



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV STAVEBNÍ EKONOMIKY A ŘÍZENÍ

INSTITUTE OF STRUCTURAL ECONOMICS AND MANAGEMENT

STAVEBNICTVÍ A PRŮMYSL 4.0

CONSTRUCTION INDUSTRY AND INDUSTRY 4.0

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Nikola Pálfiová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR AIGEL, Ph.D.

BRNO 2019



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607R038 Management stavebnictví
Pracoviště	Ústav stavební ekonomiky a řízení

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Nikola Pálfiová
Název	Stavebnictví a průmysl 4.0
Vedoucí práce	Ing. Petr Aigel, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2018
Datum odevzdání	24. 5. 2019

V Brně dne 30. 11. 2018

doc. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Vladimír Mařík a kol. : Průmysl 4.0: Výzva pro Českou republiku, Praha, 2016, ISBN 978-80-7261-440-0
Kolektiv autorů : Průmysl 4.0, Vzdělávání 4.0, Práce 4.0 a Společnost 4.0, Praha 2017, ISBN: 978-80-86809-23-6

Tomáš Funtík : Informačné modelovanie stavby ako nástroj pre efektívnu správu životného cyklu, Brno, 2017, ISBN: 978-80-263-1369-4

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Cílem práce je analýza možností stavebnictví a průmyslu 4.0, vzájemné provázanosti a kooperace.

1. Definování základních pojmů
2. Vybrané prvky průmyslu 4.0
3. Vybrané prvky stavebnictví 4.0
4. Analýza a možnosti stavebnictví a průmyslu 4.0, vzájemné provázanosti a kooperace.

Výstupem práce je analýza možností stavebnictví a průmyslu 4.0, vzájemné provázanosti a kooperace.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Petr Aigel, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Predmetom tejto bakalárskej práce je priemysel 4.0 a jeho možnosti implementácie v stavebnom priemysle. Práca sa dá rozdeliť do dvoch tématických častí. V prvej časti sú popísané a vysvetlené základné pojmy, nástroje a metódy využívané Priemyslom 4.0 v druhej časti sa táto práca venuje Priemyslu 4.0 a Stavebníctvu 4.0 a možnosti ich implementácii v krajinách Vyšehradskej štvorky. Táto práca si kladie za cieľ zdokumentovať aktuálny stav, legislatívne pripravenosti a mieru implementácie Stavebníctva 4.0 v jednotlivých krajinách Vyšehradskej štvorky.

KLÍČOVÁ SLOVA

Priemysel 4.0, Stavebníctvo 4.0 , Vyšehradská štvorka

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with Industry 4.0 described and explained and second part deals with Industry 4.0, Construction 4.0 and its possible implementation in countries of Vysegrad four. The purpose of this work are to document the actual situation legislative readiness and rate of implementation of Construction 4.0 in every single country of Vysegrad four.

KEYWORDS

Industry 4.0, Construction 4.0, Vysegrad four

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Nikola Pálfiová *Stavebnictví a průmysl 4.0.* Brno, 2019. 93 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební ekonomiky a řízení. Vedoucí práce Ing. Petr Aigel, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Stavebnictví a průmysl 4.0* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 20. 5. 2019

Nikola Pálfiová
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Stavebnictví a průmysl 4.0* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 20. 5. 2019

Nikola Pálfiová
autor práce

POĎAKOVANIE

Rada by som tu poďakovala hlavne môjmu vedúcemu bakalárskej práce Ing. Petrovi Aiglovi Ph. D. za užitočné rady pri spracovávaní práce a za jeho ochotu, podporu a ústretový prístup.

Ďalej by som chcela poďakovať mojej rodine a priateľovi za podporu po celú dobu štúdia.

Obsah

Úvod	10
1 Vymedzenie pojmov	11
1.1 Priemyselná revolúcia – Historický vývoj	11
1.1.1 Prvá priemyselná revolúcia	11
1.1.2 Druhá priemyselná revolúcia.....	12
1.1.3 Tretia priemyselná revolúcia	13
1.1.4 Štvrtá priemyselná revolúcia.....	14
2 Priemysel 4.0	15
2.1 Tri základné piliere Priemyslu 4.0	16
2.1.1 Základné princípy priemyslu 4.0.....	17
2.2 Základné pojmy v oblasti priemyslu 4.0	18
2.3 Historický vývoj Priemyslu 4.0 v Českej republike	23
3 Prvky Priemyslu 4.0 a ich vízie	24
3.1 Systémová integrácia	24
3.2 Analýza veľkých dát – Big Data	25
3.3 Autonómne roboty	26
3.4 Komunikačná infraštruktúra	27
3.5 Dátové úložisko a cloudové výpočty	28
3.6 Aditívna výroba	29
3.7 Rozšírená realita	29
3.8 Senzory	31
3.9 Kybernetika a umelá inteligencia	32
3.10 Nové technológie	33
4 Staviteľstvo 4.0	33
4.1 Súčasný stav stavebníctva v ČR	34
4.2 Nové technológie v stavebníctve	34
4.2.1 Autonómny roboti a automatizácia v stavebníctve.....	34
4.2.2 Bezpilotné lietadlá – Drony	38
4.2.3 Využitie GPS súradníc.....	40
4.2.4 Virtuálna a rozšírená realita	41
4.2.5 Inteligentné budovy	43
5 Digitalizácia stavebníctva	45
5.1 Informačné modelovanie budov	46

5.1.1	Využitie a prínos pre účastníkov procesu	48
6	Vyšehradská štvorka	51
6.1	Vyšehradská štvorka v číslach	51
7	Vývoj Priemyslu vo Vyšehradskej skupine	52
7.1	Slovensko	53
7.2	Česko	57
7.3	Poľsko	59
7.4	Maďarsko	60
7.5	Porovnanie vývoja Priemyslu 4.0 v krajinách Vyšehradskej skupiny ..	62
8	Staviteľstvo 4.0 v krajinách Vyšehradskej skupiny.....	63
8.1	Slovensko	65
8.2	Česko	66
8.3	Poľsko	69
8.4	Maďarsko	71
8.5	Porovnanie Staviteľstva 4.0 u krajín Vyšehradskej štvorky	73
9	SWOT analýza Stavebníctvo 4.0	74
9.1	SWOT ANALÝZA STAVEBNÍCTVA 4.0 NA SLOVENSKU	74
9.2	SWOT analýza Stavebníctva 4.0 v Česku.....	75
9.3	SWOT analýza v Poľsku	76
9.4	SWOT analýza Stavebníctva 4.0 pre Maďarsko.....	77
9.5	Vyhodnotenie SWOT analýz	78
	Záver	79
	Zoznam použitej literatúry	80
	Zoznam použitých obrázkov	90
	Zoznam použitých skratiek a cudzích výrazov	91
	Zoznam tabuliek	93
	Zoznam grafov	93

Úvod

Témou tejto bakalárskej práce je Priemysel 4.0 a jeho aplikácia do stavebníctva. V prvých kapitolách práce je popísaná stručná história priemyslu, základné pojmy a nástroje využívané v Priemysle 4.0.

V nasledujúcich kapitolách práca podrobne popisuje súčasné technológie, metódy a nástroje Priemyslu 4.0 využívané aj v stavebníctve. Medzi popisujúce technológie patria autonómne roboty, bezpilotné lietadlá, využitie GPS súradníc, virtuálna a rozšírená realita, inteligentné budovy, informačné modelovanie budov aj digitalizácia stavebníctva.

V posledných kapitolách tejto práce je podrobne opísaný prístup jednotlivých krajín Vyšehradskej štvorky k implementácií nových metód Priemyslu 4.0 do Stavebníctva 4.0. Každé krajine Vyšehradskej štvorky je venovaná jedna podkapitola ktorá bližšie popisuje implementáciu nových technológií a metód. Či už z praktickej alebo legislatívnej stránky.

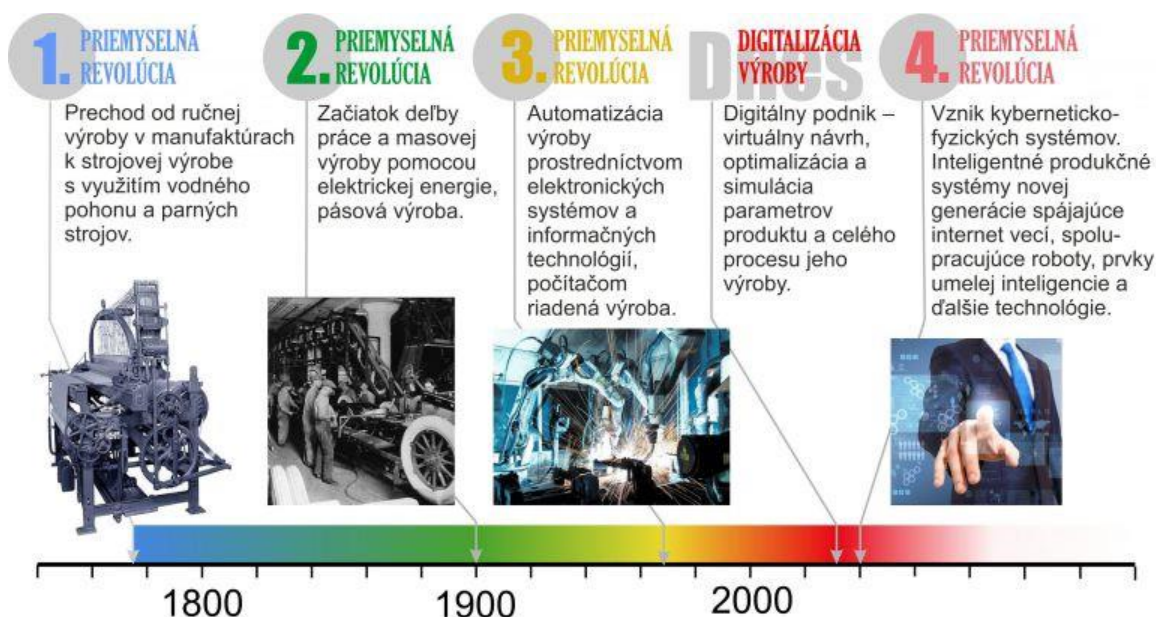
Cieľom tejto bakalárskej práce je porovnanie reálneho využívania metód Priemyslu 4.0 v stavebníctve jednotlivých krajín V4. Zároveň táto práca skúma legislatívnu pripravenosť týchto krajín na vstup do novej generácie priemyslu.

V závere tejto bakalárskej práce bola pre lepšie porovnanie a prehľadnosť vypracovaná SWOT analýza na aplikáciu Stavebníctva 4.0 pre každú krajinu Vyšehradskej štvorky.

1 Vymedzenie pojmov

1.1 Priemyselná revolúcia – Historický vývoj

Na začiatok druhej kapitoly si postupne predstavíme všetky vývinu priemyslu. Od jeho začiatku Priemyslu 1.0 až po súčasnú dobu Priemyslu 4.0., ktorý je následne podrobne popísaný v ďalších podkapitolách.



Obrázok 1 – Priemyselné revolúcie [47]

1.1.1 Prvá priemyselná revolúcia

Prvá priemyslová revolúcia začala v Anglicku v 18. storočí, presnejšie od roku 1784, kedy Edmund Cartwright vynašiel prvý mechanický tkáčsky stroj. Priemyselná revolúcia prebiehala ešte aj v 19. storočí, kedy sa dokončoval prechod od ručnej výroby v manufaktúrach ku strojovej veľkovýrobe. Masovo sa v tejto dobe začali využívať nové zdroje energie, predovšetkým uhlie (resp. para), preto je tiež tradičným symbolom priemyselnej revolúcie, ktorú dnes nazývame prvá priemyslová revolúcia, parný stroj. Kľúčovým pojmom tohto obdobia je industrializácia.

[1]

Dopad priemyselnej revolúcie na spoločnosť bol obrovský, zásadne sa zmenili všetky odbory hospodárstva. Tento prevrat bol významovo zrovnateľný s neolitickou revolúciou, ktorá znamenala premenu spoločnosti od lovcov

a zberačov k poľnohospodárom. S tým súviselo zakladanie sídiel, kompletná zmena životného štýlu a vznik súkromného vlastníctva.

[1]



Obrázok 2 – Parný stroj [48]

1.1.2 Druhá priemyselná revolúcia

Druhá priemyselná revolúcia nadväzuje na prvú priemyselnú revolúciu, tzn. že sa datuje od konca 19. storočia. Väčšinou sa spája s dvoma dátumami: s rokom 1879, keď T.A. Edison vynášiel žiarovku, alebo s rokom 1870 kedy spoločnosť Cincinnati inštalovala vo svojom závode prvú montážnu linku a začala s del'bou práce, neskôr elektrifikovanou, ktorá priniesla ďalší prudký rozvoj masovej výroby.

Henry Ford (1863 – 1947) prevzal myšlienku masovej výroby v Chicagu, ošipané viseli z dopravných pásov a každý mäsiar vykonal len časť určitej práce na mäse. Ford preniesol princípy masovej výroby aj do automobilovej výroby a od základu ju zmenil. Predtým sa celý proces výroby automobilu produkoval na jednej stanici, teraz sa vozidlá vyrábali v čiastkových krokoch a to na dopravných pásoch. Výroba bola podstatne rýchlejšia a pri nižších nákladoch.

[1,4]



Obrázok 3 – 1. Montážna linka [49]

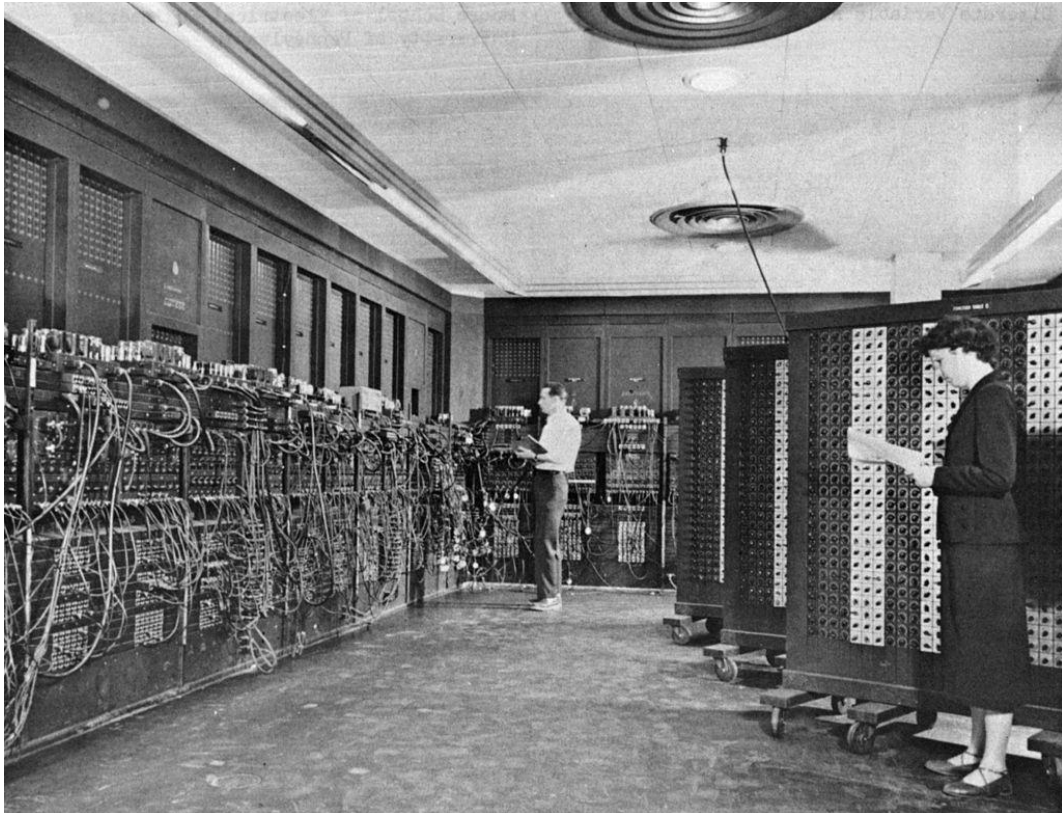
1.1.3 Tretia priemyselná revolúcia

Začala sa v 70. rokoch 20. storočia. Rovnako ako bol prechod od uhlia a pary k elektrike pomerne spojitý a logický, tak aj prechod od mechanizmu k automatom bol skôr výsledkom prirodzenej evolúcie ako skutočnou revolúciou.

Tretia priemyselná revolúcia býva najčastejšie spájaná s automatizáciou, elektrotechnikou a rozmachom informačných technológií. Za jej počiatok sa najčastejšie uvádza rok 1969, kedy bol vyrobený prvý programovateľný logický automat a to PLC. Jedná sa teda o malý priemyslový počítač, riadiacu jednotku, pre automatizáciu procesu v reálnom čase. Pre PLC je charakteristické, že program sa vykonáva v tzv. cykloch.

Od zavedenia týchto technológií sme schopný automatizovať celý výrobný proces bez pomoci človeka. Znáмым príkladom sú roboty, ktoré vykonávajú naprogramované úlohy bez ľudského zásahu.

[1,4]



Obrázok 4 - Prvý predchodca počítača [50]

1.1.4 Štvrtá priemyselná revolúcia

Práve prebieha a mala by trvať ešte ďalších 10-30 rokov. Je charakterizovaná masovým rozšírením internetu a jeho prienikom doslova do všetkých oblastí ľudskej činnosti.

Dá sa povedať, že internet je tu už od roku 1962, kedy vznikol projekt počítačového výskumu agentúry ARPA, ktorá dostala v súvislosti so studenou vojnou v USA zadanie, aby vyvinula komunikačnú sieť pre počítače s decentralizovaným riadením. Resp. od roku 1969, kedy úlohu splnila a do prevádzky bola uvedená prvá experimentálna sieť ARPANET. Pojem internet vznikol v roku 1987 a k jej komercializovaniu prišlo v roku 1994. Od konca 90. rokov sledujeme extrémny nárast užívateľov internetu, ktorý v dnešnej dobe dosahuje miliardy.

K sieti sa pripájajú okrem ľudí aj stroje a veci všeobecne. Reálne a virtuálne svety sa začínajú prelínať a do hry vstupujú tzv. kyberfyzické systémy.

[1]



Obrázok 5 – Robotizácia automobilového priemyslu [51]

2 Priemysel 4.0

Označenie pre súčasný stav digitalizácie a s ňou spojenou automatizáciu výroby. V priemysle 4.0 ktorého základy tvorí internet vecí, sa budú naďalej využívať cloudové úložiská, dátové centrá, strojové učenia a umelá inteligencia, automatické hlásenia problémov vo výrobe, alebo tzv. chytré sklady, ktoré samy reagujú na stav svojich zásob a upravujú jej tok.

Podľa tejto myšlienky vzniknú tzv. múdre továrne, ktoré budú využívať autonómne kyberneticko-fyzické systémy – CPS (Cyber-Physical Systems), prevezmú opakujúce sa jednoduché činnosti, ktoré do tejto doby vykonávali ľudia. CPS bude základným prvkom inteligentných tovární, ktoré budú schopné autonómnej výmeny informácií, vyvolané potrebné akcie v reakciách v momentálnych podmienkach a vzájomných nezávislých kontrolách.

[1,2]

2.1 Tri základné piliere Priemyslu 4.0

I. Digitalizácia a integrácia horizontálnych a vertikálnych hodnotových reťazcov

Digitalizácia a integrácia vertikálnych procesov skrz celú organizáciu, od vývoja produktu, nákupu, manažmentu, cez výrobu, logistiku a služby. Vertikálne procesy budú prepojené s horizontálnymi v rámci firemných systémov, ktoré budú mať možnosť v reálnom čase reagovať na meniaci sa dopyt po produktoch a službách. Horizontálna integrácia spočíva v spojení s dodávateľmi, zákazníkmi a ostatnými kľúčovými partnermi. Všetky dáta o operáciách a plánovania procesu je možné v reálnom čase a pri využití podpory rozšírenej reality mať neustálu optimalizáciu výrobných procesov.

[1,5]

II. Digitalizácia produktu a ponuky služieb

Budú vznikajú tzv. chytré produkty, ktoré budú jednoznačne identifikovateľné a lokalizovateľné. Digitalizácia produktu spočíva v rozšírení existujúcich výrobkov, napríklad pridaním chytrých senzorov alebo komunikačného zariadenia, ktoré sa dajú použiť s analytickými nástrojmi dát. Ďalej vo vytvorení nových digitálnych produktov, ktoré sa zameriavajú na kompletne integrované riešenie. Vďaka integrácii nových metód ku zberu a analýze dát, sú spoločnosti schopné získať informácie o použití výrobku, takže budú poznať nielen históriu a aktuálny stav, ale aj alternatívne cesty ku zdokonaleniu produktu tak, aby spĺňal narastajúce potreby koncových zákazníkov. Touto cestou bude na firmy vytváraný nátlak zo strany spotrebiteľa, aby boli flexibilný a vyrábali produkty na mieru v relatívne krátkom čase. Tomu napomôže vhodný software, kde bude možnosť predvádzať virtuálny prototyp – teda virtuálny návrh nielen výrobku, ale aj výrobných prostriedkov a procesov.

[1,5]

III. Digitalizácia podnikov a prístup k zákazníkom

Tieto technológie sa využívajú už dnes. Veľmi úzko tento pilier súvisí s Internetom vecí a Internetom služieb. V zákazníckej časti sa už napríklad využívajú systémy CRM (Customer Relationship Management), ktorý integruje sociálne siete a analyzuje dáta, najmä v elektronickom obchodovaní. Sociálne siete a dostupné informácie na internete zdvihli nároky zákazníkov na rýchlosť dodania a kvalitu produktu. Zákazníci na sociálnych sieťach mimo iného

hodnotia výrobky firiem a poskytujú recenzie. Ponúk služieb prostredníctvom marketingu na internete je veľmi veľa – oblečenie, automobily, cestovanie, zamestnanie, finančné služby, elektronika atď. Ak sa firmy nechytia tohto trendu a nevyužijú možnosti komunikácie so zákazníkmi touto cestou, hrozí tu veľké riziko z pohľadu vzťahu s verejnosťou alebo zastaranie marketingu.

[1,5,2]

2.1.1 Základné princípy priemyslu 4.0

Interoperabilita – schopnosť CPS, ľudí a všetkých komponentov „chytrej továrne“ spolu komunikovať prostredníctvom IoT a IoS.

Virtualizácia – schopnosť prepojovania fyzických systémov s virtuálnymi a simulačnými nástrojmi. Každá fyzikálna jednotka môže mať svoju virtuálnu interpretáciu v podobe autonómneho kusu kódu, alebo modelového softwaru.

Decentralizácia – rozhodovanie a riadenie prebieha autonómne a paralelne v jednotlivých subsystémoch.

Schopnosť pracovať v reálnom čase – dodržanie požiadaviek reálneho času je kľúčovou podmienkou pre ľubovoľnú komunikáciu, rozhodovanie a riadenie v systémoch reálneho sveta.

Orientácia na služby – preferencie výpočtovej filozofie ponúkajú a využívajú štandardné služby, to vedie k architektúre typu SOA (Service Oriented Architectures). Jednotlivé autonómne jednotky si vyvolávajú služby po iných jednotkách, túto funkciu tiež poskytuje IoT a IoS.

Modularita a rekonfigurabilita – systémy priemyslu 4.0 by mali byť maximálne modulárne a schopné autonómnej rekonfigurácie na základe automatického rozpoznávania situácie. Modularita spočíva v pripojení nového zariadenia do komunikačnej siete, ktorá relevantným súčastiam poskytne o sebe informácie. Relevantné súčasti si túto informáciu zaznamenajú a vedia, že sa na tento stroj môžu obrátiť. Napríklad keď iný stroj stratí komunikačnú schopnosť. Rekonfigurabilita spočíva v tom, že sa systém sám rekonfiguruje, ak práve vtedy bude odpísaný nejaký iný stroj (oprava, odpojenie).

[1,5,2]

2.2 Základné pojmy v oblasti priemyslu 4.0

Spolu s novými technológiami sa tiež vytvára aj nová terminológia. K pochopeniu celej koncepcie priemyslu 4.0 je potrebné stručne vysvetliť niektoré pojmy.

Aditívna výroba

Proces, pri ktorom sa prostredníctvom špecifického zariadenia vytvára trojrozmerný objekt z vhodného materiálu. Tlač po vrstvách je riadená ovládacou elektronikou na základe programovej predlohy. Zjednodušene sa niekedy pre aditívnu výrobu používa termín 3D tlač.

[2]

Analýza veľkých dát

Postupy a nástroje, s ktorých pomocou sa dajú získať, triediť a analyzovať veľké dátové súbory a nachádzať v nich súvislosti. Môže sa jednať o dáta zachytávajúce vývoj trhu atď.

[2]

Autodiagnostika

Schopnosť zariadenia alebo systému autonómne a priebežne monitorovať a testovať svoju funkčnosť.

[2]

Autokonfigurácia

Schopnosť zariadenia alebo systému nakonfigurovať svoje pracovné nastavenia automaticky, bez toho aby bola požadovaná nejaká ďalšia interakcia zo strany užívateľa.

[2]

Automatizácia

Použitie samočinných riadiacich systémov k riadeniu technologických zariadení a procesov. Znižuje potrebu prítomnosti človeka pri vykonávaní určitej činnosti.

[2]

Autonómny systém (robot)

Systém či zariadenie, ktoré operuje samostatne (autonómne – neriadi ich v reálnom čase človek) na základe svojho vnútorného softwaru a plní ciele zadané prevádzkovateľom. S rozvojom technológií pôjde v budúcnosti o roboty

schopné sa učiť a v tom prípade by slovo autonómny mohlo významne rozšíriť svoj význam.

[2]

Autooptimalizácia

Vlastnosť zariadenia alebo systému autonómne a priebežne adaptovať svoje nastavenia s cieľom optimalizovať svoju činnosť.

[2]

Cloudové výpočty (Cloud computing)

Cloud computing je na internete založený model vývoja a používania počítačových technológií. Ide o poskytovanie služieb či programov servermi dostupnými z internetu tým, že užívatelia k nim môžu pristupovať vzdialene, napríklad pomocou webového prehliadača či elektronickej pošty. Princípom produktov a služieb v cloudcomputingu je to, že užívatelia prepožičiavajú výpočtový výkon serveru.

[2]

Digitálna ekonomika

Proces, ktorý prestupuje celou spoločnosťou a je previazaná s koncepciou informačnej spoločnosti. Umožňuje niektoré aktivity z bežného života presunúť na internet pri znížených nákladoch a zvýšení pohodlia. V súčasnej dobe je ústrednou témou digitálnej ekonomiky napríklad oblasť štátnej správy (e-government)

[2]

ERP (plánovanie podnikových zdrojov)

Niekedy tiež podnikový informačný systém, je označovanie systému, ktorým podnik alebo organizácia za pomoci počítača riadi a integruje, všetky alebo väčšinu oblastí svojej činnosti ako je plánovanie, zásoby, nákup, predaj, marketing, financie, personalistika, atď. Každý organizačný útvar potrebuje svoju vlastnú aplikáciu schopnú plniť jeho potreby. S ERP každý útvar túto aplikáciu dostane, je to navyše aplikácia, ktorá vie komunikovať a zdieľať informácie so všetkými ostatnými v rámci celej organizácie. Pojem ERP sa súčasne označuje aj SW, ktorý toto všetko zaistuje.

[2]

Hodnotovotvorný model priemyslu 4.0

Model tvorby hodnôt podniku založený na prepojení digitálneho a fyzického prostredia priemyselnej produkcie a zahrňuje všetky predvýrobné, výrobné aj

povýrobné etapy, ktoré súvisia s priemyslovou produkciou a sprievodnými službami.

[2]

Index pripravenosti pre priemysel 4.0

Pre porovnanie predpokladov rôznych krajín a poskytnutí vzhľadom na kľúčových faktorov ovplyvňujúce schopnosť zeme využiť technológie priemyslu 4.0 vyvinula poradenská firma Roland Berger Index pripravenosti pre priemysel 4.0 Tento index je kombináciou: 1. Priemyslovej excelencie = sofistikovanosť výrobných procesov, stupeň autorizácie, kvalitou a znalosťami pracovnej sily a intenzitou inovácií; 2. Hodnotového systému = kvalitou tvorby pridanej hodnoty, otvorenosť priemyslu, inovačné siete a využívanie internetu. Každá kategória je meraná na päť bodovej škále. Kombinácia oboch kategórií definuje pozíciu krajiny v rámci indexu pripravenosti.

[2]

Inteligentný produkt

Výrobky, aktíva alebo iné veci obsahujúce procesor, senzory, SW a pripojenie, ktoré umožňuje výmenu dát medzi výrobkom a prostredím, výrobcom, užívateľom a ďalšími produktmi a systémami. Pripojenie umožňuje ďalšie schopnosti výrobku, aby mohol existovať aj mimo fyzický produkt, nazýva sa to produktový cloud. Dáta z týchto výrobkov môžu byť ďalej analyzované a použité pre ďalšie rozhodovanie, riadenie operatívnej efektivity a predbežného zlepšovania výkonu či vlastnosti produktu.

[2]

Inteligentný senzor

Zariadenie, ktoré zbiera informácie z okolitého prostredia a pomocou výpočtovej kapacity vykonáva preddefinované funkcie pri detekcii špecifických vstupov potom dáta spracuje pred tým než ich v komprimovanej podobe odošle ďalej. Inteligentné senzory umožňujú presnejší a automatizovaný zber dát z prostredia a znížená chybnosť šumu dát. Tieto zariadenia sú používané pre monitorovacie a kontrolné mechanizmy v širokom spektre prostredia od múdrych sietí, bojových prieskumných systémov, až po výskumné vedecké aplikácie. Príklady senzorov: kamera, fotoaparát, mikrofón, parkovací senzor, snímač teploty, snímač prietokov, senzor pohybu, senzor vetru atď.

[2]

Internet ľudí (IoP- internet of people)

Je založený na osobných elektronických, spravidla nositeľných zariadení pripojených na internet.

[2]

Internet služieb (IoS –internet of service)

Prepojenie služieb založených na webe či internete a služieb v reálnom svete.

[2]

Internet vecí (IoT- internet of thing)

Prepojenie vstavaných zariadení s internetom. Objekty, ktoré obsahujú vstavanú technológiu pre vnímanie, komunikáciu a interakciu ich interného stavu alebo stavu externého prostredia, navzájom tvoria sieť. Pripojenie zariadenia by malo byť bezdrôtové a malo by priniesť nové možnosti vzájomnej interakcie nielen medzi jednotlivými systémami, ale taktiež priniesť nové možnosti ich decentralizovaného ovládania, sledovania a zaistenia pokročilých služieb. Napríklad pomocou bezdrôtového prenosu dát môžeme vďaka nainštalovanej aplikácii v mobilnom telefóne a s využitím GPS sledovať svoj športový výkon.

[2]

Kryptomena (Bitcoin)

Transparentná digitálna mena, ktorá vďaka spracovaniu v distribuovanom databázovom prostredí umožňuje jednotlivým zariadeniam komunikovať medzi sebou s nezrušiteľnou transakčnou históriou.

[2]

Kybernetika

Veda, ktorá sa zaoberá všeobecnými princípmi riadenia a prenosu informácií v strojoch, živých organizmoch a spoločnosti. K popisu používa najmä matematický aparát. Je založená na poznatku, že niektoré procesy prebiehajú v živých organizmoch či sociálnych systémoch. Sú opísané rovnakými rovnicami ako analogické procesy v technickom zariadení.

[2]

Kyberneticko-fyzické systémy (CPS)

Systém založený z fyzických entít, riadenia a monitorovaný počítačovými programami. CPS monitoruje fyzické procesy, vytváranie virtuálnych kópií a realizuje decentralizované riešenia vrátane decentralizovaného riadenia. Riadiť tento zložitý systém ide za predpokladu, že každá jednotka v systéme sa

správa autonómne, vyjednáva s ostatnými a nepodlieha žiadnemu rozhodovaciemu elementu. CPS sa opiera o prepojenie technológie internetu vecí a internetu služieb.

[2]

Kybernetická bezpečnosť

Odvetvie výpočtovej techniky známej ako informačná bezpečnosť, uplatňovaná ako pri počítačoch tak aj pri sieti. Cieľom je ochrana informácií a majetku pred krádežou, zneužitím, korupciou, pričom informácie a majetok musia zostať prístupné a produktívne pre jeho predpokladaných užívateľov.

[2]

Prediktívna údržba

Pri zavedení prediktívnej údržby sa štatisticky analyzujú dáta zo senzorov, riadiacich jednotiek, správ údržbárov, reklamácií, zo štatistiky nekvalitných výrobkov, z údajov o personálnom obsadení a ďalších zdrojov dát o faktoroch, ktoré majú vplyv na prevádzku. Podľa zistených dát, korelácií medzi jednotlivými faktormi sa pristupuje k plánovaniu údržby a výmene dielov pred ukončením ich životnosti.

[2]

RFID (Rádiofrekvenčná identifikácia)

Bezdotykový automatický identifikačný systém slúžiaci k prenosu a ukladaniu dát pomocou elektromagnetických vln. Údaje potrebné pre identifikáciu a ďalší popis sledovaného predmetu sú ukladané v digitálnej forme na dátové nosiče, z ktorých môžu byť opakovane načítavané, poprípade ďalej prepisované pomocou elektromagnetických vln.

[2]

Robotika

Veda o robotoch, ich vzhľade, výrobe a aplikáciách. Robotika úzko súvisí s elektronikou, mechanikou a SW.

[2]

Rozšírená realita

Rozšírená, rozširujúca alebo augmentovaná realita je skutočná realita obohatená o digitálne prvky. Jedná sa napríklad o videozáznam s doplňujúcimi informáciami (text, zvuky, atď.) . Všetko sa deje v reálnom čase.

[2]

Umelá inteligencia

Odbor zaoberajúci sa tvorbou strojov vykazujúcich známky inteligentného správania. Definícia pojmu inteligentné správanie je stále predmetom diskusie.

[2]

Veľké dáta (Big Data)

Jedná sa o technológiu pre prácu s veľkými dátami. Označujú súbory dát, ktorých veľkosť je mimo schopnosti zachytávať, spravovať, spracované dáta bežne používaným softwarom a hardwarovými prostriedkami v rozumnom čase.

[2]

2.3 Historický vývoj Priemyslu 4.0 v Českej republike

Priemyselná výroba má na území Českej republiky hlboké korene. V dobách Rakúsko-Uhorska tvorilo Česko priemyslovú základňu. Po rozpade Rakúsko - Uhorska v Československu zostalo približne 70 % priemyslových podnikov z celého mocnárstva. Po vzniku samostatnej Československej republiky sa tu priemysel rozvinul natoľko, že sa radil medzi priemyselne najrozvinutejšie štáty sveta. V roku 1920 bola minimálne oneskorenie za priemyselným svetom pri nástupe 2. Priemyselnej revolúcie, ktorá sa týkala nastolenia hromadnej výroby. Po roku 1950 existovalo len niekoľko konkurencii schopných priemyselných odvetví. Od roku 1990 ČR doháňa svet 3. Priemyselná revolúcia. Priemysel tvorí 35% českého hospodárstva a zamestnáva cez 40% ekonomicky aktívnych obyvateľov. Medzi hlavné odvetvia priemyslu patria strojárstvo, hutnícky, chemický a potravinársky priemysel.

[2]

ČR patrí k štátom s najdlhšou priemyselnou tradíciou a veľkou ambíciou je, aby jej budúcnosť bola ďalej spojená s priemyslom. Preto je štvrtá priemyselná revolúcia pre Česko veľkou výzvou, a predovšetkým možnosť udržať sa a posilniť dlhodobú konkurenciu schopnosť v globálnom konkurenčnom prostredí.

Prvkami priemyslu 4.0 sa český odborníci zaoberajú už od 90.-tých rokov. Od roku 2013 je stabilne rastúca priemyslová výroba, a to motorových vozidiel, prívesov a návesov, gumových a plastových výrobkov, elektrických zariadení, elektronických a optických prístrojov a zariadení.

[2]

3 Prvky Priemyslu 4.0 a ich vízie

Hlavnou víziou Priemyslu 4.0 je potreba prejsť od izolovanej počítačovej a robotickej podpory výrobných či administratívnych úloh k systému, kde medzi sebou jednotlivé prvky komunikujú a ovplyvňujú sa. Ide o prepojenie reálnych fyzických objektov ako sú stroje, roboti, výrobky, ľudia s virtuálnym svetom, kde môže byť každá fyzická jednotka v rôznej podobe dostatočne reprezentovaná, zastupovaná a jej správanie je simulované softwarovým modulom.

3.1 Systémová integrácia

„Inteligentná výroba“ je neoddeliteľnou súčasťou konceptu Priemyslu 4.0, je založená na distribuovanom riadení a rozhodovaní, do ktorého sú zapojené rôzne systémy. Na rozdiel od súčasného stavu sú jednoznačne viditeľné vrstvy horizontálnej integrácie a medzi nimi prebieha integrácia vertikálna, toto rozvrstvenie koncept Priemyslu 4.0 stiera.

V užšom technickom prevedení ide o integráciu rôznych technických časti informačného systému, a teda aj aplikácií do jedného celku. Cieľom je niečo ako architektúra informačného systému ako celku, ktorá bude efektívne podporovať bussines procesy v organizácii.

[6,7]

V širšom význame je pojem systémová integrácia označovaný ako celý proces, ktorý je nevyhnutný pre efektívne fungovanie najmä v rozsiahlejšom informačnom systéme.

[6,7]

Poskytovateľom služieb systémovej integrácie je systémový integrátor, jeho úlohou mimo technického zaistenia integrácie je aj koordinovať jednotlivých dodávateľov, majú tiež zodpovednosť za funkčnosť informačného systému ako celku.

[6,7]

Vzhľadom k rastúcej zložitosti, previazanosti a komplexnosti moderných podnikových informačných systémov je dôležité vedieť jeho časti správne previazať a prepojiť. Systémová integrácia sa svojou formou uplatňuje vo väčšine stredných a vo všetkých veľkých organizáciách. Systémovú integráciu môže vykonávať niekto z tímu ľudí v kompetencii IT manažéra, alebo môže byť

vykonávaná ako externá služba tzv. systémovým integrátorom. Systémová integrácia je priebežná, nikdy nekončiaca práca pri správe rozsiahleho informačného systému podniku, alebo má podobu jednorazového projektu, ktorý umožňuje jej skokové zlepšenie.

Systémový integrátor zohráva významnú úlohu koordinátora pri systematizácii požiadavkou zadávateľa na vývoj a rozvoj IS, riadenie a kontroly kvality výstupov z projektov. Riadi, koordinuje a preberá garanciu za efektívnu realizáciu business cieľov v zmysle termínu, rozsahu riešenia, nákladov, rozpočtu a kvality. Systémový integrátor je garantom riadneho návrhu riešenia a jasnej špecifikácie zadania na jeho realizáciu, koordinuje jednotlivé požiadavky na vstupy a kontroluje výstupy s cieľom dodať celkové funkčné riešenie zadávateľovi.

[6,7]

3.2 Analýza veľkých dát – Big Data

Objem dát exponenciálne narastá a tým aj potenciálne množstvo využiteľných informácií. Zatiaľ čo cena ich snímania naopak klesá. Schopnosť získavať praktické informácie a znalosti z týchto dát je stále veľmi obmedzené a väčšina týchto znalosti zostáva obsiahnutá v dátach bez akéhokoľvek využitia.

[7]

Zdroje veľkých dát sú dáta z prevádzky internetu, dáta z rôznych senzorov sledujúcich výrobný proces a logistiku výrobných závodov, sociálnych sietí, inteligentných senzorov a meracích sietí, CRM systémov (Customer Relationship Management), teleskopov, satelitných pozorovaní, lekárskeho obrazových systémov, génových analyzátorov či bezpečnostných kamier. Spracovanie veľkých dát v priemysle slúži predovšetkým k optimalizácii vlastnej výroby, súvisiacich službách, podporných činností a distribúcie.

[7,8]

Praktické aplikácie analýzy veľkých dát sa objavuje v priemysle pri optimalizácii výroby, distribúcie taktiež pri digitálnej konštrukcii a výrobných simuláciách. V oblasti optimalizácii distribúcie a logistiky sa vo svete vo veľkej miere využívajú skladové senzory a prepojenie konkrétnych dopravných prostriedkov s okolím. Analýza veľkých dát zahrňuje informácie o aktuálnej spotrebe energie, opotrebenia, prestojoch apod. Ďalej pomáha zvyšovať dostupnosť materiálu podľa potreby výroby a znižovať náklady na údržbu.

[7,8]

Zatiaľ nevyužitým potenciálom zostáva analýza veľkých dát pre nové pomocné technológie, ktoré by dokázali nasmerovať konkrétnych pracovníkov v rámci individualizovaného výrobného procesu. Zvládli by tiež prepojenie konkrétnych výrobných krokov s obchodnými procesmi. Motivácia pre nasadzovanie nových technológií je snaha o optimalizáciu a automatizáciu prevádzky.

[7]

Veľký potenciál má ťažba informácií z družicových snímok, ktoré sú pravidelne získavané z Európskych kozmických programov. Sieť družíc Sentinel poskytuje bezplatné dáta z družíc pre ľubovoľné využitie. Takto značne narastá konkurencieschopnosť využitia systematického sledovania územia i atmosféry za účelom manažmentu v poľnohospodárstve, rozvoja krajiny a miest, životného prostredia, bezpečnosti kritických infraštruktúr, energetike atď. Informácie získané analýzou dát pozorovania Zeme, prispeje k zvýšeniu efektivity fungovania výrobných a dopravných systémov od úrovne mikroregiónov, až po globálnu úroveň. Zároveň sa stanú kľúčovými pre podporu riadenia smart cities a enviromentálneho manažmentu, vrátane sledovania a optimalizácie nakladania s prírodnými zdrojmi.

[7]

Big data otvárajú cestu k celkom zásadným zmenám toho, akým spôsobom sú riadené podniky, ako prebieha vzdelávanie, či rozhodovanie vlády. Už dnes vieme, že počítačové simulácie sú akýmsi tretím pilierom vedy.

[7,8]

3.3 Autonómne roboty

Roboty našli uplatnenie predovšetkým v hromadnej výrobe a predstavujú významný prostriedok pre zvýšenie produktivity. V súčasnosti sú výrobné linky českej republiky vybavené hlavne robotmi, ktorý sú navrhnutý pre špecifické úkony v rámci výrobného procesu, nie sú obvykle univerzálne, nemajú schopnosť sa rozhodovať autonómne, nemajú žiadnu alebo len obmedzenú inteligenciu. Pokrok vo vývoji robotov pokračuje a začínajú sa objavovať aj univerzálnejšie, inteligentnejšie roboty. Veľké firmy ako napríklad automobilky, sa na robotizáciu sústreďujú a zavádzajú ju z dôvodu skvalitnenia produkcie a úspory pracovnej sily. Zavádzanie robotov do podnikov vyžaduje vysoké iniciálne investície, a nové typy profesií.

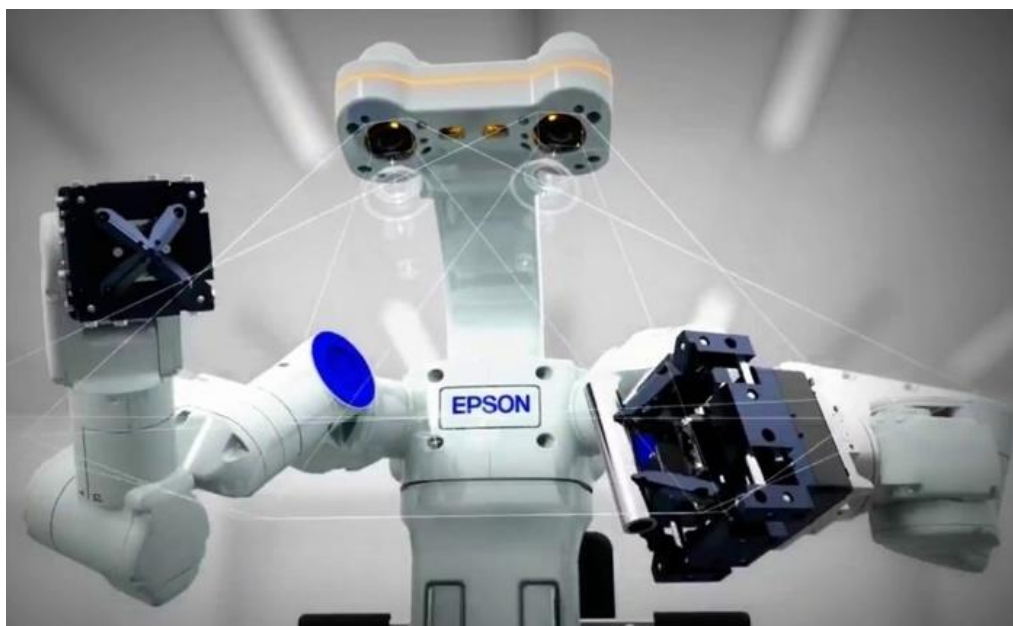
[7]

Pre podniky ktoré s robotizáciou nemajú skúsenosti je veľmi ťažké odhadnúť cenu zavedenia a prevádzku robotov s porovnaním s cenou rovnakej pracovnej sily zastávanej robotníkmi, čo je hlavný faktor pre rozhodovanie. Všeobecne je nedostatok špecialistov, ktorý dokážu programovať, riadiť, udržiavať prevádzkované roboty. Sú drahý a nie sú k dispozícii vo všetkých lokalitách. Ich potreba bude v budúcnosti ďalej narastať.

[7]

Množstvo podnikov v ČR neprodukuje výrobky vo veľmi veľkých množstvách. Často menia výrobu, sú flexibilný, prispôsobujú sa podmienkam trhu. Flexibilné výrobné programy predstavujú vysoké nároky na roboty. Buď musia byť veľmi univerzálne, rýchlo programovateľné alebo sa jednoduchšie roboty musia často meniť.

[7]



Obrázok 6 – Autonómny robot [52]

3.4 Komunikačná infraštruktúra

Základnou podmienkou pre využitie výpočtovej techniky v rôznych oboroch je prenos dát, preto je potrebná výkonná počítačová sieť. Sieť ktorá prenos dát dokáže zabezpečiť a vyhovie aj nadštandardným požiadavkám na objem alebo kvalitu prenosu. Preto musí byť komunikačná infraštruktúra rýchla, flexibilná, rozsiahla a spoľahlivá.

[7]

Pre komunikáciu je charakteristické využívanie rádiového spektra. Doterajšie zariadenia obvykle používajú kmitočty pod 1GHz. V nastupujúcej generácii je však kladený dôraz na meškanie v jednotkách ms a na rádiovom rozhraní pod 1 ms a spoľahlivosť blízku 100%. Jedným z riešení je rozvoj optických komunikačných systémov vo voľnom prostredí, kde sa ponúka takmer neobmedzený rozsah optických frekvencií/kanálov.

[7]

3.5 Dátové úložisko a cloudové výpočty

Stále viac poskytovateľov ponúka tzv. geograficky oddelené dátové centrá dostupné po celom svete, ktoré zaisťujú vyššiu dostupnosť služieb. Podmienkou je vysokorýchlostný internet a veľký dôraz sa kladie na schopnosť rozlíšiť úroveň a skutočnú schopnosť jednotlivých poskytovateľov dodržať deklarované parametre dátových centier a poskytovaných služieb. S narastajúcimi požiadavkami na uloženie dát rastú aj požiadavky na rýchle a bezpečné spracovanie.

[7]

Virtuálne úložiská dokazujú, že sa môžu stať základom pre budovanie konkurenčných výhod moderných podnikov. Pomáhajú pripraviť sa na budúce dynamické obchodné prostredie tým, že vychádza v ústrety požiadavkám neustálej dostupnosti, vyššej bezpečnosti a návratnosti investícií. Bez nich môže podnik začať zaostávať za konkurenciou.

[7,9]

Využitie cloudových riešení otvára široké možnosti pre rast produktivity a optimalizáciu nákladov na IT nielen vo veľkých firmách. Obrovské možnosti sa ponúkajú v oblasti výskumu a školstva, kde simulácia náročných technologických procesov alebo zložitých fyzikálnych javov nebude prebiehať v danom mieste pracoviska, ale môžu prebiehať prakticky v reálnom čase za použitia výpočtových kapacít dostupných po celom svete. Tento nový spôsob prenosu informácií kladie dôraz na bezpečnosť pred kybernetickou hrozbou. Komunikácia preto musí byť spoľahlivá, rýchla a bezpečná.

[7,9]

Do budúca sa predpokladá veľký rozvoj dátových úložísk a cloudových služieb, či už z pohľadu ponúkanej funkčnosti či kapacity. Cloud bude stále viacej využívaný jak veľkými podnikmi tak jednotlivcami. Je nutné prestať vnímať dátové úložisko iba ako nástroj pre ukladanie dát, ale musíme k nemu začať

prístupovať ako k zásadnej softwarovo definovanej infraštruktúry, na ktorej môžu podniky stavať svoju výhodu medzi konkurenciami.

[7,9]

3.6 Aditívna výroba

Pri aditívnej výrobe vznikajú výrobky iba z prášku a laserového svetla. Na základe 3D modelu vytvára laser jednu vrstvu za druhou. Aditívne metódy tak predstavujú protiklad k metódam ktoré doteraz prevládali v priemyselnej výrobe. Aditívne metódy realizujú geometricky komplexné objekty, ktoré by pomocou bežných metód nebolo možné realizovať. Veľkou výhodou je sloboda tvarovania vzhľadu.

[2,10]

Hlavným prvkom aditívnej výroby je laser. Ten roztavuje kovový prášok a spevňuje ho do vysoko kvalitného materiálu. Pre aditívnu výrobu kovu existujú rôzne možnosti: laserové tavenie (Laser Metal Fusion) a navarovanie (Laser Metal Deposition). U laserového tavenia laser z prášku vytvára vrstvu za vrstvou a tak vznikne nový materiál. Svoje výhody dokáže v súčasnosti využívať predovšetkým pri výrobe prototypov, unikátov a malých sérii. Pri navarovaní vytvorí laser na povrchu dielcu tavný kúpeľ, do ktorého sa sústavne nanáša a roztavuje prídavný kovový materiál v práškovej podobe.

[2]

Aditívne technológie umožňujú vyrábať tvarovo rôznorodé diely bez nutnosti hardwarovej rekonfigurácie stroja a bez nutnosti zdĺhavej programovacej softwarovej prípravy. Je tak možné do sériovej výroby zaviesť prispôbenie každého výrobku k špecifickým potrebám zákazníka. Dobrým príkladom môžu byť napríklad náhrady ľudského tela, ortézy apod.

[2,10]

3.7 Rozšírená realita

Rozšírená realita doslova rozširuje reálny obraz o digitálne informácie. V súčasnej dobe v Českej republike prebiehajú obdobné štartovné podmienky pre rozvoj rozšírenej reality. Je to dané tým, že až v posledných rokoch dosiahol vývoj hardwarového vybavenia úroveň potrebnú pre rozšírenú realitu a súčasne došlo k nárastu výkonných mobilných zariadení a objavili sa dostatočne ľahké a prakticky použiteľné priehľadné okuliare a displej ktorý drží na hlave. Experimentálne, hardwarovo náročné zostavy využívajúce polopriehľadných

zrkadiel a stereografické projekcie nie sú teraz dostatočne praktické pre reálne využitie v priemyselnej oblasti, hoci si možno nájsť uplatnenie pre niektoré scenáre výučby alebo mikro-práce ako napr. hodinár.

[7,11]

Pri kombinácii reality a jej argumentácie sa používajú dva princípy:

I. princípom je Video see-through (mobil, tablet) sú v ňom generované vizuálne objekty vkladané do videosignálu zaslaného na obrazovku. Argumentácia je vizuálne presnejšia, no záber zo zariadenia nie je vždy totožný s pohľadom užívateľa a zariadenie je nutné držať v ruke či pomocou držiaku. Ďalším mínusom je aj mierne meškanie oproti pohľadu na reálny svet.

II. princípom je Optical see-through (priehľadné okuliare) ktorý vizuálne informácie predáva priamo do cesty, ktorou prechádza obraz reálneho sveta do očí užívateľa. Užívateľ má síce voľné ruky, no pri rýchlych zmenách pohľadu môže dochádzať k rušivým chybám vizuálnej synchronizácie.

[11]

Kľúčovým aspektom rozšírenej reality sú okrem navigačných systémov tiež priestorové dáta, ktoré umožňujú väzbu atribútových informácií ku konkrétnej lokalite. K rozvoji rozšírenej reality sú tak nevyhnutné kvalitné priestorové dáta vo forme digitálnych máp.

[7]

Súčasnú aplikáciu sú zamerané hlavne na chytré telefóny a tablety. Objavujú sa v rôznych oblastiach ako je reklama, výučba, postupy pre zloženie výrobku a iné. Pre výcvik hasičov a armády sa využívajú umiestnenia virtuálnych dielcov do reálneho prostredia. Ďalšou doménou je automobilový priemysel kde sa projekcia informácií premietne na čelné sklo. Sú vytvorené štúdie zamerané na výrobu a servis, skladanie kompletných zostáv výrobku, ukážka kontrolných miest pri údržbe či oprave atď.

[7,11]

V priemysle sa rozšírená realita zatiaľ používa len v testových prípadoch, v bežnej prevádzke sa skoro nevyskytujú. Efektívne využitie rozšírenej reality je teda otázka budúcnosti.

[7,11]

3.8 Senzory

Senzorický priemysel je v Česku veľmi rozvinutým sektorom. Jednotným cieľom pre celý senzorický obor je dať k dispozícii novým kvalitatívnym automatizačným a robotickým priemyslovým systémom taktiež nové kvalitatívne nástroje merania, snímania a zobrazovania.

Výrobu meracích, zobrazovacích a detekčných prístrojov sa dá určite zaradiť medzi high-tech priemyslové sektory. Výskumné úsilie sa zameriava jak na aplikovaný výskum v režime už existujúcej spolupráce medzi výskumnou organizáciou a firmami, a taktiež základným, alebo skôr cieleným výskumom, ktorý ponúka naozaj nové koncepty detekcie, snímania či merania. Na ne nadväzujú koncepty prediktívnej diagnostiky a údržby s využitím siete inteligentných senzorov.

[2,7]

Vo všeobecnosti existuje veľa hľadísk podľa ktorých môžeme senzory rozdeľovať do rôznych skupín a kategórií. Najpoužívanejšie rozdelenie vychádza z predstavy, že senzor sa dá chápať ako prevodník medzi podnetom vyjadreným meranou veličinou a výstupnou veličinou.

[12]

Delenie podľa vstupnej veličiny:

- Geometrických veličín (meranie polohy, posunutia,...)
- Mechanických veličín (meranie rýchlosti, sily, tlaku, prietoku,...)
- Teplotných veličín (teplota, tepelný tok,...)
- Elektrických a magnetických veličín
- Intenzita vyžarovania (elektromagnetické, zvukové,...)
- Chemických veličín (koncentrácia iónu)
- Biologických veličín (koncentrácia enzýmov)

[12]

Delenie podľa výstupnej veličiny:

- Elektrický signál (odporové senzory, indukčné, kapacitné...)
- Optické veličiny (zmena farby, jas...)
- Mechanické veličiny (posunutím ukazovateľa)

[12]

Výstupný signál sa tiež delí na :

- Analógový signál
- Digitálny signál

[12]

Ďalej rozdeľujeme senzory s :

- Fyzikálnym prevodom - prevod je realizovaný zvoleným fyzikálnym dejom
- Chemickým prevodom - prevod je založený na chemickej reakcii
- Biochemický prevod - tvorí samostatnú časť chemického senzoru, ku svojej činnosti používa biologicky aktívne látky.

Podľa styku senzoru s meraným prostredím na: bezdotykové a dotykové.

[12]

3.9 Kybernetika a umelá inteligencia

Kybernetika je veda, ktorá sa zaoberá obecnými princípmi riadenia a prenosu informácií v strojach a živých organizmoch.

Základným teoretickým východiskom pre organizáciu a riadenie systému je oblasť multiagentných systémov. Tu sú riešené otázky autonómneho správania, inteligentné interakcie smerujúcej nielen k výmene dát, ale aj ku koordinácií autonómnych jednotiek s ohľadom na globálne ciele.

[7,13]

Umelá inteligencia znamená, že stroj sa správa a myslí ako človek. V zásade je to schopnosť stroja vykonávať činnosť, ktorú bol zatiaľ schopný vykonávať iba človek. To znamená rozoznávanie a chápanie reči, tvarov, predmetov a celkových situácií, dynamické reakcie na situácie, rozhodovanie a riešenie problémov, sociálne správanie a tiež schopnosť ovládať pohyb. Tvorba inteligentných strojov je veľmi komplexná. Stroj je inteligentný vo chvíli, keď dokáže riešiť situácie rovnako ako človek. V súčasnej dobe tento stroj ešte neexistuje. Ide o relatívne mladý a dynamický sa rozvíjajúci obor. Zahrňuje mnoho rôznych čiastkových počítačových a technických oborov, ako je napríklad robotika, neurónové siete, strojové učenie, expertné systémy, herné algoritmy, ale aj netechnické obory ako je psychológia filozofia a lingvistika.

[7,13]

3.10 Nové technológie

Nové technológie vo vzájomnom pôsobení na človeka aj medzi sebou predstavujú výzvu na globálnej i národnej úrovni. Cieľom Českého priemyslu by mala byť schopnosť a pripravenosť flexibilne reagovať na rýchlo sa meniace prostredie s ohľadom na správne pochopenie nových a rozvíjajúcich sa technológií a ich potenciál pre spoločnosť. Pre firmy môže byť Priemysel 4.0 príležitosť pre objavenie nových metód a postupov podporujúcich implementáciu nových technológií do reality.

[2]

Priemysel 4.0 je veľmi komplexná a interdisciplinárna téma. Okrem pochopenia podstaty nových či prelomových technológií bude dôležitá schopnosť kreatívne ich kombinovať so znalosťami v oblasti humanitných vied, vnímať ich v širšom kontexte sociálnych a ekonomických súvislostiach. Použitie priemyslových aplikácií a nových technológií nebude obmedzené iba na konkrétne odvetvie alebo výrobu, ale bude sa prelínať širokým spektrom procesov, vzťahov, produktov a služieb.

[2]

4 Staviteľstvo 4.0

Po predstavení Priemyslu 4.0 sa dostávam k ďalšej kapitole a to k aplikácii Iniciatívy Priemyslu 4.0 do stavebného priemyslu. Staviteľstvo 4.0, alebo tiež štvrtá priemyslová revolúcia v stavitelstve.

Stavebníctvo 4.0 sa zaoberá predovšetkým digitalizáciou stavebného priemyslu, ktoré ma mnoho odvetví zahrňujúce veľa pokročilých procesov a technológií, ktoré si predstavíme v nasledujúcich podkapitolách.

[14]

Stavebný priemysel je dôležitou súčasťou hospodárstva, kde pozitívne ovplyvňuje ekonomický i sociálny rozvoj celej spoločnosti. Stavebníctvo produkuje stavebné technologické diela s dlhodobou životnosťou a tým vytvára podmienky pre rozvoj ostatných sektorov. Digitalizácia stavebníctva zahrňuje nielen celý proces výstavby a jeho jednotlivé fázy (napríklad: územná, investorská a projektová príprava stavby a jej realizácia), ale aj väzbu na ďalšie

oblasti ako je národná infraštruktúra pre priestorové informácie, kataster nehnuteľností, elektronizácia povolovacích procesov stavieb atď.

Základom pri digitalizácii stavebníctva je metóda informačného modelovania stavieb tzv. metóda BIM. Metóda BIM je proces vytvárania, užívania a správy dát o stavbe počas jeho životného cyklu. Dochádza tak k prepojeniu prípravy, realizácie a prevádzky stavby do jedného komplexného digitálneho systému. Iniciatíva staviteľstva 4.0 bude úzko previazaná s témou odborného vzdelávania súčasných i budúcich pracovníkov v stavebníctve.

[14]

4.1 Súčasný stav stavebníctva v ČR

Aj napriek tomu, že česká ekonomika je v súčasnosti na dobrej úrovni, stavebníctvo zaostáva. Z pohľadu bytovej výstavby za posledných 20 rokov bol najlepším rok 2007, kedy bolo postavených 18 171 bytov v bytových domoch a 16 988 bytov v rodinných domoch. Od tejto doby výstavba bytov klesla, až do roku 2014 a bolo postavených 9 962 bytov v bytových domoch a 13 992 bytov v rodinných domoch. Výstavba nových bytov opäť stúpa, ale tempo nie je veľmi rýchle. V roku 2018 bolo postavených 10 325 bytov v bytových domoch a 19 156 bytov v rodinných domoch. Údaje pre prvý polrok roku 2019 sú pozitívnejšie. Zatiaľ bolo postavených 2 513 v bytových domoch a 2 513 bytov v rodinných domoch. Ak bude tempo výstavby pokračovať aj v druhej polovici roku pravdepodobne prekoná rok 2007 aspoň u bytov v rodinných domoch.

[15]

4.2 Nové technológie v stavebníctve

V nasledujúcich podkapitolách sú rozpísané jednotlivé prvky a technológie z priemyslu 4.0 a následne sú aplikované v stavebníctve.

4.2.1 Autonómny roboti a automatizácia v stavebníctve

Prvým prvkom Stavebníctva 4.0, ktorý chcem predstaviť je zavedenie robotiky do stavebného priemyslu. Autonómny robot je zariadenie, ktoré nie je v reálnom čase riadené človekom ale programom. Ide teda o dopredu naprogramované roboty k určitému účelu. Vďaka rozvoju technológii môžeme v budúcnosti očakávať učentlivé roboty ktoré dajú slovu autonómne nový význam. Hlavnými požiadavkami sa zdá byť flexibilita a schopnosť spolupráce robota s človekom.

[16]

Nemusíme sa báť, že by v blízkej budúcnosti roboty nahradili ľudskú prácu na stavbe. Autonómne roboty nezvládajú riešiť všetku prácu na stavbe a tiež nedokážu nahradiť ľudské myslenie či riešenie problémov v reálnom čase na danom mieste. Robotizácia je veľmi účinná pri opakovacích procesoch a preto pre využitie v stavebníctve je nutné nájsť také práce, v ktorých bude využitie robotov ako produktívna tak finančne výhodná.

[16]

Prvý robot ktorého si predstavíme bol vyrobený austrálskou technologickou firmou v spolupráci s americkým strojárnským gigantom Caterpillar (CAT), ide o konštrukčného robota menom **Hadrian X**.

Celý proces začína u počítačom podporovaného projektovania (CAD). V ňom sa vytvorí trojrozmerný model budovy a vypočíta sa koľko materiálu je potrebné kúpiť. Tento prístup šetrí nielen náklady ale aj životné prostredie. Informácie sú následne nahrávané do stavebného robota, ktorý je zakomponovaný do nákladného auta. Na stavbe do neho stačí naložiť tehly, ktoré si sám spracuje, precízne oreže na priestor pre elektroinštaláciu či potrubia. Všetko sa deje vo vnútri nákladného auta, čo znižuje aj prašnosť či hlučnosť.

[16]

Potom upravené tehly vyjdú po Hadrianovom 28 metrovom ramene k hlave zariadenia, kde je na každú z nich aplikované priemyslové lepidlo na bázy polyuretánu. To má oproti klasickej malte hneď niekoľko výhod. Rýchlejšie schnutie a niekoľkonásobne vyššia pevnosť konštrukcie ponúka možnosť okamžitého pokračovanie v stavebných procesoch. Až o 70% lepšie izolačné vlastnosti zase ušetria peniaze budúcim majiteľom domu.

[16]

Najťažšia časť sa deje v samotnom pokladaní stavebného materiálu, ktoré funguje vďaka patentovanému laserovému systému. Ten vykonáva približne 1000 výpočtov za sekundu a dokáže vykompenzovať vonkajšie vplyvy napríklad vietor. Výsledkom je polozenie tehly na pol milimetra. Samotná konštrukcia vnútorných a vonkajších stien štandardného austrálskeho domu by mu mala mašine budúcnosti trvať iba 2 dni. Zapadoaustrálska inovácia v roku 2016 preukázala prototyp konštrukčného pokladacieho robota s názvom Hadrian 105, testovaný je už aj vo vonkajšom prostredí a pokiaľ sa test vydarí mala by nasledovať následná sériová výroba, ktorá by mohla otriast' stavebným priemyslom. Roboty by mali ročne položiť okolo 300 miliárd tehál.

[16]



Obrázok 7 – Autonómny robot Hadrian X [53]

Americká stavebná spoločnosť v Coloráde zamestnala podobného robotického kolegu na murárske práce a jeho meno je **SAM100** (Semi-Automated Mason). Dokáže vďaka robotickej paži a pásovému dopravníku za osemhodinovú zmenu položiť až 3000 tehál, čo je približne 6x toľko čo zvládne jeho ľudský kolega.

[17]



Obrázok 7 – Robot Sam100 [54]

Ďalším robotom vyvinutý pre stavebníctvo je stroj pre automatizovanú pokládku dlažby – **Tiger Stone**.

Tiger Stone je stroj navrhnutý pre ergonomickú pokládku dlažby. Zámková dlažba položená týmto strojom vykazuje veľmi vysokú kvalitu. Tiger Stone disponuje vysokou výrobnou kapacitou. Dokáže predlaždiť celú ulicu naraz a to aj s ukončením hrán. Zariadenie má jednoduché ovládanie. Stroj dokáže

pracovať s 1500 kg koberca pri šírke pokládky cesty 6m pri rôznych tvarových prvkoch zámkovej dlažby, rôznych veľkostiach a v požadovanom vzore.

[18]

Vzhľadom k pevnej konštrukcii Tiger Stone je takmer bez údržby. Tiger Stone je riadený automatikou, ktorá reaguje na čidlá, ktoré snímajú úroveň obrubníku. Sníma obrubníky úplne presne, takže nie je potreba ručného riadenia. Ide len o to kvalitne usadiť obrubníky, medzi ktoré sa potom dlažba uloží. Plnenie zásobníkov sa robí pomocou zakladačov. Obsluha bezpečne kontroluje násypník za násypkou a orientáciu kociek dlažby. Výsledok je tak cesta bez nečistôt.

[18]



Obrázok 9 – Robot Tiger Stone [55]

Ďalším typom robotizácie je inteligentná demolácia budov alebo robot recyklujúci betón **ERO CRR** (ERO Concrete Recycling Robot).

Demolácie budov je síce potrebná, ale veľmi špinavá a ťažká práca. Oblaky zvířeného prachu, hromada sutín a kopa stavebného odpadu ktorá väčšinou putuje priamo na skládku. Študent Švédskeho inštitútu designu v Umea sa rozhodol zachrániť časť likvidovaného staviva. Vynašiel a za pochodu otestoval robotickú jednotku, ktorá „oberá“ betón zo železných konštrukcií, a uchováva jeho časti pre ďalšie využitie. Ťažkú búracu techniku nahradil inteligentnejší

system. Aj keď robotická vodná brúska prepojená s vysávačom vyzerá trochu smiešne, vyhrala ocenenie v podobe medzinárodnej ceny IDEA (2013 International Design Excellence Award).

[19]

Robot ERO CRR zastane lacno, jednoducho a veľmi efektívne celú prácu bez zbytočného prachu dymu alebo plynutia vodou. Hubica robota opatrená skenerom, po priložení na betónovú stenu sníma povrch, potom demolačná jednotka sama vyberie miesto kde začne pracovať. Vodným obrusovaním sa prehľadáva na konštrukciu a všetok prach a drť pritom odsáva výkonná extrakčná jednotka. Vodu ale nasáva späť, filtruje od prachu a využíva znovu. Potom sa presunie na vedľajšie miesto a pokračuje v práci.

[19]

Jemne nadrobené zložky betónu je možné hneď znovu využiť. Robot je totiž vďaka vysokotlakovému prúdu vody dostáva prakticky roztriedené a tak len odfiltruje piesok od cementu. Piesok je balený do extra vriec a putuje zase na ďalšiu stavbu.

[19]



Obrázok 9 – Demolačný robot ERRO CRR [19]

4.2.2 Bezpilotné lietadlá – Drony

Bezpilotné letecké prostriedky (UAV- Unmanned Aerial Vehicle), alebo tiež ľudovo nazývané drony, sa väčšinou skladajú z krídla a nejakej pohonnej jednotky, napríklad vrtule. Ale sú aj drony ktoré krídlo nemajú a preto pre udržanie sa vo vzduchu využívajú vrtule. Bežne sa stretávame s vrtuľovým dronom, ktorý vyzerá ako veľké X a na jeho koncoch sú 4 vrtule, v strede

nájde ovládaciu elektroniku a batérie, na podvozok ktorý je väčšinou nevyhnutnou súčasťou dronu sa dajú zavesiť cez riadené strely, humanitnú pomoc až po kameru či fotoaparát.

[20,21,22]

Diaľkovo ovládané drony hrajú v posledných rokoch v oblasti stavebníctva čím ďalej tým väčšiu rolu. Nielenže disponujú s veľkým potenciálom pre zlepšenie výkonnosti stavebného tímu, ale tiež pozitívne ovplyvňujú celkovú efektivitu a ziskovosť projektu.

[20,21,22]

Drony používané na staveniskách sa vo väčšine prípadov radia do skupiny menších odľahčených dronov, ktoré sú z pravidla vybavené dvoma až troma vrtuľami. Vďaka týmto parametrom sú schopné vertikálneho aj horizontálneho pohybu s prenosnosťou na milimetre. Toto všetko sú schopné za pomoci diaľkového ovládania.

[20,21,22]

S pomocou dronu sa dá zaobstarať snímok alebo video kompletného areálu staveniska a pretvoriť ho pomocou špecializovaného softwaru na 3D obraz, čo následne umožňuje stavebným firmám efektívne plánovať a včas odhadnúť problémovú oblasť. Drony tiež pomáhajú pri diagnostike najrôznejších problémov stavieb a preventívnej kontrole staveniska, kontrole obvodového plášťa či neprístupných komínov za pomoci kamery, pomocou termovíznej techniky diagnostikovať tepelné mosty, netesnosť okenných rámov, technický stav plochých striech atď.

[20,21,22]

Na precízny 3D model v stavebníctve či mapovanie rozsiahleho územia za pomoci bezpilotného lietadla sa používajú rôzne senzory na zameranie bodov pri optimálnom letovom pláne. Výstupom z letu sú ortofotomapy, mračná bodov, 3D model či digitálny model povrchu.

[20,21,22]

Výstupy z letov tzv. mračná bodov je súbor bodov snímaného objektu v trojrozmernom priestore. Tieto body reprezentujú povrchovú geometriu objektu a v tejto fáze sa už dá vytvárať presné meranie. Tieto mračná slúžia aj ako medzikrok k ďalším výstupom. S využitím interpolácie plochy medzi bodmi vznikne napríklad digitálny model povrchu, po odfiltrovaní štruktúr hovoríme o digitálnom modeli terénu a tie slúžia predovšetkým k ďalšiemu kartografickému meraniu a spracovaniu. Podobným spôsobom vzniká aj klasický 3D sieťový model, ktorý je potiahnutý textúrou vytvorenou zo snímkov a je vhodný pre vizualizácie.

[20,21,22]



Obrázok 10 – Dron [56]

4.2.3 Využitie GPS súradníc

Ďalšie využitie v oblasti nových technológií je využitie GPS súradníc v stavebníctve.

Prvá možnosť jak využiť tieto technológie je využitie 3D-GPS systému, ktorý získava signál z GPS satelitov pomocou GPS prijímača. GPS prijímač je nainštalovaný na radlicu a vďaka tomu určujeme polohu radlice v priestore. Pre zvýšenie presnosti do 2 cm je nutné prepojenie GPS referenčnej stanice, ktorá vysiela cez rádiodem upresňujúce korekcie do stroja alebo je možné využiť GPRS modem prepojený s nivelačným systémom a tiež je možné prijímať upresňujúce informácie cez internet. U GPS nivelačných systémov je možná prevádzka s jednou alebo s dvoma GPS anténami. Pri práci s dvoma GPS anténami sa zaisťuje výška a sklon radlice, a taktiež aj jej priestorová orientácia. Tým sa odstráni odchýlky vzniknuté u systému s jednou GPS anténou. 3D riadiaca jednotka spracováva signály z GPS antén, z uhlových senzorov a referenčných staníc a porovnáva ich s uloženými projektovanými hodnotami. Pozíciu lopaty rýpadla a všetky výškové zmeny môže obsluha sledovať na displeji riadiacej jednotky, tak aj na diódových lištách slúžiacich na vizuálnu kontrolu.

[23,24]

GPS súradnice nám poskytujú možnosť využitia a plne autonómnych vozidiel a stavebných strojov. Ide o zabudovanie robotiky do stavebných vozidiel a strojov. Využitie autonómnych strojov a vozidiel na stavbe je jednoduchšie

ako využitie plne autonómnych automobilov vo verejnej doprave, predovšetkým z dôvodu uzavretého staveniska bez pohybu nepovolaných osôb. Automatizácia týchto strojov a vozidiel prináša aj väčšiu bezpečnosť pre ľudí, pokiaľ sú stroje riadené z diaľky a pracovníci sú v bezpečí. Oproti prípadom, keď dôjde ku kolízií strojov riadenými ľuďmi až k fatálnym haváriám so stratami na životoch. Jedným z aktuálnych problémov tejto inovácie stavebníctva sú poveternostné podmienky a ich následky.

[23,24]

Príkladom uplatnenia stavebných strojov riadených autonómne sú terénne práce. Stroje sa pomocou senzorov, meračích jednotiek a GPS súradníc môžu pohybovať po stavenisku sami. Výkopové práce tak ušetria čas a ľudské zdroje, ktoré môže byť využívané na ďalších častiach stavby, kde zatiaľ využitie autonómnych strojov nie je možné. Na rovnakom princípe môže tiež fungovať stavebný vežový žeriav, ktorý bude prepravovať materiál z bodu A do bodu B na stavenisku bez nutnosti zásahu ľudského pracovníka. Všetko bude dopredu naplánované pomocou počítačom riadenej technológie.

[23,24]



Obrázok 11 - Geodetický GPS zameriavač [57]

4.2.4 Virtuálna a rozšírená realita

Rozdiel medzi virtuálnou realitou a rozšírenou realitou je jednoduchý. Virtuálna realita (VR- virtual reality) je počítačová technológia vytvárajúca ilúziu

skutočného sveta, naopak rozšírená realita (AR- augmented reality) je pojem používaný pre zobrazenie živého pohľadu na fyzické prostredie v reálnom čase a následného pridania digitálnych prvkov. Medzi digitálne prvky patria 2D a 3D objekty, ale aj zvuk či animované objekty. Rozdiel medzi virtuálnou a rozšírenou realitou je v tom že virtuálna realita nám nahradzuje reálny pohľad virtuálnym, ale rozšírená realita nám do reálneho pohľadu pridáva virtuálny svet, teda v prípade stavebníctva stavebné objekty a diela. Využitie rozšírenej reality v stavebníctve je možné vo všetkých životných cykloch stavby od plánovania cez realizáciu až po užívanie stavby.

[25,26,27]

Vo fázy plánovania je možnosť investora zoznámiť s 3D modelom daného stavebného objektu, v reálnom čase a na reálnom mieste si môže pozrieť celkový návrh objektu, vnútornú dispozíciu, poprípade aj celkový objekt s vybavením. Projektant si vďaka rozšírenej realite môže overiť danú časť objektu, aby nedochádzalo ku kolíziám jednotlivých profesií zapríčinenou nadľudskou nedôslednosťou a môžu tak projekt opraviť ešte pred zahájením a tým ušetriť nemalé peniaze vyložené na opravy týchto chýb.

[25,26]

Vo fázy realizácie sa nám naskytuje možnosť poskytnutia jednotlivých detailov s využitím rozšírenej reality pre prevedenie stavebných konštrukcií pri pohľade na daný prvok pre pracovníkov bez použitia papierovej alebo elektronickej dokumentácie, kde si pracovník plne uvedomuje reálny svet. Pre stavbyvedúcich a stavebné dozory sa ponúka možnosť kontroly vykonanej práce, kde pracovník prejde priestor so špeciálnym senzorom, za chôdze vytvára vysoko presnú mapu celého priestoru a tá okamžite ukladá dáta na cloudové úložisko.

[25,27]

Software nám potom porovná reálnu situáciu a modelovú situáciu, čím vzniká reálne porovnanie fyzickej podoby s vytvoreným projektom. Vďaka tomu sa dá ľahko prísť na chyby a odlišnosti od projektovej dokumentácie a náprava sa dá vykonať hneď. Ďalšou výhodou je využitie rozšírenej reality pri meraní daných priestorov, kde nám virtuálny pohľad poskytuje dáta o šírke, výške a hĺbke. V priebehu realizácie sa naskytuje tiež možnosť pre architektov, kde do daného priestoru môžu pridávať vybavenie budov alebo virtuálne prvky budov a opäť sa posúva hranica predstavivosti investora.

[25,26,27]

Vo fázy užívania sa zasa ponúka využitie rozšírenej reality pre údržbu a správu budov. Pomocou digitálne spravovaného modelu bude možné spriehľadniť priečky alebo obvodové múry a pomocou nastavenia bude možné ponechať

prvky, ako sú vodovodné a kanalizačné inštalácie alebo vedenie elektriky. A znova sa nám navyšujú informácie o budove iba pri pohľade s využitím prostriedku pre rozšírenú realitu. Ďalšie využitie sa objavuje v správe budov a navigácii k danému miestu, ktoré práve potrebujeme nájsť a môžeme ho ľahko lokalizovať ako napríklad hlavný uzáver plynu pri nehode.

Využitie rozšírenej reality v stavebníctve je naozaj veľmi veľké. Investori ušetrí čas, ktorý by stratili pri získavaní informácií o stavebných materiáloch či stavebných objektoch. Ďalší rozmer dostáva aj prepojenie projektanta a investora vďaka rozšírenej realite. Stavbu si môžeme pozrieť v 3D pohľadu v čase aj bez toho aby bolo tzv. kopnuté v zemi.

[25,26,27]



Obrázok 12 – Virtuálna realita [50]

4.2.5 Inteligentné budovy

Pod pojmom inteligentný dom si môžeme predstaviť dom, v ktorom je diaľkovo ovládaná väčšina technológií, spotrebičov a zariadení. Tento dom nás rozmaznáva, chráni a šetrí nám peniaze. Ráno po rozvidnení sa pomaličky otvárajú žalúzie, prebúdžeme sa do príjemne vyhriatej miestnosti, v kuchyni vonia káva a meteosystém nás informuje o aktuálnom počasí. Vonku sa pokropí trávnik a spustí sa filtrácia bazénu. Po odchode do práce sa dom prepne do strážneho režimu a pomocou zabezpečovacieho systému ochráni dom pred nechcenými návštevníkmi. Mozgom inteligentného domu je centrálna riadiaca jednotka, do ktorej si majiteľ nastaví svoje požiadavky. Tento elektronický sluha potom plní zadané príkazy. Upozorní sms správou na pohyb v dome v neprítomnosti, zavolá hasičov v prípade požiaru atď. V prípade vykurovania popripade chladenia reaguje na teplotu v miestnosti podľa toho či v miestnosti

niekto je či je otvorené okno a pod. vyhodnotí požiadavky a zvolí zdroj vykurovania, ktorý je momentálne najvhodnejší.

Táto vyspelá technika ponúka množstvo možností ako ju využívať a so stále dokonalejšou výpočtovou technikou a robotikou tieto možnosti rozširovať. Mimo iného veľkou výhodou tohto riešenia je ovládanie jednotlivých technológií z jedného miesta napríklad notebookom, tabletom, chytrým mobilom apod.

[28,29]

Inteligentný dom môže ovládať :

- Vykurovací systém domu, zdroj tepla a chladu – kotol, tepelné čerpadlo, krbové vložky, slnečné kolektory, podlahové kúrenie, bojler pre ohrev teplej vody
- Vetranie podtlakové aj rovnotlakové s prívodom aj odvodom vzduchu a rekuperáciou – ventilátory, lineárne pohony okien, ohrievače
- Čerpadlá, pohony regulačných armatúr a termopohony
- Zásobovanie vodou – čerpadlo studne
- Domáce čističky ČOV
- Zavlažovací systém – čerpadlá, solenoidy, odkal'ovacie filtre
- Prístupový systém – pohon brány, pohon vrat, elektrické a elektromechanické zámky.
- Tieniaca technika – žalúzie, markízy
- Bazénovú technológiu – filtráciu, ohrev, osvetlenie bazénu
- Osvetlenie domu a exteriéru domu
- Audiovizuálnu techniku
- Zásuvkové okruhy domu bežné i adresné – práčka, kanvica, mikrovlnná trúba
- Kuchynské spotrebiče – sporák, chladničku
- Automatické splachovanie, sanitárnu techniku

[28,29]



Obrázok 13 – Inteligentný dom [59]

Ďalšou veľkou výhodou takto vybaveného domu je možnosť prispôsobenia použitých alternatívnych zdrojov energie. Môžeme kombinovať solárny ohrev tepla s tepelným čerpadlo a fotovoltaickými článkami. Tieto zdroje sa dajú výhodne kombinovať podľa aktuálnych poveternostných a cenových podmienok (slnko – dážď, leto – zima, vysoké – nízke tarify el. energie)

[28,29]

5 Digitalizácia stavebníctva

V dnešnom svete kde sa neustále dejú pokroky vo vede a rozvíjajú sa technológie sa postupom času výrazne menia aj podmienky na trhu. Nielen v stavebníctve sa stretávame s neustálym tlakom na zvyšovanie kvality a znižovania ceny. Tieto úlohy je možné zvládnuť za pomoci inovatívnych prístupov, systémov a pomocou výpočtovej techniky a kvalitného softwarového vybavenia.

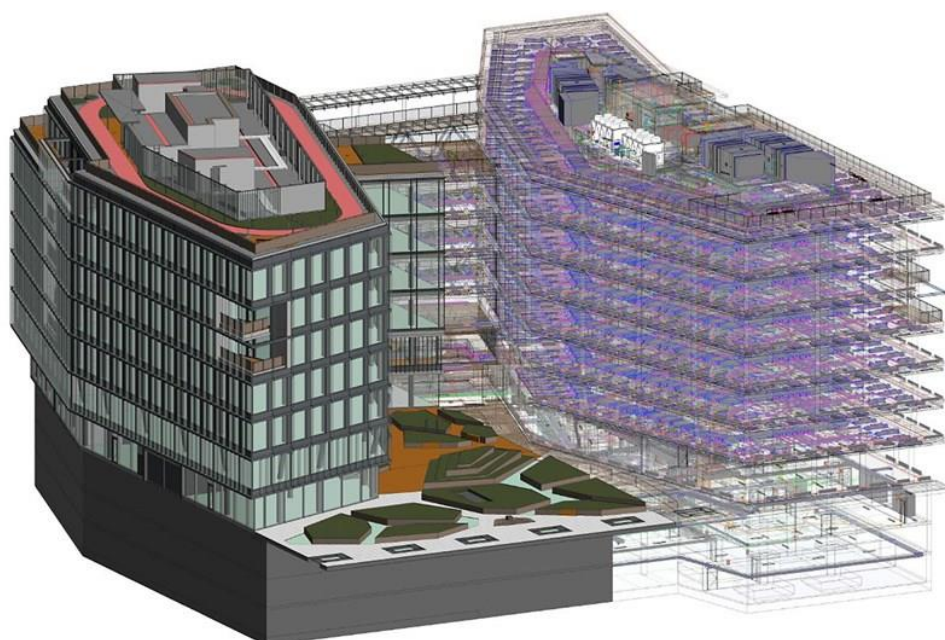
V roku 2014 Európska únia uznala užitočnosť BIM pre verejný sektor v smernici 2014/24EU, o zadávaní verejných zákaziek za použitie metódy BIM. Neskôr v auguste 2016 vstúpil v Českej republike do platnosti zákon č. 134/2016 Sb.,

o zadávaní verejných zakázok. Nasledujúce podkapitoly predstavujú pojem BIM a jeho prínos pre účastníkov procesu vo výstavbe.

5.1 Informačné modelovanie budov

V oblasti plánovania a prípravy stavieb nám tento progres predstavuje informačný model stavby – BIM (Building Information Modelling), pomocou ktorého sme schopní plniť predstavy investorov. BIM je účinný nástroj manažovania informácií počas celého životného cyklu stavby. V stavebnom priemysle spôsobuje BIM zásadnú zmenu, ktorá prispieva k šetreniu času, zníženiu nákladov, efektívnejšiu kontrolu a podporuje priebeh výstavby.

[3]



Obrázok 14 – BIM model [60]

Cieľom BIM nie je vytvoriť samotný model stavby, ale zložiť úplné, spoľahlivé, ľahko dostupné a vymeniteľné informácie o stavbe pre každého kto ich bude potrebovať počas celej fázy životného cyklu objektu.

[3]

Vývoj informačných modelov v stavebníctve prešiel za posledné desaťročia niekoľkými vývojovými úrovňami, od kreslenia na papier po používanie CAD systémov. Prvé začiatky CAD spočívala v kreslení čiar, oblúkov, textu a podobne, čo urýchlilo a spresnilo projekciu. Ďalšou úrovňou v tomto evolučnom procese bolo modelovanie v 3D a tiež využívanie hladín a blokov. Z pohľadu spolupráce medzi profesiami je najdôležitejším prvkom zavedenie vrstiev. Zavedenie BIM predstavuje zatiaľ najvyspelejšiu formu spolupráce akú umožňuje súčasná výpočtová technika.

[3]

Dnes používaná projektová dokumentácia je závislá na 2D technických výkresoch a textových doplnkoch. Keď porovnáme schopnosť a možnosti systémov, zistíme že CAD končí so svojimi možnosťami pri 3D zobrazovaní, BIM umožňuje tzv. viacdimenzionálne plánovanie. Písmeno D určuje jednotlivé zložky, ktoré priradíme k modelu.

3D - trojrozmerný model stavby, ktorý sa dá popísať tromi rozmermi. 3D model je následne prevedený do 2D zobrazenia na papier či obrazovku. 3D model minimalizuje chyby a kolízie pri výstavbe, rieši detaily konštrukcií a vytvára čo najpresnejší výkaz výmer.

4D - ide o časove plánovanie spojené s BIM procesmi. Pomocou časovej dimenzie dát môžu účastníci projektu analyzovať projekt v priebehu času. Tu je miesto pre fázu plánovania projektu, kritické body výstavby, logistiky, dodávok a inštalácia komponentov a tiež simulácia modelu z hľadiska trvanlivosti konštrukcie.

5D - ide o finančné plánovanie spojené s BIM procesmi. Táto časť BIM modelu analyzuje ceny komponentov a služieb, dopomáha k vytváraniu presných kalkulácií a výkazu výmer. Prínosom je úspora nákladov a trvalo udržateľné budovy.

6D - ďalší rozmer sa týka fázy prevádzkovej. Jedná sa teda o fázu po dokončení výstavby objektu a predanie stavby k užívaniu. Táto oblasť pokrýva široké spektrum využitia, ako sú realitné stratégie, správa budovy, prenájmy, prevádzkové predpisy, údržba a renovácie. Niekedy býva ako 6D označovaný pohľad spotreby energií a 7D potom pohľad do fázy prevádzky.

[3]

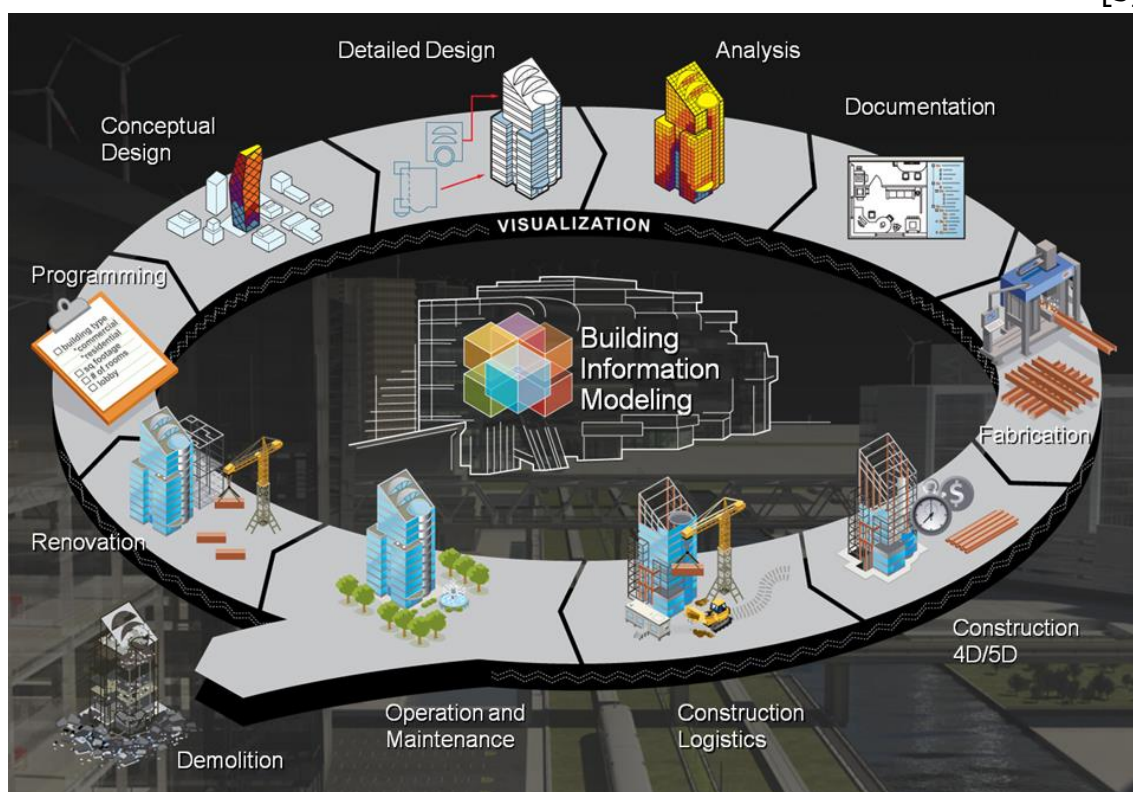
Metóda BIM je súčasťou digitalizácie stavebného sektoru. BIM kombinuje využitie počítačového modelovania 3D s informáciami o stavbách za účelom zlepšenia spolupráce, koordinácie a proces rozhodovania pri výstavbe a jej prevádzke. Pre verejného obstarávateľa to znamená, že budú k dispozícii presnejšie podklady k zadaniu stavby za rovnaké alebo nižšie náklady bude postavené a udržiavané viacero stavieb, riziko prekročenia nákladov, riziko prekročenia nákladov na projekty najmä vo verejnej infraštruktúre budú nižšie. Zavedenie metódy BIM bude pre stavebníctvo veľký prínos. Predpokladá sa, že BIM sa stane vo svete bežným spôsobom dodávania projektu verejnej infraštruktúry a verejných zákaziek. Informačné modelovanie ako metóda práce je obecné používaná na akúkoľvek stavbu. Uplatní sa nielen v pozemných stavbách, ale aj dopravnom staviteľstve, vodohospodárskom či v inžinierskom staviteľstve obecné. BIM je databáza informácií, ktorá môže zahrňovať

kompletné dáta od prvotného návrhu, cez výstavbu, správu budovy prípadné rekonštrukcie až po ich demoláciu, vrátane ekologickej likvidácie stavby a uvedenie priestoru do pôvodného stavu. Teda všetky informácie využiteľné behom životného cyklu stavby.

[3]

Parametre jednotlivých prvkov, z ktorých je 3D model zložený, môžu obsahovať konštrukčné, materiálové a úžitkové vlastnosti, pozície v harmonograme výstavby, harmonogram kontrol a výmen, investičné a prevádzkové náklady a ďalšie. Týmto spôsobom možno vytvoriť model skutočného objektu, ktorý slúži nielen pri príprave a výstavbe, ale aj pri správe a analýzach. Technickým srdcom celej metódy BIM je spoločné dátové prostredie (CRP), ktoré v sebe zahŕňa všetky informácie. Teda nielen 3D model a jeho dáta, ale aj všetky ďalšie dokumenty, komunikáciu medzi účastníkmi projektu a ich procesy v jednotlivých fázach životného cyklu stavby.

[3]



Obrázok 15 – Informačné modelovanie budov [61]

5.1.1 Využitie a prínos pre účastníkov procesu

Investor

- Možnosť kontroly projektu počas všetkých fáz

- Rýchlejšie spracovanie požiadaviek a zmien
- Zásadné informácie pre rozhodovanie sú k dispozícii v skorších fázach
- Jednoduchšia komunikácia s ostatnými účastníkmi

[3,39]

Architekt

- Jednoduchšia modifikácia návrhu n základe požiadaviek klienta, statika atď.
- Jednoduchšie vytváranie variant
- Rýchle vizualizácie, nie je potreba znovu vytvárať 3D model
- Rýchla odozva od statika ohľadom možností konštrukcie
- Rýchle energetické analýzy

[3,39]

Projektant stavebnej časti

- Jednoduchšia komunikácia s architektom, hlavným projektantom nad jedným modelom
- Jednoduchšie spracovanie zmien
- Jednoduchšia komunikácia s klientom

[3,39]

Projektant TZB časti

- Jednoduchšia komunikácia s architektom, hlavným projektantom a projektantom stavebnej časti nad jedným modelom
- Jednoduchšie spracovanie zmien
- Jednoduchšia komunikácia s klientom
- Úspora pri vytváraní analytického modelu
- Možnosť variant riešení

[3,39]

Statik

- Jednoduchšia komunikácia s architektom, hlavným projektantom a projektantom stavebnej časti nad jedným modelom
- Jednoduchšie spracovanie zmien
- Úspora pri vytváraní analytického modelu

[3,39]

Technický a autorský dozor

- Jednoduchšia kontrola skutočného stavu podľa modelu BIM
- Jednoduchšia komunikácia s ostatnými účastníkmi
- Lepšia možnosť zaznamenania požiadaviek na zmeny a úpravy

[3,39]

Kalkulant

- Úspora času vďaka automaticky generovaným súpisom stavebných prác, dodávok a služieb a výkazom výmer

- Neustály prístup k aktuálnym informáciám – presnejšie ocenenie
- Možnosť rýchlej tvorby nákladových variant pre rozhodovanie
- Rýchla klasifikácia jednotlivých stavebných prvkov vďaka jednoduchšej vizualizácii v modeli

[3,39]

Zhotoviteľ

- Prístup k vždy aktuálnej dokumentácii
- Jednoduchšia komunikácia s projektantmi jednotlivých odborností nad jedným modelom
- Kontrola dodržiavania časového aj finančného plánu
- Zmenšenie počtu riešenia kolízií zistených až pri vykonávaní stavby
- Možnosť prípravy prefabrikácie
- Jednoduchší a prehľadnejší rozpis dodávok a prác realizovaných podzhotoviteľmi, ich koordinácia a kontrola

[3,39]

Facility manager

- Aktuálny model budovy naplnený informáciami o jednotlivých stavebných výrobkoch a prvkoch vrátane dodávateľa a informácie o ich údržbe
- Jednoduché vykazovanie stavebných výrobkov a prvkov, atď.
- Možnosť rozšírenia modelu o špecifické dáta

[3,39]

Štátna správa

- Všetky prínosy ktoré platia pre investora
- Možnosť automatickej kontroly súladu návrhu s požiadavkami záväzných predpisov
- Zníženie rizika prekročenia nákladov na projekty verejných zákaziek na stavebné práce
- Zvýšenie transparentnosti projektu
- Možnosť vykonávať energetické analýzy a prostredníctvom simulácie energetickej náročnosti stavby optimalizovať energetickú účinnosť
- Možnosť prepojenia rôznych registrov pre lepšie plánovanie infraštruktúry
- Možnosť zlepšiť kvalitu stavieb vďaka validácií parametrov použitých stavebných materiálov, konštrukcií a výrobkov už pri návrhu stavby
- Jednoduchšia a dôveryhodnejšia komunikácia a prezentácia zámerov pri verejných pojednaniach

[3,39]

6 Vyšehradská štvorka

Vyšehradská skupina alebo tiež Vyšehradská štvorka je označenie štyroch postkomunistických krajín v strednej Európe – Českej republiky, Slovenska, Poľska a Maďarska. Vyšehradská skupina je výsledkom úsilia stredoeurópskych krajín o spoluprácu na viacerých úsekoch spoločného záujmu v rámci celoeurópskej integrácie. Česko, Slovensko, Poľsko a Maďarsko vždy boli súčasťou tej istej civilizácie založenej na rovnakých kultúrnych a intelektuálnych hodnotách, spoločných koreňoch náboženských tradícií, ktoré sa snažia uchovávať dodnes a posilňovať ich.

Cieľom tejto skupiny je povzbudzovať optimálnu spoluprácu so všetkými krajinami a hlavne so svojimi susedmi. Najvyšším záujmom je demokratický rozvoj všetkých častí Európy.

[30]



Obrázok 16 – Vyšehradská štvorka [62]

6.1 Vyšehradská štvorka v číslach

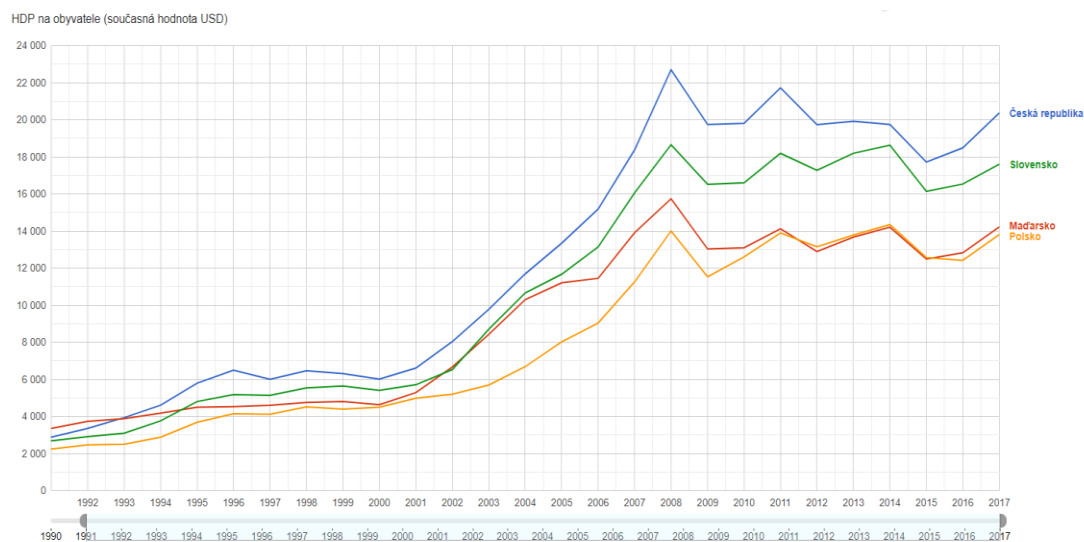
Krajiny V4 zahrňujú štyri samostatné štáty ktoré dohromady obýva 64,243 miliónov obyvateľov, čo je 12.6 % z celkového počtu obyvateľov Európskej únie (k 1.1.2017). Celkové HDP krajín Vyšehradskej štvorky činí 975,07 miliárd USD, čo predstavuje približne 6,5 % HDP celej Európskej únie.

[63]

V nasledujúcej tabuľke sú uvedené hodnoty základných parametrov HDP pre jednotlivé štáty.

	Slovensko	Česko	Polsko	Maďarsko
Počet obyvateľ [miliony]	5,435	10,58	38,43	9,798
HDP [miliardy USD]	95,77	215,7	524,5	139,1
HDP na obyvateľa [USD]	17604,95	20368,14	13811,66	14224,85
Tempo rústu HDP [roční zmena]	+3,4%	+4,3%	+4,6%	+4,0%

Tabuľka 1 : HDP členov V4 [63;vlastná tvorba]



Graf 1 : vývoj rastu HDP v jednotlivých krajinách V4 na obyvateľa [63]

7 Vývoj Priemyslu vo Vyšehradskej skupine

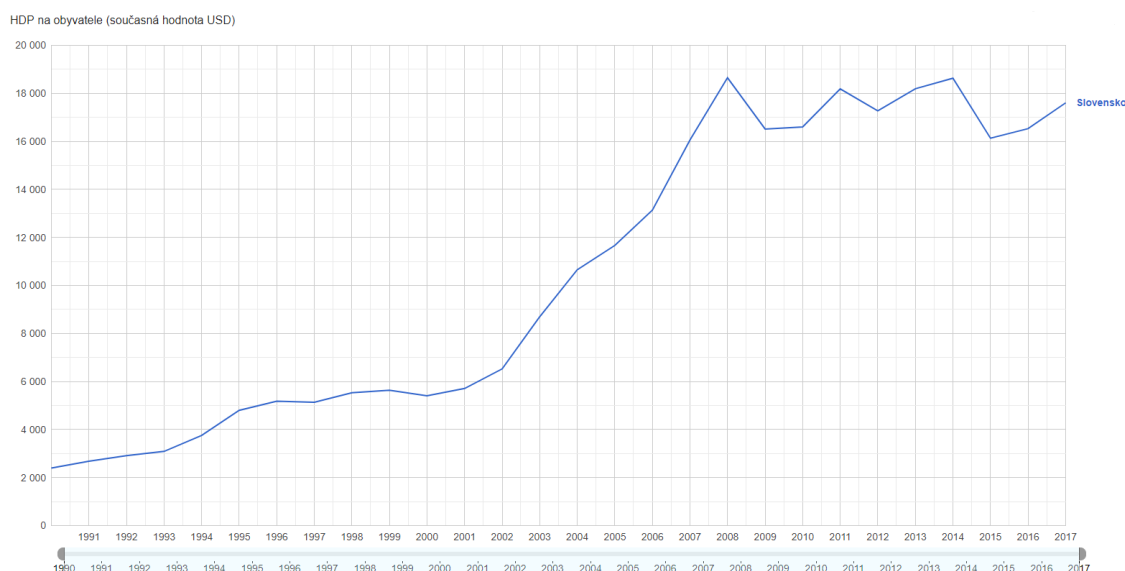
Všetky krajiny Vyšehradskej štvorky sa v porovnaní s ostatnými krajinami Európskej únie dajú považovať za vysoko priemyselné. Dôkazom toho je fakt, že sa sekundárny sektor hospodárstva (spracovateľský priemysel vrátane stavebníctva) podieľa na celkovom HDP takmer jednou tretinou v každom štáte Vyšehradskej štvorky.

Podiel sekundárneho sektora na celkovom HDP v jednotlivých štátoch V4 je vyčíslený v nasledujúcej tabuľke. V prvom riadku tabuľky je pre porovnanie uvedený podiel sekundárneho sektoru celej Európskej únie.

Gross value added (GVA) in industry, including construction, as a percentage of GVA (at prices and PPPs of the current year)										
Pramen / Source: Eurostat, 05/01/2017										
	%									
Country	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
EU 28	27,8	26,2	26,1	24,6	25,0	25,1	24,8	24,6	24,4	24,6
<i>Czech Republic</i>	37,2	37,7	37,7	36,7	36,8	37,0	36,9	36,7	37,9	37,8
<i>Hungary</i>	31,7	31,4	30,1	29,7	30,0	30,0	30,2	29,9	30,8	31,9
<i>Poland</i>	32,5	32,8	33,3	33,5	33,2	33,9	33,6	32,3	33,2	34,1
<i>Slovakia</i>	36,1	36,1	38,0	33,9	35,2	35,5	35,4	33,1	34,5	34,9

Tabuľka 2 : Podiel sekundárneho sektoru na HDP v krajinách V4 a EU [64,65,66.67.68]

7.1 Slovensko



Graf 2 : vývoj HDP na obyvateľa Slovenskej republiky [63,65]

Koncepciu Inteligentného priemyslu pre Slovensko predložilo dňa 19.8.2016 Ministerstvo hospodárstva Slovenskej republiky. Koncept má jednoznačný cieľ –

udržať pozíciu slovenských podnikov na priemyselnej mape Európy a v globálnych štruktúrach, tak aby prispievali k sile a vplyvu v ekonomike a fungovaniu celej spoločnosti. Koncept inteligentný priemysel pre Slovensko je očakávanou reakciou na štvrtú priemyselnú revolúciu a obdobie digitalizácie. Hlavnými adresátmi zmien, sú slovenské priemyselné podniky, ktoré vďaka možnosti efektívnej výroby a predaja produktov navýšia konkurencieschopnosť. Výhody aj pre malé a stredné podniky predovšetkým dodávateľov zariadení, technológií a služieb vďaka prepojenej priemyselnej výrobe.

[31,32,33]

Digitalizácia sa netýka iba súkromného sektora, ale aj štátu, ktorý zohráva hlavnú úlohu pri vytváraní inteligentných tovární a jednotného digitálneho trhu. Je potrebné prispôbiť legislatívu tak, aby boli podporované inovácie a spotrebitelia motivovaní využívať digitálne služby, nezabúdajúc na ochranu súkromia. Rada vlády SR pre digitalizáciu verejnej správy a jednotný digitálny trh v roku 2017 rokovala o Akčnom pláne zjednotenia digitálneho trhu. Vláda musí podporovať digitalizáciu a zaujať pozitívny postoj ku komunikačným a informačným technológiám. Rast potenciálu sektora informačných a komunikačných technológií je obmedzený kvôli vzdelávaciemu systému, ktorý nepripravuje vhodných pracovníkov, preto je potrebná reforma vzdelávacieho systému a financovania. Pre úspešnosť Priemyslu 4.0 vláda vytvorí lepšie podmienky, vďaka ktorým bude trh práce zásobovaný expertmi v oblastiach informatiky, robotiky a automatizácie. Ministerstvo školstva zabezpečí, aby sa podiel pedagogických študentov, ktorí sú špecializovaní na informačné technológie, zvýšil minimálne na 5%. A taktiež podporí akreditáciu nových vzdelávacích programov v oblasti IT.

[31,32,33]

Ministerstvo hospodárstva Slovenskej republiky v spolupráci s Ministerstvom školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky vypracovalo Stratégiu výskumu a inovácií pre inteligentnú špecializáciu SR (RIS3), bola schválená vládou Slovenskej republiky dňa 13. 11. 2013 uznesením č.665/2013. Na tvorbe sa podieľal Úrad vlády SR, zástupcovia akademického, výskumného a podnikateľského sektora. RIS3 predstavuje základný rámcový strategický dokument pre podporu inovácií a výskumu v programovacom období 2014-2020 a je základom pre tvorbu operačných programov. Je kľúčovým dokumentom zameraným na udržateľný hospodársky rast a zvýšenie zamestnanosti prostredníctvom cielej podpory výskumu, inovácií a dosiahnutia masy v jednotlivých strategických prioritách pri súčasnom zohľadnení regionálnych špecifík.

[31,32,33]

RIS3 má definovať víziu, opatrenia a ciele na základe komplexnej analytickej časti a stanovených priorít špecializácie hospodárstva a oblasti výskumu a vývoja Slovenskej republiky, pričom sú zohľadnené princípy inteligentného a udržateľného rastu pre posilnenie konkurenčnej schopnosti SR.

Cieľom je:

- Prehlbovať ukotvenie a integráciu kľúčových priemyselných odvetví, aby zvyšovali miestnu pridanú hodnotu, prostredníctvom spolupráce miestnych dodávateľských reťazcov a podporu ich vzájomného sieťovania,
- prispieť zvýšením výskumu k hospodárskemu rastu cestou globálnej excelentnosti a lokálnej relevantnosti,
- vytvárať dynamickú a otvorenú inovatívnu spoločnosť ako jeden z predpokladov pre zlepšenie kvality života,
- zlepšiť kvalitu ľudských zdrojov.

[31,32,33]

Úlohou štátu bude prispôbiť legislatívu do podoby ktorá bude podporovať inovácie. Jasným cieľom koncepcie Smart Industry je informovať o nevyhnutnosti zmien slovenskej ekonomiky. Koncepcia obsahuje odporúčania rozdelené do oblastí:

1. zvyšovanie povedomia a spolupráca:

- informačná kampaň o technológiách inteligentného priemyslu a ich výhody
- pilotné projekty, testovacie prostredia pre internet vecí,
- vypracovanie manuálu implementácie Inteligentného priemyslu,
- zlepšenie pripravenosti tradičných odvetví na internet vecí
- internacionalizácia firiem.

[31,32,33]

2. Výskum zameraný na Priemysel 4.0

- Podpora aplikovaného výskumu v záujme dosiahnutia pomeru 70:30 k základnému výskumu
- Vypracovanie Výskumnej agendy ktorá bude orientovaná na priemysel 4.0 v súlade s RIS3
- Vytvorenie sektorovo orientovaných konzorcií, zložených z predstaviteľov priemyslu, startupov a akademickej sféry zaoberajúcich sa aplikovaným výskumom, ich úlohou bude viesť vývoj výskum a komercializáciu technológií,
- Informovanie slovenských výrobcov o možnosti zapojenia sa do výskumných projektov EÚ.

[31,32,33]

3. Inteligentné továrne a výroba

- Podpora vývoja a zavádzanie nových materiálov a technológií
- Referenčná architektúra – štandardizácia pre firmy, služby, produkty a digitálne platformy ako nástroj horizontálnej integrácie
- Dodávateľské reťazce ako sieť spolupracujúcich a integrovaných inteligentných tovární prepojených internetom vecí
- podpora digitálnych dodávateľských sietí na základe zásad Digital Single Market (Jednotný digitálny trh EU), ktoré budú využívať big data.

[31,32,33]

4. Prístup k financovaniu

- Prepojenie súkromných investícií a financií z verejných zdrojov
- Podpora inovácií prostredníctvom inovatívnych partnerstiev a verejného obstarávania. Cieľom inovatívneho partnerstva je podľa Zákona o verejnom obstarávaní vývoj a následný nákup tovaru, stavebných prác či služieb, ktoré sú výsledkom vývoja, za predpokladu, že odpovedajú požiadavkám a maximálnym nákladom zmluvne dohodnutými medzi verejným obstarávateľom a partnerom
- Financovanie, ktoré umožní kratšie obdobie vývoja a rýchlejšie zavádzanie jeho výsledkov do praxe

[31,32,33]

5. Trh práce, vzdelávania a zručností

- Analýza požiadaviek priemyslu na jednotlivé zručnosti
- Vytvorenie osnov v súlade s požiadavkami Priemyslu 4.0
- Poskytovanie nových, špecializovaných zručností v oblasti programovania, informatiky, obchodné zručnosti, atď.
- Integrované vzdelávanie platformy priemyslu a akademickej obce za účelom inovačného inžinierstva a prenosu poznatkov
- Podpora národnej koalície pre digitálne povolania, založenej IT Asociáciou Slovenska a Digitálnym lídrom Petrom Pellegrinim v roku 2014

[31,32,33]

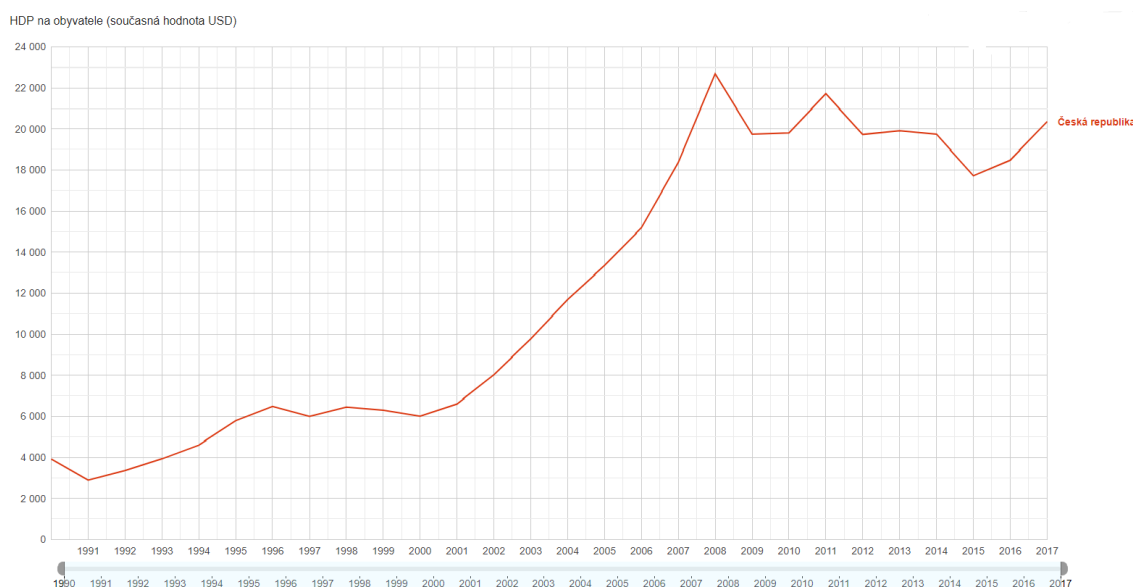
6. Legislatívne prostredie umožňujúce inovácie a e- government

- Rozvíjanie potrebných zručností aj vo verejnom sektore
- Zabezpečenie získavania toku a komerčného používania údajov a ich ochrany – Open Data a Big Data
- Inteligentná štátna správa založená na využívaní údajov
- Transparentný a efektívny plán digitalizácie verejného sektora, vrátane Mobile e-Government

- Regulácie pripravené na budúcnosť ktoré nepredstavujú prekážky inovácií, posudzovanie vplyvov na digitalizáciu a inovácie v rámci procesu posudzovania vplyvov
- Aktívne zapojenie štátnych inštitúcií pri implementácií Inteligentného priemyslu

[31,32,33]

7.2 Česko



Graf 3 : vývoj HDP na obyvateľa Českej republiky [63,64]

Dňa 24. 08. 2016 vláda Českej republiky na svojom zasadaní schválila iniciatívu Priemyslu 4.0 spracovanú Ministerstvom priemyslu a obchodu, ich dlhodobým cieľom je udržať a posilniť konkurencieschopnosť Českej republiky v dobe nástupu tzv. štvrtej priemyselnej revolúcie.

[33]

Hlavnou myšlienkou Iniciatívy Priemyslu 4.0 je podchytiť impulzy, ktoré priemyslu prinášajú tieto nové filozofie systémového využívania, integrácie a prepojovania najrôznejších technológií pri uvažovaní trvalého, rýchleho rozvoja a pripraviť pre priemyslovú výrobnú i nevýrobnú sféru podmienky k realizácii novej priemyselnej revolúcie v Českej republike. Dlhodobým cieľom tejto iniciatívy je udržať a posilniť konkurencieschopnosť v dobe masového nástupu filozofie vo svete.

[34]

Digitalizácia ekonomiky prebieha v širokej škále odvetví. Dá sa pomenovať sektory ako elektronika, elektrotechnika, konštrukcie a výroba strojov

a zariadení, výroba nástrojov, automobilový priemysel, energetika, chemická a farmaceutická výroba, hutníctvo a oceliarstvo, informačné technológie a telekomunikácie, priemyslová automatizácia, rádio komunikácia, ale aj údržba, bankovníctvo, finančné a marketingové služby, obchodná činnosť, poradenské služby, reklamná činnosť, vývoj softwaru, poľnohospodárstvo, životné prostredie, zdravotníctvo, výživa a ďalšie. Dá sa konštatovať, že cieľom Priemyslu 4.0 je priniesť úplné digitálne prepojenie všetkých úrovní tvorby pridanej hodnoty – od vývoja výrobku až po logistiku.

[34]

Cieľom iniciatívy Priemyslu 4.0 je ukázať možné smery vývoja a načrtnúť opatrenia, ktoré by mohli nielen podporiť ekonomiku a priemyslovú základňu ČR, ale tiež pomôcť pripraviť celú spoločnosť na absorbovanie tejto technologickej zmeny. Iniciatíva obsahuje základné informácie o nutnosti neodkladných zmien vyvolaných nástupom 4. priemyslovej revolúcie a mapuje opatrenia na podporu investícií, aplikovaného výskumu a štandardizácie, spracováva otázky spojené s kybernetickou bezpečnosťou, logistikou i legislatívou.

[34]

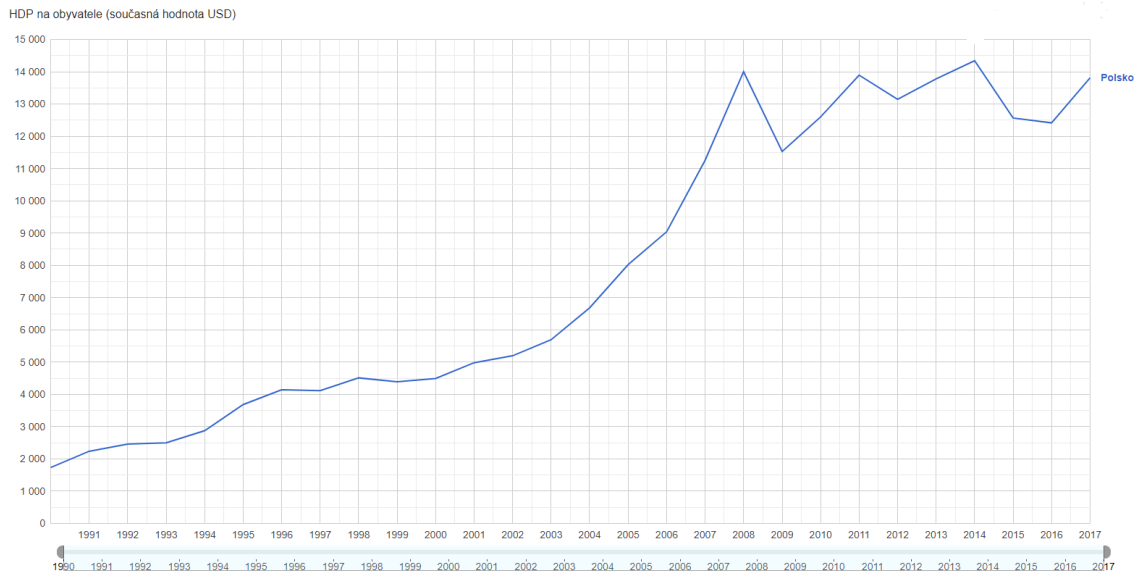
Jednotlivé kapitoly dokumentu popisujú súčasný stav, smery ďalšieho vývoja a kľúčové výzvy v jednotlivých oblastiach, ktoré je nutné v rámci zvýšenia pripravenosti Českej republiky na aktuálny vývoj riešiť. Rozsah a úroveň materiálu poskytujú detailné informácie pre vládu ČR, kľúčové rezorty a sociálnych partnerov tak, aby boli schopní urýchlene formulovať konkrétne opatrenia, reagujúce na prebiehajúce zmeny, spôsobené technológiami 4. priemyslovej revolúcie.

[34]

Iniciatíva Priemyslu 4.0 si súčasne kladie za cieľ zmobilizovať podnikateľskú sféru aj všetky vyššie uvedené strany k aktívnemu zapojeniu pri implementácii a realizácii v podmienkach Českej republiky. Iniciatíva sa okrem priemyslu venuje aj ďalším, špecifickým témam ako sú: technologické predpoklady a vízie, aplikovaný výskum, bezpečnosť systémov, štandardizácie, právne regulačné aspekty, vplyvy na trh práce, kvalifikáciu pracovnej sily a sociálne vplyvy, vzdelávanie, efektívnosť využitia zdrojov alebo investície podporujúce priemysel 4.0

[34]

7.3 Poľsko



Graf 4 : vývoj HDP na obyvateľa Poľska [63,67]

Platforma budúcnosti priemyslu bola vyhlásená v roku 2016 Ministerstvom financií a rozvoja v rámci Plánu zodpovedného rozvoja tzv. Morawieckeho plánu. Morawieckeho plánu, ktorý poskytuje priemyselné financovanie v priebehu 25 rokov, sleduje agendu reindustrializácie prostredníctvom nových partnerstiev, podporné opatrenia orientované na vývoz a komplexný regionálny rozvoj.

Poľská platforma Priemyslu 4.0 chce podporovať národné spoločnosti vo vývoji nových technológií a implementácií Priemyslu 4.0, čím chce globálne zvýšiť konkurencieschopnosť poľského priemyslu. Podľa Smart Industry 2017 sú poľské podniky pomerne uzavreté pred vonkajšími informáciami a spoluprácou, taktiež vo vzťahu k technologickým zmenám, preto Poľsko potrebuje subjekt, ktorý postupne otvorí spoločnosti.

[35,36]

Poľská vláda pripravuje návrh zákona o nadácii platformy priemyselnej budúcnosti. Keďže je Poľsko jednou z mála krajín Európy, v ktorých ešte neboli vytvorené opatrenia na rozvoj štvrtej priemyselnej revolúcie, treba vytvoriť podmienky, ktoré umožnia podnikom vo všetkých odvetviach sa zapojiť do procesu digitalizácie. Plánovaný projekt, ktorý sa nazýva Industry Foundation Platform of the Future, sa zameria na otázky upravujúce poľskú ekonomiku v rámci priemyselnej revolúcie. Tiež je potrebné, aby štát prijal proaktívne kroky

kvôli znižujúcim sa zdrojom práce v ekonomike. Poľská platforma má v pláne spojiť spoločnosti, výskumné ústavy, univerzity a technologické parky, čím sa podnikatelia, ktorí chcú prejsť na Priemysel 4.0, mohli oboznámiť s konkrétnymi príkladmi. Ministerstvo rozvoja oznámilo, že financovaná bude z verejného a súkromného sektoru, aj keď na začiatku bude prevažne financovaná štátom.

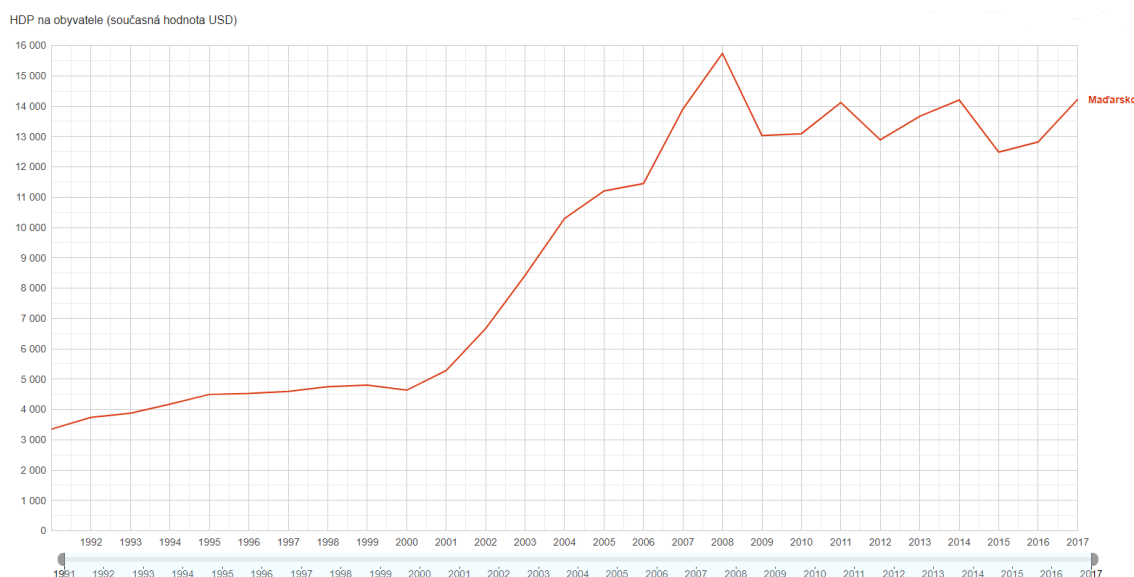
Plán zodpovedného rozvoja v Poľsku:

- a) Schopnosti súťažiť na svetových trhoch
- b) Stabilné postavenie na trhu
- c) Vysoký podiel na výrobe a exporte, alebo vysokú mieru rastu v oboch kategóriách.

Medzi tieto odvetvia patrí napríklad výroba liekov, nábytku, stavba lodí, baníctvo a obranný priemysel. Vysoký podiel priemyselnej aktivity spôsobuje, že transformácie tohto sektora je prioritou vlády.

[35,36]

7.4 Maďarsko



Graf 5 : vývoj HDP na obyvateľa Maďarska [63,66]

Industry 4.0 National Technology Platform (I.4.0 NTP) je národná strategická iniciatíva Maďarského Ústavu pre informatiku a kontrolu maďarskej Akadémie vied a Ministerstva národného hospodárstva. Všeobecným cieľom tejto platformy je podpora výroby a transformácia maďarského priemyslu na priemysel štvrtej revolúcie. Jej úlohou je tiež navrhovať a vypracovávať návrhy

a odporúčania pre vládu. Slúži aj ako poradný orgán. Iniciatíva je založená na „Irinnyi Plan“, ktorý je stratégiou pre reindustrializáciu Maďarska. Ministerstvo národného hospodárstva mieri na podporu týchto cieľov stratégie a snaží sa z Maďarska vytvoriť jednu z krajín Európskej únie s najrozvinutejšími priemyselnými odvetviami. Nie je na to stanovený časový rámec, ale I.4.0 NTP, však očakáva pripraviť priemysel pre sektor a prispôbiť ho požiadavkám inovácie Priemyslu 4.0 a udržať globálnu konkurencieschopnosť priemyslu v krajine. Podľa zainteresovaných strán odvetví je platforma dôležitým prvkom na zlepšenie pripravenosti krajiny pre digitálnu transformáciu.

[35,36]

Podobne ako v iných európskych krajinách, Maďarsko vstúpilo do novej technologickej éry. V tejto dobe hospodárstvo založené na internete výrazne transformuje základy výrobných a logistických systémov. Hlavnou výzvou digitálnej infraštruktúry je prekonať 38 percentný rozdiel v porovnaní s európskym priemerom. Efektívna digitálna reštrukturalizácia maďarského priemyslu má veľký potenciál významne prispieť na zlepšenie situácií v krajine. Okrem toho by to mohlo prispieť k zlepšeniu situácie v oblasti konkurencieschopnosti výroby a zlepšiť podmienky vytvárania pracovných miest. V tejto súvislosti Mihály Varga, minister Národného hospodárstva zaviedol „Irinnyi Plan“ vo februári 2016. Plán načrtáva hlavné smery inovačného rozvoja priemyslu v Maďarsku. Plán predpokladá transformovať krajinu na jednu z krajín Európskej únie s najvýraznejšou úrovňou priemyselných odvetví do roku 2020.

[35,36]

Konkrétnejšie ciele sú:

- Zvýšenie pomeru priemyselnej produkcie HDP zo súčasných 23,5% na 30% do roku 2020,
- Zvýšiť úroveň výskumu a vývoja výdavkov na 1,8% HDP
- Posilniť rast, vývoz a inovačný potenciál domácej spoločnosti,
- Znížiť štandardizovanú nízku zručnosť činností,
- Zvýšiť aktivity s vysokou kvalifikáciou, zahrňujúce plánovanie, kontrolu a úlohy súvisiace s IT.

[35,36]

Finančné prostriedky na implementáciu plánu je čiastočne vyčlenené a čiastočne hradené z fondov EU a Maďarského rozpočtu štátu.

Plán Irinyi usiluje o zásadnú zmenu usporiadania výrobných systémov založených na digitálne modelovanie. Existuje päť základných cieľov NTP programu I4.0 :

- 1) Podporovať výmenu informácií, spolupráce a partnerstvá medzi všetkými účastníkmi, venovať sa výskumu a vzdelávacím inštitúciám, spoločnosti a profesijným združeniam
- 2) Pracovať na urýchlení inovácie, najmä v kľúčových oblastiach digitalizácie a výroby, s osobitným sektorom zameraným na kybernetickú bezpečnosť
- 3) Podporovať pripravenosť hospodárstva pre inovačné prispôsobenie
- 4) Reagovať na výzvy ako nikdy predtým
- 5) Podporovať odvážne kroky smerom k inováciám.

[35,36]

Politické páky platformy zahŕňajú počiatočnú fázu návrhu, vo forme strategického rozvoja. Na zabezpečenie úspechu platformy v dlhodobom horizonte podstatne kladie dôraz na zapojenia súkromného sektora. Ich spätná väzba bola získaná prostredníctvom cielených prieskumov ktoré slúžia na identifikáciu budúcich priorít, opatrení a digitálnu transformáciu. Táto myšlienka vývoju pochádzala prevažne od zástupcov priemyslu, akademickej obce a sociálnych kruhov v úzkej spolupráci s Maďarskou vládou. Úlohu vedenia platformy vrátane jej riadenia a správy bola zverená maďarskému inštitútu MTA SZTAKI na dobu neurčitú. I4.0 NTP je založená na holistickom prístupe, ktorý sa snaží takmer rovnako riešiť technológiu a infraštruktúru na jednej strane a zručnosti na strane druhej.

Hlavným cieľom je replikovať nemecký „Industrie 4.0“ iniciatívy v Maďarsku. Očakávané výsledky zahrňujú: inováciu, zrýchlenie, realizáciu priemyselných riešení, novú generáciu vyškolených vysokokvalifikovaných profesionálov a rozvoj trvalo udržateľného rozvoja, konkurencieschopný výrobný ekosystém v Maďarsku. Platforma je plne podporovaná maďarskou vládou.

[37]

7.5 Porovnanie vývoja Priemyslu 4.0 v krajinách Vyšehradskej skupiny

Všetky 4 krajiny Vyšehradskej štvorky sa podieľajú na rozvoji Priemyslu 4.0 vo svojej krajine. Každá z krajín má vypracovaný svoj vlastný koncept iniciatívy a presadzovania Priemyslu 4.0 a plán digitalizácie ekonomiky v rôznych odvetviach. Jediným členom V4 ktorý ešte nemá stanovený presný koncept iniciatívy Priemyslu 4.0 je Poľsko.

Medzi základne vízie radia všetky krajiny udržanie svojej konkurencieschopnosti na globálnom trhu. Česko sa zdá zatiaľ z krajín V4, byť tou ktorá napreduje v iniciatíve priemyslu. Napreduje hlavne vďaka rozvinutému automobilovému priemyslu.

Český vývoj a výskum je na takej úrovni, že sa Česi pustili do aplikovaného výskumu a tak isto podporujú vzdelávanie špecialistov v obore kybernetiky a digitalizácie. V rámci vzdelávania špeciálnych technikov sú už v procese a pražské ČVUT už má otvorený obor Kybernetiky a robotizácie. Zatiaľ čo v Čechách sa sústreďujú na zvýšenie úrovne aplikovaného vývoja a výskumu na Slovensku ide do vedy a výskumu iba 0,8% HDP, čo je najmenej z týchto krajín. Slovensko na rozdiel od ostatných štátov sústreďuje svoj priemyselný pokrok na inteligentné továrne a fungovanie dodávateľských reťazcov. Maďarsko a Poľsko sa snažia navýšiť svoj HDP a rozvinúť úroveň výskumu a vývoja. Nová revolúcia otvára príležitosť znížiť nezamestnanosť ktorá je v kritických percentách hlavne na Slovensku.

Stratégie vo všetkých 4 krajinách zdôrazňujú nutnosť zmien v oblasti legislatívy.

8 Staviteľstvo 4.0 v krajinách Vyšehradskej skupiny

Neodmysliteľnou súčasťou priemyslu 4.0 je staviteľstvo 4.0. Staviteľstvo 4.0 je veľmi moderný a dynamicky sa vyvíjajúci obor ktorý využíva moderné technológie v oblasti softwaru a hardwaru v stavebníctve. V nasledujúcich podkapitolách popíšem vývoj a súčasný stav implementácie technológií Stavebníctva 4.0 do praxe v jednotlivých krajinách Vyšehradskej štvorky.

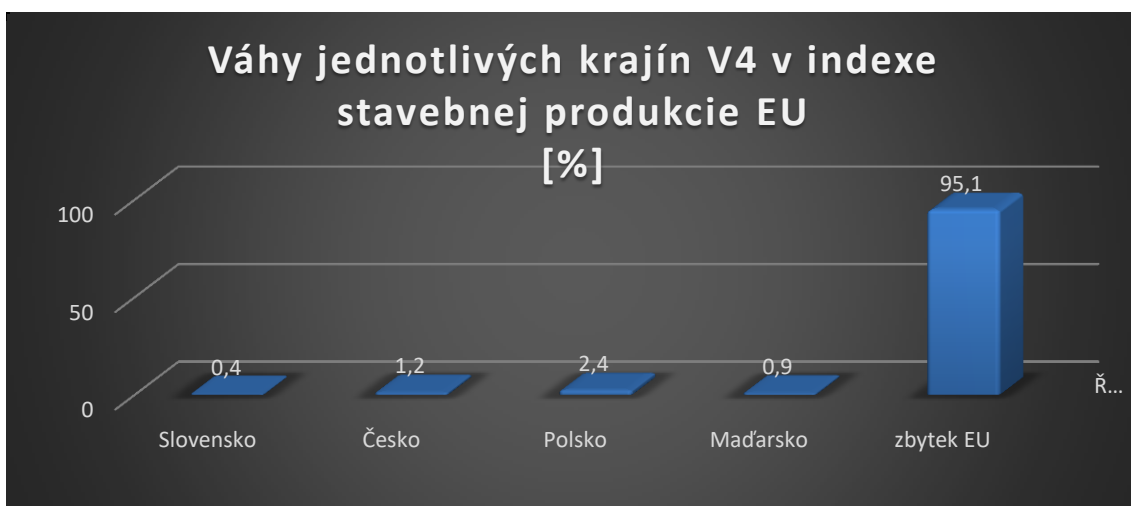
V nasledujúcich tabuľkách a grafoch môžeme vidieť objem stavebnej výroby v krajinách V4.



Graf 6: Objem stavebnej výroby v krajinách V4 v miliónoch € [64,65,66,67, vlastná tvorba]

Objem stavebnej výroby v zemích V4 a EU		
1Q/2019	[miliony eur]	[% váhy indexu stav. produkcie v EU]
Slovensko	995,6	0,4
Česko	2986,8	1,2
Polsko	5973,6	2,4
Maďarsko	2240,1	0,9
zbytek EU	236703,9	95,1

Tabuľka 3: Objemy stavebnej výroby za 1. Kvartál v krajinách V4 [64,65,66,67]



Graf 7: Váhy jednotlivých krajín V4 v indexe stavebnej produkcie EU [68, vlastná tvorba]

8.1 Slovensko

S iniciatívou Priemyslu 4.0 sa tiež spája aj digitalizácia, ktorá je zatiaľ na Slovensku len pojmom. Stavebný priemysel je s podielom 10% na hrubom domácom produkte EU kľúčovým odvetvím a jedným z najväčších v Európe. Podľa štatistík pracuje v stavebníctve 20 miliónov ľudí. Európska komisia v sprievodnej správe k stratégií pre digitalizáciu európskeho priemyslu udáva, že aj keď v mnohých oblastiach európskeho priemyslu a bez ohľadu na veľkosť spoločnosti musia digitálne príležitosti plne využívať, ak chcú byť celosvetovo konkurencieschopné. Momentom digitalizácie na Slovensku by mohla byť implementácia BIM do stavebného sektoru.

[38]

V roku 2016 bol vytvorený míľnik v oblasti tvorby noriem pre Informačné modelovanie budov. Základom európskej normalizácie bolo prijatie troch noriem. V prvej fáze pracovná skupina CEN TC 442 pre Building Information Modeling sa rozhodla osvojiť si už platné medzinárodné – ISO normy. Prostredníctvom Viedenskej dohody vďaka úzkej spolupráci medzi Európskym výborom pre normalizáciu (CEN- European Committee for Standardization) a Medzinárodnou organizáciou pre štandardizáciu (ISO- International Organization for Standardization) Predpokladom pre úspešnú implementáciu bude založenie tzv. zrkadlovej komisie.

[38]

Prvými prevzatými normami v navrhnutom Slovenskom preklade sú nasledovné:

- *EN ISO 16739:2016 Dátový formát Industry Foundation Classes (IFC) pre zdieľanie dát v stavebníctve a facility managemente*
- *EN ISO 29481-2:2016 Informačné modely stavieb (BIM) – Príručka odovzdania informácií – Časť 2: Rámec interakcie*
- *EN ISO 12006-3:2016 Pozemné staviteľstvo – Usporiadanie informácií o stavebných prácach – Časť 3: rámec pre objektovo orientované informácie*

Poznámka: Návrh slovenského prekladu zabezpečovala pre ÚNMS BIM asociála Slovensko.

[38]

Pracovné skupiny CEN 442 BIM, teraz začínajú tvoriť ďalšie nové normy, ktoré by vhodne doplnili už uvedené európske normy. Neoddeliteľnou súčasťou je aj prepojenie na iné regulatívy, ako je napríklad aj nariadenie o stavebných výrobkoch. Efektívna interoperabilita je schopnosť rôznych systémov vzájomne spolupracovať a dosiahnuť vzájomnú súčinnosť. Okrem súboru štandardou si vyžaduje aj správnu implementáciu. Interoperabilitu je možné dosiahnuť bez

štandardizácie ale musíme akceptovať to že každý projekt sa bude riadiť jeho vlastnými pravidlami, čo v dnešnej dobe kde sa kladie vysoký dôraz na efektívnosť a správne narábanie s dátami počas celého životného cyklu stavby, je tento stav neprípustný.

[38]

Efektívna, objektovo- založená interoperabilita je podmienená tromi súbormi štandardov :

- *Dátový model – normy majú špecifikovať dátovú štruktúru pre jednotlivé entity, geometriu a súvisiace vlastností, ako aj správnu klasifikáciu pre výmenu dátových modelov. Dátový model zabezpečuje korektnú výmenu objektovo- založených informácií.*
- *Dátový slovník – normy majú predpisovať dátovú štruktúru pre definovanie dátovo-semantickej pojmov (popis vlastnosti takou formou, aby bola jednoznačná nezávislé od jazyka) a vzťahy medzi nimi; túto štruktúru dnes definuje buildingSMART Data Dictionary (bsDD).*
- *Proces – normy majú určiť, ako opísať požadované informácie podporujúce daný BIM proces. Ako podklad je navrhnutá francúzska norma PPBIM (XP P07-150). Hlavným účelom tejto normy je overiť informácie, ktoré by mali byť vymieňané medzi účastníkmi stavebného procesu.*

Jedným z cieľom digitálnej revolúcie v stavebníctve je zavedenie štandardizovaných postupov pre BIM a v rámci tohto procesu zaistiť spoľahlivosť zdieľaných informácií.

[38]

8.2 Česko

Česká iniciatíva Stavebníctva 4.0 vychádza z unesenia vlády ČR k iniciatíve Průmyslu 4.0 č. 729 z 24. 08. 2016, ktoré ukladá predsedovi vlády založiť v spolupráci s koordinátorom digitálnej agendy v Českej republike a ďalšími zainteresovanými členmi vlády do 24.11.2016 Alianciu Spoločnosť 4.0 ako koordinačný mechanizmus so zapojením hospodárskych a sociálnych partnerov a zástupcov akademických a vedeckých obcí ku koordinácii agendy spojenej so 4. priemyslovou revolúciou.

[38]

Neoddeliteľnou súčasťou Spoločnosti 4.0 a Priemyslu 4.0 je Stavebníctvo 4.0. Stavebníctvo je dôležitým sektorom hospodárstva, ktorý výrazne prispieva k jeho konkurencieschopnosti a pozitívne ovplyvňuje ekonomický i sociálny

rozvoj celej spoločnosti. Svojimi jednotlivými vzájomne prepojenými činnosťami zasahuje stavebníctvo Českej republiky so pôsobnosťou mnohých rezortov a nemožno ho dnes preto striktne podriaďovať pod jeden rezort.

[39]

Stavebníctvo produkuje stavebne technologické diela s dlhodobou životnosťou a tým vytvára podmienky pre rozvoj ostatných sektorov. Preto sa v porovnaní s niektorými inými sektormi v oblasti digitalizácie a využívania informačných technológií zatiaľ rozvíjajú pomalšie. Digitalizácia stavebníctva zahŕňa nielen celý proces výstavby a jeho jednotlivé fázy ako je územná, investorská a projektová príprava a jej realizácia, ale aj väzbu na ďalšie oblasti ako je národná infraštruktúra pre priestorové informácie, kataster nehnuteľností, elektronizácia povolovacích procesov stavieb atď. Základom digitalizácie stavebníctva je metóda informačného modelovania stavieb tzv. metóda BIM.

Digitalizácia stavebníctva bude jedným z kľúčových tém materiálu Iniciatíva Stavebníctví 4.0, na jeho prípravu sa podieľa Ministerstvo priemyslu a obchodu a ostatné odborové organizácie. Iniciatíva Stavebníctva 4.0 bude úzko previazaná s témou odborného vzdelávania súčasných i budúcich pracovníkov v stavebníctve. Keďže je stavebníctvo jedným z najmenej digitalizovaného odvetvia, tak sa v procese výstavby vyskytujú nedostatky týkajúce sa miery spolupráce, nedostatočná správa informácií a nedostatočných investícií do technológií, výskumu a vývoja. Tieto nedostatky môžu viesť k prekročeniu výdavkov, oneskoreným dodávkam a dodatočným zmenám v projekte.

V roku 2014 Európska únia uznala užitočnosť BIM pre verejný sektor, Smernica 2014/24/EU, o zadávaní verejných zákaziek umožnila zadávateľom v celej Európe, aby mohli pri zadávaní verejných zákaziek požadovať použitie BIM. Toto je možné aj v ČR od 1.10.2016 zákonom č. 134/2016 Sb., o zadávaní verejných zakázek.

[39]

V súčasnej dobe sa už vyskytujú návrhy stavieb, u ktorých je uvedené, že boli spracované pomocou metódy BIM. Vzhľadom k tomu, že nie sú definované štandardy na národnej úrovni, si musia účastníci každého projektu dohodnúť vlastné podmienky, čo je vo veľa prípadoch nad ich odborné či časové možnosti. Vznikajú tak dátové celky, ktoré majú odlišný obsah a štruktúru dát a ich využitie v ďalšej fáze je problematické. Od roku 2012 sú postupne preberané normy organizácie ISO a CEN týkajúce sa metódy BIM, ale pre ich aplikáciu je ešte potrebné vypracovať aj použitie, resp. spravovanie ich nadväznosti na súčasnú prax. Progresívnou oblasťou je výroba stavebných materiálov. Tu prebieha živelná tvorba individuálnych knižníc prvkov. Niektorý

výrobcovia už tieto knižnice a katalógy uvádzajú na svojich stránkach, väčšinou však ide len o čiastočné dáta a často sú iba pre vybrané softwarové nástroje. Predpokladom skutočného využitia metódy BIM v praxi, je definícia požiadaviek na vlastnosti stavebných výrobkov a prvku pre tvorbu BIM modelu.

[39]

Dôležitou otázkou, ktorú je treba doriešiť, zostáva dostupnosť štandardov a nástrojov BIM pre všetky subjekty, ktoré sú účastníkmi celého stavebného procesu. České technické normy sú spoplatnené a ostatné štandardy vytvorené v rámci koncepcie budú verejne dostupné zadarmo. Softwarové nástroje pre zostavenie modelu BIM sú tiež spoplatnené, ale niektoré softwarové nástroje pre prehliadanie modelu BIM sú dostupné zdarma.

[39]

Na podnet Rady vlády pre stavebníctvo bolo Ministerstvo priemyslu a obchodu v roku 2016 vládou vymenované gestorom zavádzania metódy BIM v Českej republike a začalo tvoriť koncept. Materiál vznikol v spolupráci Ministerstva dopravy a Odbornou radou pre BIM. Bol prerokovaný a pripomienkovaný tiež členmi Medzirezortnej expertnej skupiny pre BIM. V rámci medzirezortného pripomienkového riadenia prišlo asi 100 zásadných pripomienok. Po ich vyrovnaní bola dňa 25. Septembra 2017 Koncepcia schválená vládou. V uznesení vlády č. 682, resp. v jeho prílohe je do niekoľkých tematických oblastí rozdelené celkom 38 úloh, za ich plnenie zodpovedajú jednotlivé rezorty – gestori. Úlohy, ktoré má na starosti Ministerstvo priemyslu a obchodu a týkajú sa obzvlášť normatívnej časti, bude Ministerstvo priemyslu a obchodu v spolupráci s Úradom pre technickú normalizáciu, metrológiu a štátne skúšobníctvo. Úrad pre technickú normalizáciu, metrológiu a štátne skúšobníctvo založil začiatkom augusta Českú agentúru pre štandardizáciu, ktorá môže byť poverená vypracovaním čiastočných úloh Koncepcie, a to pod gestorským vedením Ministerstva priemyslu a obchodu. Aby neboli vylúčené všetky zainteresované organizácie, navrhuje sa zriadiť 7. pracovnú skupinu pri Rade vlády pre stavebníctvo, ktorá by sa zaoberala BIMom. Skupina bude zložená z gestorských rezortov, nevládných organizácií, vysokých škôl a Ministerstva životného prostredia.

[39]

8.3 Poľsko

Medzi ďalšie krajiny Vyšehradskej štvorky patrí Poľsko. Stavebníctvo v Poľsku je veľmi perspektívne a digitalizácia tu nie je cudzím pojmom. Veľa stavebných firiem tu už dávno používa metódu BIM a dokonca podporujú rozvoj nových technológií v rámci zlepšenia, urýchlenia a bezpečnosti na stavbách.

Poľská asociácia stavebných zamestnávateľov (PZPB) spolu s Poľským združením stavebných inžinierov a technikov (PZITB) prevzala iniciatívu na realizáciu projektu „BIM Standard PL“. Vyhlásenie o podpore a spolupráci na projekte podpísali prezidenti PZITB, PZPB a najväčšie stavebné spoločnosti v Poľsku, ktoré využívajú technológiu BIM.

Signatári vyhlásenia, vzhľadom na vzťahy s investormi, subdodávateľmi a dodávateľmi považovali za potrebné pristúpiť k vývoju štandardov BIM pre potreby stavebných projektov realizovaných v Poľsku v rámci verejného obstarávania. Novo realizované projekty majú čoraz kratšie termíny, sú čoraz zložitejšie a viacrozmerné. Zahŕňajú mnohé priemyselné odvetvia a rozsahy často silno zasahujú do existujúcich budov a infraštruktúry, čo spôsobuje potrebu obnovy alebo prispôbenia. Kratšie termíny, nedostatok zamestnancov na staveniskách, rast cien stavebných materiálov a počet ťažkostí súvisiacich s odhadom rizika, naznačujú že systematické zjednotenie komunikácie medzi účastníkmi informačného procesu sa musí realizovať čo najskôr.

Práca na projekte Bim Standard PL by sa už začala a jeho realizácia je naplánovaná na rok 2019. Iniciátori projektu dúfajú, že tento projekt, ktorý je dôležitý pre sektor stavebníctva, získa širokú podporu zo strany priemyslu. Dôsledkom zmien je neustále zlepšovanie IT riešenia, ktoré umožňujú zoskupovanie, spracovanie a zdieľanie investičných údajov.

[40,41,42,43]

Inovácia a digitalizácia podporujú rozvoj takmer každého odvetvia hospodárstva vrátane stavebníctva. Stavebníctvo si žiada integrovaný prístup k realizácii projektu. Predpokladom metodiky BIM, je poskytnúť všetkým účastníkom investičného procesu – od projektanta, cez inžinierov, subdodávateľov a investora, prístup k informáciám o projekte, vrátane jeho priestorového modelu a všetkých informácií o materiáloch či nákladoch alebo harmonogramu práce. Vďaka tomu je výmena rôznych údajov efektívnejšia, čo výrazne urýchľuje výstavbu a uľahčuje jej koordináciu.

[40,41,42,43]

V súkromnom sektore sa medzi hlavných priekopníkov v oblasti Stavebníctva 4.0 na Poľskom trhu radí Poľská divízia firmy Skanska. Medzi jej hlavné ciele patrí výstavba 4.0. Tento cieľ bol v Skanske rozdelený do troch etáp. Prvý z nich zahŕňa inteligentné pracovné nástroje, ktoré už existujú, vrátane metodiky BIM. Druhou fázou sú technológie ktoré budú podporovať prácu, ako napríklad: virtuálna alebo rozšírená realita, prefabrikácia, ale aj internet vecí. Tretia zahŕňa pohľad do budúcnosti a týka sa automatizácie procesov a projektov, 3D tlače a inteligentných materiálov. Výzvy ktorým čelí odvetvie stavebníctva, sú v skutočnosti štvrtou priemyselnou revolúciou, za ktorou stojí plná elektronizácia podnikov a digitalizácia všetkých prevádzkových činností. Zatiaľ čo je technológia BIM už niekoľko rokov štandardom v projekčných kanceláriách, prístup k nej na stavenisku bol až donedávna výzvou. Inžinierom v teréne chýbalo náradie, ktoré by im umožnilo prístup k digitálnym údajom a bolo by prispôbené na prácu v rôznych poveternostných podmienkach, odolnosť voči pádom, otrasom či prachu.

[40,41,42,43]

Firma Skanska napreduje vo vývoji nových technológií. Firma Skanska tiež spolupracuje s rôznymi firmami a spoločne sa usilujú o vývoj Staviteľstva 4.0 v Poľsku. Spoločne s firmou Panasonic sa snažia na trh zaviesť inteligentné pracovné nástroje a digitalizovať všetky operačné činnosti. Panasonic výrobca špecializovaných tabletov a notebookov, vymyslel silne vyztužený tablet do značnej miery zosilnený puzdrom. Aby spĺňal všetky požiadavky stavebných prác, má kryt tabletu špeciálnu protišmykovú povrchovú úpravu, je vodotesný a odolný voči prachu. Systémy proti šoku spôsobujú, že tablet odolá pádom u výšky až 180 cm. Tiež eliminuje extrémne teploty, dážď alebo sneh a dá sa ľahko ovládať aj v hrubých pracovných rukaviciach. Obrazovka je dostatočne veľká na zobrazovanie technických výkresov, plánov a diagramov v HD kvalite a s veľmi intenzívnym svetlom. Ďalším kľúčovým kritériom pre výber zariadenia bol operačný systém plnej veľkosti a primeraný výpočtový výkon. Systém je vybavený systémom Windows 10 Pro a procesorom Intel Core i5, ktorý umožňuje prácu v prostredí spoločnosti Microsoft, ako aj používanie špecializovaných aplikácií. Zamestnanci spoločnosti Skanska využívajú okrem modelov Panasonic, určené do terénu aj tablety pre potreby geodetických tímov.

[40,41,42,43]

Stavebné projekty, najmä infraštruktúrne, sa často vykonávajú vo veľmi veľkej oblasti. Akákoľvek chyba na stavenisku sa môže stať zdravie alebo ľudský život. Preto firma vymyslela inteligentné riešenie a tým je inteligentná helma, ktorá

informuje supervízora od samotnej skutočnosti či je helma na hlave zamestnanca, či je správne nasadení a dostáva informácie o každom silnejšom úderom do hlavy. Inteligentné riešenie tiež umožňuje meranie teploty pod prilbou, v prípade úpalu zo slnka. Prilba tiež dokáže rozpoznať potenciálne nebezpečné udalosti, šoky pády. Inteligentná helma bude v budúcnosti umožňovať výmenu informácií so stavebnými strojmi.

Stavebníctvo v Poľsku je obrovské odvetvie, ktoré prechádza zmenami a potrebuje nové riešenia. Všeobecne by sa dalo o Poľsku povedať, že už nastúpilo na cestu k aplikáciám moderných technológií v stavebníctve, avšak k plnému využitiu potenciálu nových technológií je ešte ďaleko.

[40,41,42,43]

8.4 Maďarsko

Posledná krajina ktorá ešte nebola spomenutá z vyšehradskej štvorky je Maďarsko. Po ťažkom krízovom období sa od roku 2014 maďarské stavebníctvo dostáva do lepšej kondície, hlavne za obdobie posledných troch rokov. Rok 2017 bol o rekordných 30% vyšší ako rok 2016 a v ďalšom roku to stúplo o ďalších 10%. Zdá sa, že novým pohonom stavebníctva v Maďarsku sa stala výstavba bytov.

[44,45,46]

Aj napriek tomu, že v Maďarskom stavebnom priemysle pôsobí cez 50 tisíc firiem a zamestnávajú viac než 317 tisíc zamestnancov a počet pracujúcich v obore stúpa, je stále nedostatok odborníkov. Ktorý je čiastočne spôsobený aj zlou jazykovou výbavou maďarských projektantov, vďaka čomu doteraz projekčné kancelárie modelujú v 2D a nie v 3D. Metóda modelovania BIM je tu takmer neznáma a skoro nevyužívaná v praxi, s výnimkou veľkých nadnárodných stavebných firiem (napr. Skanska), ktoré tu síce realizovali pár zákaziek s využitím modelu BIM ale počet takto realizovaných stavieb sa pohybuje v rade jednotiek v celej zemi. Štartovným impulzom pre rozšírenie využívania BIMu v Maďarsku, by sa mal stať preklad užívateľského manuálu do maďarského jazyka. V súčasnosti je zatiaľ preložený a vydaný iba prvý zväzok štvordielnej príručky BIM v maďarčine.

[44,45,46]

Hoci sa zdá, že z krajín V4 maďarské stavebníctvo zaostáva v oblasti elektronizácie a digitalizácie, nie je tomu tak. Maďarsko ako jediná krajina z V4 má už viac ako päť rokov, zavedený systém pre predávanie a poskytovanie elektronických dát v stavebníctve. To znamená, že žiadosti a stavebné

dokumentácie je možné stavebným úradom podávať on-line. E-Stavebný denník je začlenený medzi elektronické aplikácie stavebníctva ako súčasť väčšieho systému.

[44,45,46]

System buduje a spravuje na základe štátneho mandátu Lenchnerovo centrum znalostí so sídlom v Budapešti. Ide vlastne o Národný register stavieb (maďarská skratka OÉNY) spracovaný a on-line prevádzkovaný na vlastnej IT štruktúre. Aplikácie sú prístupné z webu pre verejnosť, stavebné úrady a ostatných záujemcov. Pre použitie je nutná identifikácia a registrácia užívateľa. Po prihlásení má užívateľ k dispozícii tieto aplikácie:

[44,45,46]

ETDR – Elektronický dokumentačný systém podporujúci autorizované schvaľovacie procesy napr. podávanie žiadostí o stavebnom povolení vrátane projektovej dokumentácie v predpísanej forme stavebným úradom, pre ktoré je využívanie systému povinné a rozhodnutia sú v jednotnej a elektronicky overenej forme.

[44,45,46]

E-building protokol (e-Stavebný denník) – funguje ako papierová verzia s tým, že umožňuje robiť zápis všetkým účastníkom výstavby a odosielať do systému výkresovú dokumentáciu, fotografie, atď. Hlavný denník spolupracuje s denníkmi subdodávateľov s dozormi a ďalšími účastníkmi. Pre rôzne typy stavieb – priemysel, doprava a komunikácie, vodohospodárske a iné stavby sú samostatné špecializované aplikácie.

[44,45,46]

E-utility – jednotný systém verejných služieb – elektronické dáta o inžinierskych sieťach, verejných stavbách a pod. pre využitie pri projektovaní a konzultovaní stavieb v tvorbe územného plánu. Dáta do systému povinne ukladajú príslušné právnické osoby a verejnoprávne subjekty.

[44,45,46]

System umožňuje ďalšie e-sluzby napr.: e-certifikácie, rôzne vyhľadávania, monitorovanie stavieb, údaje a doklady o pokutách uložených pri výstavbe vrátane napr. rozhodnutia a vracania pokuty, e-sankcie, atď. Užívanie stavebného denníku je spoplatnené podľa cenníku, kde sa cena odvíja od nákladov stavby.

[44,45,46]

8.5 Porovnanie Staviteľstva 4.0 u krajín Vyšehradskej štvorky

Staviteľstvo je vo všetkých Vyšehradských krajinách veľmi dobre rozvinuté. Každá krajina má svoje vlastné princípy a stratégie ako vybudovať nové a digitalizované Stavebníctvo 4.0. Jednotlivé koncepty a prístup k implementáciám nových technológií je v každej krajine V4 odlišný.

Obecne sa dá povedať o krajinách V4 že Bohužiaľ ani jedna z krajín sa nenachádza na pomyselnom vrchole implementácie Staviteľstva 4.0. Keďže štáty Európy ako Veľká Británia či Fínsko sú o veľa rokov pred nami, či už ide o výskum, vývoj či aplikáciu nových stavebných metód, robotov, materiálov, atď. do stavebníctva.

Avšak situácia v krajinách V4 nie je až tak čierna ako by sa mohlo na prvý pohľad zdať. Pretože v každej z týchto štyroch krajín nájdeme aspoň zopár realizovaných projektov s použitím nástrojov Staviteľstva 4.0 .

Celkovo je veľmi zložitá porovnávať krajiny V4 medzi sebou. Hlavným dôvodom tohto zložitého porovnania je , že každá krajina si zvolila odlišné priority pri procese implementácie Stavebníctva 4.0.

Typickým príkladom rozdielnych priorít pri procese implementácie Staviteľstva 4.0 je Maďarsko. Maďarsko urobilo veľký pokrok v elektronizácii legislatívnej záťaže stavebníkov. Príkladom môže byť napríklad vedenie e-Stavebného denníka či elektronické podanie žiadosti o stavebné povolenie. Na druhú stranu krajina zaspala v oblasti modelovania životného cyklu stavby.

Ďalším zaujímavým príkladom môže byť Poľsko, a jeho aktívny prístup v oblasti modelovania pomocou metódy BIM, vďaka čomu v Poľsku nájdeme najviac už zrealizovaných stavieb na území Vyšehradskej štvorky. Propagáciou a usporiadaním veľa konferencií sa Poľsku najlepšie podarilo presunúť metódy Staviteľstva 4.0 z odborných debát do praxe. Dôkazom funkčnosti nových metód je aj prístup súkromných subjektov (napr. Skanska) na poľskom trhu, ktorý sami aktívne rozvíjajú možnosti nových technológií ako je napríklad inteligentná helma, stavebný tablet atď.

9 SWOT analýza Stavebníctvo 4.0

Na základe informácií uvedených v predchádzajúcich kapitolách a pre lepšie a priehľadnejšie porovnanie stavu Stavebníctva 4.0 v každej krajine Vyšehradskej štvorky som si zvolila porovnanie pomocou SWOT analýz. SWOT analýza bola vytvorená pre každú krajinu Vyšehradskej štvorky zvlášť. SWOT analýza je typ strategickej analýzy stavu analyzovaného predmetu z hľadiska silných stránok (strengths), slabých stránok (weaknesses), príležitostí (opportunities) a ohrození (threats).

9.1 SWOT ANALÝZA STAVEBNÍCTVA 4.0 NA SLOVENSKU

SWOT ANALÝZA STAVEBNÍCTVA 4.0 V SK



Obrázok 17 - SWOT analýza Staviteľstva 4.0 na Slovensku [vlastná tvorba]

Slovensko je najmenšou krajinou Vyšehradskej štvorky a má najslabší objem stavebnej výroby v porovnaní s ostatnými krajinami V4. Aj keď sa zdá, že je tu stavebníctvo na slabej úrovni nie je to tak. Projekčné kancelárie projektujú v 3D

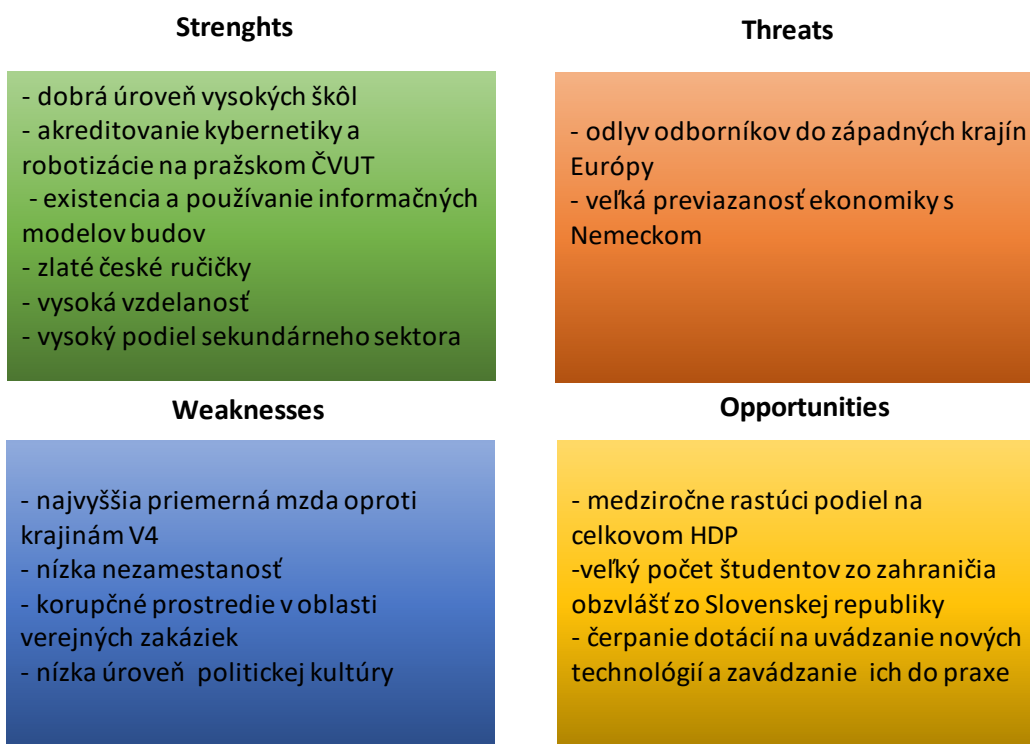
a nezaostávajú ani v používaní BIM modelu. Napriek tomu, že stavebníctvo nie je na zlej ceste, nedá sa hovoriť o žiadnom veľkom prevrate.

Úroveň vysokých škôl je nižšia ako úroveň vysokých škôl v Českej republike.

Nezamestnanosť v tomto štáte je pomerne vysoká, čo síce môže viesť k príležitosti nových pracovných pozícií, či už v oblasti projekcie, alebo manuálnej práci na stavbe. Zavedením Stavebníctva 4.0 do praxe sa táto situácia pravdepodobne zmení a to tak, že počet manuálnych pracovných pozícií sa zníži a nahradia ju stroje. Dvihne sa dopyt po kvalifikovaných odborníkoch ktorí budú schopní dané stroje ovládať.

9.2 SWOT analýza Stavebníctva 4.0 v Česku

SWOT ANALÝZA STAVEBNICTVA 4.0 V CZ



Obrázok 18 - SWOT analýza Staviteľstva 4.0 v Českej republike

Česká republika má veľký objem stavebnej výroby. Pre rozvoj Stavebníctva 4.0 sú v štáte veľmi dobré podmienky. Najväčšiu zásluhu má na tom vysoká úroveň školstva. O čom svedčí napríklad to, že na Českom učení technickom v Prahe vznikol obor Kybernetiky a robotiky, kde vedú aplikovaný výskum nástrojov Stavebníctva 4.0. Úroveň potvrdzuje aj fakt, že stúpa záujem o české školy u zahraničných študentov, hlavne zo Slovenskej republiky.

Napriek tomu, že je priemerná mzda v Česku najvyššia v porovnaní so štátmi Vyšehradskej štvorky, odchádza veľa vzdelaných a kvalifikovaných ľudí do

západných štátov, kde je viac pracovných príležitostí a práca je lepšie ohodnotená.

Rozvoju stavebníctva napomáha aj čerpanie dotácií z Európskej únie pre verejné zákazky. V oblasti verejných zákaziek dochádza v Českej republike ku korupčnému jednaniu.

9.3 SWOT analýza v Poľsku

SWOT ANALÝZA STAVEBNICTVA 4.0 V PL

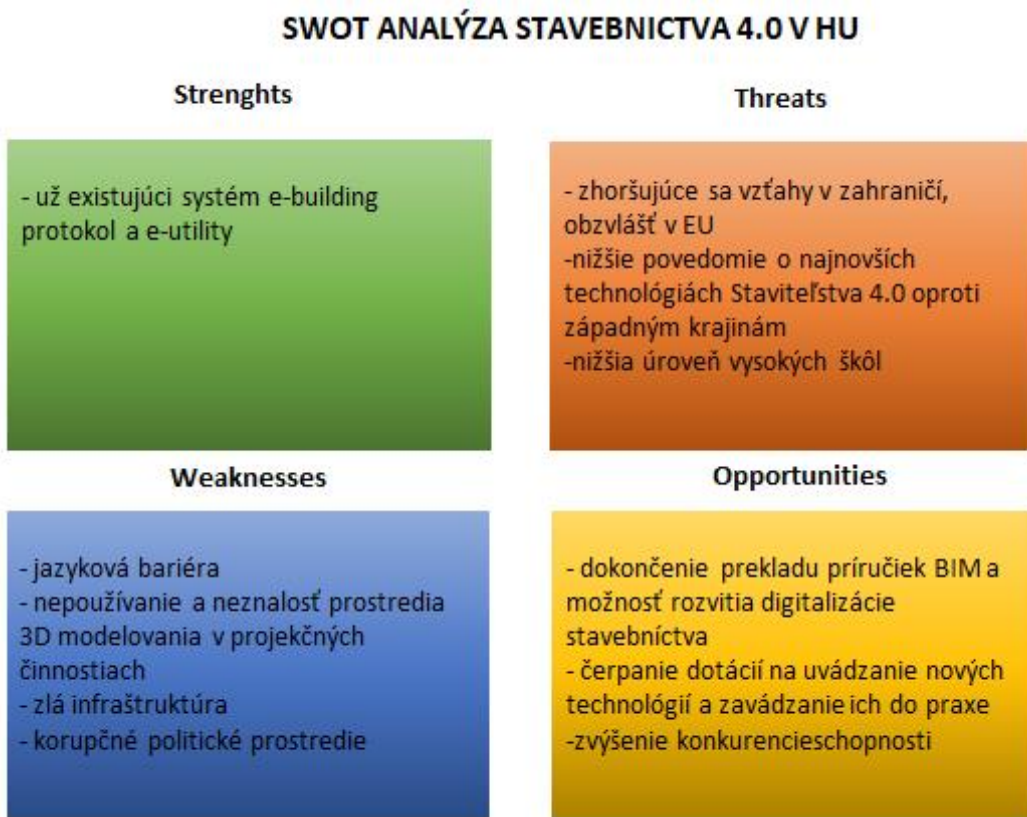


Obrázok 19 - SWOT analýza Staviteľstva 4.0 v Poľsku [vlastná tvorba]

Poľsko je rozlohou a počtom obyvateľov najväčšou krajinou V4. Na rozsiahlom území je možná realizácia obrovských stavebných diel. Pri týchto realizáciách bolo potrebné posunúť Poľské staviteľstvo na vyššiu úroveň a preto začalo používať BIM model ako nástroj pre efektívnu a rýchlú výstavbu. Vďaka tomu je objem stavebnej výroby najvyšší v krajinách Vyšehradskej štvorky.

Keďže je BIM obľúbeným nástrojom stavebnej výroby je potreba vzdelávať kvalifikovanejších pracovníkov ako doteraz. Napriek tomu, že je v Poľsku modelovanie v BIME rozšírené, nemajú dostatočnú legislatívnu pripravenosť. Poliaci sú typický tým, že odchádzajú za prácou do zahraničia kde je práca lepšie ohodnotená, aj napriek tomu, že je v Poľsku ponuka pracovných miest celkom veľká.

9.4 SWOT analýza Stavebníctva 4.0 pre Maďarsko



Obrázok 19 - SWOT analýza Staviteľstva 4.0 v Maďarsku [vlastná tvorba]

Maďarsko, ako jediný štát z Vyšehradskej štvorky, zaviedol on-line systém na predávanie a poskytovanie elektronických dát v stavebníctve. On-line systém bol zavedený už pred piatimi rokmi, a v súčasnosti je považovaný za neoddeliteľnú súčasť stavebného procesu.

V ostatných krajinách V4 je tento systém zatiaľ len vo fázy uvažovania nad zavedením. Aj keď sa zdá, že vďaka vyššie popísanému systému je úroveň digitalizácie stavebníctva na lepšej úrovni, veľkým nedostatkom je projektovanie v 2D a neznalosť nových projekčných nástrojov. Nedostatky ohľadom modelovania v BIME, má z veľkej časti na svedomí jazyková bariéra – príkladom je fakt, že manuál pre používanie BIM modelovania nebol kompletne preložený do maďarského jazyka.

Situáciu v Maďarsku komplikujú aj zhoršujúce sa vzťahy s Európskou úniou a výskyt korupčného jednania.

9.5 Vyhodnotenie SWOT analýz

Každá krajina Vyšehradskej štvorky má svoje špecifiká. Spoločným znakom je snaha o rozšírenie Stavebníctva 4.0, aj napriek tomu, že v každej krajine v inom štádiu.

Zatiaľ čo Poliaci úspešne rozširujú informačné modelovanie budov do praxe, Maďari v tejto oblasti zaostávajú a majú slabé povedomie o ich využití a prínose. Vzhľadom k tomu, že v Česku nie sú definované štandardy BIM modelu na národnej úrovni, si musia účastníci každého projektu dohodnúť vlastné podmienky, čo je vo veľa prípadoch nad ich odborné či časové možnosti. Na Slovensku bol v roku 2016 vytvorený míľnik v oblasti tvorby noriem pre Informačné modelovanie budov a od tej doby dochádza k postupnému osvojeniu už platných medzinárodných ISO noriem .

Vďaka tomu, že všetky štyri krajiny sú členmi Európskej únie, majú možnosť čerpať dotácie na verejné zákazky. Objem stavebnej výroby Vyšehradskej štvorky predstavuje 4,9 % celkového objemu stavebnej výroby Európskej únie.

Oblasť v ktorej vyniká iba Maďarsko, je prostredie on-line systému na predávanie a poskytovanie elektronických dát v stavebníctve. Tento systém zahŕňa napríklad e-stavebné denníky, žiadosti o stavebné povolenie a podobne. V ostatných krajinách V4 majú o tomto systéme povedomie, ale v dohľadnej dobe sa jeho zavedenie nechystá.

V oblasti vzdelávania sa zdá byť v popredí Česká republika. Tento fakt potvrdzuje napríklad to, že vznikol obor Kybernetiky a robotiky na Českom učení technickom v Prahe, kde vedú aplikovaný výskum nástrojov Stavebníctva 4.0. Úroveň potvrdzuje aj fakt, že stúpa záujem o české školy u zahraničných študentov a záujem o pobyt v Česku v rámci Erasmusu.

Spoločným cieľom V4 je zvýšenie konkurencieschopnosti na stavebnom trhu.

Po vyhodnotení SWOT analýz sa dostávam k samotnému záveru práce.

Záver

Cieľom tejto bakalárskej práce bolo porovnanie reálneho využívania metód Priemyslu 4.0 v stavebníctve jednotlivých krajín Vyšehradskej štvorky.

Na začiatku tejto bakalárskej práce bola predstavená história priemyslovej revolúcie a vysvetlené základné pojmy v oblasti Priemyslu 4.0.

V nasledujúcich kapitolách práca bližšiemu popisuje konkrétne metódy, nástroje a zariadenia využívaných Priemyslom 4.0. Týmito nástrojmi sú napríklad systémová integrácia, analýza veľkých dát, autonómne roboty, komunikačná infraštruktúra, dátové úložiská a cloudové výpočty, aditívna výroba, rozšírená realita, senzory, kybernetika, umelá inteligencia a nové technológie.

Po predstavení Priemyslu 4.0 nasleduje podrobný popis aplikácie nových technológií do stavebného priemyslu. V tejto kapitole bol rozobraný súčasný stav Stavebníctva 4.0 v Českej republike a v následných podkapitolách predstavené konkrétne príklady nových technológií v stavebnej oblasti. Ako sú napríklad autonómne roboty a automatizáciu stavebníctva, bezpilotné lietadlá tzv. drony, využitie GPS súradníc, virtuálna a rozšírená realita či inteligentné domy.

Ďalšia kapitola sa venuje digitalizácii stavebníctva a modelu BIM. Informačne modelovanie budov je najväčším nástrojom digitalizácie stavebného priemyslu.

Náplňou praktickej časti bolo porovnať krajiny Vyšehradskej štvorky a ich aplikáciu Priemyslu 4.0. Každé krajine je venovaná samostatná podkapitola, v ktorej je podrobne popísaný vzťah k novej Priemyslovej revolúcii. Staviteľstvo 4.0 vo Vyšehradských krajinách je názov ďalšej kapitoly v ktorej je rozvinutý súčasný stav staviteľstva a jeho zavedenie do jednotlivých krajín. Pre lepšie a priehľadnejšie porovnanie stavu Stavebníctva 4.0 boli vytvorené SWOT analýza. Na základe SWOT analýzy bolo preukázané, že krajiny Vyšehradskej štvorky vyvíjajú svoj stavebný priemysel každá iným spôsobom. V závere práce je podrobnejšie popísané porovnanie Staviteľstva 4.0 medzi krajinami V4.

Prínosom tejto bakalárskej práce je priblíženie aktuálneho stavu zavedenia Priemyslu 4.0 do praxe krajín Vyšehradskej štvorky. Prvky Priemyslu 4.0 aplikované do stavebníctva v jednotlivých krajinách sú zatiaľ vo vývoji a pre lepšiu implementáciu oboch odvetví by malo dôjsť hlavne k spolupráci medzi krajinami Vyšehradskej štvorky a tak isto aj medzi krajinami Európskej únie.

Zoznam použitej literatúry

- [1] Průmysl 4.0, Vzdělávání 4.0, Práce 4.0 a Společnost 4.0: učební text. Praha: Sondy, 2017. ISBN 978-80-86809-23-6.
- [2] MAŘÍK, Vladimír. Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku. Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-80-7261-440-0.
- [3] FUNTÍK, Tomáš. Informačné modelovanie stavby ako nástroj pre efektívnu správu životného cyklu. Brno: Tribun EU, 2017. Librix.eu. ISBN 978-80-263-1369-4.
- [4] Priemyselná revolúcia – od Priemyslu 1.0 až po Priemysel 4.0 - Desoutter Industrial Tools. Desoutter Industrial Tools – Priemyselné pneumatiké náradie pre letecký a automobilový priemysel [online]. Copyright © 2019 Desoutter Industrial Tools. Všetky práva vyhradené. [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <https://www.desouttertools.sk/priemysel-4-0/novinky/538/priemyselna-revolucia-od-priemyslu-1-0-az-po-priemysel-4-0>
- [5] Industry 4.0: Building the digital enterprise [online]. Copyright © 2016 [cit. 22.05.2019]. dostupné z: <http://pwc.com/gx/en/industries/industry-4.0.html>
- [6] Systémová integrace (System Integration) - ManagementMania.com. [online]. Copyright © 2011 [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/systemova-integrace>
- [7] Ministerstvo průmyslu a obchodu [online]. Copyright © [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/53723/64358/658713/priloha001.pdf>
- [8] Big data a jejich zpracování - Root.cz. Root.cz - informace nejen ze světa Linuxu [online]. Copyright © 1998 [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <https://www.root.cz/clanky/big-data-a-jejich-zpracovani/>
- [9] Virtuální datová úložiště. SystemOnLine.cz - ekonomické a informační systémy v praxi [online]. Copyright © 2001 [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <https://m.systemonline.cz/virtualizace/virtualni-datova-uloziste.htm>

- [10] Aditivní výroba | TRUMPF. [online]. Copyright © 2019 [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: https://www.trumpf.com/cs_CZ/pouziti/aditivnivyroba/?fbclid=IwAR1TxrDHdLBDTvZSPvBwyRQf7FDA81tsRTzqyaWgHIPUwj0fbQ5gGpYEths
- [11] Jaký je rozdíl mezi rozšířenou a virtuální realitou? | FORTES. FORTES: Interaktivní technologie na míru | FORTES [online]. Copyright © All rights reserved. [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <https://www.fortes.cz/jaky-je-rozdil-mezi-rozsirenou-a-virtualni-realitou/>
- [12] ADÁMEK, Martin. Obecné rozdělení senzorů. FEKT – ústav mikroelektroniky [online]. Copyright © 2014-2019 [cit.22.05.2019]. Dostupné z: http://www.umel.feec.vutbr.cz/~adamek/uceb/DATA/s_1_2.htm
- [13] Umělá inteligence (Artificial intelligence) - ManagementMania.com. [online]. Copyright © 2011 [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/umela-inteligence>
- [14] Svaz podnikatelů ve stavebnictví [online]. Copyright © 2019 [cit. 2019-05-22]. Dostupné z: http://www.sps.cz/RDS/_deail_new.asp?id=7604&type=akt-bim
- [15] Stavebnictví, byty | ČSÚ. Český statistický úřad | ČSÚ [online]. Copyright © 2019 [cit. 2019-05-22]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/stavebnictvi>
- [16] Stavební robot Hadrian X dokáže položit až 1000 cihel za hodinu | E15.cz. E15.cz - Byznys, politika, ekonomika, finance, události[online]. Copyright © 2001 [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <https://www.e15.cz/clanek/magazin/stavebni-robot-hadrian-x-dokaze-polozit-az-1000-cihel-za-hodinu-1335604>
- [17] Stavební firmy v USA vítají příchod robotů – oTechnice.cz. oTechnice.cz – Nejnovější zprávy ze světa technologií [online]. Copyright © 2019 [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <https://otechnice.cz/stavebni-firmy-v-usa-vitaji-prichod-robotu/>

- [18] Tiger Stone – stroj pro automatizovanou pokládku dlažby - Technika a trh. Časopis T+T Technika a trh - Technika a trh [online]. Copyright © 2019. Všechna práva vyhrazena. [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <https://www.technikaatrh.cz/manipulacni-technika/tiger-stone-stroj-pro-automatizovanou-pokladku-dlazby>
- [19] Inteligentní demolice budov – robot recykluje beton – Ekologické bydlení. Ekologické bydlení – Ekologie, nízkoenergetické bydlení, zelená energie, solární elektrárny [online]. Copyright © 2019 [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <http://www.ekobydleni.eu/domy/inteligentni-demolice-budov-robot-recykluje-beton>
- [20] Letecká fotogrammetrie | Jamcopters. O nás | Jamcopters [online]. Copyright © 2019 Jamcopters. All rights reserved [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <https://jamcopters.cz/industry/letecka-fotogrammetrie>
- [21] Využití bezpilotních letounů ve stavebnictví. VW WACHAL a.s. – Stavíme, budujeme, rekonstruuujeme [online]. Copyright © 2019 [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <https://www.wachal.cz/vyuziti-bezpilotnich-letounu-ve-stavebnictvi/>
- [22] Inspekce ve stavebnictví - Pro Drony. Home - Pro Drony [online]. Copyright © W [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <http://www.pro-drony.cz/aplikace/inspekce-ve-stavebnictvi/>
- [23] SITECH CZ - Nivelační systém 3D-GPS. 302 Moved Temporarily [online]. Copyright © 2011 SITECH CZ [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <http://www.sitech-czech.cz/cs/site/rizeni-stroju/rypadla-a-traktorbagry/gcs900/nivelacni-system-3d-gps.htm>
- [24] Stavba 4.0 | kuhnbohemia.cz. Stavební stroje | kuhnbohemia.cz [online]. Copyright © 2019 [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <https://www.kuhnbohemia.cz/cs/building-machines/stavba-40>
- [25] Construction Applications in Reality Technology (MR, AR, VR). Reality Technologies (MR, AR, VR) News | Guides | Companies | Products [online]. Copyright © RealityTechnologies.com Diversified Internet Holdings LLC [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <https://www.realitytechnologies.com/applications/construction/>

- [26] Top Companies of the World implementing VR Architecture. Affinity VR - A Virtual Reality Technology Blog [online]. Copyright © 2019 [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <https://www.affinityvr.com/top-companies-using-vr-architecture/>
- [27] Virtual reality | Go360 | Full-service xR studio . Go360 | Full-service xR studio [online]. Copyright © 2019 by Go360 s.r.o. [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: https://www.go360.cz/virtualreality?lang=cs&gclid=EAIaIQobChMIys_0nJSc4gIVCOJ3Ch1uGgJMEAAAYASAAEgLh3vD_BwE
- [28] Vývoj a nové technologie fandí u úsporných domů elektrickým topným systémům | Stavebnictvi3000.cz. Nejvíce informací o stavebnictví v ČR | Stavebnictvi3000.cz [online]. Copyright © 2019 [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <https://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/vyvoj-a-nove-technologie-fajni-u-uspornych-domu-elektrickym-topnym-systemum>
- [29] Čo je inteligentný dom - FIBARO A Z-WAVE INTELIGENTNÉ DOMY. FIBARO A Z-WAVE INTELIGENTNÉ DOMY - Skutočný Smart Home systém s technológiou Z-Wave [online]. Copyright © 2019 [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <https://www.homesystem.sk/inteligentny-dom.html>
- [30] Dejiny Vyšehradskej skupiny | International Visegrad Fund. [online]. Copyright © 2006-2019 [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <http://www.visegradgroup.eu/historia-v4-110412>
- [31] Konceptia inteligentného priemyslu pre Slovensko | Stratégie a politiky | Inovácie | MHSR. MHSR [online]. Copyright © 2009 [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <https://www.mhsr.sk/inovacie/strategie-a-politiky/smart-industry>
- [32] Stratégia výskumu a inovácií pre inteligentnú špecializáciu | Stratégie a politiky | Inovácie | MHSR. MHSR [online]. Copyright © 2009 [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <https://www.economy.gov.sk/inovacie/strategie-a-politiky/strategie-vyskumu-a-inovacii-pre-inteligentnu-specializaciju>

- [33] HLUŠKOVÁ, Tatiana. Porovnanie stratégií Priemyslu 4.0 na Slovensku a vo vybraných krajinách. *Studia commercialia Bratislavensia* [online]. Obchodná fakulta, 2016, 03/2016, 9(35), 15 [cit. 2019-05-22]. ISSN 1337-7493. Dostupné z: https://of.euba.sk/www_write/files/veda-vyskum/scb/vydane-cisla/2016-03/scb0316-hluskova.pdf
- [34] Průmysl 4.0 má v Česku své místo | MPO. Ministerstvo průmyslu a obchodu [online]. Copyright © Copyright 2005 [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/prumysl/zpracovatelsky-prumysl/prumysl-4-0-ma-v-cesku-sve-misto--176055/>
- [35] Poland: "Initiative for Polish Industry 4.0 – The Future Industry Platform" - European Commission. European Commission | Choose your language | Choisir une langue | Wählen Sie eine Sprache [online]. Copyright © [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/content/poland-%E2%80%9Cinitiative-polish-industry-40-%E2%80%93future-industry-platform%E2%80%9D>
- [36] European Commission | Choose your language | Choisir une langue | Wählen Sie eine Sprache [online]. Copyright © [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/DTM_Poland%20_vf.pdf
- [37] European Commission | Choose your language | Choisir une langue | Wählen Sie eine Sprache [online]. Copyright © [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/DTM_IPAR_HU_v4.pdf
- [38] Digitalizácia v stavebníctve v kontexte BIM štandardov | bimas. bimas [online]. Copyright © [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <https://www.bimas.sk/single-post/2017/02/09/Digitaliz%C3%A1cia-v-stavebn%C3%ADctve-v-kontexte-BIM-%C5%A1tandardov>
- [39] DOPADY VYUŽÍVÁNÍ METODY BIM A DIGITALIZÁCE STAVEBNICTVÍ. Svaz podnikatelů ve stavebnictví [online]. Copyright © [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: http://www.sps.cz/RDS/_deail_new.asp?id=7604&type=akt-bim

- [40] Projekt BIM Standard PL podpisany! - Polski Związek Pracodawców Budownictwa. Strona główna - Polski Związek Pracodawców Budownictwa [online]. Copyright © [cit. 22.05.2019]. Dostępne z: <http://pzpb.com.pl/2018/03/01/projekt-bim-standard-pl-podpisany/>
- [41] Budownictwo 4.0. Inteligentny kask uratuje życie - Rynek Infrastruktury: Porty, Stocznie, Lotnisko, Porty lotnicze, Autostrada, Obwodnica, Energetyka, Ciepłownictwo, Linie kolejowe, PKP PLK, Telekomunikacja, Operatorzy. Rynek Infrastruktury: Porty, Stocznie, Lotnisko, Porty lotnicze, Autostrada, Obwodnica, Energetyka, Ciepłownictwo, Linie kolejowe, PKP PLK, Telekomunikacja, Operatorzy [online]. Copyright © ZDG TOR Sp. z o.o. [cit. 22.05.2019]. Dostępne z: <https://www.rynekinfrastruktury.pl/wiadomosci/drogi/budownictwo-40-inteligentny-kask-uratuje-zycie---60800.html>
- [42] Projekt BIM Standard PL podpisany! - Polski Związek Pracodawców Budownictwa. Strona główna - Polski Związek Pracodawców Budownictwa [online]. Copyright©2019 [cit.22.05.2019]. Dostępne z: <http://pzpb.com.pl/2018/03/01/projekt-bim-standard-pl-podpisany/>
- [43] Panasonic i Skanska - współpraca na rzecz Budownictwa 4.0 | www.skanska.pl. Skanska w Polsce | www.skanska.pl [online]. Copyright©2019 [cit.22.05.2019].Dostępne z: <https://www.skanska.pl/o-skanska/media/informacje-prasowe/225776/Panasonic-i-Skanska-wspolpraca-na-rzecz-Budownictwa-4.0>
- [44] Mad'arsko: Soused bez společných hranic, ale s velkým potenciálem | iTradeNews.cz. Titulní stránka | iTradeNews.cz [online]. Copyright©2019 [cit.22.05.2019].Dostępne z: <https://itradenews.cz/exportni-sance/659/madarsko-soused-bez-spolecnych-hranic-ale-s-velkym-potencialem>
- [45] Nagy lökést kaphat a BIM magyarországi terjedése | Magyar Építők. Magyar Építők | Építőipari hírek [online]. Copyright © 2018 [cit. 22.05.2019]. Dostępne z: <https://magyarepitok.hu/iparagi-hirek/2018/04/nagy-lokest-kaphat-a-bim-magyarorszagi-terjedese>

- [46] Digitalizace stavebnictví v Maďarsku | Z+i. Z+i [online]. Copyright © 2018 [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <http://zpravy.ckait.cz/vydani/2018-05/digitalizace-stavebnictvi-v-madarsku/>
- [47] Priemysel 4.0 — technológie, príležitosti, hrozby – EDTECH KISK – Medium. Medium – a place to read and write big ideas and important stories [online]. Copyright © 2019 [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <https://medium.com/edtech-kisk/priemysel-4-0-technol%C3%B3gie-pr%C3%ADle%C5%BEitosti-hrozby-942df79d4c5e>
- [48] File:Steam-powered fire engine.jpg - Wikimedia Commons. [online]. Copyright © 2019 [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Steam-powered_fire_engine.jpg
- [49] Od 1. průmyslové revoluce ke 4. | Technický týdeník. TT | Technický týdeník [online]. Copyright © Business Media CZ, Nádražní 32, 150 [cit. 23.05.2019]. Dostupné z: https://www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byznys/od-1-prumyslove-revoluce-ke-4_31001.html
- [50] File:Eniac.jpg - Wikimedia Commons. [online]. [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eniac.jpg>
- [51] PC Revue | ČR: Gartner: Do roku 2020 bude prinajmenšom 30 % projektov Priemyslu 4.0 získavať svoje algoritmy z najväčších tržieb algoritmov. [online]. Copyright © 2019 všetky práva vyhradené [cit. 23.05.2019]. Dostupné z: <https://www.pcrevue.sk/a/CR--Gartner--Do-roku-2020-bude-prinajmensom-30---projektov-Priemyslu-4-0-ziskavat-svoje-algoritmy-z-najvacsih-trzieb-algoritmov>
- [52] Le nouveau robot autonome d'Epson: Bertie the robot. Leaders: News et Actualité de la Tunisie et du monde [online]. Copyright © 2009 [cit. 23.05.2019]. Dostupné z: <https://www.leaders.com.tn/article/25167-le-nouveau-robot-autonome-d-epson-bertie-the-robot>

- [53] Australský robot sám staví domy z cihel – Novinky.cz . Novinky.cz – nejčtenější zprávy na českém internetu [online]. Copyright © 2003 [cit. 23.05.2019]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/bydleni/tipy-a-trendy/455790-australsky-robot-sam-stavi-domy-z-cihel.html>
- [54] SAM100 – Construction Robotics. Construction Robotics – Advancing Construction [online]. Copyright © 2007 [cit. 23.05.2019]. Dostupné z: <https://www.construction-robotics.com/sam100/>
- [55] Machinaal herbestratingsmachine - Tiger Stone [online]. Copyright ©c [cit. 23.05.2019]. Dostupné z: <http://tiger-stone.nl/wp-assets/uploads/2015/02/1U6GUqu.jpg>
- [56] UAV (drones). Document Moved [online]. [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: [http://www.napavalley.edu/studentaffairs/Police/Pages/UAV-\(drones\)-.aspx](http://www.napavalley.edu/studentaffairs/Police/Pages/UAV-(drones)-.aspx)
- [57] Geodeti na stavbě - přístroje pro stavební praxi - ESTAV.cz. ESTAV.cz - s námi stavíte na informacích [online]. Copyright © Copyright [cit. 23.05.2019]. Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/913.geodeti-na-stavbe-pristroje-pro-stavebni-praxi>
- [58] Virtuální realita pro projektanty a architekty | Arch.Design. Arch.Design – ...more than design [online]. Copyright © 2019 Arch.Design, s.r.o. [cit. 23.05.2019]. Dostupné z: <https://www.archdesign.cz/blog/22/06/2017/virtualni-realita-ve-stavebnictvi/>
- [59] Zanim kupisz inteligentny dom. Polski Agent Posrednik Nieruchomosci w Chicago - Home Page Polish Speaking Real Estate Broker Agent Polski Realtor [online]. Copyright © 2019 HomeSmart Connect [cit. 23.05.2019]. Dostupné z: <https://www.misiewiczrealestate.com/blog/zanim-kupisz-inteligentny-dom/>
- [60] BIM a Digitalizace = VDC oddělení | www.skanska.cz. Skanska v České Republice | www.skanska.cz [online]. Copyright ©2019 Google [cit. 23.05.2019]. Dostupné z: <https://www.skanska.cz/co-delame/specialni-cinnosti/bim/>

- [61] Diplomová práce: Využití BIM v průběhu celého životního cyklu budovy -případová studie, část 1 – proti povrchnosti. proti povrchnosti – den, ve kterém se nic nenaučíš, je ztracený [online]. Copyright © 2019 [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <http://protipovrchnosti.cz/diplomova-prace-vyuziti-bim-v-prubehu-celeho-zivotniho-cyklu-budovy-pripadova-studie-cast-1/>
- [62] GALERIE: Postoj k migraci pošramotil pověst Visegrádské čtyřky, připustil slovenský šéf diplomacie Lajčák | FOTO 8 | info.cz. Info.cz - Česko, svět, politika, zpravodajství, analýzy, události, byznys [online]. Copyright © 2019 [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: https://www.info.cz/galerie/svet/53389/postoj-k-migraci-posramotil-povest-visegradske-ctyrky-pripustil-slovensky-sef-diplomacie-lajcak?foto=7&fbclid=IwAR3FXrnFR5WlqUi6t0UoQjpmOWPy5qRTdRofuvBhmP4dNqCVoBNV_Q1gr4
- [63] Makroekonomické údaje [online]. Copyright ©2019 Google [cit. 23.05.2019]. Dostupné z: https://www.google.com/publicdata/explore?ds=d5bncppjof8f9_&met_y=ny_gdp_mktp_cd&idim=country%3AHUN%3ACZE%3AROU&hl=cs&dl=cs&fbclid=IwAR03EoIXlmaFG4D-2ISDb2G8KJX91XRvFkqXIbD4AmwfdjiaVhE9kI1f_E#!ctype=l&strail=false&bcs=d&nselm=h&met_y=ny_gdp_pcap_cd&scale_y=lin&ind_y=false&rdim=regi
- [64] Český statistický úřad | ČSÚ [online]. Copyright © [cit. 24.05.2019]. Dostupné z: https://www.czso.cz/documents/10180/32961688/370002160806.pdf/7c2fdf8b-b900-4c10-9fbf-f792da075758?version=1.0&fbclid=IwAR0ty99v_mgmr_PbLZyWI-QAJGe3CHRDtvMY4uO5w67mLYckEWigqrd8pDk

- [65] Stavebná produkcia v marci 2019. [online]. Copyright © [cit. 24.05.2019]. Dostupné z: https://slovak.statistics.sk/wps/portal/ext/themes/sectoral/construction/news/!ut/p/z1/IZHBcoIwFEW_xS_IhSQQliFqiFKKBNRm02HIMKO2i06_vxl1I5IC-3aZ3JP33glx5Ejctf8eTv3X8HHtz_785pL3XWpEnkcSuugETJVD66yMti8JOTwHBE_hA7YD9hYWIM5fr20dy4xptWxe1zCtioUtkxiIHjx-KXnnZ_srLQuWloAoNYeRRddkO0oh6d_4iQGfeLFVvyvO8XfJ9ResVC_avmpXnZa2bDYvA-IgP9Iz5oIH7l_8w4Kb1Hoi7RaYMzr3h5j7ZTW3BWjoOhBY-L92tjhjMIBeLH4echpA!/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/?fbclid=IwAR3Lb6Ad2P7g6coxFiwLFHkSi_X_IYKfrnmVFVKte2tzSuru_UrrBmrWkw
- [66] Maďarský štatistický úrad [online]. Copyright © 2019 [cit. 24.05.2019]. Dostupné z: https://www.ksh.hu/stadat_evkozi_4_3?fbclid=IwAR3AU-Zm5n7u_tunuVNEZ19J3w4PHRdJjWJJEgOyGnhF1amKS8YmsQ5z8Tg
- [67] Główny Urząd Statystyczny / Obszary tematyczne / Przemysł. Budownictwo. Środki trwałe. [online]. Copyright © 1995 [cit. 24.05.2019]. Dostupné z: https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/przemysl-budownictwo-srodki-trwale/?fbclid=IwAR2u2vMn1LPrJ-30Y55NiKD_eATGJ3WbvrOE8wpk9vsZyhkBdb_kDr4dbaM
- [68] Search - Eurostat. European Commission | Choose your language | Choisir une langue | Wählen Sie eine Sprache [online]. Copyright [cit. 24.05.2019]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/eurostat/search?p_auth=tiMF7B7Z&p_p_id=estatsearchportlet_WAR_estatsearchportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_estatsearchportlet_W

Zoznam použitých obrázkov

Obrázok 1 – Priemyslové revolúcie.....	12
Obrázok 2 – 1. Montážna linka.....	13
Obrázok 3 – Parný stroj.....	13
Obrázok 4 – Prvý predchodca počítača.....	14
Obrázok 5 – Robotizácia automobilového priemyslu.....	15
Obrázok 6 – Autonómny robot	27
Obrázok 7 – Autonómny robot Hadrian X.....	35
Obrázok 8 – Robot Sam100.....	35
Obrázok 9 – Demolačný robot ERRO CRR.....	37
Obrázok 10 – Dron.....	39
Obrázok 11 - Geodetický GPS zameriavač.....	40
Obrázok 12 – Virtuálna realita.....	42
Obrázok 13 – Inteligentný dom.....	44
Obrázok 14 – BIM model.....	45
Obrázok 15 – Informačné modelovanie budov.....	47
Obrázok 16 – Vyšehradská štvorka.....	50
Obrázok 17 – SWOT analýza Staviteľstva 4.0 na SK.....	74
Obrázok 18 - SWOT analýza Staviteľstva 4.0 v CZ.....	75
Obrázok 19 - SWOT analýza Staviteľstva 4.0 v PL.....	76
Obrázok 20 - SWOT analýza Staviteľstva 4.0 v HU.....	77

Zoznam použitých skratiek a cudzích výrazov

PLC	programovateľný logický automat
SW	software
CPS	autonómne kyberneticko-fyzické systémy. Systém založený z fyzických entít, riadenia a monitorovaný počítačovými programami (Cyber-Physical Systems)
CRM	systém integrujúci dáta zo sociálnych sieti a chovanie zákazníkov (Customer Relationship Management)
SOA	jednotlivé autonómne jednotky si vyvolávajú služby po iných jednotkách (Service Oriented Architectures)
IoT	prepojenie vstavaných zariadení s internetom (Internet of Thing)
IoS	prepojenie služieb založených na webe či internete a služieb v reálnom svete (Internet of Service)
IoP	prepojenie ľudí pomocou osobných elektronických, z pravidla nositeľných zariadení pripojených na internet (Internet of People)
ERP	systém plánovania podnikových zdrojov
RFID	bezdotykový automatický identifikačný systém slúžiaci k prenosu a ukladaniu dát pomocou elektromagnetických vln
IT	informačné technológie
BIM	proces vytvárania, užívania a správy dát o stavbe behom jeho životného cyklu (Building Information Model)
CAD	počítačom podporované projektovanie (computer aided design)
IDEA	medzinárodná dizajnová súťaž (International Design Excellence Award)
UAV	bezpilotné letecké prostriedky (Unmanned Aerial Vehicle)
GPS	globálny polohový systém (Global Positioning System)

VR	virtuálna realita (Virtual Reality)
AR	rozšírená realita (Augmented Reality)
ČOV	čistička odpadových vôd
TZB	technické zariadenie budov
V4	Vyšehradská štvorka
SR	Slovenská republika
ČR	Česká republika
EU	Európska únia
NTP	národná strategická iniciatíva Maďarského Ústavu pre informatiku a kontrolu maďarskej Akadémie vied a Ministerstva národného hospodárstva (National Technology Platform)
HDP	hrubý domáci produkt
ISO	medzinárodná organizácia pre normalizáciu (International Organization for Standardization)
CEN	Európsky výbor pre normalizáciu (European Committee for Standardization)
ÚNMS	úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo
PZPB	Pol'ská asociácia stavebných zamestnávateľov
PZITB	Pol'ské združenie stavebných inžinierov a technikov
ETDR	Maďarský elektronický dokumentačný systém podporujúci autorizované schvaľovacie procesy
USD	americký dolár

Zoznam tabuliek

Tabuľka 1:	HDP členov V4 [63,vlastná tvorba].....	52
Tabuľka 2:	Podiel sekundárneho sektoru na HDP v krajinách V4 a EU [64,65,66,67,68,vlastná tvorba].....	53
Tabuľka 3:	Objemy stavebnej výroby za 1. Kvartál v krajinách V4 [54,65,66,67,vlastná tvorba].....	64

Zoznam grafov

Graf 1 :	vývoj rastu HDP v jednotlivých krajinách V4 na obyvateľa [63].....	52
Graf 2 :	vývoj HDP na obyvateľa Slovenskej republiky [63,65].....	53
Graf 3 :	vývoj HDP na obyvateľa Českej republiky [63,64].....	57
Graf 4 :	vývoj HDP na obyvateľa Poľska [63,67].....	59
Graf 5 :	vývoj HDP na obyvateľa Maďarsko [63,66].....	60
Graf 6:	Objem stavebnej výroby v krajinách V4 [64,65,66,67,68, vlastná tvorba].....	64
Graf 7:	Váhy jednotlivých krajín V4 v indexe stavebnej produkcie EU [68, vlastná tvorba].....	64