade velký důraz i na osobní hodnotící pohovory, pomocí kterých lze lépe poznat zapojení zaměstnanců do celého procesu řízení a provozu firmy a pochopit jejich rozvojové či kariérní potřeby a možnosti [10].

Na Obr.1.6 Formulář hodnocení zaměstnanců je příklad speciálního formuláře, který popisuje a hodnotí činnost pracovníka podle jeho kompetencí, množství a kvality práce, jsou zde 4 úrovně hodnocení od 1 až po 4. 1 – znamená, že kompetence chybí, 2 – má nedostatky, 3 – požadovaná úroveň, a 4 – překračuje požadavek. Vlastností tohoto moderního způsobu je jeho rychlost a možnost vytváření rozvojového plánu pro každého jednotlivého pracovníka ve firmě.

Každý druh způsobilosti a schopnosti stávajícího pracovníka má své hodnocení podle stupnice a hodnotí se podle osobního plánu dalšího rozvoje zaměstnance.

V současnosti existuje spousta typů kompetenčních modelů, stejně tak jako metod jejich tvorby je celá řada. Výběr těch nejvhodnějších závisí zejména na požadavcích a potřebách organizace, které se rozhodnou kompetenční modely využívat. Zkvalitnění výběrového procesu, protože kompetenční modely poskytují přesný popis toho, co musí uchazeč umět a znát a jaký má být, aby mohl postoupit do dalšího kola výběrového řízení a konečně byl přijat na určitou pozici. V diplomové práci je využíván zejména model Národní soustavy povolání.

#### Hodnocení zaměstnanců 2009

Rozpracované hodnocení je možné editovat, vyhodnocené hodnocení je možné pouze prohlížet.

#### Identifikační údaje

<b>Jméno a příjmení:</b>	<b>Pavel Novák</b>	<b>Osobní číslo:</b>	<b>1</b>
<b>Pracovní místo:</b>	Vedoucí týmu rozvoje zaměstnanců	<b>Kategorie:</b>	Vedoucí pracovník - vzdělávání
<b>Úsek / tým:</b>	Tým rozvoje zaměstnanců	<b>Stupeň hodnocení:</b>	nevyhodnoceno
<b>Kdo hodnotil:</b>	Luboš Kopál		

#### Hodnocené kompetence

Zaměstnance hodnotíte na základě popisu kompetencí. Hodnocení se provádí kliknutím na přepínací tlačítko. Pokud není úplně uzavřeno naplnění hodnotící karty, lze ji jen uložit tlačítkem „uložit změny“, což umožňuje další editaci. Kliknutím na tlačítko „uzavřít hodnocení“ budete upozorněn, že hodnocení bude uzavřeno a nebude ho již možné změnit.

Název, vzor chování	Úroveň hodnocení <sup>1)</sup>				Historie <sup>2)</sup>		SH <sup>3)</sup>
	1	2	3	4	2008	2009	
<b>Obecné způsobilosti</b>							
<b>Řízení lidí</b> Svým jednáním vzbuzuje respekt a důvěru, je schopen přijímat připomínky druhých. Podřízeným pracovníkům poskytuje zpětnou vazbu a motivuje je. Rozvíjí kompetence a dovednosti svých podřízených. V přiměřeném rozsahu deleguje odpovědnosti a pravomoci na podřízené zaměstnance.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	3	-	4
<b>organizování a plánování práce</b> Samostatně a efektivně organizuje a plánuje práci sobě a přiděleným pracovníkům. Realisticky definuje úkoly s ohledem na cíle týmu, stanovuje jejich priority a kontroluje jejich plnění. Optimálně využívá svěřené zdroje a pracovní čas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	2	-	4
<b>motivování lidí</b> Motivuje podřízené zaměstnance oceněním dobrých pracovních výkonů ve správnou chvíli. Motivuje podřízené zaměstnance vlastním jednáním.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	4	-	3
<b>jednání s lidmi</b> Soustředěně naslouchá a chápe podstatu sdělení, je schopen/a srozumitelně formulovat svá sdělení. Při jednání dodržuje standardy společnosti v oblasti komunikace. S druhými jedná s důstojností a respektem.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	3	-	3

Odborné způsobilosti							
<b>Odborné dovednosti</b>							
Tvorba firemního vzdělávacího systému. Stanovování způsobů hodnocení předpokladů zaměstnanců pro výkon zaměstnání. Vyhodnocování struktury zaměstnanců dle požadovaných hledisek a pro účely tvorby dlouhodobých koncepcí a plánů organizace v oblasti personální politiky. Realizace výběrových řízení na dodavatele vzdělávacích akcí. Identifikace vzdělávacích potřeb zaměstnanců.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	3	-	4
<b>Odborné znalosti</b>							
Systémy plánovaného vzdělávání zaměstnanců. Stanovování požadavků na pracovní pozice. Školská soustava, vzdělávací úroveň, obory vzdělání, soustava KKOV. Výběr zaměstnanců, konkursní řízení. Hodnotící a motivační systémy zaměstnanců. Kariérový růst zaměstnanců, formy a možnosti dalšího vzdělávání.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	2	-	4
Výkonová kritéria							
<b>Množství vykonané práce</b>							
Dosahuje pravidelně plnění v požadovaném množství při běžných pracovních podmínkách.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	3	-	4
<b>Kvalita vykonané práce</b>							
Odvádí pravidelně vysoce kvalitní práci při běžných pracovních podmínkách.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	3	-	4
<b>Postoj k přijímání nových úkolů</b>							
Je ochotný/a a vsílčivý/a k přijímání nových úkolů, je iniciativní při jejich plnění bez ohledu na svůj prospěch.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	4	-	4
				Uložit změny		Stornovat změny	
				Uzavřít hodnocení			

1) Popis úrovně aktuálního hodnocení  
1. kompetence chybí, 2. mírné nedostatky, 3. požadovaná úroveň, 4. překračuje požadavek

2) Popis úrovně v hodnocení 2008  
1. kompetence chybí, 2. mírné nedostatky, 3. požadovaná úroveň, 4. překračuje požadavek

3) SH = sebehodnocení

Obr.1.6 Formulář hodnocení zaměstnanců [10].

#### 1.2.4 Přístupy při tvorbě aplikací kompetenčních modelů

Pro sestavení kompetenčního modelu konkrétní pracovní pozice je nejdůležitějším krokem identifikace kompetencí, které jsou potřebné pro dané povolání, a které nejvíc ovlivňují výkon v dané oblasti.

Kompetenční model ukazuje způsob, jak se má tato práce dělat. Analýza kompetencí představuje popis různých projevů kompetence podle úrovně jejího rozvoje zpravidla od negativního chování až po vysokou úroveň rozvoje kompetence. V tomto kroku můžeme vytvořit stupnice. Pro tvorbu kompetenčního modelu platí další principy: odlišností, jednoduchostí, srozumitelností. Máme rozlišovat hodnotící stupnice, a to je dle zdroje [11]:

- neverbální (grafické a numerické hodnotící stupnice)
- verbální (popis bodové hodnoty ve verbálním hodnocení);
- kombinované (grafické, numerické a verbální);
- komparativní metoda (srovnání pracovníků mezi sebou dle jednotlivých předem daných nebo stanovených kritérií).

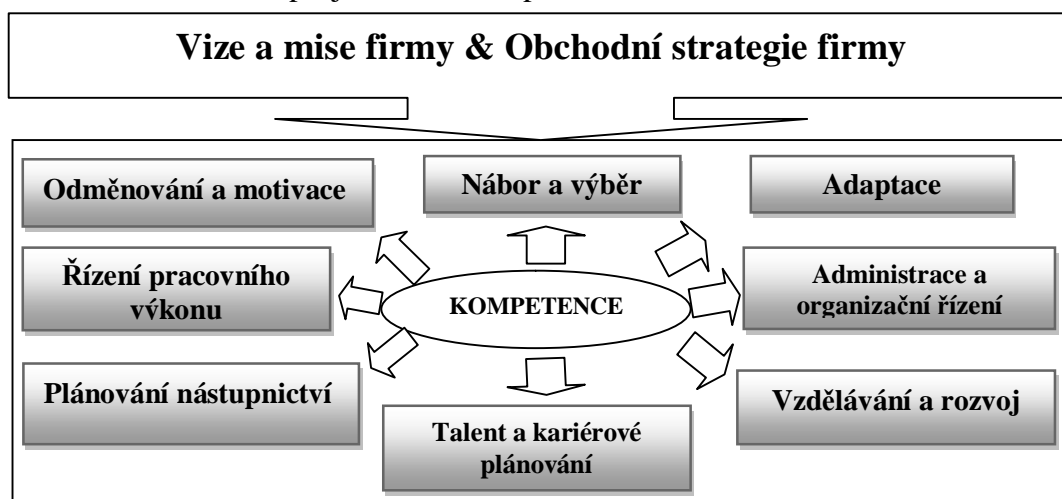
Lze se uvědomit, že existuje několik různých přístupů k vytváření kompetenčního modelu. Rozlišujeme například tři základních skupin dle zdroje [12]:

*Preskriptivní přístup* – jedná se spíše o „zapůjčení“ hotového modelu firmou. Tento přístup je nejpříhodnější. Přinášející velkou úsporu času a peněz. Nevýhodou je, že podniky neberou v úvahu specifické firemní podmínky.

*Kombinovaný přístup* - vytvořený model se přizpůsobuje firemním specifickým a podmínkám. Modifikace „vypůjčeného“ modelu se obvykle realizuje na základě časově nenáročných metod tak, aby byly zachyceny rozdíly mezi vypůjčeným modelem a organizací firmy.

*Přístup šitý na míru* - od kombinovaného se liší tím, že nepoužívá známý model s hotovými kompetencemi, ale mapuje znovu s firemním polem pro nadstandardní výkon na dané pozici. Tato metoda je časově a metodicky náročnější.

Výběr přístupů závisí na firemní strategii a cílech, způsobu a politice řízení lidských zdrojů. Zároveň funkční kompetenční model má také velký vliv na řízení firmy v oblasti lidských zdrojů. Kompetence jsou ovlivněny strategií firmy a firemní kulturou a zasahují do všech procesů řízení lidských zdrojů společnosti. A to je níže na Obr.1.7 Využití kompetencí v procesu řízení lidských zdrojů. Dále můžeme pomoci tohoto grafického vyjádření popsat procesy, na které má vliv funkční model při jeho tvorbě a aplikaci.



Obr.1.7 Využití kompetencí v procesu řízení lidských zdrojů

*Nábor a výběr* – v této oblasti je možné specifikovat požadavky na budoucího pracovníka;

*Adaptace* – potřeby pro následující adaptaci ve firmě, pomocí kterých se musí nový pracovník vzdělávat a postupně se rozvíjet;

*Administrace a organizační řízení* – spojení mezi výší kompetence a odpovědností;

*Vzdělávání a rozvoj* – oblast identifikace potřeb pro vzdělávání a rozvoj.

*Talent pool a kariérové plánování* – oblast přípravy rozvojových programů a mobilita pracovníků v rámci společnosti;

*Plánování nástupnictví* – oblast identifikace klíčových pozic a „vyškolení“ nástupců;

*Řízení pracovního výkonu* – nástroj k hodnocení výkonností, a tím zajištění vyššího výkonu pracovníků;

*Odměňování a motivace* – propojení na systém odměňování, zařazením např. do tříd, určení výše bonusů a druhů benefitů. To je přesně popsáno v dalším zdroji [6].

Nyní nadefinujeme výhody a nevýhody zavedení kompetencí v řízení firmy. Podle názoru Hroníka je výhodou sjednocení „jazyka“ manažerů a personalistů, poskytování jednotných kritérií pro výběr a hodnocení, odměňování, vzdělávání a rozvoj. Nevýhodou je, že v případě identifikace množství kompetencí, se snižuje srozumitelnost pro pracovníka ve firmě, což může vést až k nepoužívání kompetencí manažery podle názoru Hroníka [11]. Lze také konstatovat, že ve velmi dynamickém firemním prostředí má kompetence tzv. životní cyklus a význam některých kompetencí není tak velký. Je potřeba, aby firma sledovala důležitost kompetencí a reagovala na změny ihned.

### 1.3 Definování pojmu kompetenční profil a postup tvorby kompetenčního profilu v praxi

Kompetenční profil slouží k „třídění“ jednotlivých zaměstnanců. Jedná se o soubor osobnostních schopností, dovedností, znalostí, motivace a dalších předpokladů, které jsou nutné pro úspěšnost na dané pozici ve firmě. A to je závažná odlišnost kompetenčního modelu od pojmu kompetenční profil.

Pomocí kompetenčního profilu, který obsahuje klíčové kompetence, je možné odlišovat průměrné pracovníky od nadprůměrných. Profil představuje nezbytný nástroj pro naplnění strategie společnosti, pro práci s lidskými zdroji a sledování plnění výkonnostních ukazatelů pracovníků. Dále popíšeme postup tvorby kompetenčního profilu.

Například máme další postup při tvorbě kompetenčního profilu, který doporučuje tento článek „Kompetenční profil zaměstnance“ [13]:

- Přípravná fáze je určení pracovní pozice. Tato pozice je předmětem profilu. Stanovují se kritéria efektivní výkonnosti.
- Definice kompetencí – vybírá se soubor požadavků, pro porovnání jednotlivých kandidátů, abychom mohli oddělovat špičkové od průměrných.
- Sběr dat – potřebná klíčová informace, kterou můžeme získat různými testy a metodami (rozhovory, workshopy, testy atd.).
- Analýza dat – dochází k třídění a seskupení získaných informací.
- Validace modelu – porovnání úspěšných a průměrných pracovníků s ideálním modelem.

*Na rozdíl od kompetenčního modelu kompetenční profil navíc zahrnuje motivaci zaměstnance (cíle, výkonovou motivaci), a stejně jako kompetenční model má v soupisu osobnostní schopnosti, znalosti a dovednosti.*

Právě dílčí klíčové kompetence odlišují jednotlivé kandidáty. Na konkrétní pozici nemusí být nevhodnější člověk s nejvyšším dosaženým vzděláním. Vše ovlivňuje zadání. Například inteligence odráží schopnost řešit situace. Lidé se zvýšenou anticipací dokáží lépe předvídat budoucí situace. Porovnává se třeba i striktní dodržování pravidel a předpisů [13].

Využití kompetenčního profilu:

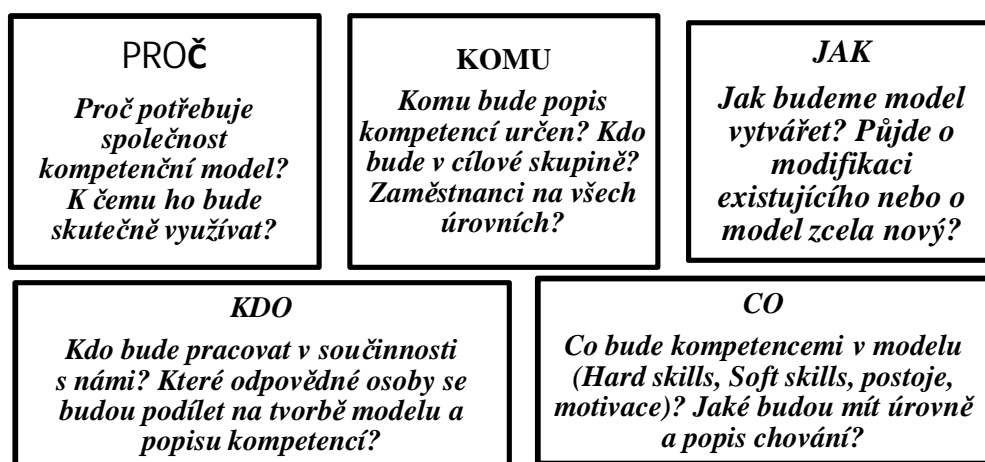
- výběr a zisk zaměstnanců
- přehledné informace, kdo, co a jak dělá
- efektivní rozvoj zaměstnanců
- využití při vzdělávání zaměstnanců
- porovnání pracovníků napříč firmou i v rámci trhu
- identifikace dovedností a požadavků na každou pozici
- měření výkonnosti zaměstnanců
- evidence organizační struktury jako součásti řešení

Práce s kompetenčním modelem zkvalitňuje všechny personální činnosti a usnadňuje práci všem personalistům a manažerům, kteří se podílejí na výběru, rozvoji a hodnocení pracovníků.

Závěrečným krokem – pro zadavatele však spíše startem – je plán implementace kompetenčního modelu včetně případného rozpracování do kompetenčních profilů (pro jednotlivé pozice).

**Kompetenční modely** jsou důležitým nástrojem řízení lidí ve firmách, jsou uceleným výčtem kompetencí pro žádaný výkon zaměstnanců. Při systematické práci s lidskými zdroji se tyto kompetence promítnou do všech oblastí personalistiky (plánování, výběr zaměstnanců, vzdělávání a rozvoj, hodnocení pracovního výkonu, odměňování). Využitím kompetenčního modelu v řízení lidských zdrojů společnosti zefektivňují využití potenciálu svých zaměstnanců a nastavují jasný a ucelený systém práce manažerů s podřízenými [2].

Při tvorbě kompetenčního modelu postupujeme s ohledem na konkrétní potřeby zadavatele, často se řídíme následující strukturou a to je na Obr.1.8 Struktura tvorby kompetenčního modelu:



Obr.1.8 Struktura tvorby kompetenčního modelu

Při vytváření kompetenčních modelů dbáme na to, aby kompetence měly jasný vztah k cílům organizace, aby vystihovaly všechny klíčové charakteristiky výkonu, aby byly srozumitelné a jednoznačné a aby byl celý model přiměřeně rozsáhlý.

**Kompetenční model je kolekce kompetencí, která vcelku vytváří profil zaměstnance pro plnění pracovních úkonů a rolí v konkrétním pracovním prostředí.** Kompetenční modely jsou základem pro nábor a přijímání, vzdělávání a rozvoj, a řízení výkonnosti. Kompetenční modely mohou být popsány pro konkrétní povolání, pracovní místo, skupiny práce a činností nebo celá odvětví.

V dané diplomové práci budeme používat kompetenční profil studenta strojní fakulty. Je možné prozkoumat profil stávajícího absolventa podle potřebných kritérií, která vyžaduje Národní soustava povolání na budoucího pracovníka v oboru strojního inženýrství, a pomocí analýzy vytvoříme model tohoto profilu. Nejdříve je potřeba zjistit, jak ten profil funguje v praxi a jaké jsou výhody tohoto nástroje.

## 1.4 Používání kompetenčního modelu v praxi

Kompetenční model je zásadním převodníkem mezi firemní strategií a řízením lidských zdrojů. Pro celou organizaci obsahuje soupis toho, co musí lidé v organizaci umět, aby byla organizace úspěšná. Zároveň tím pomáhá pojmenovat a rozvíjet ty kompetence, které lidé v organizaci nemají nebo je potřebují zlepšit.

Kompetenční model organizace se rozpadá až na podrobnost popisu konkrétních pracovních pozic - kompetenční model pracovního místa tedy popisuje výčet kompetencí, které jsou nezbytné k výkonu konkrétního pracovního místa. Jedná se o výčet vlastností, zkušeností, znalostí, schopností, dovedností a osobnostních charakteristik, které jsou potřebné k efektivnímu výkonu pracovních úkolů konkrétního člověka.

Dobře zpracovaný kompetenční model pomáhá jak to uvedeno v [7]:

- uvědomit si klíčové kompetence, které organizace potřebuje ke svému úspěchu;
- směřovat a plánovat rozvoj kompetencí lidí v organizaci;
- plánovat nábor nových pracovníků v souladu s potřebami organizace;
- sjednotit jazyk manažerů, personalistů a ostatních pracovníků [7].

Kompetenční model musí mít business strategii, a ovlivňuje personální strategii, pracovní náplně a výběr. Kompetenční model se stává součástí popisu pracovního místa. Využije se při hodnocení pracovníků i při jejich výběru.

V dnešní době se stále častěji ukazuje, že pracovní výkon nezáleží na tom, co člověk vystudoval, ale to co zná a umí. Každá pracovní pozice vyžaduje jiný druh znalostí, dovedností a postojů, tj. kompetencí. Stejně tak se liší i jednotlivé pracovníky z pohledu svých vlastních kompetencí [10].

Ale je otázkou, že většina firem v České republice ignoruje řízení a analýzu podle kompetenčních modelů. Stále se pořád používá klasický přístup, který byl uváděn výše (viz kap. 1.2.1). Je to popis pracovní pozice a tvorba role ve společnosti. Ale nejde to jenom o popsání pracovní pozice a ten kompetenční model se nesmí plést s konkrétní náplní práce.

Kompetenční model je právě ten nástroj, který určí, jaké kompetence potřebuje zaměstnanec, aby úspěšně zvládl realizovat to, co se po něm chce za práci a s tím související výstupy. Definování kompetencí samo o sobě však nestačí, neboť mohou být ze své povahy celkem obecné. Stěžejní je určení jejich projevů, jež dávají kompetenci obsah. Je důležité správné nastavení obsahu modelu pro vyšší pravděpodobnost výsledků. Proto je potřeba před tvorbou jakéhokoliv modelu školení vedoucích zaměstnanců a personalistů [1].

Podle dalšího článku Červenkové [14] kompetenční modely používá jen každá třetí firma. V současnosti najdou kompetenční modely využití prakticky ve všech fázích personalistiky. Bohužel pro řadu firem kompetenční postup je nezvyklý. Přitom výhody řízení lidských zdrojů podle kompetencí jsou zjevné. Největším problémem spojeným s kompetenčními modely tak zůstává to, že je mnoho manažerů považuje za něco, bez čeho se obejdou, a že tento způsob představuje pouze velkou zátěž, práce navíc a náročnost analýzy Tato práce se v dlouhodobém horizontu ale vyplatí.

## 2 Definování parametrů a stručná charakteristika kompetenčního profilu stávajícího studenta strojní fakulty

Vše znalosti a dovednosti, které potřebuje budoucí inženýr, a to je uvedeno na webových stránkách Národní soustavy povolání [8] jsou takové, se kterými vždy najde dobré uplatnění v technickém i netechnickém oboru, a které je dobrým předpokladem pro další kariérní růst a nadstandardní ohodnocení práce. Jako příklad je vybrán strojní inženýr konstruktér.

### 2.1 Kompetenční model strojního inženýra řízení výroby dle Národní soustavy povolání

Kompetenční model dle Národní soustavy povolání [8] umožňuje strukturovaně popsat a zařadit soubor požadovaných kompetencí pro výkon jednotek práce.

#### 2.1.1 Popis modelu strojní inženýr konstruktér dle Národní soustavy povolání

Podle kompetenčního modelu dle Národní soustavy povolání [8] je nutné popsat, jak vypadá stávající stav strojního inženýra kvalifikačního úrovně: Magisterský studijní program „*Strojní inženýr konstruktér*“.

Charakteristika pracovního poměru: *Strojní inženýr konstruktér řídí konstrukční práce, navrhuje a realizuje nová konstrukční řešení výrobků a nové modely, vzory a typy výrobků ve strojírenské výrobě.*

#### Jeho pracovní činnosti jsou dle Národní soustavy povolání [8]:



- Vypracovávání technických popisů a návodů k používání výrobků.
- Navrhování složitých konstrukčních řešení strojírenských výrobků na základě designérských návrhů.
- Samostatná tvůrčí a konstrukční řešení nejsložitějších typů, modelů, tvarů a vzorů výrobků, jejich skupin nebo souborů vzhledem k příslušným technickým normám.
- Řízení konstrukčních prací a projektů na uceleném typu výrobku od jeho návrhu až po zavedení do výroby.
- Provádění technických výpočtů, analýzy navrhovaných řešení pomocí výpočetní techniky, porovnání s technickým zadáním.
- Koordinace činností při testování prototypových výrobků v podnikových nebo státních, případně mezinárodních zkušebnách.
- Vypracovávání příslušných technických podkladů k homologaci výrobku.

#### Odborná příprava a certifikáty:

Nejvhodnější přípravu pro tuto pozici poskytuje magisterský studijní program v oboru stroje a zařízení. Jinou alternativu představuje magisterský studijní program v oboru strojírenská technologie, magisterský studijní program v oboru letecká a raketová technika, magisterský studijní program v oboru strojní inženýrství, bakalářský studijní program v oboru stroje a zařízení, magisterský studijní program v oboru vojenská technika strojní a magisterský studijní program v oboru strojírenství se zaměřením na ekonomiku a řízení. Nejvhodnější školní přípravu poskytují obory: *2302T Magisterský studijní program v oboru stroje a zařízení* [8].




































## 2.1.2 Model povolání Strojní inženýr konstruktér. Měkké kompetence

### Doporučená úroveň








-  - nutné  
 - výhodné


*Měkké kompetence jsou řazeny do úrovně 0 až 5.* Každá měkká kompetence je popsána prostřednictvím sady přímo pro ni vytvořených deskriptorů – vzorců chování vykonavatele jednotky práce. Nejnižší úrovně kompetence vyžadují nízké nebo žádné požadavky na zvládnutí dané kompetence, nejvyšší úrovně vyžadují vysoké požadavky na zvládnutí kompetence [8]. To je vidět v Tab.2.1 Kompetenční model. Měkké kompetence. Konstruktér

Úroveň 0-5

1	2	3	4	5	
					<b>Efektivní komunikace</b> deskriptor 4 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ formulování myšlenek v písemné i ústní podobě je na velmi dobré úrovni;</li> <li>➤ dokáže prezentovat před skupinou;</li> <li>➤ dokáže komunikaci otevřít;</li> </ul>
					<b>Spolupráce</b> deskriptor 4 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ aktivně působí na atmosféru a potřeby skupiny</li> <li>➤ významně přispívá k dosahování skupinových cílů</li> </ul>
					<b>Kreativita</b> deskriptor 5 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ podnikatelská intuice a strategické myšlení mu umožňují připravit a realizovat nové záměry, které mu vytvářejí výbornou výchozí pozici v konkurenčním prostředí</li> </ul>
					<b>Flexibilita</b> deskriptor 5 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ aktivně prosazuje změny a přebírá za ně zodpovědnost</li> <li>➤ je iniciátorem nových myšlenek, má inovativní a kreativní myšlení</li> </ul>
					<b>Výkonnost</b> deskriptor 4 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ jeho výkon je vysoce spolehlivý a stabilní, je příkladem v osobním nasazení;</li> <li>➤ orientuje se na výkon a na výsledek (přínos);</li> </ul>
					<b>Samostatnost</b> deskriptor 4 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ dokáže složitý úkol převést na dílčí úkoly i konkrétní kroky</li> <li>➤ při plnění úkolů řídí sám sebe, umí své síly odhadnout a rozložit</li> <li>➤ plánuje a je schopen se koncentrovat</li> <li>➤ rychle a pružně se rozhoduje</li> </ul>
					<b>Řešení problémů</b> deskriptor 4 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ dokáže definovat příčiny a následky problému</li> <li>➤ využívá jak analytické, tak kreativní</li> </ul>

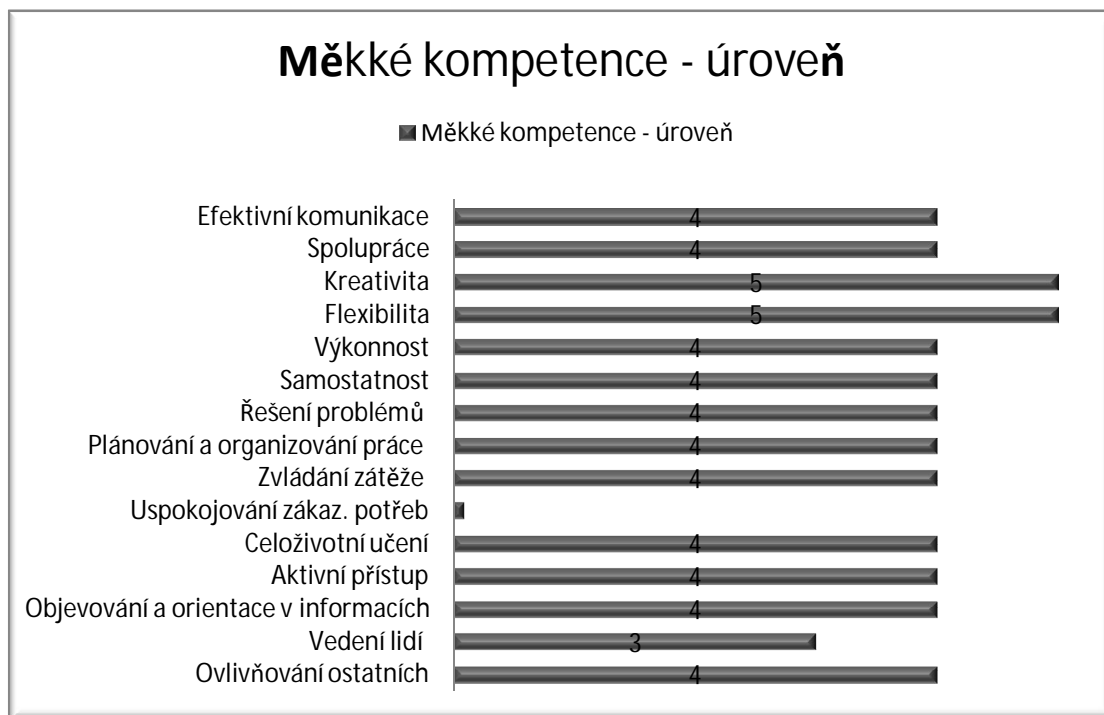


	myšlení
 <p>Plánování a organizování práce deskriptor 4</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ plánuje krátkodobě i dlouhodobě v souladu s plány a potřebami okolí</li> <li>➤ snaží se svůj výkon neustále zlepšovat</li> <li>➤ rozhoduje na základě priorit, preferuje důležité před naléhavým</li> <li>➤ plánuje potřebné zdroje i jejich efektivní využití a čas</li> </ul>
 <p>Zvládání zátěže deskriptor 4</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ podává velmi dobrý výkon i v zátěžových situacích, je vytrvalý</li> <li>➤ neúspěch chápe jako příležitost udělat to příště lépe</li> <li>➤ změny vnímá jako samozřejmost</li> </ul>
 <p>Uspokojování zákaznických potřeb deskriptor 0</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ vůči zákazníkům je neochotný a nevstřícný</li> <li>➤ je uzavřený, má nechuť komunikovat</li> <li>➤ neví nic o potřebách zákazníka a ani se o ně nezajímá</li> </ul>
 <p>Celoživotní učení deskriptor 4</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ schopen aplikovat do své praxe, umí se motivovat ke vzdělávání</li> <li>➤ definuje své budoucí vzdělávací potřeby</li> <li>➤ aktivně vyhledává a následně přijímá nové informace a dokáže je aplikovat pro ostatní může být zdrojem informací</li> </ul>
 <p>Aktivní přístup deskriptor 4</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ je činorodý, intenzivně se zajímá o dění kolem sebe, aktivně vyhledává řešení, nové aktivity, postupy a možnosti</li> <li>➤ je rozhodný a aktivní v situacích, kdy si ostatní neví rady</li> </ul>
 <p>Objevování a orientace v informacích deskriptor 4</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ propojuje informace z různých i netradičních / nových zdrojů, tvoří mezi nimi vazby, nalézá a vytváří z nich příležitosti</li> <li>➤ z informací je schopen vytvářet know-how, které mohou využívat i ostatní. řídí informační toky</li> <li>➤ je schopen se zorientovat v různých typech databází a vybrat klíčové informace pro daný účel a propojit je</li> </ul>
 <p>Vedení lidí (leadership) deskriptor 3</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ chce zodpovídat za skupinový výkon a výsledek, chce vést a vede ostatní</li> <li>➤ ověřuje, zda ostatní chápou instrukce</li> </ul>

	<p>a rozumí změnám</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ snaží se zvyšovat výkonnost týmu, prosazuje týmového ducha a klade velký důraz na týmové cíle</li> <li>➤ podporuje ostatní, poskytuje jim zpětnou vazbu s cílem je dále rozvíjet a zlepšovat jejich výkon, podporuje jejich formální vzdělávání</li> </ul>
<p>Ovlivňování ostatních deskriptor 4</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ své jednání a prezentaci plánuje a připravuje tak, aby se přizpůsobil danému posluchači s cílem jej ovlivnit nebo přesvědčit, předvídá a připravuje se na reakce</li> <li>➤ jeho verbální prezentace v mateřském jazyce je vynikající</li> </ul>

**Tab.2.1** Kompetenční model. Měkké kompetence. Konstruk<sup>t</sup>ér

Měkkých kompetencí jsou celkem 15, sem ještě patří: celoživotní učení, aktivní přístup, orientace v informacích, vedení lidí, ovlivňování ostatních, uspokojování potřeb zákazníků. Toto povolání vyžaduje velkou úroveň kreativity a flexibility až deskriptor 5, schopnost vnímat a kriticky hodnotit příležitosti, přicházet s nápady a realizovat je, zpracovat své nápady do podoby formalizovaných záměrů a konceptů, přijímat riziko, schopnost vyvolávat i akceptovat změny vysokou úroveň komunikace a spolupráce. K tomu konstruk<sup>t</sup>ér má být schopen zvládnout různé zátěže a problémy. Má umět dobře plánovat svou práci. Ale nulový deskriptor má složka uspokojení zákazníka a jen deskriptor 3 má složka vlastností lídru. Zatím nemusí splňovat potřeby vedení týmu anebo vycházet vstříc zákazníkovi, budovat a rozvíjet vztahy se zákazníkem, přizpůsobit se zákazníkovi. Dále je nutné ukázat zmíněné měkké kompetence povolání konstruk<sup>t</sup>éra na grafu pro lepší přehled.



**graf.2.1** Měkké kompetence\_strojn<sup>í</sup> inženýr konstruk<sup>t</sup>ér



Jak je to vidět na grafu 2.1 vyšší úroveň povolání budoucího inženýra konstruktéra mají vlastnosti kreativita a flexibilita, neklade se důraz na potřebu uspokojení zákazníka, a vyžaduje nízký deskriptor na vlastnost lídra. Dále je popis obecných dovedností.

### 2.1.3 Model povolání Strojní inženýr konstruktér. Obecné kompetence

*Obecné dovednosti využívají úrovně 0 až 3.* Pro jednotlivé dovednosti je definována každá úroveň samostatně. Nejnížší úrovně dovednosti vyžadují nízké nebo žádné požadavky na zvládnutí dané dovednosti, nejvyšší úrovně vyžadují vysoké požadavky na zvládnutí dovednosti [8]. Obecné dovednosti jsou v Tab.2.2 Obecné kompetence.

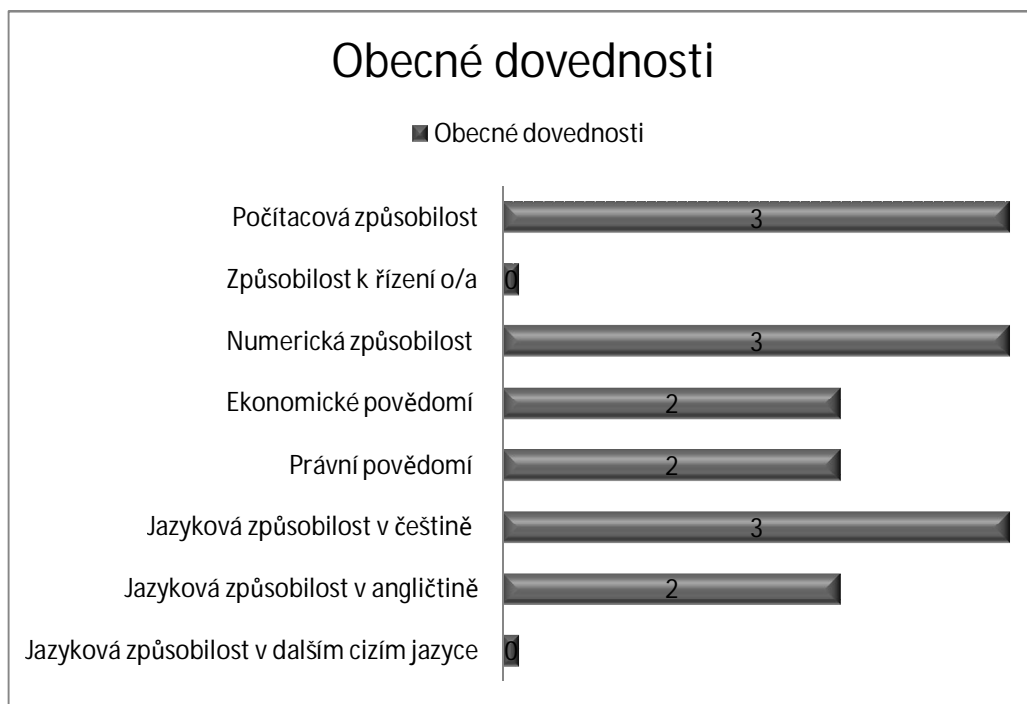
Úroveň 0-3

1	2	3	
●	●	●	Počítačová způsobilost 3. úroveň - vysoká <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ovládá pokročilejší ovládání počítače (databáze, převody mezi kancelářskými aplikacemi, řešení jednodušších problémů)</li> <li>➤ používá nové aplikace, uvědomuje si analogie ve funkcích a ve způsobu ovládání různých aplikací</li> </ul>
○	○	○	Způsobilost k řízení osobního automobilu 0. úroveň - žádná
●	●	●	Numerická způsobilost 3. úroveň - vysoká <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ provádí složitější aritmetické a geometrické výpočty a operace;</li> <li>➤ provádí převody mezi různými měrovými systémy.</li> </ul>
●	●	○	Ekonomické povědomí 2. úroveň - běžná <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ orientuje v ekonomických pojmech</li> <li>➤ orientuje se v běžných účetních dokladech (faktura, objednávka, příjemka apod.)</li> <li>➤ orientuje se v tvorbě kalkulací, vytvoří jednodušší rozpočty a pracuje v souladu s nimi</li> </ul>
●	●	○	Právní povědomí 2. úroveň - běžná <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ zvládá posoudit a vysvětlit zásady právně přípustného jednání (co je z hlediska platných zákonů přípustné a co nikoliv)</li> </ul>
●	●	●	Jazyková způsobilost v češtině 3. úroveň - vysoká <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ důkladně se orientuje a rozumí i náročným odborným textům, které se dané pracovní oblasti přímo nedotýkají, rozlišuje styl písemného projevu</li> <li>➤ sestaví strukturované podrobné písemné texty i na složitá témata,</li> </ul>

 	formálně a stylisticky přizpůsobí tyto texty danému účelu
	Jazyková způsobilost v angličtině 2. úroveň - běžná ➤ B1,B2
	Jazyková způsobilost v dalším cizím jazyce 0. úroveň - žádná

Tab.2.2 Obecné kompetence [8]

Obecných kompetencí jsou 8. Je možné označit ještě jazykovou způsobilost v dalším cizím jazyce. Tato práce vyžaduje vysokou 3. úroveň počítačových znalostí, má ovládat pokročilejší ovládání počítače (databáze, převody mezi kancelářskými aplikacemi, řešení jednodušších problémů), používat nové aplikace, uvědomuje si analogie ve funkcích a ve způsobu ovládání různých aplikací, využívat funkcí jednotlivých aplikací (vzorce, formátování, grafická animace). Schopnost využívat matematické myšlení k řešení úkolů a problémů v každodenním životě. Dovednost provádět matematické a logické výpočty vč. prostorových (% , objemy, plochy, grafy, součty, výpočty, jednoduchá statistika, trojčlenky), vysokou úroveň komunikace v češtině, znalost anglického jazyka na B1,B2, žádná potřeba dalšího světového jazyka. Je další ukázka na grafu 2.2



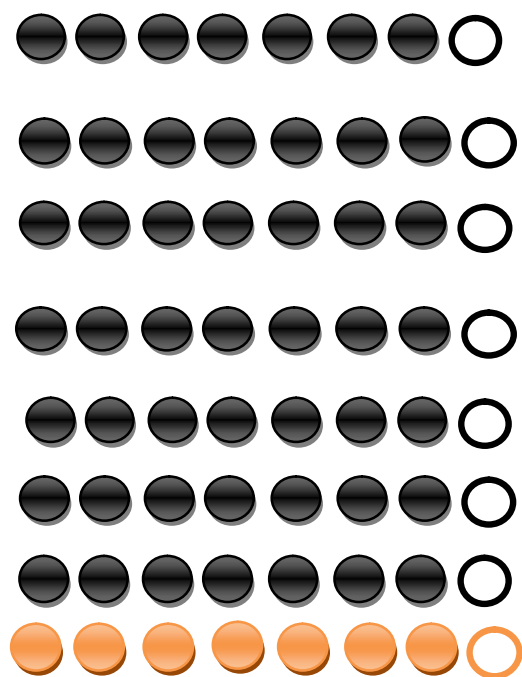
graf.2. 2 Obecné dovednosti\_Strojní inženýr konstruktér

Je na grafu 2.2 vidět, že od inženýra konstruktéra vyžadují výborné znalosti počítačových systému, matematické myšlení a dokonalou komunikaci v mateřském jazyce. Žádné nároky na řízení auta nebo znalost dalšího světového jazyka.

### 2.1.4 Model povolání Strojní inženýr řízení konstruktér. Odborné znalosti a dovednosti

*Odborné schopnosti využívají úroveň 1 až 8.* Východiskem pro tyto deskriptory (popisem jednotlivých úrovní) je EQF (Evropský rámec kvalifikací) [8]. Úroveň odborných znalostí a dovedností předurčuje zařazení jednotky práce do odpovídající kvalifikační úrovně v Tab.2.3 Kompetenční model strojního inženýra. Odborné znalosti a dovednosti.

1	2	3	4	5	6	7	8	Popis znalostí
●	●	●	●	●	●	○	○	obecné zásady a postupy péče o stroje a zařízení
●	●	●	●	●	●	○	○	kovové materiály a slitiny a jejich vlastnosti
●	●	●	●	○	○	○	○	strojní součásti a polotovary a jejich parametry
●	●	●	●	●	●	●	○	zásady a postupy konstruování
●	●	●	●	●	●	●	○	užitná hodnota a cena výrobku
●	●	●	●	●	●	○	○	základy technologií ve strojírenství a v kovovýrobě, základní druhy strojů a zařízení
●	●	●	●	●	○	○	○	systemy a standardy jakosti a kvality ve strojírenství a kovovýrobě
●	●	●	○	○	○	○	○	elektrotechnika
●	●	●	●	●	●	●	○	hydromechanika, hydraulika, pneumatika
●	●	●	●	●	●	●	○	statika
●	●	●	●	●	●	●	○	pružnost a pevnost
●	●	●	●	●	●	●	○	plastové a termoplastové materiály a jejich vlastnosti
●	●	●	○	○	○	○	○	technologie obrábění kovů
●	●	●	●	●	●	●	○	strojní mechanismy
●	●	●	●	●	●	●	○	součásti a mechanismy jemné mechaniky
●	●	●	○	○	○	○	○	technické kreslení ve strojírenství a v kovovýrobě
●	●	●	●	●	●	●	○	automatizované systemy řízení výroby CAD/CAM
●	●	●	●	●	●	○	○	<b>Popis dovedností</b>
●	●	●	●	●	●	○	○	Orientace ve strojírenských normách a v technické dokumentaci strojů, přístrojů a zařízení
●	●	●	●	●	●	○	○	Řízení konstrukčních prací a projektů na uceleném typu výrobku od návrhu až po zavedení do výroby



Samostatné zpracovávání konstrukčních řešení nejnáročnějších strojírenských výrobků
Vypracovávání konstrukční dokumentace nejnáročnějších strojírenských výrobků a jejich částí
Domlouvání konstrukčních řešení s úsekem projekčním, technologickým, ekonomickým a výrobním
Volba materiálů a polotovarů pro konstruované součásti, navrhování způsobů jejich tepelného zpracování a povrchových úprav
Pevnostní výpočty složitě namáhaných strojních součástí a kovových konstrukcí
Zpracování postupů, návodů a dalších podkladů pro testování, používání a technické podmínky výrobku, podkladů k homologaci výrobků apod.
Uplatňování technologičnosti, unifikace a typizace při zpracovávání konstrukčních řešení
Provádění ekonomického hodnocení nového výrobku

Tab.2.3 Kompetenční model strojírenského inženýra. Odborné znalosti a dovednosti

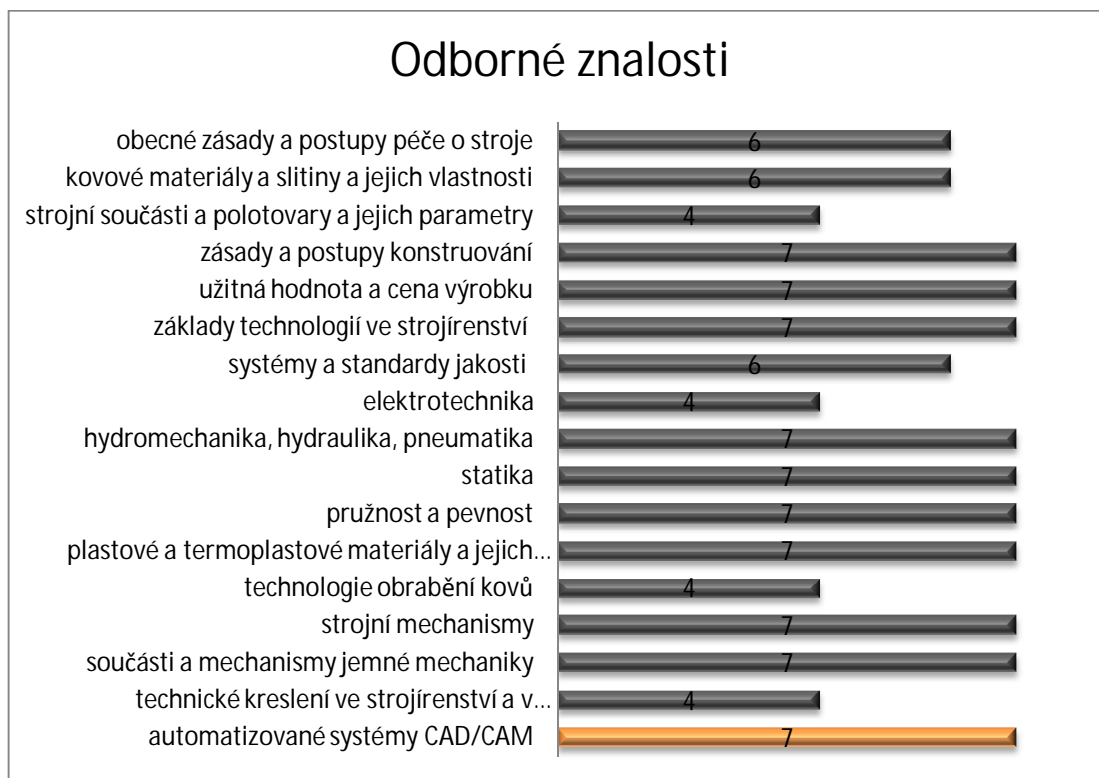
Dále v tabulkách je popis odborných kompetencí.

1	Základní všeobecné znalosti, povrchní faktické znalosti v oboru
2	Faktické znalosti zásad, procesů a obecných pojmů v oboru
3	Faktické a teoretické znalosti materiálů, nástrojů, postupů a základních norem
4	Rozsáhlé všeobecné faktické a teoretické znalosti v oboru
5	Pokročilé a specializované znalosti teorií, zásad a legislativy v oboru; jejich aplikace v praxi
6	Rozšířené teoretické znalosti v oboru
7	Vysoce specializované teoretické a praktické znalosti v oboru i v oborech souvisejících
8	Znalosti na špičkové úrovni v oboru a na rozhraní mezi obory

Tab.2.4 Deskriptor kvalifikační úrovně odborných znalostí [32]

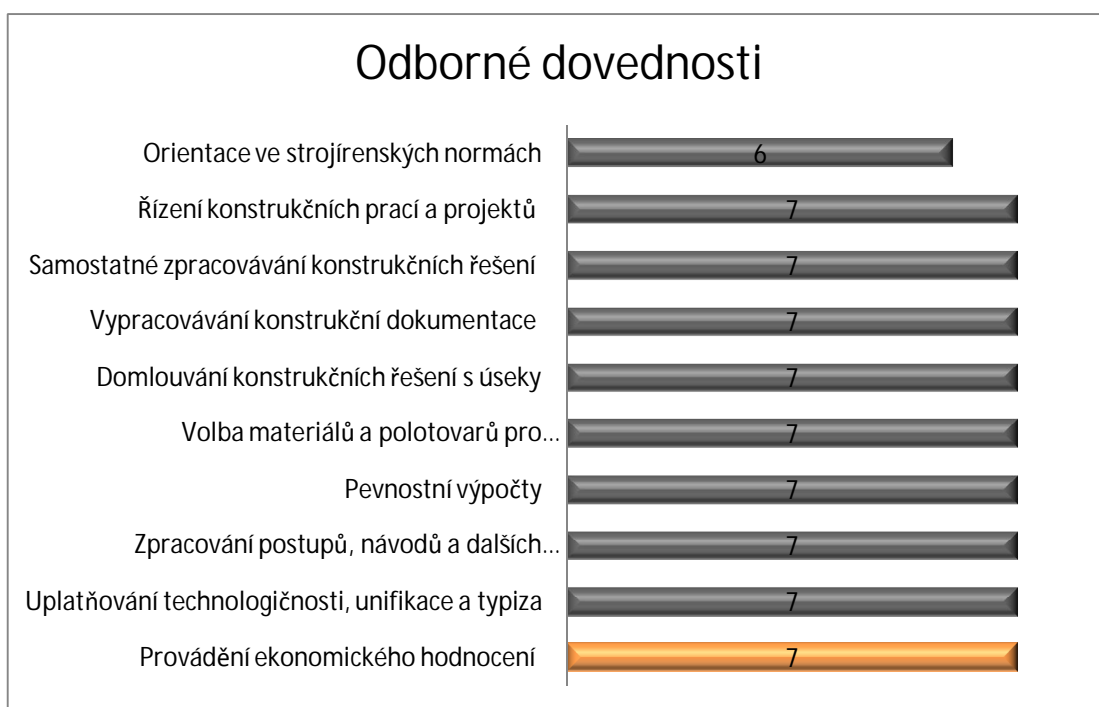
1	Základní dovednosti požadované k provádění jednoduchých neměnných úkolů
2	Dovednosti požadované při plnění úkolů a řešení problémů výběrem a použitím základních metod, nástrojů, materiálů a informací
3	Volba pracovních postupů, prostředků a surovin
4	Aplikace pracovních postupů, prostředků či surovin, jejich případná modifikace dle potřeb
5	Pokročilé praktické dovednosti prokazující zvládnutí oboru a schopnosti řešit úkoly, pro které nejsou k dispozici vytvořené postupy
6	Zvládnutí metod a nástrojů ve složitém a specializovaném oboru
7	Rozvíjení nových dovedností v reakci na objevující se znalosti a technická zařízení
8	Vysoce pokročilé a specializované dovednosti a techniky, včetně syntézy a hodnocení, požadované při řešení kritických problémů ve výzkumu a /nebo inovacích a při rozšiřování a novém definování stávajících znalostí nebo odborných postupů

Tab.2.5 Deskriptor kvalifikačních úrovně odborných dovedností [32]



**graf.2.3 Teoretické znalosti\_Strojní inženýr konstruktér**

Na grafu 2.3 je vidět, že Národní soustava povolání v teoretických znalostech klade nejnižší nároky na další znalosti: parametry strojních součástí, elektrotechnika, technologie obrábění, pouze základy (posouzení relevance základních odborných informací a jejich aplikace) [8]. Jen výhodou budou znalosti v používání automatického systému řízení výroby, a to je dole na grafu škála oranžové barvy.



**graf.2.4 Praktické znalosti\_Strojní inženýr konstruktér**

Graf 2.4 ukazuje, že budoucí konstruktér musí mít docela vysoké praktické dovednosti, provádění ekonomického hodnocení je výhodou, a k tomu jsou rozšířené teoretické znalosti v oboru.

Podle uvedených kompetencí v modelu Národní soustavy povolání lze vytvořit kompetenční profil studenta strojí fakulty v oboru strojí inženýr řízení výroby.

Dle popisu oborových znalostí a dovedností se musí dostat většina obecných dovedností do úrovně 6-7. To znamená vysoce specializované teoretické a praktické znalosti v oboru i v oborech souvisejících a integrace informací z příbuzných oborů jako základ výzkumu či projektu. Při inovacích využívat nových i stávajících poznatků z různých oblastí, používat systémového myšlení. Umět prezentovat a obhajovat inovací doporučených řešení. Má umět řešit nestandardní a složité problémy vyžadující zvážení dalších faktorů, řídit diskusi, zvážit navrhované alternativy a přijmout odpovědnost za konečné rozhodnutí, identifikovat vzdělávací potřeby své a svých podřízených a rozhodovat o jejich realizaci a navrhovat a řídit projekty; zodpovídat za jejich výstupy. K zaučení je nutná znalost vysoce specializovaných znalostí v oboru a v oborech příbuzných; absolvování adaptačního procesu. Taky je nutné mít rozšířené teoretické znalosti v oboru, identifikovat vzdělávací potřeby a jejich realizace. Velkou výhodou jsou umění používat konstrukční softwary a provádění ekonomického hodnocení výrobků.

Dále v diplomové práci je uveden krátký popis stávajícího programu Strojní inženýrství na Západočeské univerzitě se zaměřením na konstrukce dopravní a manipulační techniky nebo na stavbu výrobních strojů a zařízení. V tomto programu absolvent prokazuje teoretické znalosti pro budoucího konstruktéra. Profil obsahuje soubor potřebných kompetencí pro daný obor, a to bude uvedeno v tabulkách.

### 2.1.5 Popis kompetencí programu Strojní inženýr konstruktér ZČU v Plzni

Daný program obsahují bloky teoretických předmětů z oblasti matematiky, fyziky a mechaniky a taky blok předmětů zaměřených na využití teoretických znalostí v praxi dle popisu studijního programu [15]. Po absolvování předmětu prokazuje student **obecné znalosti, odborné znalosti a dovednosti, měkké kompetence**, a to je vidět v Tab.2.6 Kompetence programu Strojní inženýr konstruktér

Obecné způsobilosti	Odborné znalosti	Odborné dovednosti	Měkké kompetence
Srozumitelně a přesvědčivě sděluje odborníkům informace o povaze odborných problémů a vlastním názoru na jejich řešení	Umí popsat a vysvětlit základní výpočetní metody vyšší matematiky a základní fyzikální jevy	Umí číst a nakreslit strojírenský výkres včetně stanovení příslušných přesností a jakostí ploch a navrhnout materiál součástí	Učit se formulovat myšlenky v písemné i ústní podobě
Samostatně umí získat další odborné znalosti, dovednosti a způsobilosti na základě především praktické zkušenosti	Umí popsat základní chemické děje probíhající v kovových a nekovových materiálech	Umí pod vedením analyzovat a řešit jednoduchý technický problém, ověřovat nové postupy výroby	Dokáže komunikaci otevřít
	Umí vysvětlit základní úlohy z mechaniky pevných a pružných	Umí vytvořit jednoduchý výrobní postup a vypočítat	Strategické myšlení mu umožňují připravit a



	těles a charakterizovat součást z hlediska pevnosti a tuhosti	výrobní čas	realizovat nové záměry
	Umí popsat jednoduché úlohy z oblasti mechaniky tekutin a termomechaniky	Umí sepsat technickou zprávu o navrhovaném řešení a vytvářet jednoduché aplikace v databázovém prostředí - MS ACCESS	Orientuje se na výkon a na výsledek
	Umí popsat elementy technického výkresu součásti nebo jednoduché sestavy	Umí vypočítat náklady na výrobu určitého produktu	Plánuje a je schopen se koncentrovat
	Umí popsat a vysvětlit základní funkce na CAD/CAM systému	Umí vytvořit 3D modely součástí a konstrukčních skupin ve vybraném CAD/CAM systému a navrhnout rozměry	Dokáže definovat příčiny a následky problému
	Umí popsat a vysvětlit základní ekonomické pojmy (náklady, tržby, zisk)	Umí nakreslit sestavu konstrukční skupiny a vytvořit katalog součástí a výrobní výkres součásti, tj. jednoznačně zakótovaný, funkční rozměry tolerovat	Plánuje potřebné zdroje i jejich efektivní využití a čas
	Umí vysvětlit metody zpracování dat se zaměřením na strojírenství	Umí zvolit materiál součástí, včetně jeho tepelného zpracování a předepsat stav povrchu	Snaží se svůj výkon neustále zlepšovat
	Umí charakterizovat metody a nástroje průmyslového inženýrství	Umí stanovit optimalizační kritéria a provést výběr optimálního řešení	

Tab.2.6 Kompetence programu Strojní inženýr konstruktér

Navazující programy „Stavba výrobních strojů a zařízení“ a „Dopravní a manipulační technika“ [15] doplňuje kompetence inženýra konstruktéra a poskytuje další **odborné znalosti**. Absolventy těchto oborů prokazují odborné znalosti z oblasti konstruování kolejových a silničních vozidel, nebo zaměřeny na stavbu výrobních strojů, které jsou doplněny znalostmi moderních konstrukčních nástrojů a to je v Tab.2.7 Navazující program Strojní inženýrství – konstruktér. Absolvent umí:

Obecné způsobilosti	Odborné znalosti	Odborné dovednosti	Měkké kompetence
Dle vyvíjejících se souvislostí a dostupných zdrojů	Umí se orientovat ve složitých technických zařízeních	Umí pracovat se softwarem pro 3D modelování součástí a	Umí formulovat myšlenky v písemné i ústní

vymezí zadání pro odborné činnosti, koordinovat je a nese konečnou odpovědnost za jejich výsledky		konstrukčních skupin	podobě a to je na velmi dobré úrovni; dokázat prezentovat před skupinou
Používá své odborné znalosti, odborné dovednosti a obecné způsobilosti alespoň v jednom cizím jazyce	Umí se orientovat v multioborovém prostředí	Umí vytvořit výpočtové modely součástí a konstrukční skupiny pro pevnostní a tuhostní analýzu	Aktivně působí na atmosféru a potřeby skupiny; významně přispívá k dosahování skupinových cílů
Plánovaje, podporuje a řídí s využitím teoretických poznatků oboru získávání dalších znalostí ostatních členů týmu	Analyzuje a konstrukčně navrhuje správnou funkci daného technického zařízení	Umí nakreslit sestavu konstrukční skupiny a vytvořit katalog (seznam) součástí	Používá podnikatelskou intuici a strategické myšlení
	Umí odhadnout další vývoj a potřebnost tvorby technického zařízení	Umí zvolit materiál součástí, včetně jeho tepelného zpracování a předepsat stav povrchu	Umí aktivně prosazovat změny a přebírat za ně zodpovědnost; je iniciátorem nových myšlenek, používat inovativní a kreativní myšlení
		Umí pevnostně a deformačně zkontrolovat jednotlivé součásti	Jeho výkon je vysoce spolehlivý a stabilní, je příkladem v osobním nasazení
		V případě variantního řešení, stanoví optimalizační kritéria a vybere optimální řešení samostatně analyzuje a popisuje technický problém	Dokáže složitý úkol převést na dílčí úkoly, kroky; plánuje krátkodobě a dlouhodobě
			Umí řešit problémy

Tab.2.7 Navazující program Strojní inženýrství – konstruktér

Tyto všechny znalosti a dovednosti jsou popsány v studijním programu *Strojní inženýrství* na Západočeské univerzitě v Plzni [15]. A to samozřejmě odpovídá požadavkům Národní soustavy povolání v oblasti strojírenství.

### 2.1.6 Návrh modelu stávajícího kompetenčního profilu studenta FST

Vše znalosti a dovednosti, které potřebuje budoucí inženýr jsou takové, se kterými vždy najde dobré uplatnění v technickém i netechnickém oboru, a které je dobrým předpokladem pro další kariérní růst a nadstandardní ohodnocení práce. Z obr. 2.5 je zřejmé, jak vypadá model stávajícího kompetenčního profilu studenta strojní fakulty.

První kategorie modelu jsou měkké kompetence. K tomu je potřeba vysoké úrovně komunikace, flexibility a kreativity. Nejdůležitější schopností má být pohodlná spolupráce se svými kolegy, snaha k řešení různých problémů a potíže, podnikatelská intuice a strategické myšlení, které umožňují připravit a realizovat nové záměry a mu vytvářejí výbornou výchozí pozici v konkurenčním prostředí.

Musí mít inovativní a kreativní myšlení, jeho výkon je vysoce spolehlivý a stabilní, dokáže složitý úkol převést na dílčí úkoly i konkrétní kroky, rychle a pružně se rozhoduje. Neúspěch má chápat jako příležitost udělat to příště lépe.

Co se týká obecných dovedností, tady na prvním místě je dost vysoká úroveň práce na počítači, provádí složitější aritmetické a geometrické výpočty a operace, má se orientovat v ekonomických a právních pojmech a musí mít významné jazykové dovednosti a není jenom v češtině.

Potom důležité mít veškeré vlastnosti v teoretických a praktických znalostech. Maximální deskriptor mají mít další teoretické znalosti, a to jsou základy konstruování, a technického kreslení, má umět počítat hodnoty a cenu budoucího výrobku, základy technologií ve strojírenství, základy předmětů: elektrotechnika, hydromechanika, hydraulika, pneumatika, statika, pružnost a pevnost, vlastnosti materiálů atd.

Kromě teorie je nutné mít praktické schopnosti řídit projekty a se dobře pohybovat v konstrukčních řešeních, umění vypracovávat konstrukční dokumentace, mít praktický používat vše postupy při konstrukčním projektu, vypočítávat a volit materiál pro budoucí konstrukci. Jako výsledek modelu jsou grafy.

Měkké kompetence	Obecné dovednosti	Odborné znalosti	Odborné dovednosti
<ul style="list-style-type: none"> <li>• formulování myšlenek v písemné i ústní formě</li> <li>• práce ve skupině</li> <li>• je iniciátorem nových a kreativních myšlenek</li> <li>• aktivně prosazuje změny</li> <li>• vůči zákazníkům je neochotný</li> <li>• jeho výkon je vysoce spolehlivý a stabilní</li> <li>• dokáže složitý úkol převést na dílčí</li> <li>• dokáže definovat příčiny a následky problému</li> <li>• plánuje krátkodobě a dlouhodobě</li> <li>• aktivně se celoživotně vzdělává</li> <li>• je rozhodný a aktivní</li> <li>• neúspěch chápe jako příležitost</li> <li>• orientuje se výborně v informaci</li> <li>• důraz na týmové cíle</li> <li>• ovlivňuje ostatní</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vysoká úroveň počítačové způsobilosti</li> <li>• žádná úroveň řízení o/a</li> <li>• vysoká úroveň numerické způsobilosti</li> <li>• běžné ekonomické povědomí</li> <li>• běžné právní povědomí</li> <li>• výborná způsobilost v češtině</li> <li>• běžná způsobilost v angličtině</li> <li>• nepotřebuje se způsobilost v dalším světovém jazyce</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• technické kreslení_4</li> <li>• obecné zásady péče o stroje_6</li> <li>• kovové materiály a slitiny_6</li> <li>• strojní součásti a polotovary_4</li> <li>• postupy konstruování_7</li> <li>• užitná hodnota a cena výrobku_7</li> <li>• strojní mechanismy_7</li> <li>• mechanika_7</li> <li>• základy technologií ve strojírenství, základní druhy strojů a zařízení_7</li> <li>• systémy jakosti_6</li> <li>• elektrotechnika_4</li> <li>• hydromechanika, hydraulika, pneumatika_7</li> <li>• statika_7</li> <li>• pružnost a pevnost_7</li> <li>• plastové materiály_7</li> <li>• technologie obrábění kovů_4</li> <li>• CAD/CAM_7 pouze výhodou</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• orientace v strojírenských normách_6</li> <li>• řízení konstrukčních projektů_7</li> <li>• samostatné zpracování konstrukčních řešení_7</li> <li>• vypracovávání konstrukční dokumentace_7</li> <li>• domlouvání s úseky_7</li> <li>• volba materiálů_7</li> <li>• pevnostní výpočty_7</li> <li>• zpracování návodu pro testování_7</li> <li>• úplatňování technologičnosti_7</li> <li>• provádění ekonomického hodnocení nového výrobku_7 pouze výhodou</li> </ul>

Obr.2.1 Stávající profil studenta FST

### 3 Vysvětlení podstaty a důvodů implementace iniciativy Průmysl 4.0

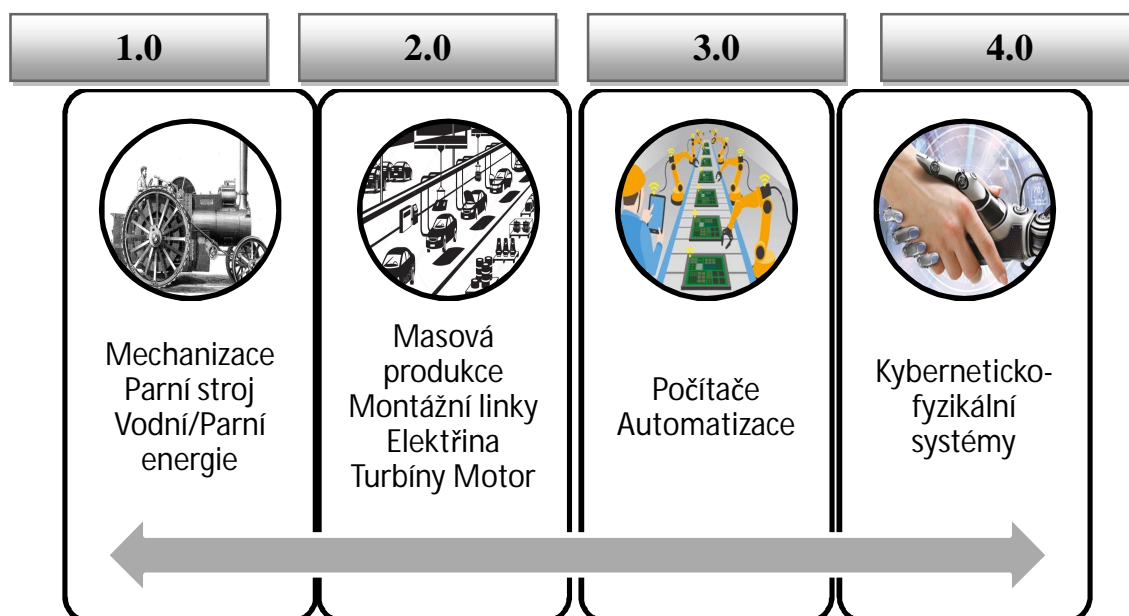
Na webových stránkách Ministerstva průmyslu a obchodu České republiky [16] je možné najít dokument pro veřejnost, který popisuje podstatu a vize konceptu 4.0 „Národní iniciativa Průmysl 4.0“, a je dokument vytvořený skupinou vedením profesora ČVUT Vladimíra Maříka, který vznikl ze stimulu Ministerstva průmyslu a obchodu za účelem potřeby plánování zavedení této iniciativy do české ekonomiky, průmyslu a do celé společnosti.

#### 3.1 Průmysl 4.0

Není pochyb, že přechod průmyslového sektoru na Průmysl 4.0 je více než jen otázkou technologií. Změna pronikne nejen do korporativních strategií, ale také celkem do národní ekonomiky a politiky zaměstnanosti. Proto je potřeba na novou průmyslovou revoluci rychle připravit, jinak je velké riziko přijít o dobrou pozici na trhu.

##### 3.1.1 Pojem a charakteristika Průmyslu 4.0 – digitální transformace

Lze předpokládat, že Průmysl 4.0 bude mít zásadní vliv na pracovní trh. Je velká pravděpodobnost, že dojde ke snížení počtu pracovních míst v tradičních oborech a zároveň je očekáván nárůst pracovních míst, především v oblasti IT a digitálních technologií. Výrobní metody a způsoby práce budou zásadně odlišné od těch stávajících a tradičních. Výsledkem bude změna obchodních modelů a vznik nových profesí. Je nutné očekávat vznik nových nároků na kompetence stávajících inženýrů po implementaci iniciativy Průmysl 4.0. Podniky budou potřebovat dostatek kvalifikovaných zaměstnanců, aby zvládli náročný proces digitalizace dle zdroje [17]. Na Obr.3.1 Změna průmyslových revolucí dole je vidět popis vývoje předchozích průmyslových revolucí.



Obr.3.1 Změna průmyslových revolucí

Podle charakteristiky Ministerstva průmyslu a obchodu Nová průmyslová revoluce je specifický koncept, který transformuje výrobu ze svých samostatných automatizovaných elementů na plně automatizovaná výrobní prostředí. Tím budou vznikat globální sítě, které to znamená, že výrobní zařízení budou propojeny do kyberneticko-fyzikálních systémů – CPS (Cyber-Physical Systems) [17]. Tyto jsou základním stavebním prvkem tak zvaných „digitálních

továren“. Továrny tohoto druhu budou schopny rychlé výměny informací, vyvolání potřebných akcí v reakci na momentální podmínky a kontrolu. Senzory, stroje, dílce a informační systémy budou vzájemně propojeny v rámci firmy.

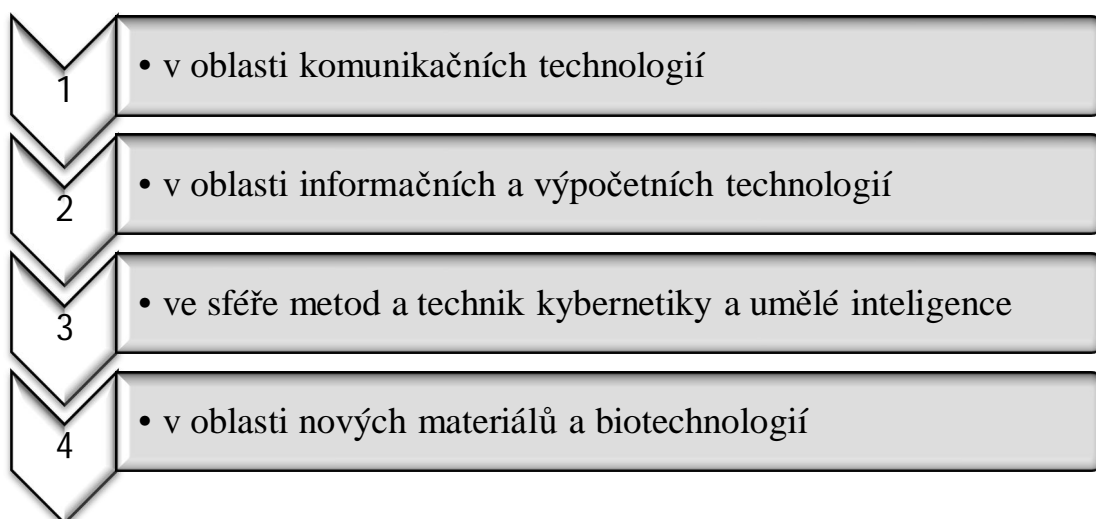
Takto propojené CPS na sebe budou pomoci standardních komunikačních protokolů na bázi Internetu vzájemně reagovat a analyzovat data. V takovýchto podnicích budou vznikat „chytré produkty“.

Vertikální výrobní procesy budou horizontálně propojeny v rámci firemních systémů, které budou v reálném čase pružně reagovat na okamžitou a měnící se poptávku po produktech. Budou reagovat na individuální požadavky zákazníků, a to umožní efektivně vyrobit.

V dokumentu Iniciativy průmysl 4.0 se přesně uvádí pojem „inteligentní“ [17] podnik nebo továrna. Proto nejvýznamnější role hrají IT technologie. Takže je to velká změna vztahu mezi člověkem a strojem. Více těžké práce teď budou vykonávat stroje a pro pracovníka vznikne prostor pro kreativní činnost.

Tyto procesy v podniku dále vedou ke změnám v oblasti obchodu, vzniknout nároky na flexibilitu firem, na rychlost jednání, na schopnost reagovat včas na veškeré změny v podnikání.

Iniciativa Průmysl 4.0 je přechod od izolovaně využívané počítačové a robotické podpory výrobních či administrativních úloh, je technologicky umožněna prudkým rozvojem v následujících oblastech, a to je na Obr.3.2 Oblasti Iniciativy Průmysl 4.0:



Obr.3.2 Oblasti Iniciativy Průmysl 4.0 [17]

Digitální transformace popisuje další rozvoj provozu v podnicích a nové období, které má své vlastnosti a vyžaduje od korporativní politiky a podnikové společnosti úplnou změnu v myšlení u běžného pracovníka stejně jako u vedoucího průmyslových firem.

Hotové řešení Průmyslu 4.0 už je na cestě. Nezbytné je vyvíjet či modifikovat konkrétní řešení s využitím dostupných technologií.

Český aplikovaný výzkum by měl působit ze dvou stran – pomáhat realizovat řešení Průmyslu 4.0 v českém prostředí, jednak hledat obecná řešení exportovatelná do světa. Postavení českého aplikovaného i průmyslového výzkumu v této duální roli je nezastupitelné.

Výzkum by se měl přednostně zaměřovat na integraci stávajících dílčích řešení a na nová, inovativní řešení tam, kde má český výzkum dlouhodobou úspěšnou tradici, např. v oblasti technik automatického řízení, kyberneticko-fyzikálních systémů, robotiky, simulace, vizualizace a software pro počítačovou bezpečnost.

Český aplikovaný výzkum by mohl poskytovat progresivní řešení Průmyslu 4.0 – ostatně to se už děje a vysoké školy či výzkumné organizace poskytují v rámci mezinárodních řešení podporu projektům Průmysl 4.0, i když o tomto faktu veřejnost příliš neví.

Digitalizace přinese více možností práce na dálku, což bude přínosné pro sladění pracovního a rodinného života, usnadní získat práci osobám z okrajových regionů a otevře možnosti talentům všeho druhu i v poměrně úzkých oborech participovat na globální poptávce. Tento trend bude podporován i současnou vitalizací sociálních kontaktů. Vedle toho se stále častější možností pracovního uplatnění stane sebe-zaměstnání, které bude s využitím digitálních technologií přístupnější, a budou je využívat pracovníci ve stále větší škále profesí. Nové technologie přinesou nejen odstranění fyzicky namáhavé práce, ale i možnost kvalitativního obohacení práce, zlepšení pracovního prostředí a více příležitostí pro profesní rozvoj. Zároveň však zvýší nároky na větší flexibilitu práce, komplexnost pracovních úkolů a přizpůsobivost pracovníků vůči dematerializaci a vizualizaci pracovních procesů. Průmysl 4.0 stejně jako všechny předchozí technologické změny povede k zániku určitých profesí/odvětví a naopak ke vzniku nových dle zdroje [17].

Digitální technologie vytvářejí i nové pracovní příležitosti (ve správě databází, webovém designu, v práci s velkými objemy dat, v cloudových službách, ochraně dat, apod.) a mění podobu tradičních odvětví (digitalizace, automatizace a optimalizace výrobních postupů, internetový obchod, sociální sítě, apod.). Rozhodující profesí pro Průmysl 4.0 jsou systémoví architekti, kteří musí kombinovat tradiční technické vzdělání se softwarovou excelencí a kreativitou. Další velmi důležitou profesí jsou specialisté v oblasti robotiky s důrazem na vzájemně spolupracující roboty, roboty spolupracující s lidmi, na bezpečnost systémů a na vyhodnocování možných rizik a jejich předcházení.

Navíc budou probíhat i další technologické změny uvnitř tradičních průmyslových výroby spojené s využíváním biotechnologií a pokročilých materiálů. Provázání digitalizace a kybernetických přístupů s těmito progresivními technologiemi vytvoří jak další nové pracovní příležitosti a profese, tak nové nároky na kvalifikace.

Globálním cílem veškerého výzkumného úsilí musí být vývoj softwarových prostředí pro kooperaci a systémovou integraci. Kybernetika a umělá inteligence jsou disciplíny, které vytváří jádro konceptu Průmysl 4.0. Dále je nutné uvést informace o tom, jaké změny podle Iniciativy Průmysl 4.0 je potřeba provádět v oblasti vzdělávání a jakým má být student v případě strojní fakulty, aby mohl používat svou budoucí kvalifikaci v rámci nové průmyslové revoluce.

To znamená, že je to cesta ke globální změně v moderních průmyslových procesech a přizpůsobení technologie výroby novému konceptu a principům.

Podle reportu Industrie 4.0 [19] třemi výzvami nové průmyslové revoluce budou standardizace, organizace práce a dostupnost produktů.

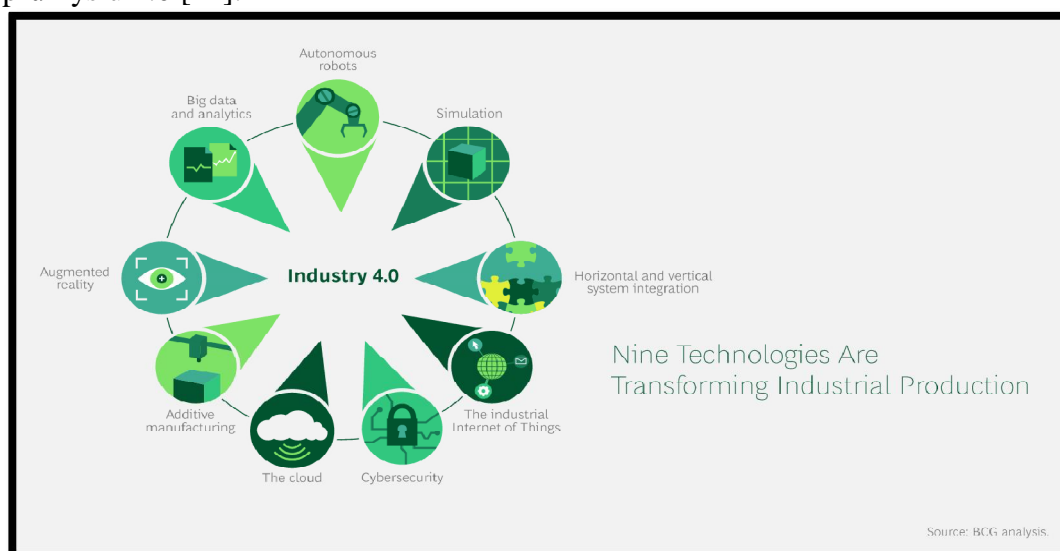
V dokumentu GTAI (Germany trade and Invest) [20] je stanoveno, že pojem Industrie 4.0 nebo Průmysl 4.0 se týkají technologického vývoje z vestavěných systémů do kybernetických systémů a představuje čtvrtou průmyslovou revoluci, která je na cestě především k internetu věcí, databázím a službám. Decentralizovaná inteligence pomáhá vytvářet síťová řešení a řízení procesů přičemž interakce reálného a virtuálního světa představují zásadní nový aspekt výrobního procesu [20].

Jak to bylo řečeno, jedna ze součástí Průmyslu 4.0 je inteligentní továrna zítřka, nebo jak ji někteří nazývají digitální nebo chytrá továrna [18]. Továrna, která vyrábí nejen rychleji, pružněji a efektivněji, ale také je „inteligentní“. Komunikační procesy mezi stroji a postupy, při kterých mohou stroje samostatně identifikovat problémy a přijímat rozhodnutí založená na technologiích

třetí platformy, integrovaném prostředí IT a takzvaných průmyslových internet-věcích. Dle [18] ve čtvrté průmyslové revoluci přecházíme z jednoduchého internetu a tradičního modelu klient-server na mobilitu, překonání digitálního a fyzického prostředí (ve výrobě nazvanou Cyber-Physical Systems), sblížení IT a všech výše uvedené technologie (internet věcí, velké údaje, cloud atd.), další urychlení, jako je pokročilá robotika, která umožňuje automatizaci a optimalizaci zcela novými způsoby, které vedou k rozsáhlým příležitostem inovovat a skutečně plně automatizovat a přivést průmysl na další vyšší úroveň.

Vzestup nových digitálních průmyslových technologií, známý jako Industry 4.0, je specifická transformace, která umožňuje shromažďovat a analyzovat data mezi stroji, což umožňuje rychlejší, pružnější a efektivnější procesy výroby kvalitnějších výrobků za snížené ceny, jak ukazuje Boston Consulting Group [21]. A podle toho tato výrobní revoluce samozřejmě bude zvyšovat produktivitu, posune vpřed ekonomiku, bude podporovat průmyslový růst a změni profil pracovní síly – a konečně změni konkurenceschopnost podniků a celých regionů.

Pokročilá digitální technologie se již používá ve výrobě, ale s průmyslem 4.0 se výroba změni. Bude to vést ke zvýšení efektivity a změni tradičních výrobních vztahů mezi dodavateli, výrobcem a zákazníky - stejně jako mezi lidmi a strojem. Dále na Obr.3.3 Devět technologických trendů od BCG je vidět devět technologických trendů od Boston Consulting Group, které tvoří bloky průmyslu 4.0 [21].



Obr.3.3 Devět technologických trendů od BCG [21]

Průmysl 4.0 se zabývá aplikací devíti digitálních průmyslových technologií: pokročilá robotika, výroba přísad, rozšířená realita, simulace, horizontální/vertikální integrace, průmyslový internet, cloud, cybersecurity a Big Data and Analytics [21].

Je jasné dle [18], že dnes některé společnosti investují do několika těchto technologií společně; převážně tradičních pilířů třetí platformy, jako je cloud a Big Data/Analytics, a stále více do průmyslových internet-věcí z integrovaného pohledu. Co je hlavní výhodou Průmyslu 4.0. Hlavním cílem Průmyslu 4.0 je, aby výrobní a související s ní průmyslová oblast, jako je, třeba, logistika, byly rychlejší, efektivnější a více orientovaný na zákazníky, a současně době používali automatizaci a optimalizaci a odhalily nové obchodní příležitosti a modely.

Je nutné zopakovat, že dle [17] nová průmyslová revoluce je koncept, transformující výrobu ze svých samostatných automatizovaných elementů na plně integrovaná automatizovaná a průběžně výrobní prostředí. Tím budou vznikat nové globální sítě, které jsou založený na

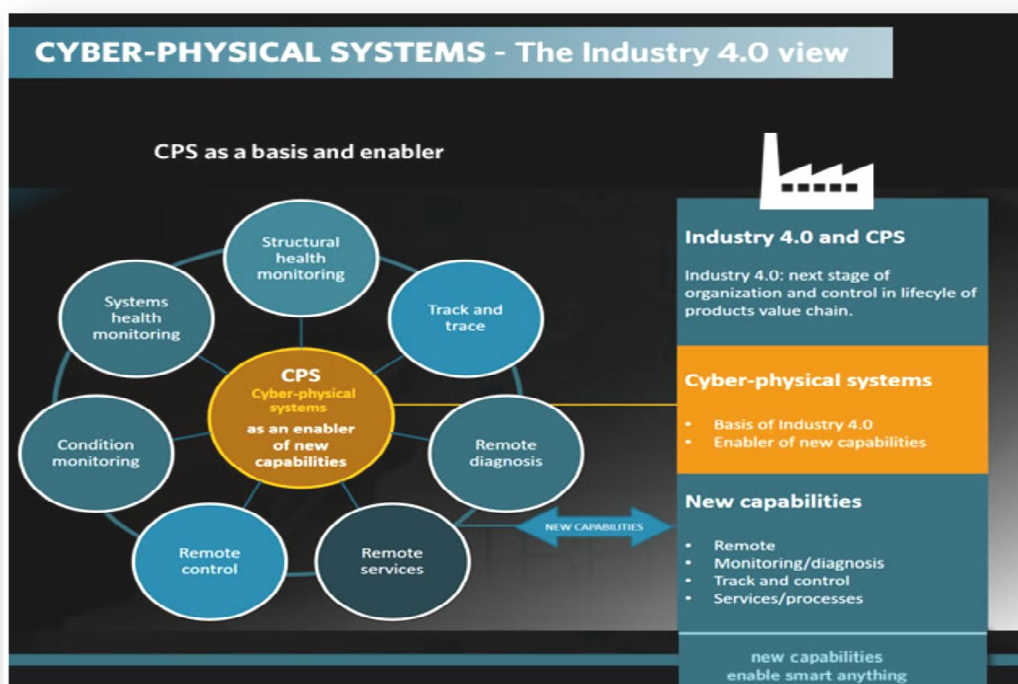


propojení výrobních zařízení do kyberneticko-fyzikálních systémů – CPS (Cyber-Physical Systems). Kyberneticko-fyzikální systémy přinesou velké změny ve srovnání s tradičním výrobním procesem ve dnešní době. Tím budou vznikat „chytré továrny“, inteligentní systém převezme některé činnosti, které dosud vykonávali lidé. V budoucnu všechny úrovně výrobního řetězce budou digitálně propojené. Výroba nebude závislá na centrálním systému, jen bude více decentralizovaná.

### 3.1.2 Kyberneticko-fyzikální systémy (CPS)

Jak říká autor článku [18] kyberneticko-fyzikální systémy ve své podstatě umožňují vytvářet takový průmyslový systém, který je schopen spojit vše zařízení tohoto systému, které budou komunikovat mezi sebou, a to celkem doplňuje stávající výrobní možnosti.

Ve strojírenství je kyberneticko-fyzikální systém považován za novou etapu vývoje podle kontextu Průmysl 4.0 [18]. Na Obr.3.4 Přehled kyberneticko-fyzikálního systému je vidět, že Kyberneticko-fyzikální systémy jsou kombinace různých inteligentních fyzických komponentů, objektů a systémů s vestavěnými možnostmi výpočetního a ukládacího zařízení, které se propojují prostřednictvím sítí a tím vznikají koncept inteligentních továren dle principu Průmysl 4.0 v oblasti internet věcí, dat a služeb se zaměřením na procesy.



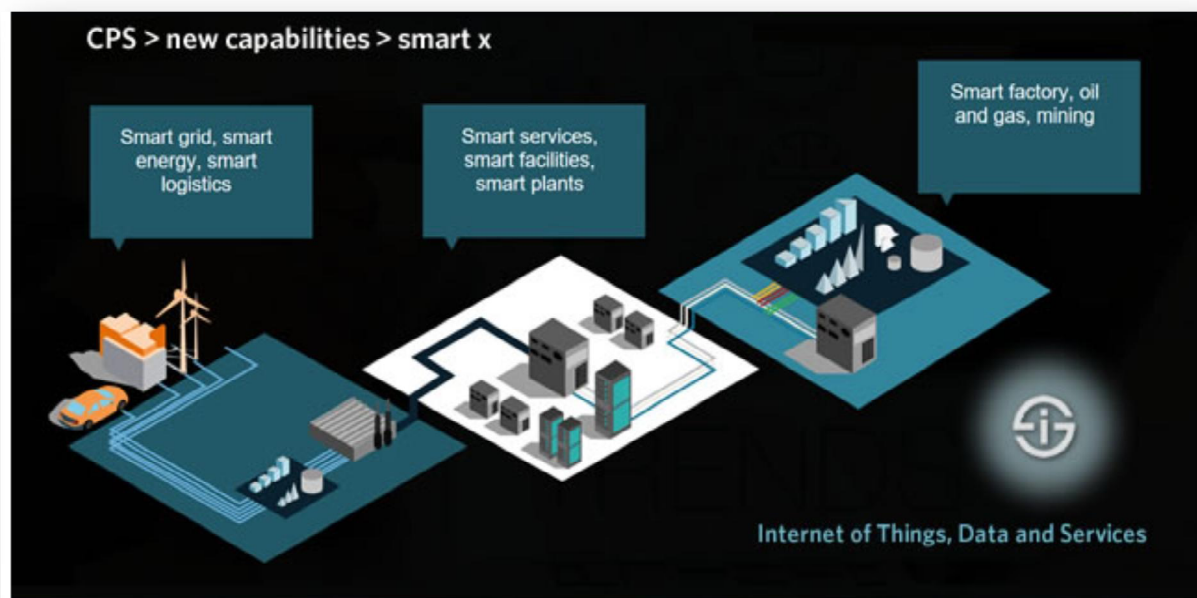
Obr.3.4 Přehled kyberneticko-fyzikálního systému [18]

Při pohledu na Průmysl 4.0 jako na novou etapu v organizaci a řízení hodnotového řetězce během životního cyklu produktů pokračuje dále toto zlepšování, ve kterém kyberneticko-fyzikální systém zapadá do mechanických systémů, a potom dále do mechatroniky a adaptroniky. V současné době vstupuje fáze růstu kybernetických fyzikálních systémů. Jak je to ukázáno na Obr.3.4 Přehled kyberneticko-fyzikálního systému, kybernetický systém umožňuje další nové možnosti.

Výsledkem jsou nové možnosti v oblastech, jako je monitoring struktury zdraví, ochrany a bezpečnosti, systému track and trace, dálková diagnostika a služby, dálkové ovládání, monitorování stavu systému, sledování stavu systému atd. Kyberneticko-fyzikální systém je to

především systém, který se skládá z fyzických entit (komponentů), které jsou řízeny počítačovými algoritmy, a vyžaduje mezi-disciplinární přístup, to znamená, že spojuje v sobě teorii kybernetiky, mechatroniky, konstrukční a výrobní vědy, podle informace z článku [22].

Základem je spolupráce těch samostatných jednotek, které jsou schopny se autonomně rozhodovat, řídit svěřený technologický celek a se stát samostatným členem komplexních výrobních celků [22].



Obr.3.5 Nové možnosti Kyberfyzikálních systémů [18]

A právě díky těmto novým schopnostem, které jsou umožněny síťovými a komunikačními kybernetickými moduly a systémy, je povolen vznik, jak to uvedeno výše, takzvaných inteligentních továren, inteligentních měst, inteligentní logistiky apod., to je vidět na Obr.3.5 Nové možnosti Kyberfyzikálních systémů . Vzniká objekt, který je ve své podstatě „inteligentní“ nebo „chytrý“ systém.

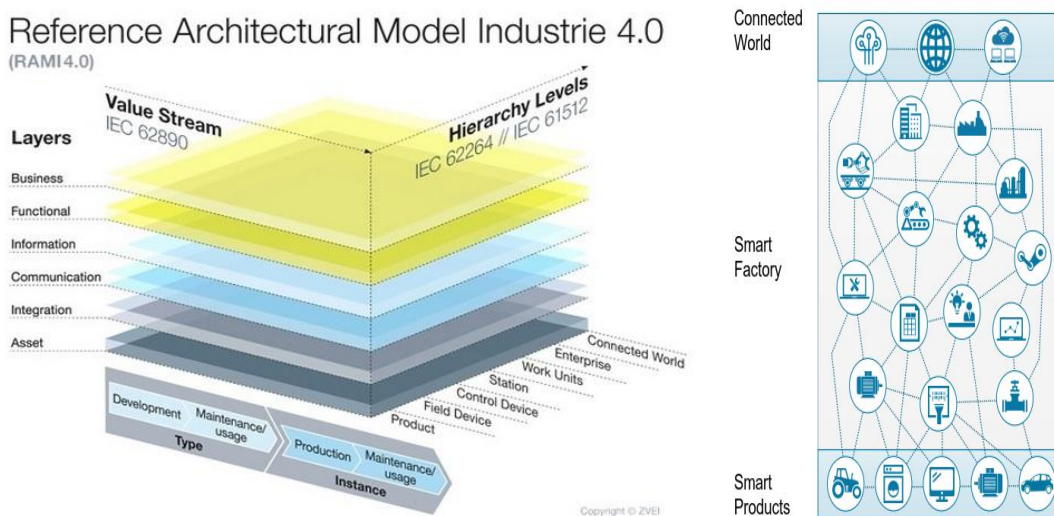
Níže je uvedeno krátké shrnutí klíčových charakteristik kyberneticko-fyzikálního systému dle zdroje [18]:

- Kyberneticko-fyzikální systémy jsou považovány za další vývoj ve výrobě, mechanice a strojírenství;
- Mají inteligentní řídicí systémy a jsou schopny komunikovat mezi sebou díky svému propojení v síti;
- Mají svůj systém kontroly, regulátory a senzory;
- Jsou základním prvkem Průmyslu 4.0 a umožňují další možnosti ve výrobě;
- Díky novým možnostem systému vznikají inteligentní továrny, inteligentní logistika a další inteligentní oblasti.

### 3.1.3 Referenční model struktury Průmysl 4.0 (RAMI 4.0)

Referenční model struktury Industrie 4.0, v němčině Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0, zkráceně RAMI 4.0, autory tohoto modelu jsou společně sdružení BITKOM, ZVEI a VDMA. Ten model ve své podstatě popisuje v trojrozměrném prostoru základní aspekty

Průmyslu 4.0. Díky tomu modelu komplexní vazby jsou rozděleny do menších substruktur, které mohou být zkoumány samostatně pro lepší vývoj, jak to vyznačuje autor článku v časopisu *Automa* [23]. A to je na Obr.3.6 Referenční model struktury Industrie 4.0.



Obr.3.6 Referenční model struktury Industrie 4.0 [24]

Na Obr.3.6 Referenční model struktury Industrie 4.0 pravá horizontální osa obsahuje popis hierarchické vrstvy podle mezinárodní normy IEC 62264 Integrovaný systém podnikového řízení<sup>1</sup>, které reprezentují různé funkce v továrnách a výrobních zařízeních. Tyto funkce rozděleny do několika částí, od „produktu“ až po propojení do internetu věcí a služeb, tak zvané „propojený svět“. To znamená, že „chytrý podnik“ má flexibilní systémy a stroje, továrna je propojená přes síť a všechny stroje a zařízení komunikují mezi sebou, a to je podstata Průmyslu 4.0.

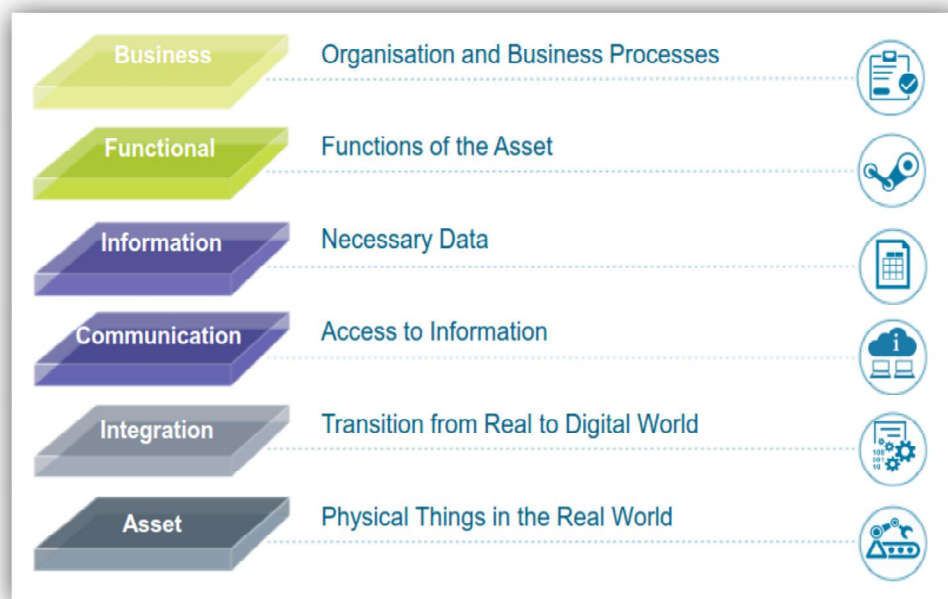
Levá horizontální osa na Obr.3.6 Referenční model struktury Industrie 4.0 představuje životní cyklus zařízení a produktů na základě IEC 62890 Správa životního cyklu produktů a systémů používaných pro měření, řízení a automatizaci v procesním průmyslu<sup>2</sup>. Tady jsou dvě třídy: typ a instance. Typ se stane instancí, když je výrobek zkonstruován do testování prototypu a do začátku výroby [23].

Vrstvy na vertikální ose na Obr.3.7 Architektura jsou určeny k popsání vlastností zařízení pomocí rozkladu vrstvy po vrstvě na základě virtuálního mapování.

Pomocí těchto os mohou být zmapovány všechny základní a důležité vlastnosti Průmyslu 4.0. V tomto zmíněném modelu jsou zahrnuty rozdílné uživatelské pohledy z různých stran, a model poskytuje obecné chápání toho, co se v Německu rozumí pod pojmem Industrie 4.0. Díky modelu RAMI 4.0 potom mohou být vytvářeny požadavky na jednotlivé sektory – od automatizace a strojírenství po procesní inženýrství, jak to uvádí článek [23].

<sup>1</sup> ČSN EN 62264-3 ed. 3 (182002) Integrovaný systém podnikového řízení - Část 3: Modely činnosti managementu výrobních provozů – zdroj <https://shop.normy.biz/detail/503183>, 1.10.2017

<sup>2</sup> IEC 62890 Life-cycle management for systems and products used in industrial-process measurement, control and automation (IEC 65/617/CDV:2016); German version FprEN 62890:2016 – zdroj <https://www.beuth.de/de/norm-entwurf/din-en-62890/269121145> 3.03.2017



Obr.3.7 Architektura [24]

Závěr: Lze říct s velkou jistotou – jak to podtrhuje bývalý ministr průmyslu a obchodu Mládek v článku [25], že je nutné být v předstihu s novou etapou v společně s několika světovými stranami (například Německo, Francie, Itálie, Velká Británie, Japonsko, Čína atd.). Průmysl 4.0 není pouze digitalizace a automatizace: „...musíme vnímat Průmysl 4.0 jako celkovou platformu komunikačních, výrobních, myšlenkových i vztahových či etických změn, jež do výroby, logistiky, prodeje i do našeho osobního života přinášejí a ještě přinesou nové technologie, které umožňují decentralizované řízení výrobního procesu a autonomní rozhodování jednotlivých složek. Základními prvky jsou propojená výrobní síť a synergie propojení reálného s virtuálním světem“ [25]. Jedná se o velkou technologickou a strukturální změnu, která zasahuje vše oblasti života, trh, vědu a výzkum, školství.

### 3.2 Zdůvodnění změny kompetenčního profilu stávajícího studenta strojních fakult

Dále je nutné se soustředit na problému změny stávajícího profilu studenta strojní fakulty, a jaký je k tomu důvod. Z hlediska očekávaných změn v návaznosti na vznik nové promyšlené revoluce je nezbytné provést detailní zkoumání stavu vzdělávání technických oborů, aby student odpovídal požadavkům revolučního Průmyslu 4.0. Nyní je v této souvislosti stále častěji používán pojem Vzdělávání 4.0.

#### 3.2.1 Vzdělávání 4.0

Vzdělávání 4.0 (anglicky: Education 4.0) je nový pojem (nepřesně vymezené označení, které nemá ustálenou definici), jenž se používá pro jednu z modelů, který patří ke konceptu Průmysl 4.0 a vysvětluje změny ve vzdělání z hlediska vlivu digitalizace a automatizace. Jedná o termín, který je v některých ohledech podobný s předcházejícím konceptuálním rámcem (vzdělávání 3.0). Vzdělávání 4.0 se používá především v souvislosti s nástupem digitalizace, nutnou změnou paradigmatu (vzdělávání 4.0 je tak do jisté míry reakcí na průmysl 4.0) a nutností koncipovat udržitelný model vzdělávání v době čtvrté průmyslové revoluce, definice je ze zdroje [26].

České vysoké školství se v současné době vydalo na cestu k Průmyslu 4.0. Technické univerzity mají dostatečnou úroveň, aby dokázali realizovat kvalitní výuku v jednotlivých technologiích, v jednotlivých úzce zaměřených oborech podle myšlenky, která je orientována na koncept Průmyslu 4.0 [17].

Průmysl 4.0 je však více o zásadním posunu v myšlence směrem k interdisciplinárnímu přístupu než o výuce nových technologií. Důsledky myšlenek Průmyslu 4.0 se netýkají jen technických univerzit, ale všech vysokých škol. Ale co se týče technických oborů, tady především chybí interdisciplinární pohled na podstatu Průmyslu 4.0 a její vize. Tyto vize znamenají zásadní změnu nejen chování výrobních systémů a ve využití informačních technologií, ale tím vyžadují změnu ve stylu *myšlení* inženýrů, jak to říká národní iniciativa implementace Průmyslu 4.0 [17].

Dle zdroje [17] uvádí podmínky pro změny ve školství. Vzdělávání bude muset obsahovat daleko více inženýrských znalostí, a to na uživatelské i vývojářské úrovni doplněné o znalosti bezpečnosti digitálních systémů, práce s velkým objemem dat, cloudových řešení apod. Bude muset také lépe provazovat tradiční obory se systémovými znalostmi a reagovat na potřebu interdisciplinárních dovedností, na znalosti procesního a projektového řízení, podporu schopnosti nacházet inovativní řešení.

Inženýrští odborníci pro Průmysl 4.0 musí bezpodmínečně mít hlubokou znalost technologií a procesů v odvětví, kde působí.

Tedy je důležité ukázat zásadní směr změn pro technické vysoké školy dle [17]. Musí urychleně připravit nové interdisciplinární výukové programy. Programy, které budou zaměřeny na horizontální integraci znalostí a zkušeností z různých oborů a zabezpečující nadhled v systému.

Na technických vysokých i středních školách však není možné vyčkávat na postupné zavádění nových oborů, ale je nutné co nejdříve seznamovat všechny studenty a posluchače se základy na kyberneticko-fyzikální systémy, třeba je to možné vyřešit zařazením nových kurzů a předmětů do stávajících učebních plánů ve všech technických oborech.

Významnou roli by měly sehrávat odborné stáže ve firmách. To znamená, že je nutné zvyšovat praktické dovednosti v praxi.

Změny v obsahu výuky musí zasáhnout nejen téměř všechny obory na technických vysokých školách, ale prakticky všechny vysoké školy. Pokud se jedná o technologickou revoluci, na níž musí být připraveni nejen inženýři. Musí nastat zásadní změny i v řadě oborů ekonomických, protože - jak bylo zmíněno výše - revoluce 4.0 bude mít vliv na obchodní modely. A taky lze připravit v právních a společenských oborech.

Každá vysoká škola musí tedy do svých studijních programů zařadit výuku poznatků o Průmyslu 4.0 formou studijního programu, oboru nebo předmětu v rozsahu odpovídajícím souvislosti vyučovaného oboru s Průmyslem 4.0. Jedná se skutečně o hlubokou myšlenkovou velkou změnu, která zasáhne celou společnost a samozřejmě školství.

Text dokumentu Průmysl 4.0 mezi návrhy pro regionální školství vyžaduje obecná opatření, jako snahu o rozvoj každého žáka, důraz na intrapersonální a interpersonální dovednosti nebo podporu experimentování, tvoření a podnikavosti [17].

V realizaci iniciativy Průmyslu 4.0 v oblasti vzdělávání je ohromný potenciál, ale i tady existuje množina rizik. Jaké jsou? Největší riziko zavádění změn v konceptu Průmysl 4.0 je zaměření jen na technokratickou podstatu konceptu. Ale není to správně. Průmysl 4.0 totiž nejde pouze o automatizaci, robotizaci a digitalizaci výroby, ale jako následek změn je vliv na ostatní

oblasti a v důsledku na lidský život. Jedná se tedy o témata, jako jsou obrovské změny na trhu práce.

Lze předpokládat, že vzniká potřeba požadavků na integraci digitálních kompetencí do standardu učitele a je povinná příprava studentů učitelství v této oblasti či zavedení informatického myšlení.

### 3.2.2 Směr dalšího vývoje vysokých škol a fakult technického směru

Lze bez pochybnosti říci, že především je důležité komplexně pochopit, co znamenají ty všichni změny, které nový revoluční koncept přináší. To pochopení a komplexní interdisciplinární pohled na vize Průmyslu 4.0 samozřejmě chybí dle [17]. Nejde jen o tom, že život společnosti, veškerá lidská činnost a modely podnikání jsou měněny internetem a novými technologiemi, ale tyto vize vyžadují zásadní změnu myšlení u inženýrů, možnost pochopení fungování složitých systémů. Co se týče oboru technického směru, je nutné uvést dále, jaké změny v programů je potřeba poskytnout, aby mohli vyhovovat novému stylu myšlení budoucího inženýra. Jaké předměty by bylo doplnit dle národní iniciativy Průmysl 4.0 kromě specifických technických předmětů pro inženýrský obor, a ty jsou taky technického a netechnického směru, Obr.3.8 Doplnující předměty technického směru dle :



Obr.3.8 Doplnující předměty technického směru dle [17]

Lze především pochopit základní myšlenku nové revoluce a nejedná se pouze o přidání doplňujících předmětů ke stávajícímu profilu studenta. Jedná se o nové myšlení. Nestačí jenom přidat znalosti technického směru, je nutné taky dostat znalosti podnikání a obchodování na internetu, různé internet věci, právní aspekty související s automatizací a internetem, sociální vývoj společnosti, a k tomu podle kompetenčního modelu národní soustavy povolání je důležité přidat veškeré dovednosti: komunikační dovednosti, podpora tvořivosti a kritičnosti. Není potřeba čekat zavedení nových oborů a co nejdříve a nejrychleji seznámit studenty se základy kyberneticko-fyzických systémů a inženýrsko-vývojovou integraci složitých systémů. Velkou roli by sehrála praxe ve firmách a praktické dovednosti. Podle tohoto popisu národní iniciativy Průmysl 4.0 [17] jsou další návrhy opatření pro vysoké školství:

➤ Zavést nové studijní programy pro Průmysl 4.0. Na fakultě strojn<sup>í</sup> vytvořit nové programy, které zaměřené na problematiku Průmysl 4.0. Kromě technologických znalostí a dovedností věnovat velkou pozornost systémovému pohledu a interdisciplinari<sup>t</sup>ě. Jádrem výuky jsou kybernetika, automatizace, robotika, umělá inteligence strojové vnímání, simulace a systémová integrace. Potom je potřeba dodat předmět, který popisuje změny podle Průmyslu 4.0, předmět o používání internetu, a taky pár předmětů znalosti o společnosti a měkkých dovednostech.

➤ Na všech fakultách zavést jediný předmět, který je orientován na vize a myšlenky Průmyslu 4.0.

- Pro vysoké školy povolit přístup k financování výzkumu pro Průmysl 4.0 pro zjištění znalostí v této oblasti.
- Pro výuku problematiky Průmysl 4.0 vybavit školy vhodnými laboratořemi.
- Podporovat spolupráci a praxe s průmyslem ve výuce.
- Podporovat rozvoj celoživotního vzdělání ve vazbě na Průmysl 4.0 pro průmyslové podniky.
- Získat větší počet studentů technického směru.
- Zvýšit kvalitu a efektivitu výuky fyziky a matematiky zkušenými inženýry.
- Zavést pro celou dobu studia souběžnou výuku teoretických a odborných předmětů aby zvýšit motivaci a kvalitu výuky.

### 3.2.3 Pokyny na návrh profilu studenta nového oboru „Průmysl 4.0“

Před tím, než navrhnout nový vzdělávací program dle požadavků budoucí průmyslové revoluce, je potřeba schválit vše předchozí poznámky ze zkoumání, jež bylo provedené dříve.

Jestli se podívat na podstatu průmyslu 4.0 (viz kapitola 3.1.1), jedná se o velkou změnu ve výrobních procesech a technologiích. Vzniká takzvaná inteligentní výroba, která umožňuje rychlejší, pružnější a efektivnější procesy a i ve všech aplikacích digitálních průmyslových technologiích. Tím vzniká nové automatizované výrobní prostředí, které je propojené do kyberneticko-fyzikálních systémů (viz kapitolu 3.1.2). Referenční model struktury průmyslové revoluce (viz kapitolu 3.1.3) dle [20] představuje „propojený svět“ všech procesů, které probíhají v podniku. Pomocí tohoto modelu je možné vytvářet další požadavky na jednotlivé sektory – od automatizace a strojírenství po procesní inženýrství.

Změna tohoto komplexního přístupu k pochopení konceptu průmyslu 4.0 vyžaduje zásadní změnu myšlení budoucího inženýra, a to klade velké nároky na programy přípravy specialistů v oblastech strojírenství.

Pomocí modelu strojírenského inženýra, vytvářeného dle požadavků Národní soustavy povolání [8], která vyžaduje nejen teoretické znalosti a praktické dovednosti v oboru, ale potřebuje potřebné k tomu obecné znalosti a měkké kompetence, a taky společně se stávajícím profilem absolventů oboru v oblastech konstruování na Západočeské univerzitě [15], bylo provedeno výzkum (viz kapitolu 2.1), výsledky kterého je podkladem pro návrh nového profilu strojírenského inženýra v oboru „digitální výroba“.

Klasický profil absolventa v oboru „strojn<sup>í</sup> inženýrství“ je vzdělaný technický odborník, který je schopný analyzovat a řešit komplexní i specializované problémy ve vybraných technických a výrobních oblastech (konstrukce, technologie, materiálové inženýrství, průmyslové inženýrství apod.) dle [27]. Co představuje nový profil je další otázka.

***Inženýr průmyslu 4.0 je technický odborník se znalostmi ve výrobním moderním prostředí, zavedeným podle myšlenky a podmínek průmyslu 4.0, bude mít znalosti moderních síťových technologií, umět se pohybovat ve velkém objemu dat, je špičkový specialista, který má jasnou a srozumitelnou představu, co je to vlastně Průmysl 4.0, bude schopen řešit komplexní problém, má znalosti moderní výpočetní techniky či kybernetiky.***

Při zavedení nového oboru lze označit ten fakt, že nejedná jen o obsah výuky budoucího Inženýra průmyslu 4.0. Je potřeba se podívat na změny v programu z několika pohledů. Lze vytvářet nový program ve třech rovinách:

- obsah programu (předměty studia 4.0);
- vyučovací metody a technologie výuky, kontrola znalostí;
- kompetence (měkké, obecné dovednosti, odborné znalosti a dovednosti).

Co se týká obsahu nového vzdělávacího oboru, jádrem výuky jsou kybernetika, kybernetická bezpečnost, automatizace, telekomunikace, digitalizace, robotika, umělá inteligence, výpočty v sítích, simulace a systémová integrace. Z tohoto popisu je potřeba vytvářet předměty, potřebné pro výuku 4.0 a to je na Obr.3.8 Doplnující předměty technického směru dle .

V oblasti konstruování je potřeba doplnit výuku virtuálními aplikacemi rozšířené reality v projektování, konstruování robotických systémů, modelování smart-systémů, základy kybernetické bezpečnosti, architektura Průmyslu 4.0, řízení provozu digitálního podniku, životní cyklus produktů digitálního podniku.

Ve třetí kapitole je potřeba porovnat a navrhnout nový kompetenční profil studenta strojní fakulty po implementaci iniciativy Průmysl 4.0, dle požadavků nové průmyslové revoluce.

Průmysl 4.0 je však myšlenkovým posunem směrem k interdisciplinárním systémovým přístupům. Jedná se o to, že vize nové revoluce znamenají zásadní změnu nejen v pojetí výrobních systémů a ve využití informačních technologií, ale tím vyžadují změnu ve stylu myšlení inženýrů.

Podle tohoto cíle je nutné přidat k stávajícímu modelu veškeré změny v souvislosti s implementací Průmyslu 4.0. Postupně se lze podívat do každého druhu kompetencí a provést detailní analýzu toho, co k tomu by bylo možné doplnit nebo nějak to změnit. Po provedené analýze je možné vytvořit nový model, který bude odpovídat.

Je nutné se podívat na podmínky změny každého druhu kompetencí a navrhnout, jak se budou měnit v souvislosti s novou technickou revolucí. Podle toho lze popsat ten každý druh kompetencí, doplnit veškeré změny a opravit kompetenční model celkem. Dále je taky používán model strojního inženýra konstruktéra. To je dovolí vytvořit nový kompetenční model studenta. Lze především věnovat zvláštní pozornost měkkým a obecným kompetencím a nejenom znalostem a dovednostem v oboru.

Přes všechny výše zmíněné potřeby budoucího vývoje lze konstatovat, že podniky jsou díky využívání chytrých přístrojů, nových digitálních technologií a vzájemně propojených postupů stále aktivnější. Procesy a rozhodnutí mohou být průběžně upravovány, práce je stále flexibilnější a dynamičtější. Činnosti, které nelze automatizovat, získávají na důležitosti. Monotónní, jednoduché činnosti jsou oproti tomu podporovány inteligentními systémy nebo jimi zcela nahrazeny, což může dát prostor pro kvalitní a kreativní práci. Zároveň je kvalifikovaná práce stále specializovanější. V čtvrté kapitole diplomové práce je návrh na změnu stávajícího modelu profilu strojního inženýra.



## 4 Stručný návrh kompetenčního profilu studenta strojních fakult po implementaci iniciativy Průmysl 4.0

Důkazem jevu, že nová průmyslová revoluce už začala, jsou viditelné změny na trhu práce a důkazy vzniku úplně nových pracovních pozic, které vyžadují vzdělání v oblasti Průmyslu 4.0. Například společnost C-P-S Dr. Böckmann s.r.o. (automotiv) nabízí pracovní pozici **Konzultant v Průmyslu 4.0** dle webové stránky [28]. Tato pozice vyžaduje od pracovníka další kompetence:

### Vaše oblast působnosti:

- Podpora vedení projektů v našich IT projektech v logistice, výrobě a v administrativě (např. plánování termínů, řízení projektů, komunikace atd., ale také např. workshopy – jejich příprava a vyhodnocení, moderování, reporting atd.)
- Vypracování centrálních požadavků zákazníků na produktové portfolio Industry 4.0
- Analýzy osvědčených postupů, příprava doporučení a podkladů pro rozhodování
- Vývoj inovativních řešení a procesů pro zvýšení efektivity a optimalizace procesů v oblasti logistiky, výroby a administrativy

### Váš profil:

- Úspěšné ukončené studium v oblasti výpočetní techniky, podnikové informatiky, logistiky, průmyslového inženýrství nebo srovnatelné
- Podnikatelské myšlení pro rozvoj Industry 4.0 v oblasti výroby a logistiky
- Počáteční zkušenosti v prostředí Industry 4.0
- Odborné znalosti v oblasti zlepšování procesu prostřednictvím digitálních technologií
- Uživatelské znalosti Smart Devices a dobré znalosti SAP
- Zkušenosti s řízením projektů
- Plynulá angličtina [14].

Jedná se o úplně novém vzdělání, které v sobě má specifické znalosti prostředí Průmyslu 4.0, zaměřených na pochopení myšlenky a vize iniciativy Průmyslu 4.0. Je dobře vidět, jak vypadá nový profil budoucího inženýra v oblasti digitální výroby. To znamená, že podniky vyžadují od pracovníka 4.0 veškeré znalosti, potřebné pro nejlepší výkon v této oblasti.

Klíčovým pojmem v tomto případě je „digitální výroba“ a jiný pohled na změny ve výrobním postupu od konstrukčního návrhu produktu do jeho servisu až po prodeje, během životního cyklu produktu. Jak to píše zdroj [29] v procesu vytváření nového „digitálního produktu“ budou další změny a nové role v konstrukci, v technologii, ve výrobě a v servisu, a všechno podle požadavku zákazníka. KONSTRUKCE připravuje nový model takovým způsobem, že může rychle provádět změny dle požadavku zákazníka. TECHNOLOGIE na digitálním modelu provádí simulace výroby, montáže, expedice a servisu. VÝROBA používá digitální model a informace ve všech výrobních procesech. SERVIS má zabezpečit on-line kontrolu fungování a používání výrobku u zákazníka [29].

Ve dnešní době moderní a špičkové firmy, které dodávají různé informační technologie, platformy, softwary pro řešení v oblasti Průmyslu 4.0, a to jsou: SIEMENS, AUTODESK, TD-IS atd představují svoje nové produkty pro řízení životního cyklu produktu v oblasti plánování, přípravy výroby, optimalizace výrobních procesů apod [30].

Je nejdůležitějším v této době připravit studenta strojní fakulty k novým změnám v prostředí průmyslu 4.0 a navrhnout vzdělání v novém oboru digitální výroby a inteligentního podniku s zaměřením na automatizované procesy řízení životního cyklu produktu.

S ohledem na zkoumání podstaty Průmyslu 4.0 a analýzu stávajícího profilu strojního inženýra a hlavně se zaměřením na konstruování dále je potřeba navrhnout nový studijní univerzální program *Strojní inženýr (konstruování) v oblasti Průmyslu 4.0 s zaměřením na digitalizaci výrobního procesu* během životního cyklu produktu s ohledem na potřebné kompetence (obecné, měkké, odborné znalosti a dovednosti), potom stručně popsat profil nového Inženýra 4.0 a vytvářet nový model profilu strojního inženýra.

Klasický profil absolventa v oboru „strojní inženýrství“ je vzdělaný technický odborník, který je schopný analyzovat a řešit komplexní i specializované problémy ve vybraných technických a výrobních oblastech (konstrukce, technologie, materiálové inženýrství, průmyslové inženýrství apod.).

## 4.1 Změny v kompetenčním modelu studenta strojní fakulty

Inženýr průmyslu 4.0 na rozdíl od klasického je technický odborník se znalostmi ve výrobním moderním prostředí, zavedeným podle myšlenky a podmínek průmyslu 4.0, bude mít znalosti moderních síťových technologií, umět se pohybovat ve velkém objemu dat, je špičkový specialista, který má jasnou a srozumitelnou představu, co je to vlastně Průmysl 4.0, bude schopen řešit komplexní problém, má znalosti moderní výpočetní techniky či kybernetiky. V oblasti konstruování je potřeba doplnit výuku virtuálními aplikacemi rozšířené reality v projektování, konstruování robotických systémů, modelování smart-systémů, základy kybernetické bezpečnosti, architektura Průmyslu 4.0, řízení provozu digitálního podniku, životní cyklus produktů digitálního podniku.

### 4.1.1 Změny ve složce měkkých kompetencí

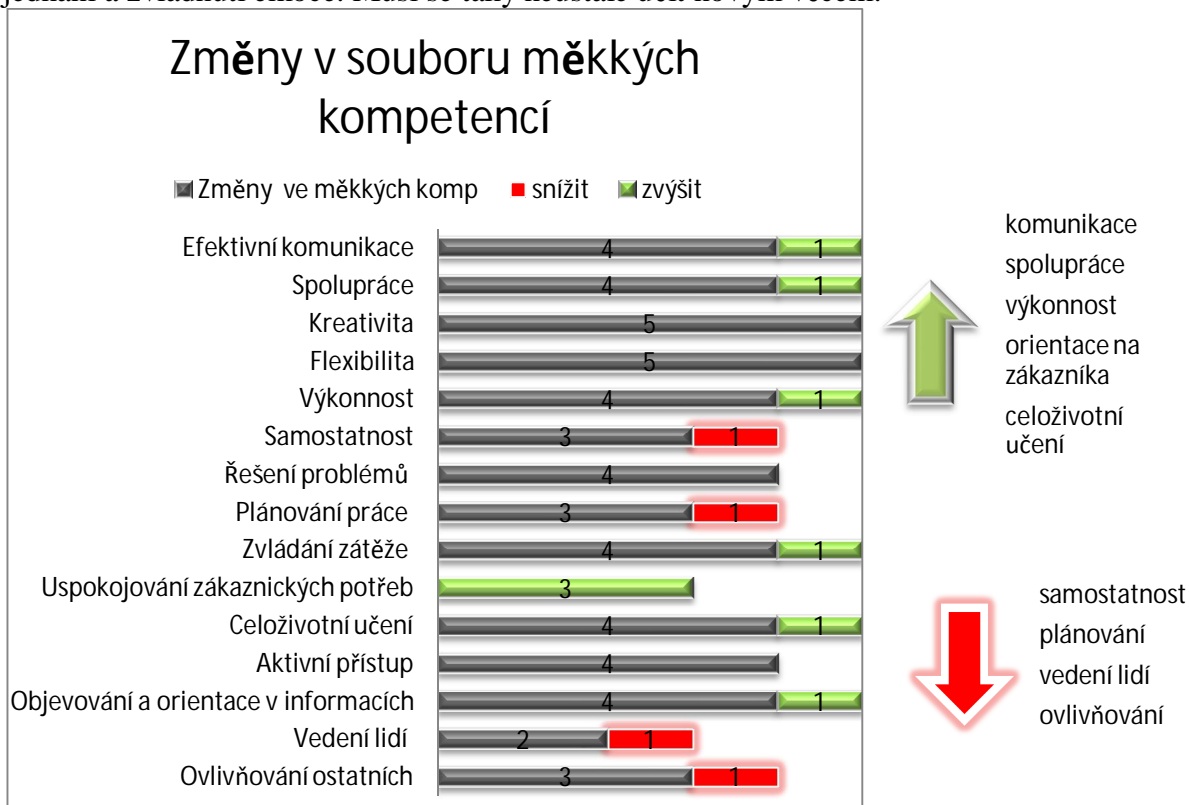
Nyní se podíváme na kompetenční model národní soustavy povolání, a prozkoumáme požadované změny v prostředí čtvrté průmyslové revoluce.

Složka měkkých kompetencí Inženýra 4.0, a to je vidět na graf 4.1 Změny v měkkých kompetencích vyžaduje zvýšení komunikačních schopností a kooperace v pracovní skupině.

Je vidět nárůst flexibility a činností v souladu s požadavky zákazníka v nejkratším čase, je potřeba rozumět řízení procesů, a mít schopnosti nacházet inovativní řešení. Kreativita, tvořivost a kritičnost jsou také na vysoké úrovni. V novém dynamickém prostředí se pracovník potřebuje schopnost přijímat rizikové řešení.

Má mít aktivní komunikační schopnosti, větší úroveň kooperaci uvnitř skupiny, znalost *internet komunikace*, umění prosadit své návrhy a myšlenky, prezentovat a komunikovat v cizím jazyce, může se pohybovat v kolektivu, ale je možné zmírnit potřeby na vlastnosti lídra, tuto vlastnost by konstruktér nepotřeboval v praxi na vyšší úrovni. Nové technologie zvýší nároky na flexibilitu práce a komplexnost pracovních úkolů. Je potřeba na znalosti procesního a projektového řízení. Schopnost vnímat a kriticky hodnotit příležitosti, a mít schopnost dobře plánovat svou práci, ale to plánování je spíš závislé na organizaci práce vedoucím úseku. Důležitá je taky schopnost přijímat riziko, a zvládnutí různých zátěží a problémů v dynamickém prostředí. Budoucí pracovník v Průmyslu 4.0 se snaží svůj výkon neustále zlepšovat, musí být kreativní, neustále se učit, dobře pracovat v týmu a mít orientaci na zákazníka. Jak je to dobře vidět na grafu 4.2 je další možnost zvýšit komunikační schopnosti do deskriptoru 5, podle popisu Národní soustavy povolání [31], a to znamená formulování myšlenek v písemné i ústní podobě je na výborné úrovni, praktikování aktivní naslouchání bez výjimky za všech okolností. Dosáhnout

vyšší úrovně spolupráce a výkonnosti, a to je schopnost spolupráce v mezinárodních, multikulturálních týmech. Zvětšit orientaci na zákaznické potřeby, a to je vstřícné a příjemné jednání a zvládnutí emoce. Musí se taky neustále učit novým věcem.



graf 4.1 Změny v měkkých kompetencích

Lze se podívat na změny v profilu ve složce měkkých kompetencí. To je vidět níže na Obr.4.1 Změny v měkkých kompetencích po implementaci Průmysl 4.0.

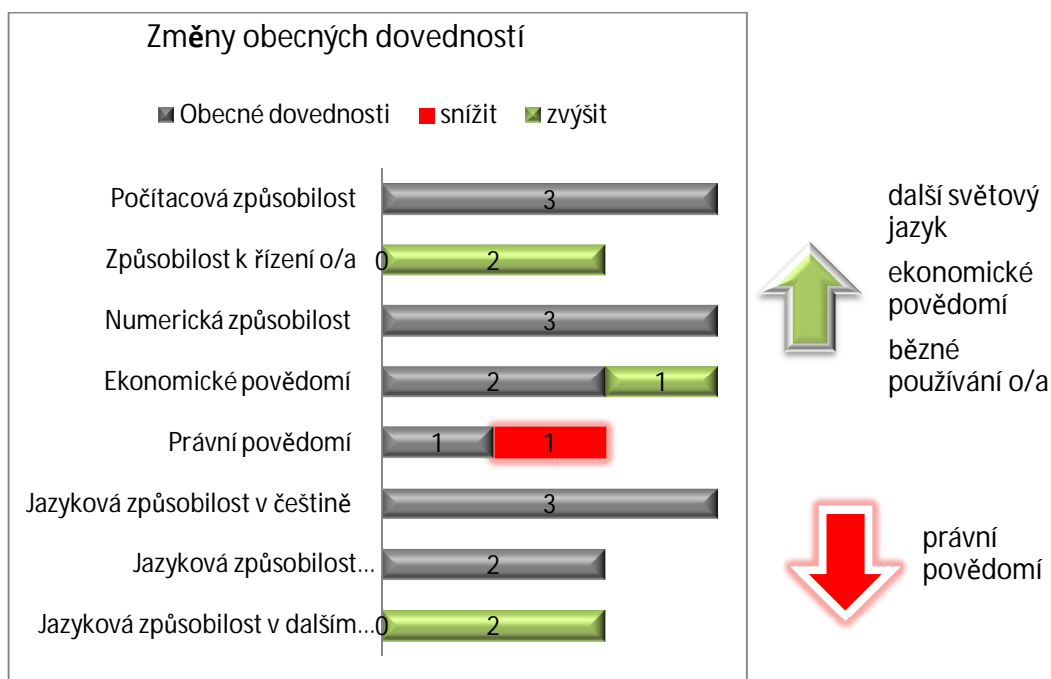
#### Měkké kompetence

- **formulování myšlenek v písemné i ústní formě na výborné úrovni**
- **spolupráce v mezinárodních týmech**
- je iniciátorem nových a kreativních myšlenek
- aktivně prosazuje změny
- **orientace na zákazníka**
- **občas výkon je nadstandardní**
- **samostatně plní úkoly, získává informaci a vyjadřuje své názory**
- dokáže definovat příčiny a následky problému
- **plánuje krátkodobě a dlouhodobě, plánuje čas, vytváří varianty plánu**
- **prohlubuje své odbornosti, navštěvuje výstavy a trhy moderních technologií a techniky**
- je rozhodný a aktivní
- neúspěch chápe jako příležitost
- **orientuje se výborně v informacích, využívá v ji praxi**
- **zodpovídá za skupinový výkon**
- ovlivňuje ostatní

Obr.4.1 Změny v měkkých kompetencích po implementaci Průmysl 4.0

#### 4.1.2 Změny ve složce obecných dovedností

Na grafu 4.2 je ukázka změn ve složce obecných dovedností Strojního inženýra 4.0. Je potřeba se naučit pohybovat se v složitějších počítačových systémech a umět vytvořit inteligentní model a mít schopnost řídit tímto modelem, číst a doplňovat informaci do tohoto modelu. Zvyšuje se potřeba znalosti víc než jednoho cizího jazyka a taky umění prezentovat své řešení a návrhy v cizím jazyce. Je nutnost rozumět novým ekonomickým trendům světové ekonomiky a změnám v oblasti práva. Co se týká znalostí práva, je možné nechat pouze základní znalosti právních aspektu dle zdroje [32]. Zůstanou se vysoké nároky na počítačové dovednosti a výpočty inteligentních modelů, deskriptor 3 je nutné přidat k ekonomickým povědomím a znalostem nových trendů světové ekonomiky a stavu trhu práce. Znalost cizích jazyků je taky důležitým druhem obecných kompetencí. Řízení auta je rovněž výhodou.



graf 4.2 Změny ve složce obecných dovedností

**Obecné dovednosti**

- vysoká úroveň počítačové způsobilosti
- řízení o/a, služebné cesty
- vysoká úroveň numerické způsobilosti
- vysoké ekonomické povědomí
- základní právní povědomí
- výborná způsobilost v češtině
- běžná způsobilost v angličtině
- běžná způsobilost v dalším světovém jazyce

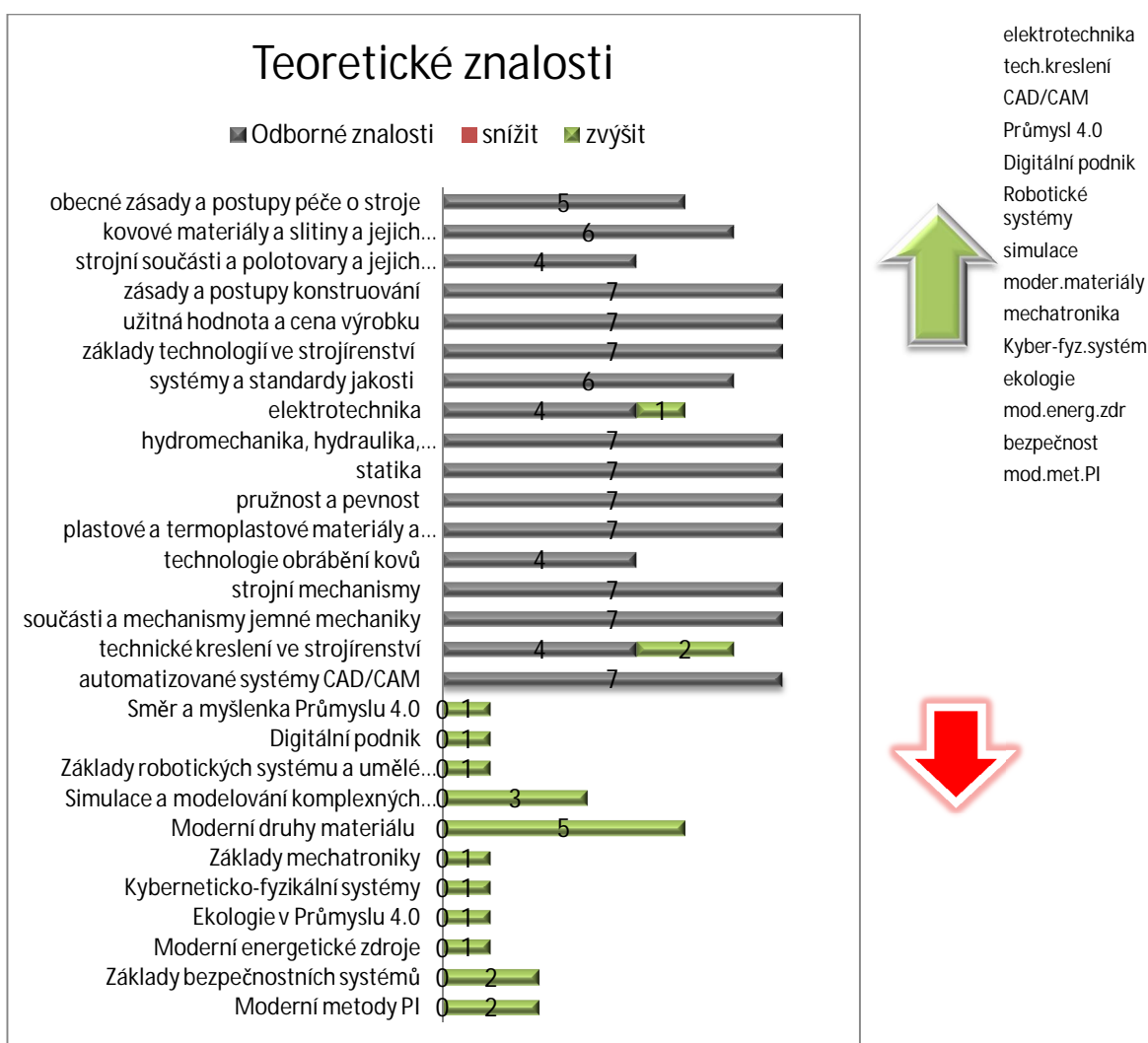
Obr.4.2 Změny v obecných dovednostech po implementaci Průmyslu 4.0

Všechny změny je možné vidět na Obr.4.2 Změny v obecných dovednostech po implementaci Průmyslu 4.0 výše.

### 4.1.3 Změny ve složce odborných znalostí a dovedností

Další grafy 4.3 a 4.4 ukazují změny v odborných teoretických a praktických znalostech. To je obsah nového programu strojního inženýra 4.0. Jako doplnění k stávajícímu studijnímu programu se zvyšují nároky na znalosti základu mechatroniky, kyberneticko-fyzických systému v digitálním podniku, základů umělé inteligence, nezbytná znalost směru a myšlenky Průmyslu 4.0, znalost moderních a složitějších počítačových programu a informačních systému v „digitálním podniku“, umět pracovat s velkým množstvím dat, umět zacházet s novými moderními výpočty a metody hodnocení, umět pracovat s inteligentním modelem výroby a řídit všemi procesy během životního cyklu produktu. Ten nový model potvrzuje nutnost změny především v myšlení Inženýra 4.0.

Jak je to vidět na grafech jsou zásadní velké změny v odborných znalostech, nejedná se jen o zvýšení deskriptorů a taky o změně obsahu potřebných dovedností. Změny se týkají zcela v tom, že budoucí konstruktér 4.0 ovládá kompletní informaci o výrobku, umí připravit digitální model, pracuje s velkým množstvím dat, může se orientovat v nových druzích materiálů a v moderních technologiích.



graf.4.3 Změny v odborných znalostech strojního inženýra konstruktéra

Na graf.4.3 Změny v odborných znalostech strojního inženýra konstruktéra je vidět jak se mění složka teoretických znalostí konstruktéra. Je možnost doplnit stávající znalosti předměty

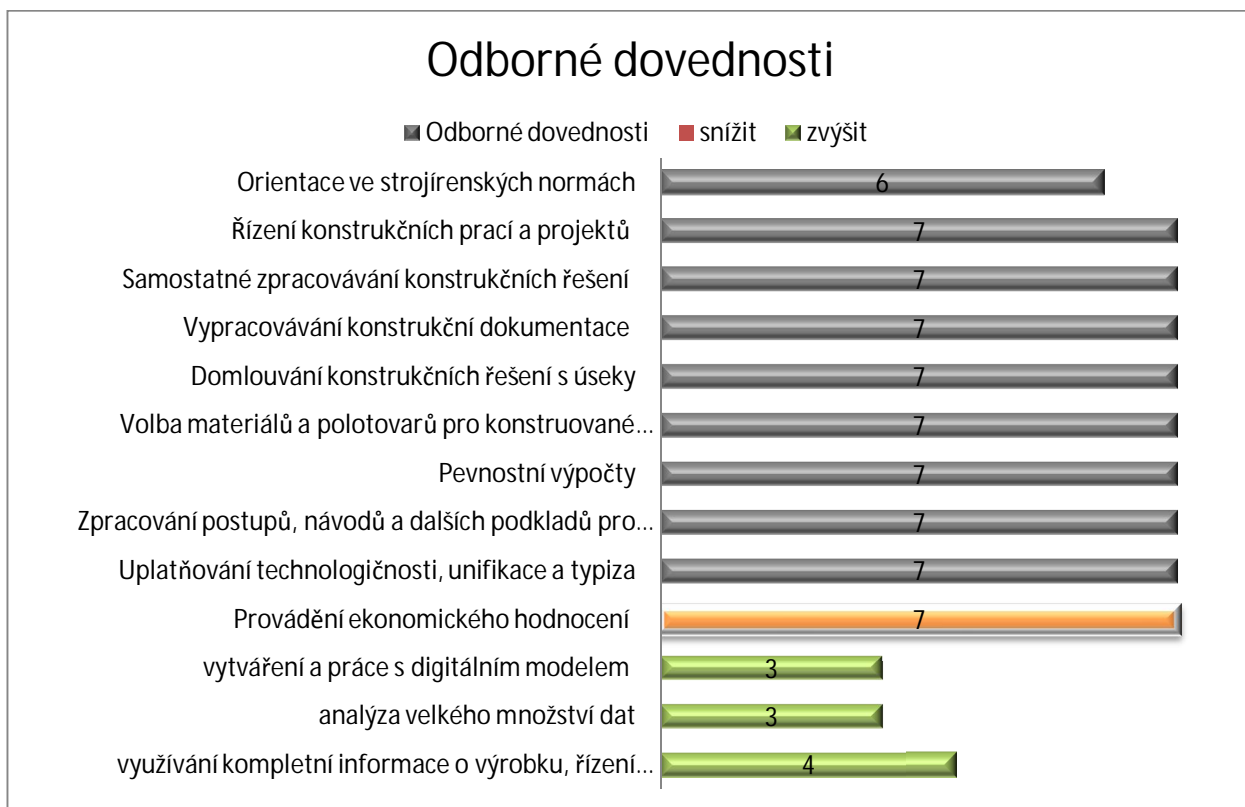
v oblasti Průmyslu 4.0 a podle Národní soustavy povolání přidat deskriptor od 1 do 3 maximálně, a to jsou: povrchní základní znalosti, faktické znalosti anebo faktické a teoretické znalosti. Potom je potřeba zvýšit kvalifikační nároky na kreslení v strojírenství a používání systému CAD v praxi, co v stávajícím stavu potřebují jen výhodou (popis úrovní viz v Tab.2.4 Deskriptor kvalifikační úrovní odborných znalostí [32].

Odborné znalosti
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>technické kreslení_6</b></li><li>• <b>obecné zásady péče o stroje_5</b></li><li>• kovové materiály a slitiny_6</li><li>• strojní součásti a polotovary_4</li><li>• postupy konstruování_7</li><li>• užitná hodnota a cena výrobku_7</li><li>• strojní mechanismy_7</li><li>• mechanika_7</li><li>• základy technologií ve strojírenství, základní druhy strojů a zařízení_7</li><li>• systémy jakosti_6</li><li>• <b>elektrotechnika_5</b></li><li>• hydromechanika, hydraulika, pneumatika_7</li><li>• statika_7</li><li>• pružnost a pevnost_7</li><li>• plastové materiály_7</li><li>• technologie obrábění kovů_4</li><li>• <b>CAD/CAM_7</b></li><li>• <b>Průmysl 4.0_1</b></li><li>• <b>Digitální podnik_1</b></li><li>• <b>robotické systémy_1</b></li><li>• <b>simulace_3</b></li><li>• <b>moderní materiály_5</b></li><li>• <b>mechatronika_1</b></li><li>• <b>kyber-fyz.systémy_1</b></li><li>• <b>ekologie_1</b></li><li>• <b>moderní energetické zdroje_1</b></li><li>• <b>bezpečnost_2</b></li><li>• <b>moderní metody PI_2</b></li></ul>

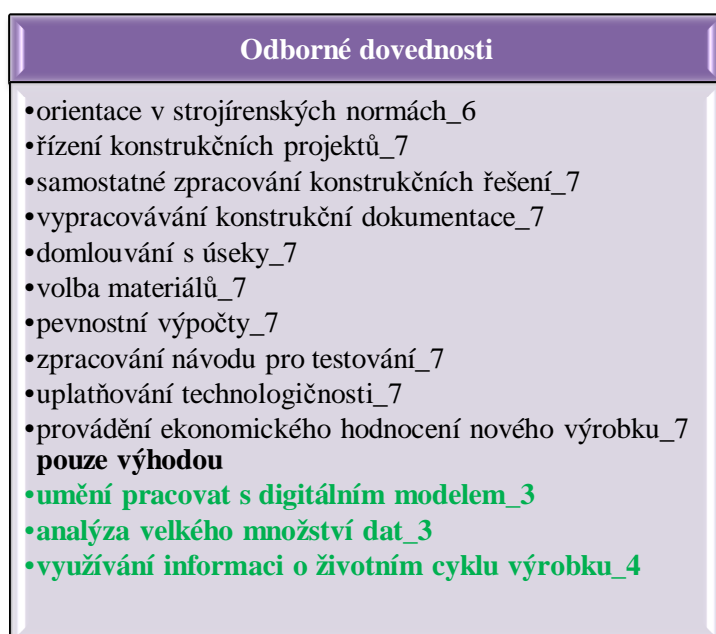
Obr.4.3 Změny v odborných znalostech po implementaci Průmyslu 4.0

Změny odborných teoretických znalostí jsou ukázané na Obr.4.3 Změny v odborných znalostech po implementaci Průmyslu 4.0. Dále se podíváme na složku dovedností a to je na graf.4.1 Změny v odborných dovednostech strojního inženýra konstruktéra.

Jak je to ukazuje graf.4.1 Změny v odborných dovednostech strojního inženýra konstruktéra je nutné doplnit do modelu umění pracovat s digitálním modelem, umí přečíst informace v digitálním modelu, umí zapisovat do digitálního modelu, umět analyzovat velké množství dat, **využívat kompletní informaci o výrobku a řízení všech procesů od návrhu výrobku až po ukončení jeho životnosti. Umění používat PLM software, výhodou bude znalost moderních výpočtů a metodu hodnotové analýzy, analýzy využívání zdrojů.**



graf.4.1 Změny v odborných dovednostech strojího inženýra konstruktéra



Obr.4.4 Změny v odborných dovednostech po implementaci Průmyslu 4.0

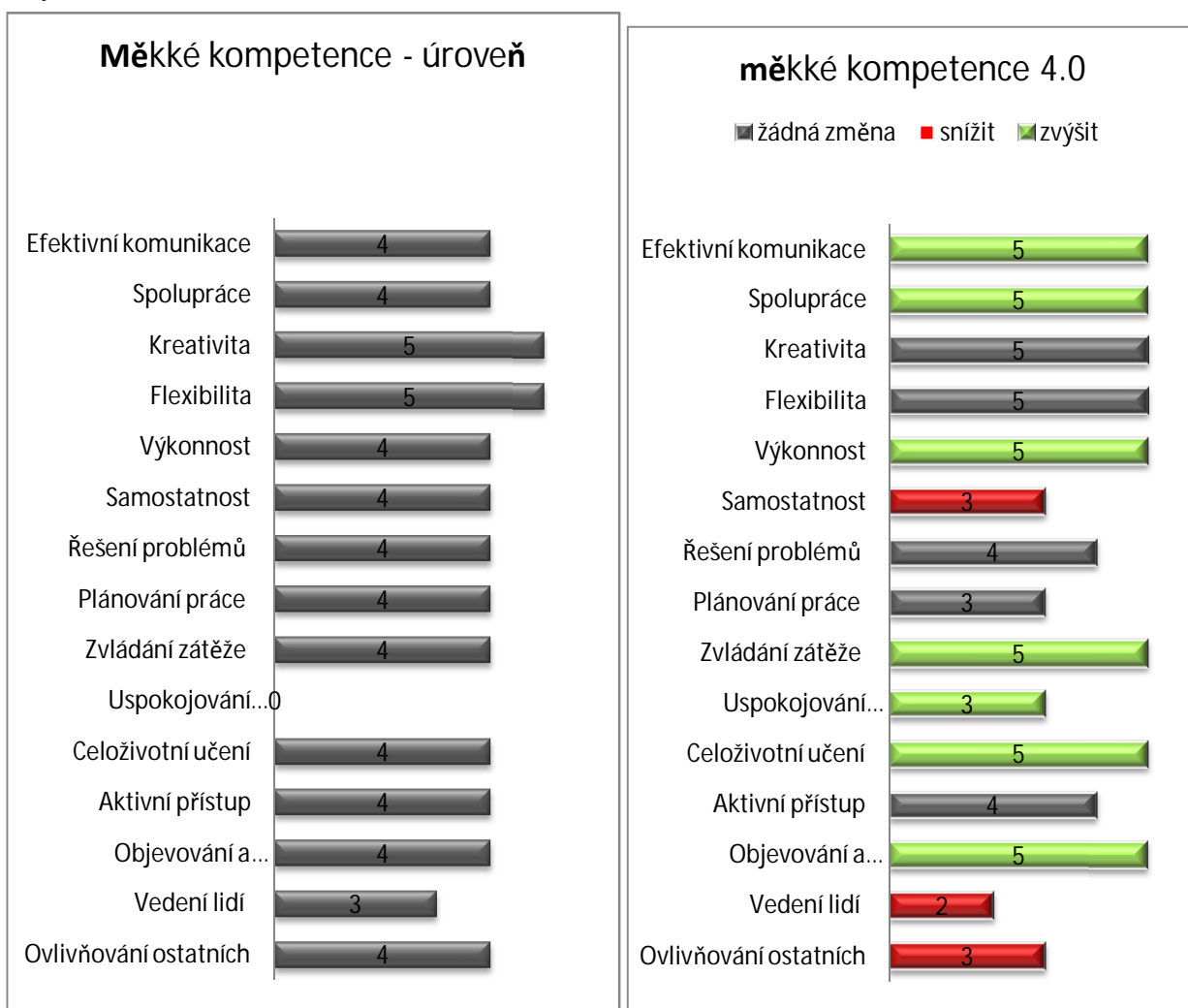
#### 4.1.4 Nový kompetenční profil studenta strojí fakulty

Nyní se podíváme na nový vytvářený profil strojího inženýra v oblasti konstruování s vznikem nové průmyslové revoluce. Dá se to říct, že největší dopad Průmyslu 4.0 bude na strojírenské technologie a zejména na oblast konstruování dle odhadu [33]. Budou vznikat poptávky na nové druhy povolání, jež můžou propojit strojí inženýrství s informatikou, kybernetikou a elektronikou. Ten proces změn v průmyslu vyžaduje taky specialisty na

mechatroniku a robotiku, a to jsou především konstruktéři a návrháři toho zvláštního výrobního digitálního systému inteligentních strojů ve výrobě.

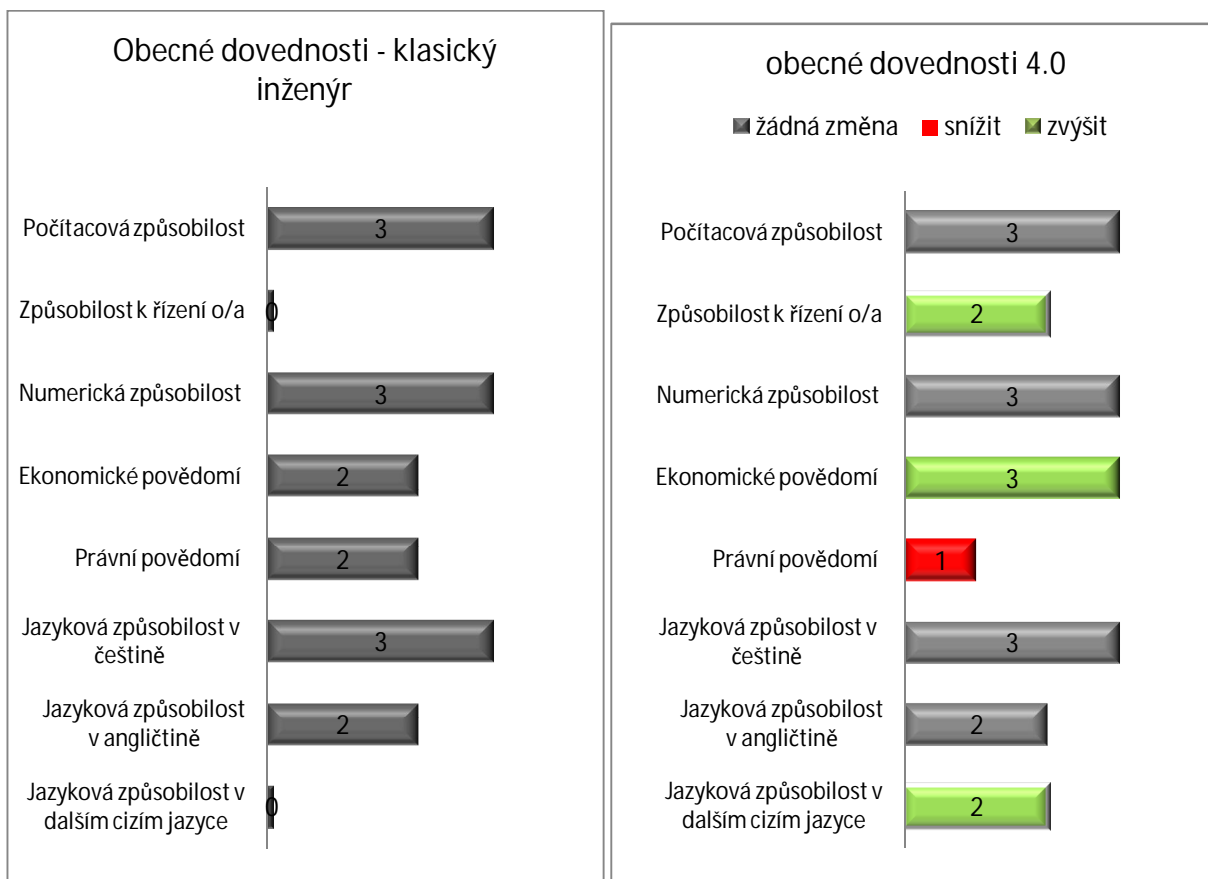
Každá složka kompetencí přetrpěla několik změn. Ve složce měkkých kompetencí je vidět na graf.4.5 Změny měkkých kompetencí klasického inženýra v porovnání s inženýrem 4.0, že se zvyšují nároky na schopnost komunikovat v firemním prostředí, a to především během týmové práce, tím stoupá úroveň kooperace. Kreativita a flexibilita se zůstávají na stejné úrovni, také se to týká zvládnutí zátěže a řešení problémů. Jen je možnost něco málo zmírnit nároky na samostatné rozhodování v návaznosti na větší úroveň spolupráce a taky na plánování času a zdrojů. Teď je nutné klást větší důraz na zákazníka a prohlubovat své znalosti. Není to tak důležité ovlivňovat ostatních a mít výrazně schopnosti lídru, mohlo by stačit zodpovědnost za týmovou práci a možnost ukázat své návrhy.

Na graf.4.6 Změny obecných dovedností klasického inženýra v porovnání s inženýrem 4.0 jsou změny v obecných dovednostech. Na stejné úrovni jsou požadavky práce s počítačem a numerická způsobilost, měla by stoupnout potřeba znalosti ještě jednoho světového jazyka, a to by mohlo zvětšit šanci na získávání lepší práci v oboru, ekonomické povědomí v Průmyslu 4.0 je taky kladem.



graf.4.5 Změny měkkých kompetencí klasického inženýra v porovnání s inženýrem 4.0





graf.4.6 Změny obecných dovedností klasického inženýra v porovnání s inženýrem 4.0

Nyní je nutné podívat na nový kompetenční profil včetně odborných dovedností a znalostí. Je na Obr.4.5 Nový kompetenční model studenta strojní fakulty.

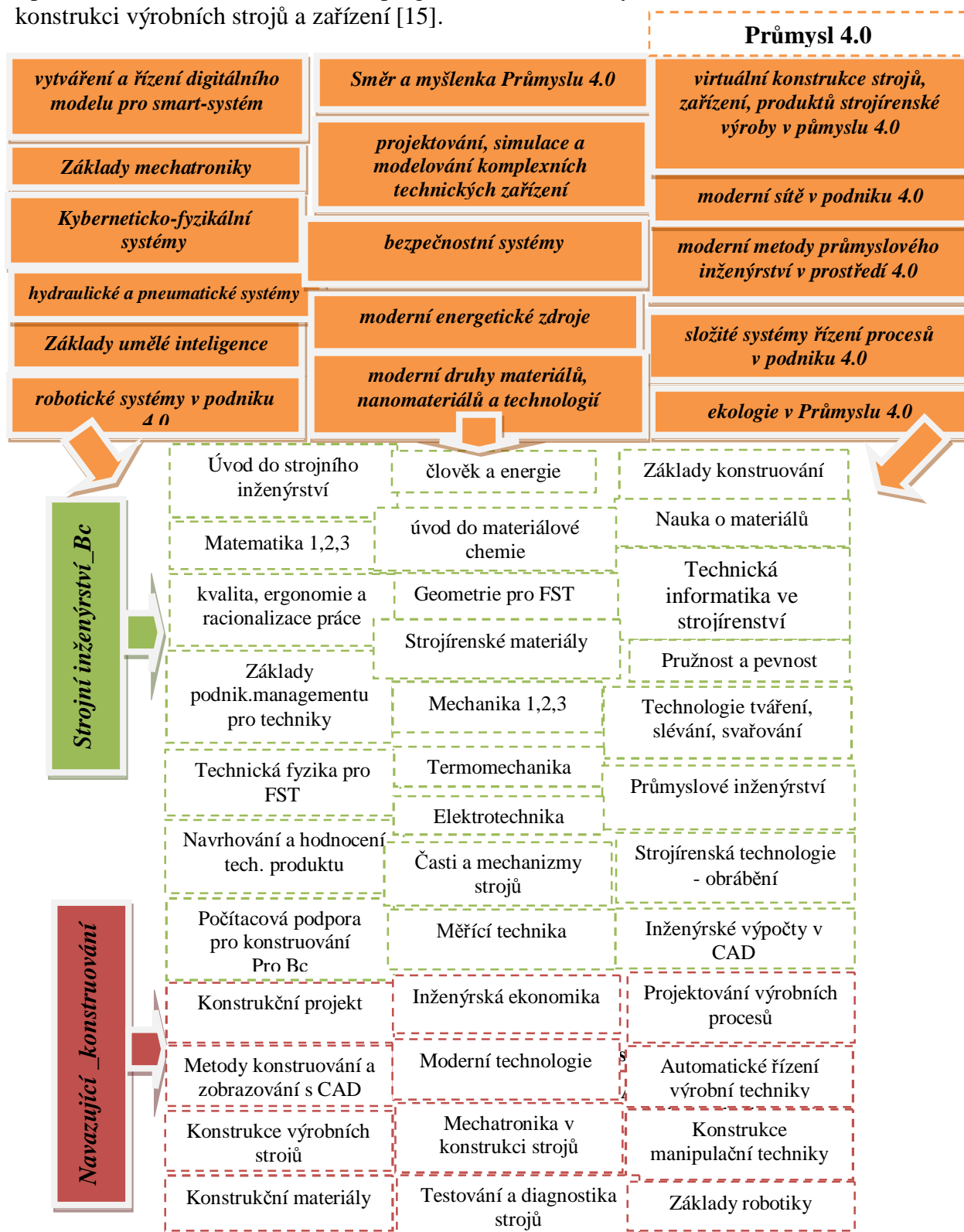
**Závěr:** budoucí strojní inženýr konstruktér v prostředí 4.0 mohl by splňovat další podmínky: je to odborník, který výborně vyjadřuje své myšlenky, má velkou úroveň kreativity a tvořivosti, aktivně reaguje na změny, může pracovat v mezinárodním kolektivu, občas ho výkon by mohl být nadstandardní, orientuje svou práci na zákazníka, plánuje samostatně svůj čas, může řešit komplexní problém, dobře se orientuje v své oblasti a prohlubuje dál své znalosti, má vysokou úroveň počítačové a numerické způsobilosti, umí nejlépe 2 světové jazyky, aspoň druhý na základní úrovni. Klasický vzdělávací program by bylo možné doplnit výukou mechatroniky, kybernetických systémů, robotikou. Důležité jsou znalosti prostředí Průmyslu 4.0 a jeho dopadu na vše oblasti lidského života, včetně technologického rozvoje. Dalším krokem by byly změny ve vzdělávacím programu strojní inženýrství.

Měkké kompetence	Obecné dovednosti	Odborné znalosti	Odborné dovednosti
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>formulování myšlenek v písemné i ústní formě na vyborné úrovni</b></li> <li>• <b>spolupráce v mezinárodních týmech</b></li> <li>• je iniciátorem nových a kreativních myšlenek</li> <li>• aktivně prosazuje změny</li> <li>• <b>orientace na zákazníka</b></li> <li>• <b>občas výkon je nadstandardní</b></li> <li>• <b>samostatně plní úkoly, získává informaci a vyjadřuje své názory</b></li> <li>• dokáže definovat příčiny a následky problému</li> <li>• <b>plánuje krátkodobě a dlouhodobě, plánuje čas, vytváří varianty plánu</b></li> <li>• <b>prohlubuje své odbornosti, navštěvuje výstavy a trhy moderních technologií a techniky</b></li> <li>• je rozhodný a aktivní</li> <li>• neúspěch chápe jako příležitost</li> <li>• orientuje se výborně v informaci</li> <li>• <b>zodpovídá za skupinový výkon</b></li> <li>• schopnost prezentovat své návrhy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vysoká úroveň počítačové způsobilosti</li> <li>• <b>řízení o/a, služební cesty</b></li> <li>• vysoká úroveň numerické způsobilosti</li> <li>• <b>vysoké ekonomické povědomí</b></li> <li>• <b>základní právní povědomí</b></li> <li>• výborná způsobilost v češtině</li> <li>• běžná způsobilost v angličtině</li> <li>• <b>běžná způsobilost v dalším světovém jazyce</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>technické kreslení_6</b></li> <li>• <b>obecné zásady péče o stroje_5</b></li> <li>• kovové materiály a slitiny_6</li> <li>• strojní součásti a polotovary_4</li> <li>• postupy konstruování_7</li> <li>• užitná hodnota a cena výrobku_7</li> <li>• strojní mechanismy_7</li> <li>• mechanika_7</li> <li>• základy technologií ve strojírenství, základní duhy strojů a zařízení_7</li> <li>• systémy jakosti_6</li> <li>• <b>elektrotechnika_5</b></li> <li>• hydromechanika, hydraulika, pneumatika_7</li> <li>• statika_7</li> <li>• pružnost a pevnost_7</li> <li>• plastové materiály_7</li> <li>• technologie obrábění kovů_4</li> <li>• <b>CAD/CAM_7</b></li> <li>• <b>Průmysl 4.0_1</b></li> <li>• <b>Digitální podnik_1</b></li> <li>• <b>robotické systémy_1</b></li> <li>• <b>simulace_3</b></li> <li>• <b>moderní materiály_5</b></li> <li>• <b>mechatronika_1</b></li> <li>• <b>kyber-fyz.systémy_1</b></li> <li>• <b>ekologie_1</b></li> <li>• <b>moderní energetické zdroje_1</b></li> <li>• <b>bezpečnost_2</b></li> <li>• <b>moderní metody PI_2</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• orientace v strojírenských normách_6</li> <li>• řízení konstrukčních projektů_7</li> <li>• samostatné zpracování konstrukčních řešení_7</li> <li>• vypracovávání konstrukční dokumentace_7</li> <li>• domlouvání s úseky_7</li> <li>• volba materiálů_7</li> <li>• pevnostní výpočty_7</li> <li>• zpracování návodu pro testování_7</li> <li>• úplatňování technologičnosti_7</li> <li>• provádění ekonomického hodnocení nového výrobku_7 <b>pouze výhodou</b></li> <li>• <b>umění pracovat s digitálním modelem_3</b></li> <li>• <b>analýza velkého množství dat_3</b></li> <li>• <b>využívání informací o životním cyklu výrobku_4</b></li> </ul>

Obr.4.5 Nový kompetenční model studenta strojní fakulty

## 4.2 Úprava vzdělávacího programu Strojní inženýr v oblasti konstruování

Na obrázku 4.6 je představa úpravy programu Strojní inženýr konstruktér na ZCU s používáním obsahu klasického programu FST katedry konstruování se zaměřením na konstrukci výrobních strojů a zařízení [15].



Obr.4.6 Přehled úpravy studijního programu strojního inženýrství

Na obr.4.6 v horní části jsou výčet doporučených předmětů pro prostředí Průmyslu 4.0. Dolní část obsahuje klasický vzdělávací program strojního inženýrství [15]. V novém programu se jedná o základní vzdělání budoucího inženýra v Průmyslu 4.0 s zaměřením na digitální výrobu.

To je otázkou, jestli stáčí doplnit do klasického modelu požadovaný soubor předmětů a mírně, zlehka upravit program, a nabízet studentům předměty, obsah kterých se bude kryt potřeby Průmyslu 4.0 ve stávajících jednotlivých oborech nebo zavést úplně nový obor v Průmyslu 4.0.

Konstruktér 4.0 je novým špičkovým odborníkem, který se naučí nejenom konstruovat a připravovat výrobu v prostředí digitálního podniku ještě nasimulovat ji ve virtuálním prostředí. Průmysl 4.0 přináší s sebou změny do jednotlivých oblastí, velké změny mají zasáhnout nejenom výrobní proces ale energetiku, dopravu, informační a komunikační technologie atd. Dalším úkolem je provést změny v studijním programu strojního inženýrství, doplnit ho předměty z horní části.

Hodně českých firem už začíná používat některé prvky Průmyslové revoluce. Jedná se o to, že je velká potřeba klasifikovaných pracovníků. Zavedení automatizace ve firmách přináší velkou výhodu, plynulost, zvětšení kvality výrobků. To znamená, že firmy chtějí držet krok s dobou, proto potřebují víc vzdělaných zaměstnanců v prostředí nové éry průmyslu.

Nový vzdělávací program by mohl odpovídat potřebám požadavků Průmyslu 4.0, to znamená, že je nutné ukázat studentovi strojní fakulty nevyhnutelnost změn nejenom ve výrobním procesu a i v přístupu ke konstrukčním řešením. Je důležité pochopit hlavní myšlenku změny, a jaké schopnosti by mohl budoucí inženýr rozvíjet pro svou lepší a kvalitní práci v oboru.

Profil studenta strojní fakulty obsahuje nejen soubor kompetencí potřebných k výkonu práci dle vzoru modelu Národní soustavy povolání, který byl použit v diplomové práci, a také je potřeba doplnit ten model pracovními podmínky, výkonnou motivací, cílem budoucí práce inženýra.

Dále v poslední kapitole diplomové práce je potřeba ukázat hrubý budoucí program Konstruktér Průmyslu 4.0, a budeme se věnovat dalšímu uplatnění nového profilu studenta strojní fakulty a uvedeme doporučení pro vytvářený model.

## 5 Doporučení pro uplatnění nového kompetenčního modelu

Nový kompetenční model studenta strojní fakulty má odpovídat požadavkům revolučních změn v oblasti průmyslu. Modernizovaný profil dovolí budoucímu studentovi být konkurenceschopným na trhu práce, a bez kteréhokoliv problému si najít místo výkonu své práce a uplatnění svých schopností, znalostí a dovedností, tj. svých kompetencí.

Jak je to uvedeno v kapitole 3.2.3, je potřeba se podívat na změny v studijním programu s několika pohledů a to je: z pohledu obsahu nového programu, z pohledu metod a technologie výuky, a s oporou na kompetence, které vyžaduje Národní soustava povolání [8].

Z hlediska obsahu programu je nutné věnovat pozornost směru a myšlence Průmyslu 4.0 a zavést jediný předmět, který je orientován na vize Průmyslu 4.0 dle [16]. Nový studijní program je zaměřen na problematiku Průmyslu 4.0. Co se týká obsahu nového oboru, níže lze uvést seznam potřebných předmětů pro studijní program Strojní inženýrství se zaměřením na digitální podnik:

- *základy mechatroniky,*
- *elektrotechnika,*
- *hydraulické a pneumatické systémy,*
- *robotické systémy,*
- *složité systémy řízení procesů v podniku,*
- *kyberneticko-fyzické systémy v „digitálním“ podniku,*
- *základy umělé inteligence*
- *směr a myšlenka Průmyslu 4.0,*
- *vývoj technického zařízení v prostředí digitálního podniku,*
- *moderní počítačové sítě v podniku 4.0,*
- *architektura automatického a digitálního podniku,*
- *moderní metody průmyslového inženýrství v prostředí 4.0.,*
- *internet obchodování*
- *vytváření a řízení digitálního modelu pro smart-systém,*
- *projektování, simulace a modelování komplexních technických zařízení,*
- *virtuální konstrukce strojů, zařízení, produktů strojírenské výroby v průmyslu 4.0,*
- *moderní druhy materiálů, nanomateriálů a technologií.*
- *ekologie v Průmyslu 4.0.*
- *moderní energetické zdroje,*
- *bezpečnostní systémy.*

Z druhé strany je potřeba se podívat na nový program z hlediska výukových metod a technologie výuky v novém oboru, nestáčí pouze doplnit do klasického programu předměty na problematiku Průmysl 4.0. Zopakujeme opatření Národní Iniciativy Průmyslu 4.0 [16].

1. Zavedení nového studijního programu, který je zaměřen na problematiku Průmyslu 4.0
2. Zavést jediný předmět, orientovaný na myšlenku Průmyslu 4.0
3. Přístup k financování výzkumu pro Průmysl 4.0
4. Vybavit výuku Průmyslu 4.0 vhodnými laboratořemi
5. Podporovat spolupráci a praxi s průmyslem ve výuce
6. Podporovat rozvoj celoživotního vzdělání ve vazbě na Průmysl 4.0 pro průmyslové podniky atd.

Je nutné vybavit výuku vhodnými prostředky, zvyšovat spolupráci s podniky a klást důraz na celoživotní vzdělávání, lze k tomu ještě doplnit další vyučovací metody ze zdroje [27]:

- *Možnost distanční formy studia,*
- *Přednášky a cvičení,*
- *Přednášky a workshopy inženýrů zkušených v praxi,*
- *Cvičení ve formě brainstormingu, kulatých stolů při řešení projektů,*
- *Týmové projekty (ve firmách s konsultanty),*
- *Spolupráce se strojírenskými podniky, studentské stáže,*
- *Stáže v zahraničí (v podnicích),*
- *Studium v zahraničí,*
- *Exkurze a pobyty v zahraniční instituci,*
- *eLearning, webinář,*
- *Samostudium,*
- *Kurzy,*
- *Studium v cizím jazyce,*
- *Projektová soutěž,*
- *Celoživotní vzdělávání*

Je důležité se věnovat práci společně s různými fakultami (s Fakultou elektrotechnickou, Fakultou aplikovaných věd) ve výuce a výzkumu v oblasti Průmyslu 4.0. Společně se studenty jiných fakult zahájit výuku na projektech nebo při vypracovávání kvalifikačních prací.

Další otázkou je, že nejde pouze o klasické kvalifikace, kterou můžou poskytnout vysoké školy, ale také je důležité se zaměřit na rekvalifikaci stávajících pracovníků různých věkových skupin s různými úrovněmi znalostí a dovedností dle zdroje [33]. To jsou především různé vzdělávací kurzy a e-Learning, spolupráce s univerzitami v rámci celoživotního vzdělávání.

Jako příklad je možné přivést zkušenost Reutlingenské univerzity v Německu, která pro zavedení výukových metod používá cloudovou platformu 3D Experience, to uvádí článek [34]. To je realistické prostředí, které je zaměřené na práci s průmyslovými výrobními procesy.

Z hlediska požadovaných kompetencí v novém modelu absolventa fakulty strojní, zůstává nezbytná potřeba budoucích zaměstnanců s vysokou úrovní různých druhů schopností a dovedností: měkké, obecné a odborné. Trh práce v současné době potřebuje zaměstnance, kteří jsou schopni se učit novému, kteří pochopí hlavní myšlenku Průmyslu 4.0 a budou se pohybovat v rychlém a dynamickém prostředí, budou schopni používat svou kreativitu, tvořivost a kritičnost, snažit se analyzovat své neúspěchy a mít odvahu se posunout vpřed. Nezbytné je také trénování nejen své odborné dovedností ale i měkkých kompetencí. Nestačí už pouze znalost jednoho světového jazyka, znalost minimálně 2 může zvýšit možnost najít lepší pozici.

Mezi měkké kompetence Průmyslu 4.0 patří aktivní komunikační schopnosti, větší úroveň kooperaci uvnitř skupiny, umění prosadit své návrhy a myšlenky, prezentace v cizím jazyce, umění pohybovat se v kolektivu, vysokou flexibilitu práce a komplexnost pracovních úkolů, jednotlivé požadavky je nutné realizovat ve stále kratším čase, schopnost nacházet inovativní řešení, samostatnost a schopnost přijímat riziko.

Obecné kompetence mají především: využívání složitějších moderních počítačových systémů, znalosti a odborná komunikace minimálně ve dvou cizích jazycích, dovednosti v nových trendech v oblastech světové ekonomiky v Průmyslu 4.0. Nový model je uveden na Obr.4.5 Nový kompetenční model studenta strojí fakulty. Co se týká odborných znalostí a dovedností, je zde vidět velký důsledek změn. Jako doplnění k stávajícímu studijnímu programu se zvyšují nároky na znalosti základů mechatroniky, kyberneticko-fyzických systémů v digitálním podniku, základů umělé inteligence, nezbytné znalosti směru a myšlenky Průmyslu 4.0, znalost moderních a složitějších počítačových programů a informačních systémů v „digitálním podniku“, umět zpracovávat velké množství dat, umět pracovat s inteligentním modelem výrobku a řídit všechny procesy během životního cyklu produktu. Tento nový model potvrzuje nutnost změny především v myšlení Inženýra 4.0.

Níže na Obr.5.1 Návrh nového studijního programu Inženýr 4.0 - Doporučení pro uplatnění nového kompetenčního modelu je převeden předpokládá model nového programu Strojní inženýr konstruktér v průmyslu 4.0 a navazující program Inženýr konstruktér v Průmyslu 4.0.

Návrh programu obsahuje předměty předchozího studijního programu Strojní inženýr konstruktér na ZČU (například v oboru Konstrukce výrobního zařízení) [15], a k tomuto programu jsou nezbytné předměty pro budoucího inženýra v prostředí 4.0.

Níže v Tab.5.1 Popis změn v studijním vzdělávacím programu Strojní inženýrství 4.0 popíšeme detailní změny v předmětech programu po implementaci Průmyslu 4.0.

<b>Klasický inženýr</b>	<b>Změny v obsahu anebo zavedení nového předmětu</b>	<b>Inženýr 4.0</b>
Matematika 1,2,3	Prohloubit výuku	Matematika se zaměřením na techniku (matematika pro techniky) jde především o způsob a hloubku výkladu, jaký je běžný pro techniky (důraz na praktický použitelný výsledek) Matematické modelování (v průmyslu) – modelování technologických procesů, vývoj nových technologií s aplikacemi v technice, energetice atd.; řešení praktických problémů využitím matematických metod)
Člověk a energie	Je možné změnit na jiný kurz	Je možné změnit na kurz „Moderní energetické zdroje Průmyslu 4.0“ a rozvoj energetiky v Průmyslu 4.0, nový koncept, například obnovitelné zdroje energie na lokální úrovni, nové technologie a úspory energie
Fyzika	Prohloubit výuku	Fyzikální technika, fyzika se zaměřením na praktickou výuku, experimentální fyzika
Chemie	Prohloubit výuku	Materiálová chemie + moderní druhy materiálů, nanomateriály
Elektrotechnika Mechatronika Kybernetika	Doplnit aspon základními znalostmi	Je nutné doplnit výuku základy mechatroniky, robotických systémů, umělé inteligence a

Umělá inteligence a robotické systémy		kybernetiky. Je důležité propojit technický obor s informatikou (digitální podnik v Průmyslu 4.0)
Teorie mechatroniky a robototechniky	Doplnit výuku teoretickými znalostmi robotických systému	Práce se systémy s komplexní strukturou, které tvoří vzájemně propojené mechanické, elektrické a řídicí subsystémy
Počítačová podpora Informační systémy	Posílit výuku teoretickými a praktickými znalostmi moderních informačních systémů v podnicích. Důležité je naučit studenty používat jeden z informačních systému v praxi	Posílit program přípravou k používání systému řízení CAD/CAM, moderními aplikacemi pro konstruktérské řešení, znalostmi moderních informačních systémů a sítěmi v digitálním podniku, bezpečnostní systémy
		Zavedení předmětu na problematiku Průmyslu 4.0
<b>Navazující program</b>		
Softwarové aplikace pro konstruování	Doplnit a prohloubit výuku	Virtuální konstrukce, simulace technických zařízení, práce s digitálním modelem
Materiály	Doplňující znalosti moderních materiálů v konstruování	Moderní technologie a moderní konstrukční materiály
Výpočty		Výpočty a metody hodnotové analýzy
Průmyslové inženýrství	Znalosti provozu digitálního podniku	Moderní metody průmyslového inženýrství v prostředí digitálního podniku
Výrobní stroje a zařízení	propojení výuky znalostmi moderních strojů v digitálním podniku	Moderní výrobní stroje a zařízení, které jsou spojeny a řízeny pomocí kyberneticko-fyzikálního systému
Dopad Průmyslu 4.0	Doplnit výuku	Změny na trhu práce v Průmyslu 4.0; Dopad na životní prostředí a právní aspekty Průmyslu 4.0

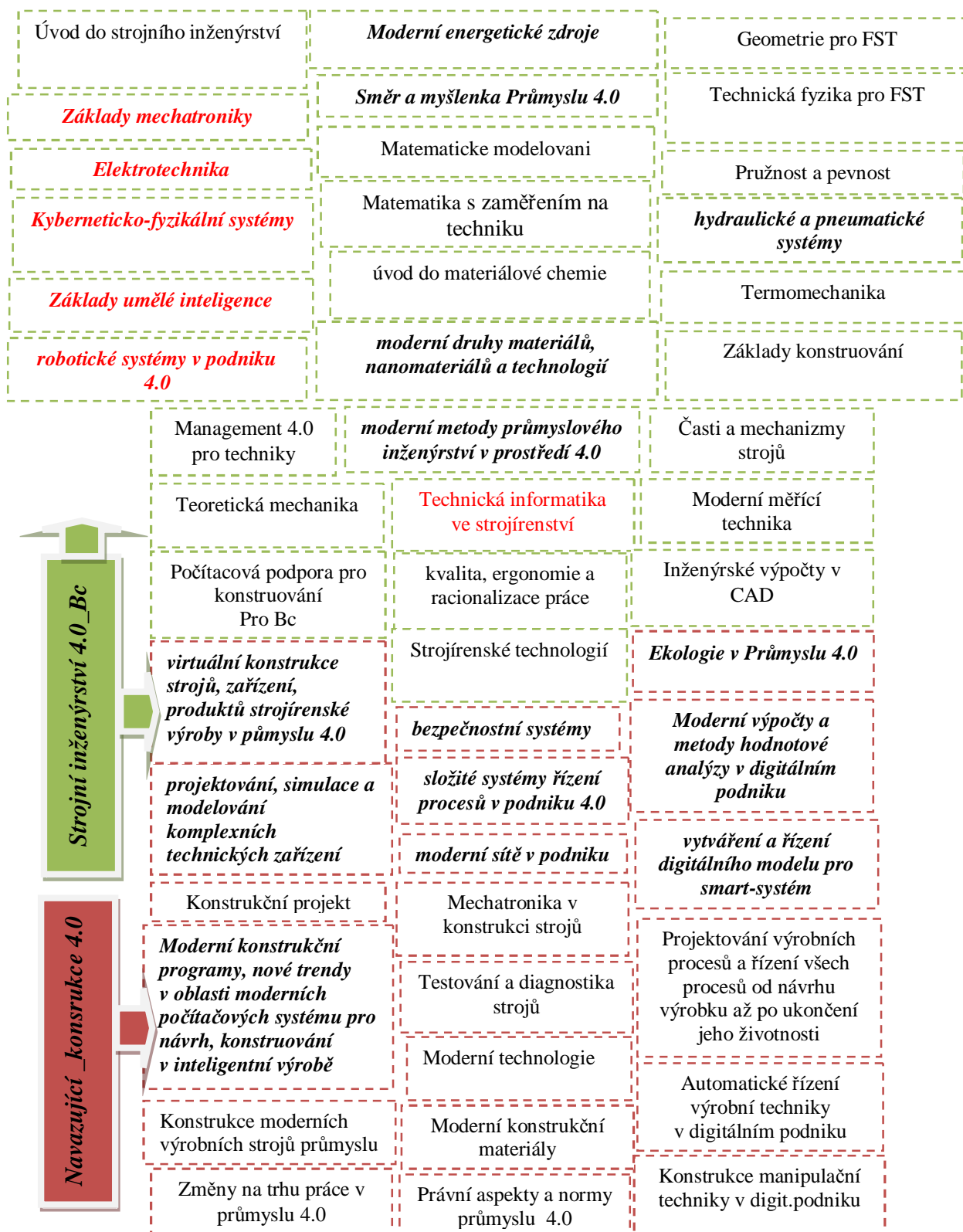
**Tab.5.1 Popis změn v studijním vzdělávacím programu Strojní inženýrství 4.0**

Výuku je potřeba doplnit týmovým projektem ve spolupráci s podniky, přednáškami odborníků z praxe, workshopy nebo webináři, stážemi a výukou v cizím jazyce.

Pro celoživotní vzdělávání – teorie dopadu Průmyslu 4.0 na technologický proces a výrobní systémy.

Na obr.5.1 je ukázka návrhu nového studijního programu v rámci prostředí Průmyslu 4.0, který je vytvořen s ohledem na požadavky Průmyslu 4.0. Dá se říct, že základy dnešního studijního programu vzdělávání inženýra na Západočeské univerzitě je možné prohloubit a doplnit výukou informačních technologií, zejména kybernetikou, umělou inteligencí, robotikou. Zaměřit pozornost k elektrotechnice, mechatronice, novým zdrojům energií. Klást důraz na potřebu znalostí v moderních softwarových řešeních pro konstrukci, důležitost simulace a práce s digitálním modelem. Je také důležité pochopit směr Průmyslu 4.0, provoz digitálního podniku a způsobu toku informace v novém digitálním prostředí. Je nutné zdůraznit, že je to jen návrh budoucího programu, a musí být prozkoumán pro další vylepšení a úpravy.





Obr.5.1 Návrh nového studijního programu Inženýr 4.0 - Doporučení pro uplatnění nového kompetenčního modelu

## Závěr

Hlavním cílem diplomové práce bylo zkoumání stávajícího profilu studenta strojní fakulty, a provádění veškerých změn, které jsou spojené s vlivem nové průmyslové éry.

Jako příklad byl použit kompetenční model Národní soustavy povolání, pomocí kterého byl vytvářen kompetenční profil strojního inženýra konstruktéra. Zároveň pro výzkum byl použit vzdělávací program na Západočeské univerzitě Strojní inženýr v oboru stavba výrobních strojů a zařízení.

Detailně byl popsán samotný *kompetenční model* a z jakých souborů se skládá. Dá se to říct, že od pracovníka v dnešní době vyžadují nejen odborné znalosti v profesi a taky schopnosti a dovednosti průřezového charakteru.

Dále v práci bylo uvedeno, jaké změny přináší s sebou Průmysl 4.0 a čím vlastně je, jaké má výhody, klady a zápory. Byl použit veřejný dokument Ministerstva průmyslu a obchodu České republiky *Národní Iniciativa implementací Průmyslu 4.0*, zejména kapitola 9 zmíněného dokumentu, kde jsou popsány vše potřebné opatření pro vysoké školství o zavádění nového studijního programu s ohledem na problematiku Průmyslu 4.0.

Podle toho byl vytvářen nový kompetenční model studenta strojní fakulty. Budoucí strojní inženýr konstruktér v prostředí 4.0 mohl by splňovat další podmínky: je to odborník, který výborně vyjadřuje své myšlenky, má velkou úroveň kreativity a tvořivosti, aktivně reaguje na změny, může pracovat v mezinárodním kolektivu, občas ho výkon by mohl být nadstandartní, orientuje svou práci na zákazníka, plánuje samostatně svůj čas, může řešit komplexní problém, dobře se orientuje v své oblasti a prohlubuje dále své znalosti, má vysokou úroveň počítačové a numerické způsobilosti, umí nejlépe 2 světových jazyků, aspoň druhý na základní úrovni. Klasický vzdělávací program by bylo možné doplnit výukou mechatroniky, kybernetických systémů, robotikou. Důležité jsou znalosti prostředí Průmyslu 4.0 a jeho dopadu na vše oblasti lidského života, včetně technologického rozvoje.

V souladu s novým kompetenčním modelem byl později navrhnout nový vzdělávací program Strojního inženýra konstruktéra v oblasti digitální výroby. Z druhé strany byla potřeba se podívat na nový program z hlediska výukových metod a technologie výuky v novém oboru, nestáčí pouze doplnit do klasického programu předměty na problematiku Průmysl 4.0. Bylo nutné vybavit výuku vhodnými prostředky, zvyšovat spolupráci s podniky a klást důraz na celoživotní vzdělávání.

Další otázkou je, že nejde pouze o klasickou kvalifikaci, kterou můžou poskytnout vyšší školy, je důležité se zaměřit na rekvalifikaci stávajících pracovníků různého věku a různých úrovní znalosti a dovednosti. To jsou především různé vzdělávací kurzy a e-Learning, spolupráce s univerzitami v rámci celoživotního vzdělávání.

Jedná se o docela složitý proces přechodu k novému období v průmyslu, ale nyní budou vstupovat na pracovní trh nové pracovníky, kteří by měli pochopit myšlenku a vize Průmyslu 4.0.

## Literatura

- [1] PAPEŽ K., „*Kompetenční model*“, Místní rozvoj, pp. 35-36, 2015.
- [2] DIBELLO M., „*Competence Motivation*“, 2017. [Online]. Available: <https://sites.google.com/site/motivationataglanceischool/competence-motivation>. [Přístup získán 22 10 2017].
- [3] PLAMÍNEK J. FIŠER R., *Řízení podle kompetencí*, Praha: Grada Publishing, 2005.
- [4] PLAMÍNEK J., *Synergický management*, 2000: Argo, Praha.
- [5] MUCHINSKY P.M., *Psychology applied to work: An introduction to industrial and organizational psychology*, Summerfield: Hypergraphic Press, 2006.
- [6] Ing. MATOUŠKOVÁ Z., „Conference-CM“, v *Řízení lidských zdrojů podle kompetencí*, Praha, 2006.
- [7] ENCYKLOPEDIE, „Managementmania“, 17 03 2016. [Online]. Available: <https://managementmania.com/cs/kompetence>. [Přístup získán 1 10 2017].
- [8] MPSV „NÁRODNÍ SOUSTAVA POVOLÁNÍ“, 2017. [Online]. Available: <http://nsp.cz>. [Přístup získán 1 10 2017].
- [9] SANCHEZ E.I., *The rise and fall of job analysis and the future of work analysis*, Annual Review of Psychology, 2012.
- [10] „PERSYT“, 2017. [Online]. Available: <http://www.persyt.cz/Popis/HodnoceniZamestnancu.aspx>.
- [11] HRONÍK F., *Hodnocení pracovníku*, Praha: Grada Publishing, 2006, pp. 31-32.
- [12] KOBEŠ M., *Manažerské kompetence. Způsobilost výjimečných manažerů*, Praha: Grada Publishing, 2004, pp. 63-66.
- [13] Kompetenční profil, „ALTAXO“, 2017. [Online]. Available: <https://www.altaxo.cz/provoz-firmy/personalistika/rizeni-lidskych-zdroju/kompetencni-profil-zamestnance>. [Přístup získán 3 10 2017].
- [14] ČERVENKOVÁ A., „*HRForum*“, 2016. [Online]. Available: <http://www.hrforum.cz/kompetencni-modely-pouziva-jen-kazda-treti-firma/>.
- [15] ZČU, 2018. [Online]. Available: [http://www.zcu.cz/export/sites/zcu/study/dokumenty/stud\\_programy/FST/bc.pdf](http://www.zcu.cz/export/sites/zcu/study/dokumenty/stud_programy/FST/bc.pdf).
- [16] „MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU ČR“, 2018. [Online]. Available: <https://www.mpo.cz>.
- [17] MAŘÍK V. a kolektiv, "*Iniciativa Průmyslu 4.0*" MPO, 2016. [Online]. Available: <https://www.mpo.cz/cz/prumysl/zpracovatelsky-prumysl/prumysl-4-0-ma-v-cesku-sve-misto--176055/>. [Přístup získán 12 11 2017].
- [18] I-SCOOP, „EDUKATIONAL RESOURCE“, 2018. [Online]. Available: <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/>. [Přístup získán 12 2 2018].
- [19] „INDUSTRIE 4.0“, 2015. [Online]. Available: <https://mapifoundation.org/economic/2015/7/23/the-internet-of-things-industrie-40-vs-the-industrial-internet>.
- [20] MacDougall W., „*INDUSTRIE 4.0*“, Germany trade and invest, Berlin, 2014.
- [21] BCG, „*Embracing Industry 4.0*“, 2018. [Online]. Available: <https://www.bcg.com/capabilities/operations/embracing-industry-4.0-rediscovering-growth.aspx>. [Přístup získán 12 2 2018].
- [22] „IoT PORTÁL“, 2016. [Online]. Available: <https://www.iot->

- portal.cz/2016/08/22/kyberfyzikalni-systemy/. [Přístup získán 13 2 2018].
- [23] AUTOMA, "Industrie 4.0" 2015. [Online]. Available: [http://automa.cz/cz/casopis-clanky/referencni-model-struktury-industrie-4-0-rami-4-0-2015\\_11\\_54254\\_6868/](http://automa.cz/cz/casopis-clanky/referencni-model-struktury-industrie-4-0-rami-4-0-2015_11_54254_6868/). [Přístup získán 13 2 2018].
- [24] Schweichhart K., „*Reference Architectural Model Industrie 4.0 (RAMI 4.0)*“ ZVEI SG Modelle und Standards, 2018.
- [25] Martínek J., „BusinessInfo.cz,“ 20 3 2016. [Online]. Available: <http://www.businessinfo.cz/cs/clanky/jan-mladek-prumysl-40-je-cestou-k-udrzeni-nasi-konkurenceschopnosti-75605.html>. [Přístup získán 14 2 2018].
- [26] „ENVIWIKI“ 2016. [Online]. Available: [https://www.enviwiki.cz/wiki/Vzdelavani\\_4.0](https://www.enviwiki.cz/wiki/Vzdelavani_4.0). [Přístup získán 12 11 2017].
- [27] doc. Ing. Horejc J., Ph.D. „*Návrh profilu absolventa oboru "Inženýr 4.0"*“ Plzeň, 2016.
- [28] „RETEL GROUP“ 2018. [Online]. Available: <http://retel.cz/pracovni-nabidka/c-p-s-dr-boeckmann-s-r-o-konzultant-ka-v-prumyslu-4-0-v-automotivu>. [Přístup získán 2 3 2018].
- [29] „CAD.cz“ 2018. [Online]. Available: <https://www.cad.cz/pdmpm/86-pdmpm/7972-vyzvy-digitalizace-prumysl-40.html>. [Přístup získán 2 3 2018].
- [30] „TECHNICKÝ PORTÁL“ 2016. [Online]. Available: [https://www.technickytydenik.cz/rubriky/informacni-a-komunikacni-technologie/mame-reseni-pro-prumysl-4-0\\_37375.html](https://www.technickytydenik.cz/rubriky/informacni-a-komunikacni-technologie/mame-reseni-pro-prumysl-4-0_37375.html). [Přístup získán 2 3 2018].
- [31] NSP „www.nsp.cz,“ 2018. [Online]. Available: [http://katalog.nsp.cz/Napoveda/Prilohy\\_Manualu\\_NSP/Priloha\\_c10\\_manualu.pdf#page=2](http://katalog.nsp.cz/Napoveda/Prilohy_Manualu_NSP/Priloha_c10_manualu.pdf#page=2).
- [32] NSP „www.nsp.cz,“ 2018. [Online]. Available: [http://katalog.nsp.cz/Napoveda/Prilohy\\_Manualu\\_NSP/Priloha\\_c9\\_manualu.pdf#page=2](http://katalog.nsp.cz/Napoveda/Prilohy_Manualu_NSP/Priloha_c9_manualu.pdf#page=2).
- [33] M. Rüßmann, P. Gerbert a M. Lorenz, „BCG,“ 2015. [Online]. Available: [https://www.bcg.com/publications/2015/engineered\\_products\\_project\\_business\\_industry\\_4\\_future\\_productivity\\_growth\\_manufacturing\\_industries.aspx](https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx).
- [34] Pagáč M., „KONSTRUKTÉR.cz“ Vydavatelství Nová média, s. r. o. , 2016. [Online]. Available: <https://www.konstrukter.cz/2016/10/13/nemecti-studenti-se-pripravuji-na-prumysl-4-0-s-platformou-3d-experience/>.
- [35] ZELENÝ M., „*Firma jako živý organismus*“ [nanokompozity.cz](http://www.nanokompozity.cz), pp. <http://www.nanokompozity.cz/firma-jako-zivy-organismus>, 2016.
- [36] ALTEGO, „*FIRMA JAKO VYVÁŽENÝ CELEK*“ v <http://www.altego.cz/cs/vzdelavaci-programy/manazerske-dovednosti/firma-jako-vyvazeny-celek>, Brno, 29.9.2017.
- [37] PLAMÍNEK J., Sebeřízení: Praktický atlas managementu cílů, času a stresu, Praha: Grada Publishing, 2004.

## Seznam grafu a obrázků

Obr.1.1 Dvě složky kompetence [4] .....	11
Obr.1.2 Definice pojmu kompetence .....	12
Obr.1.3 Členění kompetencí [8] .....	13
Obr.1.4 Struktura kompetenčního modelu[8].....	15
Obr.1.5 Soubor kompetencí dle Národní soustavy povolání[8] .....	16
Obr.1.6 Formulář hodnocení zaměstnanců .....	18
Obr.1.7 Využití kompetencí v procesu řízení lidských zdrojů .....	19
Obr.1.8 Struktura tvorby kompetenčního modelu .....	21
Obr.2.1 Stávající profil studenta FST .....	36
Obr.3.1 Změna průmyslových revolucí .....	37
Obr.3.2 Oblasti Iniciativy Průmysl 4.0 .....	38
Obr.3.3 Devět technologických trendů od BCG [21] .....	40
Obr.3.4 Přehled kyberneticko-fyzikálního systému [18] .....	41
Obr.3.5 Nové možnosti Kyberfyzikálních systémů [18] .....	42
Obr.3.6 Referenční model struktury Industrie 4.0 [24].....	43
Obr.3.7 Architektura [24].....	44
Obr.3.8 Doplňující předměty technického směru [17] .....	46
Obr.4.1 Změny v měkkých kompetencích po implementaci Průmysl 4.0.....	51
Obr.4.2 Změny v obecných dovednostech po implementaci Průmyslu 4.0.....	52
Obr.4.3 Změny v odborných znalostech strojního inženýra konstruktéra .....	53
Obr.4.4 Změny v odborných dovednostech po implementaci Průmyslu 4.0 .....	55
Obr.4.5 Nový kompetenční model studenta strojní fakulty .....	58
Obr.4.6 Přehled úpravy studijního programu strojní inženýrství .....	59
Obr.5.1 Návrh nového studijního programu Inženýr 4.0 .....	65
graf.2.1 Měkké kompetence_strojní inženýr konstruktér .....	26
graf.2.2 Obecné dovednosti_Strojní inženýr konstruktér .....	28
graf.2.3 Teoretické znalosti_Strojní inženýr konstruktér.....	31
graf.2.4 Praktické znalosti_Strojní inženýr konstruktér.....	31
graf 4.1 Změny v měkkých kompetencích .....	51
graf 4.2 Změny ve složce obecných dovedností po implementaci Průmyslu 4.0.....	52
graf. 4.3 Změny v odborných znalostech strojního inženýra konstruktéra.....	53
graf.4.5 Změny měkkých kompetencí klasického inženýra v porovnání s inženýrem 4.0 .....	56
graf.4.6 Změny obecných dovedností klasického inženýra v porovnání s inženýrem 4.0.....	57

## Seznam tabulek

Tab.1.1 Rozdíly mezi tradiční analýzou a kompetenčními modely .....	14
Tab.2.1 Kompetenční model. Měkké kompetence. Konstruktor .....	26
Tab.2.2 Obecné kompetence [8].....	28
Tab.2.3 Kompetenční model strojního inženýra. Odborné znalosti a dovednosti.....	30
Tab.2.4 Deskriptor kvalifikační úrovně odborných znalostí [32] .....	30
Tab.2.5 Deskriptor kvalifikačních úrovně odborných dovedností [32].....	30
Tab.2.6 Kompetence programu Strojní inženýr konstruktor .....	33
Tab.2.7 Navazující program Strojní inženýrství – konstruktor .....	34
Tab.5.1 Popis změn v studijním vzdělávacím programu Strojní inženýrství 4.0	63-64