

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Efektivní využití inovací elektrotechniky ve stavebnictví**

Praha, 2016

Autor: Bc. Michaela Kopáčová



## Prohlášení autora práce

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne .....

.....

Podpis autora práce





České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta elektrotechnická

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student: Kopáčová Michaela

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management  
Obor: Ekonomika a řízení elektrotechniky

Název tématu: Efektivní využití inovací elektrotechniky ve stavebnictví

Pokyny pro vypracování:

- inovační proces
- vývoj elektrotechniky ve vztahu ke stavebnictví
- charakteristika inovačních cyklů ve stavebnictví a v elektrotechnice
- ekonomické vyhodnocení nákladů
- závěry a zhodnocení

Seznam odborné literatury:

Inovační podnikání - Pavel Švejda a kolektiv

Řízení projektů ve výstavbě - Jaroslava Tománková, Dana Čápková

Vedoucí diplomové práce: Doc.Ing. Pavel Švejda, CSc. – AIP ČR

Platnost zadání: do konce letního semestru akademického roku 2016/2017

L.S.

*Prof.Ing. Jaroslav Knápek, CSc.*  
vedoucí katedry

*Prof.Ing. Pavel Ripka, CSc.*  
děkan

V Praze dne 11.2.2016



# Poděkování

Děkuji Doc. Ing. Pavlu Švejdovi, CSc., FEng za odborné konzultace, připomínky, cenné rady a trpělivost při vedení mé diplomové práce.

Rovněž bych chtěla poděkovat Prof. Ing. Gustavu Tomkovi, DrSc. za připomínky a odborné konzultace, které mi poskytl při tvorbě diplomové práce. Dále bych ráda poděkovala Ing. Monice Savkové, Bc. Jolaně Hrochové a Janu Plškovi za vstřícnost a pomoc při získávání informací a podkladů.

# Abstrakt

Předmětem diplomové práce je efektivní využití inovací elektrotechniky ve stavebnictví. Pozornost je věnována inovačnímu procesu, rozdělení typu inovací a vývoj jednotlivých oborů s jejich propojením. Dále byl zkoumán vliv zadávání veřejných zakázek na uplatnění inovací ve stavebnictví. Zhodnocení je provedeno na konkrétních vysokoškolských ústavech Českého vysokého učení technického v Praze, a to u staveb Univerzitního centra energeticky efektivních budov v Buštěhradě a nově stavěných prostor Českého institutu informatiky, robotiky a kybernetiky v Praze.

## Klíčová slova

Inovace, inovační proces, elektrotechnika, stavebnictví, vysokoškolské výzkumné ústavy, vývoj elektrotechniky, vývoj stavitelství, vývoj elektrotechniky ve stavebnictví, veřejná zakázka

# **Abstract**

Subject of this thesis is the effective use of innovated electrotechnology in the construction industry. The work focuses on the process of innovation, the division of different innovation types and the development of individual disciplines and their interconnection. Secondly, the influence of public procurements award on the application of innovations in construction industry was investigated. The evaluation is realized at particular university institutes of the Czech Technical University in Prague, specifically at buildings of the University Centre for Energy Efficient Buildings in Buštěhrad and at newly built premises of the Czech Institute of Informatics, Robotics and Cybernetics in Prague.

# **Keywords**

Innovation, innovation process, electrotechnics, building, university research institutes, evolution of Electrical Engineering, development building, electrical development in the building industry, procurement



# Obsah

<b>1 Úvod</b>	<b>1</b>
1.1 Cíle práce . . . . .	2
<b>2 Inovační proces</b>	<b>3</b>
2.1 Historie, současnost a budoucnost inovací . . . . .	6
2.1.1 Historie inovací . . . . .	6
2.1.2 Současnost inovací . . . . .	7
2.1.3 Budoucnost inovací . . . . .	9
2.2 Typologie inovací . . . . .	10
2.2.1 Produktová inovace . . . . .	10
2.2.2 Inovace procesů . . . . .	12
2.2.3 Marketingová a organizační inovace . . . . .	12
2.3 Hodnocení inovací . . . . .	13
2.4 Inovace v číslech . . . . .	16
<b>3 Vývoj elektrotechniky a stavitelství</b>	<b>21</b>
3.1 Vývoj elektrotechniky . . . . .	21
3.1.1 Vývojové cykly v elektrotechnice . . . . .	25
3.2 Vývoj stavitelství . . . . .	27
3.2.1 Vývojové cykly ve stavitelství . . . . .	31
3.3 Vývoj elektrotechniky ve stavebnictví . . . . .	33
3.3.1 Vývojové cykly elektrotechniky ve stavitelství . . . . .	36
<b>4 Představení konkrétních projektů</b>	<b>39</b>
4.1 Univerzitní centrum energeticky efektivních budov - UCEEB . . . . .	40
4.1.1 Náklady . . . . .	41
4.1.2 Budova . . . . .	41
4.1.3 Porovnání s obdobnými projekty . . . . .	43
4.2 Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky - CIIRC . . . . .	44
4.2.1 Náklady . . . . .	45
4.2.2 Budova . . . . .	45
4.2.3 Porovnání s obdobnými projekty . . . . .	47
<b>5 Veřejné zakázky</b>	<b>49</b>
5.1 Systém zadávání veřejných zakázek v České republice . . . . .	49
5.2 Smluvní vzory FIDIC . . . . .	51
5.3 Veřejná zakázka konkrétních projektů . . . . .	52
5.3.1 UCEEB . . . . .	52
5.3.2 CIIRC . . . . .	52

<b>6</b>	<b>Ukazatele pro hodnocení</b>	<b>55</b>
6.1	Měření efektivnosti . . . . .	55
6.2	Ekonomické vyhodnocení nákladů . . . . .	56
6.3	Udržitelnost výstavby, certifikace . . . . .	57
6.3.1	Systém LEED . . . . .	57
6.3.2	Systém BREEAM . . . . .	57
6.3.3	Systém SBToolCZ . . . . .	58
6.3.4	Udržitelná výstavba a certifikace u konkrétních projektů . . .	58
<b>7</b>	<b>Závěry a zhodnocení</b>	<b>59</b>
	<b>Literatura</b>	<b>67</b>



# Seznam obrázků

2.1	Lineární inovační model, upraveno autorem [3]. . . . .	4
2.2	Neplnění podmínky soustavnosti [4]. . . . .	5
2.3	Schumpeterovo schéma hospodářských cyklů [5]. . . . .	5
2.4	Kondratěvovy vývojové cykly [2]. . . . .	7
2.5	Systém inovačního podnikání v ČR pro rok 2016 [11]. . . . .	8
2.6	Systemové dělení inovací. . . . .	10
2.7	Věcné dělení inovací. . . . .	10
2.8	Typy produktových inovací [6]. . . . .	11
2.9	Nejčastěji využívané metriky k hodnocení inovací ve firmách, převzato [16], upraveno autorem. . . . .	13
2.10	Cash Curve [17]. . . . .	14
2.11	Podíl inovujících podniků za období 2012-2014 [20]. . . . .	17
2.12	Podíl inovujících podniků ve vybraných odvětvích [21]. . . . .	17
3.1	Optický telegraf v Prusku [23]. . . . .	23
3.2	Vývojové cykly v elektrotechnice. . . . .	26
3.3	Vývojové cykly v elektrotechnice. . . . .	27
3.4	Parthenón [28]. . . . .	29
3.5	Vývojové cykly ve stavebnictví. . . . .	31
3.6	Vývojové cykly ve stavebnictví. . . . .	32
3.7	První vyráběná dynamo [33]. . . . .	34
3.8	Inteligentní domácnost [39]. . . . .	35
3.9	Vývojové cykly ve stavebnictví. . . . .	37
3.10	Vývojové cykly ve stavebnictví. . . . .	38
4.1	Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky a Univerzitní centrum energeticky efektivních budov [41] [42]. . . . .	39
4.2	Univerzitní centrum energeticky efektivních budov [42]. . . . .	41
4.3	Energetické schéma UCEEB [44]. . . . .	42
4.4	Podíl celkové spotřeby energií Univerzitního centra energeticky efektivních budov za rok 2015. . . . .	43
4.5	Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky [41]. . . . .	45
4.6	Odhadovaná energetická náročnost CIIRC [53]. . . . .	46
4.7	Předpokládaný podíl celkové spotřeby energií Českého institutu informatiky, robotiky a kybernetiky [53]. . . . .	47
5.1	Tradiční dodavatelský systém Design–bid–build [55]. . . . .	51



# Kapitola 1

## Úvod

Pojem inovace je v dnešní době stále více skloňován a to nejen ohledně konkurenceschopnosti jednotlivých organizací, ale i státu jako celku. Za vznikem inovace však stojí celý proces z něhož nemusí vycházet vždy jen nový výrobek. Jako každý proces je i tento inovační nutno řídit, proto je důležité rozdělit inovace dle jejich druhu, a podle toho přistupovat k jejich řízení. V dnešní době, kdy je globalizace již téměř vyčerpána a ekonomická efektivnost je stále důležitější, jsou inovace výrobků, procesů či služeb jedním z nejdůležitějších výstupů výzkumné činnosti, která zlepšuje konkurenceschopnost podniku a státu, čímž podporuje lokální ekonomiku.

Během posledních let došlo k výraznému rozvoji a propojení elektrotechniky s několika dalšími obory. Především oblast informačních a komunikačních technologií, která má jeden z nejrychlejších vývojů, vstupuje do mnoha odvětví, a to jak automobilového průmyslu, zdravotnictví, sportu, tak i do stavebnictví. V současné době díky tomuto propojení dochází k nárůstu počtu tzv. inteligentních budov, a to jak administrativních, výzkumných, výrobních hal, tak i rodinných domů či samotných inteligentních domácností. Přestože se na stavebním průmyslu značně projevila světová finanční krize, tak jeho roční produkce již druhým rokem stoupá a více jak polovina stavebních zakázek je zadávána veřejným sektorem. Propojení elektrotechniky a stavebnictví je hlavním tématem této diplomové práce, neboť elektrotechnika v budovách zastává stále výraznější roli a spotřebovává více nákladů nejen na pořízení, ale i na provoz, čímž se zvyšuje energetická náročnost stavby. Tato skutečnost je následně konfrontována s ekologickým hlediskem a trendem nízkoenergetických nebo soběstačných staveb.

Pro hodnocení současného stavu inovačního procesu je potřeba znát i historický vývoj obou oborů a jejich propojení, což je dalším bodem diplomové práce. Oba tyto obory vznikly v rozdílné době a také mají různou historii. Inovační procesy jsou v každém odvětví jiné a vývojové cykly různě dlouhé, takže jejich propojení může být mnohdy dosti problematické. Pro lepší představu pak budou znázorněny vývojové cykly v daných oborech, které lze chápat i jako inovační cykly elektrotechniky a stavebnictví.

Nejen v těchto oblastech probíhá značný výzkum a vývoj, který jde neustále kupředu. Pro podporu výzkumu, vývoje a inovací vznikají nové vědeckotechnické parky a vysokoškolské ústavy, které přispívají ke konkurenceschopnosti státu. Pro vznik a výstavbu nových prostor těchto center jsou využívány finanční dotace z Operačních programů, které jsou financovány z Evropské unie. V rámci práce jsou zkoumány dva vysokoškolské výzkumné ústavy Českého vysokého učení technického

v Praze, a to Univerzitní centrum energeticky efektivních budov (UCEEB) a Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky (CIIRC). Tyto ústavy disponují nebo budou disponovat novými prostory pro svou činnost, v nichž došlo ke značnému propojení stavebnictví s moderní elektrotechnickou instalací. Také je u těchto budov kladen velký důraz na energetickou náročnost staveb, což je v souladu se současným trendem výstavby.

Významnou roli pro uplatnění inovací v praxi hraje systém zadávání veřejných zakázek. U velkých projektů, jakými tyto dva vysokoškolské ústavy jsou, je velmi důležité, aby případné inovace byly správně nainstalovány a použity, což nemusí splnit všichni uchazeči o danou veřejnou zakázku. Avšak přílišným konkretizováním těchto podmínek by docházelo k diskriminujícímu zadávacímu řízení. Veřejnou zakázku může tedy vyhrát uchazeč, který není technicky schopný splnit očekávání zadavatele, čímž dochází často k dlouhým reklamačním řízením.

Pro lepší uplatnění výsledků výzkumu, vývoje a inovací je důležité také měření jejich ekonomické efektivity i jejich uplatnění na trhu. Bez důkladného sledování a vyhodnocení efektivity jednotlivých prvků není možné další zlepšování a vývoj, a proto se jedná o důležitou součást každého inovačního procesu.

## 1.1 Cíle práce

Cílem práce je popsat inovace a inovační proces v historii, současnosti i s náhledem do budoucnosti. Pro lepší pochopení dané problematiky budou inovace věcně rozděleny a uvedeno jejich možné hodnocení. Jelikož je práce zaměřena na elektrotechniku ve stavebnictví, bude uveden historický vývoj těchto oborů včetně jejich propojení. Znázorněny budou také vývojové cykly v daných oborech. Dále bude zhodnocena efektivnost uplatňování inovací elektrotechniky ve stavebnictví vzhledem k současnému systému zadávání veřejných zakázek v České republice. Pro porovnání budou uvedeny mezinárodní smluvní vzory FIDIC, které jsou určeny pro průmysl, stavebnictví a projektovou činnost. Hodnocení bude provedeno na konkrétních projektech staveb Univerzitního centra energeticky efektivních budov (UCEEB) a Českého institutu informatiky, robotiky a kybernetiky (CIIRC), u kterých budou vyhodnoceny náklady na elektroinstalace ve stavebních projektech s náklady na pořízení staveb.

# Kapitola 2

## Inovační proces

V posledních letech se stále víc obrací pozornost společnosti k inovacím. Tento vývoj je zcela přirozený, lidé chtějí něco nového, lepšího a úspornějšího, a tak společnost, která se tímto oborem nezabývá, má jen malou šanci na dlouhodobější úspěch.

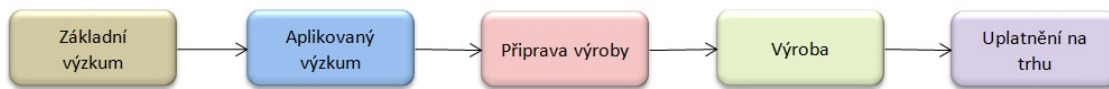
Obecná definice pojmu inovace neexistuje. Slovo inovace pochází z latinského slova *innovare*, což znamená obnovovat. Hlavním cílem inovací je zvýšení konkurenceschopnosti výrobku. Úroveň konkurenceschopnosti je podmíněna tzv. "magickou pyramidou", která je tvořena kvalitou, cenou a dodací lhůtou. Vnímání inovací je však velice subjektivní, a tak každý, kdo se tomuto pojmu věnuje, si vytváří svou vlastní, dle sebe nejlepší definici. K pojmu inovace neodmyslitelně patří pojmy jako je invence, intuice a tvořivost [1].

Základem tvořivosti jsou dvě rozdílné stránky, které jsou na sobě vzájemně závislé. Jedná se o poznávací stránku, tedy o vymýšlení nových názorů, idejí a teorií. Druhá stránka je praktická, zaměřená na vytváření konkrétních hodnot. Dalo by se tedy říct, že se jedná o soubor činností, které umožňují vědeckou, uměleckou či jinou tvůrčí činnost s hlavním cílem vytvářet nové hodnoty.

Invence je tvůrčí aktivita, která je základem pro nové nápady, myšlenky a vynálezy a je úzce propojená s implementační stránkou tvořivosti a jejím vytváření hodnot. Cílem invence je její vyústění v komerční využití, a tím vznik inovace. Bez tohoto procesu se invence stává pouhou abstrakcí.

Intuice je tvořena na základě emocí a vzniká náhodně. Jedná se především o tušení, náhodné vnuknutí či osvícení. Proto podstata intuice bývá často opomíjena nebo naopak až velmi přeceňována. Inovace bez tvořivosti se pak stává procesem kopírování či napodobování již stávajících názorů či hodnot. Stejně tak i invence bez tvořivosti není možná, ale tvořivost lze provést i bez těchto dvou procesů, neboť jako samotná má mnohem větší podstatu, rozsah i samotnou funkci. Inovace jsou tedy výsledkem procesu s dostatečnou dávkou kreativity od jeho počátku až po jeho konec. Jedná se o jakoukoliv změnu vyvolanou komplexním pohledem uvnitř i vně společnosti. Souhrn změn v rámci jednotlivých činností lze nazvat jako inovační proces. Z pohledu produktu jde o hledání nových výrobků, zavádění vědecko-technického pokroku, který více odpovídá potřebám uživatelů a šetří zdroje [2].

Původně se na inovace nahlíželo jako na systematický lineární proces, který postupně přechází z jedné činnosti do druhé. Tento lineární model převládá až do 80. let a byl buď tlačенý technologií, nebo tažený potřebami. Základem tohoto modelu byla myšlenka, že inovace může vzniknout jen procesem různých fází, které jsou v přesném chronologickém sledu. Tento model je znázorněn na Obr. 2.1.



Obrázek 2.1: Lineární inovační model, upraveno autorem [3].

Inovace je ve skutečnosti chaotický a neuspořádaný proces, který je označován jako nelineární model. Toto pojetí se začalo uplatňovat od osmdesátých let a je založeno na zásadách, že různé aktivity inovačního procesu mohou probíhat současně a zároveň jsou inovace výstupem týmové spolupráce. Inovace tedy nemají svůj základ jen ve vědě a výzkumu, ale začínají u zákazníků, uživatelů technologií a dodavatelů [3].

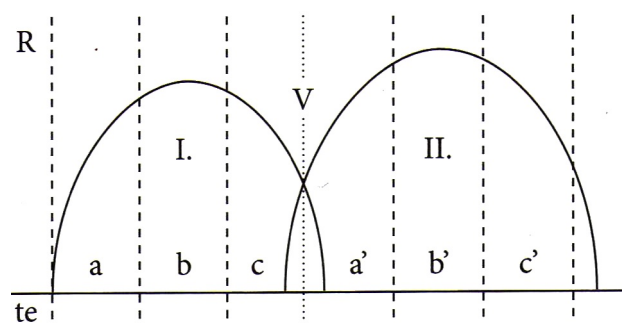
Pro efektivní inovační proces je potřeba respektovat základní pravidla, která mají podstatný vliv na jeho úspěšnost. Základní pravidla pro efektivnost inovací jsou soustavnost, komplexnost, včasnost a důslednost. Hlavní roli v tomto procesu však zastává člověk i když ne každý má patřičné vlohy být inovátorem. Proto se zaměříme na základní pravidla potřebná pro efektivní řízení inovačního procesu.

Podstatou soustavnosti je neustálé sledování vědecko-technického vývoje, trhu, konkurence a nerovnováhy uvnitř i vně podniku, které vznikají dynamickým vývojem. Dřívější rozhodnutí postupně ztrácejí svoji účinnost a obdobně je tomu i s výrobkem na trhu, kde se jeho prodejnost mění s poptávkou na trhu a vstupem nových inovací na trh. Není dobré čekat, až tato skutečnost negativně ovlivní hospodaření podniku a je třeba tomu předejít novým rozhodnutím. Životní cyklus inovace se dá znázornit jako sinusoida, jejíž kladná část představuje inovaci, která strategicky a eticky rozvíjí podnik. Záporná část sinusoidy představuje destruktivní inovace, které vedou ke konzumnímu myšlení a neetickému chování. Kladná část sinusoidy se dá rozdělit na tři fáze [4]:

- Prosazení inovace - pronikání do prostoru
  - Fáze nového nápadu s konkrétní myšlenkou, která pokračuje přes návrh, výzkum a samotný vývoj. Jejím cílem je reagovat na daný podnět k tvorbě inovace.
- Konjunktura inovace
  - Je fáze inovace, kdy je řešen problém pro který byla inovace vytvořena.
- Morální opotřebení inovace
  - Tato fáze nastává v okamžiku, kdy je inovace již překonaná a přestává plnit úlohu, pro kterou byla vytvořena.

Vliv naplnění podmínky soustavnosti je na Obr. 2.2.

- Kde: V - období bezvládní - neplnění podmínky soustavnosti  
 R - řád inovace  
 te - časový horizont inovace  
 I. - první inovace  
 II. - následná inovace  
 a,b,c - fáze inovací



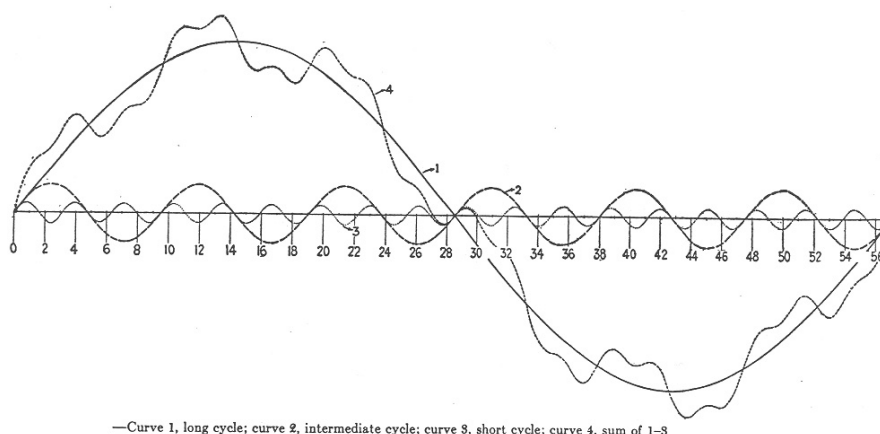
Obrázek 2.2: Neplnění podmínky soustavnosti [4].

Komplexnost vychází z poznatku, že se podnik nevyvíjí izolovaně, ale jeho vývoj je vzájemně propojený napříč jednotlivými procesy celé organizace, a to jak vertikálním, tak horizontálním členěním společnosti. Jestliže manažerská praxe dává přednost rutině a nové poznatky uplatňuje s dlouhým zpožděním, vypovídá to o nekomplexním vývoji managementu, který může negativně ovlivnit efektivnost inovace.

Pravidlo včasnosti doplňuje předchozí pravidla o důležitou časovou hodnotu a tedy uplatnění inovace ve vhodném okamžiku. Cílem je řešit problém včas a mít řešení dokonale připravené, aby nasazení inovace proběhlo v co nejkratším čase.

Pravidlo důslednosti je podstatné pro všechna předchozí pravidla a slouží jako podklad pro budoucí opatření v rámci dalšího inovačního procesu. Základem tohoto pravidla je analytická činnost, která je složena ze složité ukazatelové soustavy [4].

Inovace jednotlivých odvětví se střídají v pravidelných intervalech a každé odvětví má tuto frekvenci jinak dlouhou. Například automobilový průmysl má nové generace automobilů v rozmezí 4 až 5 let [1]. Frekvenci inovací se věnoval J. A. Schumpeter v knize "Business Cycles", jehož schéma hospodářských cyklů je znázorněno na Obr. 2.3.



Obrázek 2.3: Schumpeterovo schéma hospodářských cyklů [5].

Hodnocení efektivnosti inovací je velice subjektivní, a proto nelze závazně určit jednotlivá kritéria pro toto hodnocení. Základem je však porovnání současného stavu s předpokládaným cílem v delším časovém horizontu, a to především v oblasti konkurenceschopnosti, kde se jedná o finanční úspěch, tržní podíl či otevření nových tržních příležitostí. Lze také využít řady známých ukazatelů, jako jsou náklady

na výzkum a vývoj, tempo růstu odbytu, velikost odbytu, vlastní náklady výroby, časový průběh přijetí produktu zákazníkem či samotná spokojenost zákazníka. Ta lze analyzovat na základě velikosti obrátu, tržního podílu, nebo míry opakovaných nákupů, či subjektivně formou dotazování a analýzou reklamací a závad [6].

## 2.1 Historie, současnost a budoucnost inovací

### 2.1.1 Historie inovací

Inovace prošly dlouhým historickým vývojem. Jako jeden z prvních se tomuto pojmu věnoval rakouský ekonom J. A. Schumpeter na počátku minulého století. Jeho teorie inovací je zejména pro technickou oblast stále považována za základ moderního přístupu k inovacím. V jeho pojetí byly za inovace považovány pouze úplně nové věci, které jsou dané prosazováním nových kombinací. Dle toho se jedná o nové neznámé výrobky, polotovary, suroviny, nové technologie a trhy nebo nové organizační uspořádání. Na jeho teorii navazovali další autoři a definice pojmu inovace se dále vyvíjely. Za základ pro vznik nových hospodářských vln považoval nové kombinace, které tvořily tzv. shluky inovací, které měly za následek velké cykly. K nim dle Schumpetera docházelo každých 45 - 50 let podobně jak určil Kondratějev. Zároveň vyjádřil vztahy mezi cykly s různými délkami vln a sestavil z nich ucelený systém viz Obr. 2.3. První vlnou je Kitchinova s délkou trvání tři roky. Tři tyto vlny obsahuje vlna Juglarova, která značí krizový cyklus a trvá 9 až 11 let. Tři Juglarovy vlny obsahuje Wardwellova vlna s délkou trvání okolo 25 let. Dvě Wardwellovy vlny jsou základem pro Kondratěvovu vlnu, která je dlouhá půl století [1].

Na počátku 20. století se ruský ekonom Nikolaj Dimitrijevič Kondratějev věnoval příčinám neplynulosti ekonomického vývoje. V té době znala ekonomie pouze Juglarův krizový cyklus, který trvá 9 až 11 let. V rámci Kondratěvova výzkumu vyplynulo, že jedna technologická vlna tohoto cyklu trvá zhruba padesát let (viz Obr. 2.4). Výzkum probíhal na údajích z Anglie, Německa, Francie a USA a byl vztážen k počtu obyvatel. Dále vypožoroval určité jevy, které jsou s těmito cykly pozorovány. Jedná se především o změny při nástupu nové vzestupné vlny v ekonomickém životě společnosti ve stylu začleňování nových zemí do světových ekonomických vztahů, sociální otřesy typu revolucí a válek. Se sestupnou vlnou byl naopak pozorován příchod dlouhotrvající deprese především v zemědělství [7].

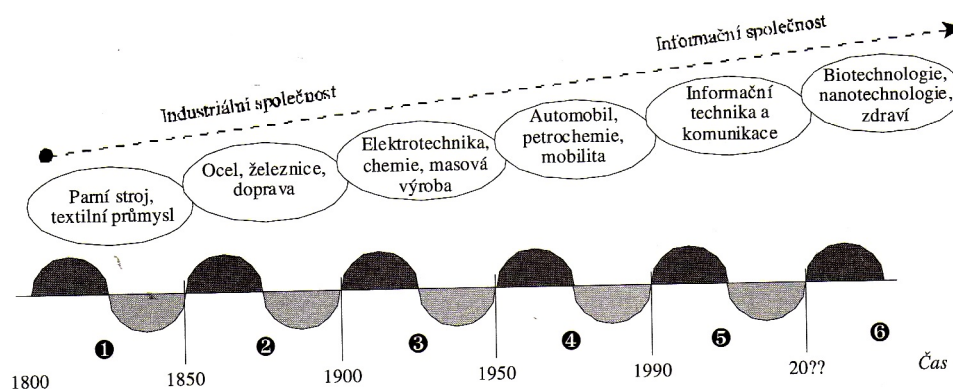
V roce 1992 vyšla ve spolupráci Organisation for Economic Co-operation and Development's (OECD) a Evropské komise první verze tzv. Oslo manuálu. Jedná se o soubor pokynů používaný při tvorbě mezinárodně srovnatelných ukazatelů zejména technických inovací. Hlavním cílem tohoto rámcového souboru bylo poskytnutí rámce pro průběh statistických šetření k zajištění mezinárodní srovnatelnosti dat a pomoc novým členům, kteří vstupují do této oblasti.

Dle dokumentu Evropské komise COM (2003) jsou inovace považovány za obnovu a rozšíření škály výrobků a služeb a s nimi spojenými trhy, které vytváří nové metody výroby, dodávek a distribuce a s tím spojenou změnu řízení, organizace, pracovních podmínek a kvalifikace.

Mezi významné osobnosti v tomto odvětví v České republice patří ekonom František Valenta, který zastává názor, že za inovaci lze považovat každou pozitivní změnu ve vnitřním výrobním procesu. Radim Vlček definuje inovaci jako tvůrčí lidskou aktivitu vyvolávající pozitivní změnu, která má za následek požadovaný a očekávaný



efekt [1].



Obrázek 2.4: Kondratěvovy vývojové cykly [2].

### 2.1.2 Současnost inovací

V současné době se inovacím v České republice věnuje stále více společností a s podporou Asociace inovačního podnikání České republiky vytvářejí systém inovačního podnikání pro ČR (viz Obr. 2.5). Pro podporu inovací vznikl i Evropský fond pro regionální rozvoj a jeho operační program Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost, který je pod záštitou Ministerstva průmyslu a obchodu (dále jen MPO). Tento program definuje osnovu podnikatelského záměru, pro který je možno získat dotaci z evropských fondů. Jsou zde stanoveny podmínky nejen pro samotný projekt, ale i pro žadatele. Jedná se například o inovační potenciál či spolupráci s výzkumnými institucemi. Dále také MPO pro dotační programové období 2014+ stanovila základní priority, na jejichž základě bude dotační financování fungovat. První prioritou je upgrading a internacinoalizace podniku, kde je hlavním cílem, aby přejímané technologie a vývoj pomohly k lepšímu postavení firem na mezinárodních trzích. Další prioritou je efektivní využívání inovací a jejich komerční zhodnocení, neboli usnadnění vývoje nových nápadů, technologií a inovací s komerčním uplatněním na oborově nových či blízkých trzích. Jako třetí v pořadí je samotný rozvoj vědy a výzkumu založený na ekonomických aktivitách. Cílem této priority je umožnit vznik nového výrobku, který bude založen na inovacích a bude určen přímo pro koncového zákazníka. Jako poslední prioritou pro toto období je energetika. Tato priorita je v dnešní době zcela logická a zaměřuje se na tři základní oblasti, a to na obnovitelné zdroje, úspory energie a energetickou bezpečnost [8]. Pro dosažení stanovených cílů je potřeba společnosti částečně motivovat. K tomu slouží i prestižní soutěž o Cenu inovace roku, která je pravidelně od roku 1996 vyhlašována Asociací inovačního podnikání České republiky. V rámci této soutěže jsou hodnoceny inovační výrobky, technologické postupy či inovace, které jsou již uvedené na trhu a pocházejí ze společnosti se sídlem v České republice. Soutěž si získala svým záměrem velké uznání, a tak se již druhým rokem koná pod záštitou prezidenta České republiky Miloše Zemana [9]. V mezinárodním hledisku existuje obdobná soutěž nazvaná Best Innovator, kterou organizuje společnost A.T. Kearney. Tato soutěž je pořádána od roku 2003 a poskytuje účastníkům různé prostředky a poznatky pro zlepšení inovačních postupů a konkurenceschopnosti. Není zde hodnocen produkt jako výsledek inovačního procesu, ale proces, jakým společnosti k inovacím přistupují. Soutěž je

pořádána na různých evropských a mimoevropských trzích a již se jí zúčastnilo více než 1750 společností z různých odvětví [10].

### HLAVNÍ PARTNEŘI

Regionální orgány	Vláda ČR	Parlament ČR	Úřad průmyslového vlastnictví
Komory			Pracoviště VaVal
Banky	Rada pro výzkum, vývoj a inovace		Nadace
Tuzemští partneři			Zahraníční partneři

### VYBRANÉ ÚSTŘEDNÍ ORGÁNY STÁTNÍ SPRÁVY

Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy	Ministerstvo práce a sociálních věcí
Ministerstvo průmyslu a obchodu	Ministerstvo pro místní rozvoj
Ministerstvo zahraničních věcí	

### ČLENOVÉ AIP ČR, z.s. a další partneři

Společnost vědeckotechnických parků ČR, z.s.	<b>Asociace inovačního podnikání České republiky, z.s.</b>	Česká společnost pro nové materiály a technologie
Český svaz stavebních inženýrů		Fakulta strojní ČVUT v Praze
Rada vědeckých společností ČR		Vysoké učení technické v Brně
Fakulta stavební ČVUT v Praze		Asociace výzkumných organizací
Univerzita Karlova v Praze		Asociace strojních inženýrů ČR
Západočeská univerzita v Plzni		Vysoká škola chemicko-technologická v Praze
RINKCE, Ruská federace		Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Česká společnost pro jakost, z.s.		České centrum Institution of Engineering & Technology
Český svaz vynálezců a zlepšovatelů		Český komitét pro vědecké řízení
Technická Univerzita v Liberci		Česká asociace rozvojových agentur
Asociace pro vodu v krajině ČR	<b>Členství a partnerství AIP ČR, z.s. v tuzemských a zahraničních organizacích:</b> <i>CzechInno, z.s.p.o.</i> <i>Český svaz vědeckotechnických společností z.s.</i> <i>Enterprise Europe Network ČR</i> <i>International Centre for Scientific and Technical Information</i> <i>Mezinárodní obchodní komora ČR</i> <i>Technology Innovation Information</i> <i>Transfera.cz</i>	Asociace pro poradenství
Národní klastrová asociace		Univerzita Palackého v Olomouci
Vysoká škola podnikání a práva, a.s.		Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Univerzita Jana Amose Komenského Praha, s.r.o.		Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

### PODNIKATELSKÉ SUBJEKTY

Pracoviště transferu technologií	Vědeckotechnické parky	Inovační firmy	Další podnikatelské subjekty
----------------------------------	------------------------	----------------	------------------------------

Obrázek 2.5: Systém inovačního podnikání v ČR pro rok 2016 [11].

### 2.1.3 Budoucnost inovací

V Evropském měřítku se hospodářský vývoj drží Strategie Evropa 2020, která nahrazuje Lisabonskou strategii jejíž časový horizont vypršel v roce 2010. Strategie pro inteligentní a udržitelný růst je založena na principech znalosti ekonomiky a podpory začleňování jak sociálním, tak územním. Pro oblast inovací vznikla v rámci této strategie tzv. Unie inovací, která se zaměřuje na problémy s energetickou bezpečností, zdravím a stárnutím populace či změnu klimatu a chce se na jejich řešení podílet se rozvojovými zeměmi. K tomu chce využít soukromého sektoru a za podpory veřejného sektoru umožnit snadnější proniknutí nápadů a inovací na trh. V rámci této iniciativy bylo navrženo 34 opatření, která jsou rozdělena do šesti klíčových oblastí.

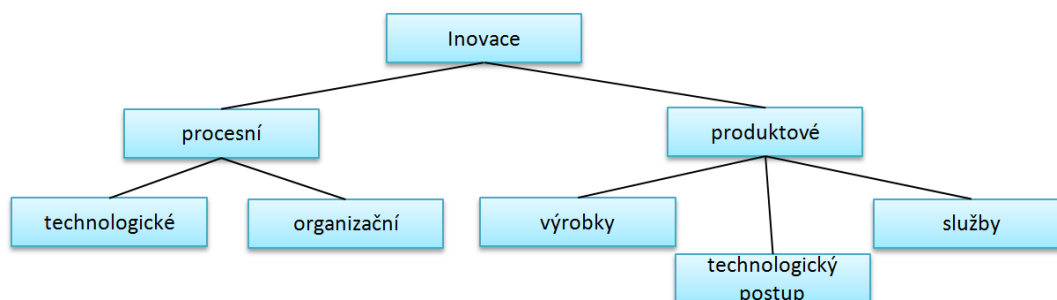
Jedná se například o posílení znalostní základny, mimo jiné zajištění dostatečného počtu výzkumných pracovníků, uvádění nových výrobků na trh, které má být finančně podporováno, maximalizace sociální a územní soudržnosti, vytvoření evropských inovačních partnerství, šíření této politiky navenek. Jinak řečeno je zde snaha zajistit, aby výzkumní pracovníci, inovátoři a akademičtí pracovníci zůstali v Evropě a posledním odvětvím je tzv. provádění Unie inovací, kde by členské státy měly definovat hlavní výzvy a reformy [8].

Česká republika se v rámci této iniciativy zaměřila na vysokou úroveň všech forem vzdělávání, podporu poskytování veřejných služeb prostřednictvím spolupráce veřejného a soukromého sektoru tzv. PPP partnerství i v oblasti financování inovačních programů, podporu internacionalizace inovačních společností, či rozvoj a používání statisticky podložených údajů při tvorbě inovační politiky na všech úrovních. Prioritou je také rozdělení pracovišť na podporující průřezové technologie a investiční programy, které vedou k řízení na základě společenské poptávky s mezinárodním uplatněním.

Zároveň Ministerstvo průmyslu a obchodu představilo Národní iniciativu Průmysl 4.0, která představuje tzv. čtvrtou průmyslovou revoluci. Tato revoluce má přinést radikální změny ve výrobních procesech a vznik "chytrých továren". Hlavním cílem je snaha o udržení a posílení konkurenceschopnosti České republiky k technologickému prvenství států, které se vydávají touto iniciativou, na světových trzích. Zároveň je zde snaha o převzetí větší kontroly nad celým hodnotovým řetězcem a řešení narůstajících společensko-ekonomických problémů. Jelikož velkým fenoménem současné doby je propojení věcí, lidí a služeb s internetem, odráží se tato skutečnost i na průmyslu. V Průmyslu 4.0 dochází k transformaci samoobslužných automatů na plně integrované, automatizované a průběžně optimalizované prostředí. Základním prvkem "chytrých továren" budou nové globální sítě, které vzniknou propojením výrobních zařízení a CPS (kyberneticko-fyzikální systémy). Vše by spolu mělo vzájemně komunikovat na bázi internetu a zároveň vyhodnocovat data, na základě kterých se budou předpovídat poruchy, chyby aj. S využitím takovýchto zařízení mají vznikat "chytré produkty", které budou reagovat na individuální požadavky zákazníků. Všechna tato zařízení by měla fungovat na globální síti nazvané Internet of Things u nás známé jako internet věcí, který přináší možnosti nových propojení s jednotlivými systémy, jejich jednodušší ovládání a sledování, což však přináší otázku bezpečnosti a ochrany dat. Na druhou stranu díky tomuto propojení by lidé neměli dělat těžkou rutinní práci a měli by tak dostat prostor pro kreativní práci [12]. V duchu Průmyslu 4.0 byly realizovány i stavby Univerzitního centra energeticky efektivních budov a Českého institutu informatiky, robotiky a kybernetiky.

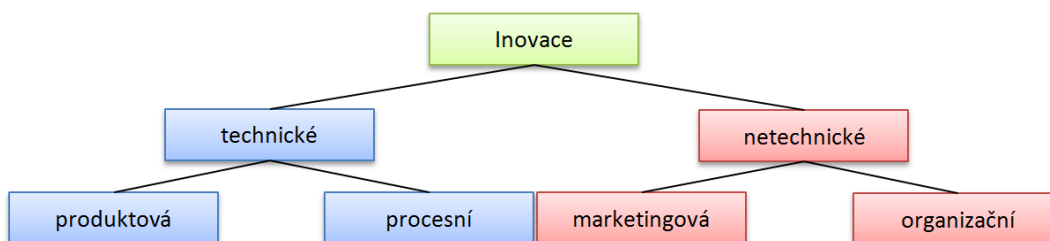
## 2.2 Typologie inovací

Inovace se třídí dle různých hledisek. Jedním ze základních dělení je tzv. systémové dělení, které určuje, zda se jedná o oblast produktů či vnitřních procesů, a je znázorněno na Obr. 2.6. Procesní inovace pak zahrnují jak technologickou sféru, tak organizační odvětví, stejně tak produktové inovace zahrnují služby, technologický postup i výrobky [3].



Obrázek 2.6: Systemové dělení inovací.

Vzhledem k vývoji se inovace netýkají už jen samotných produktů nebo technologií, je nutno je rozdělit do jednotlivých skupin pro jejich efektivnější řízení. Z praxe vyplynulo věcné členění inovací, které je dělí inovace na technické, kde jsou produktové a procesní inovace, inovace organizační a marketingové jsou označovány jako netechnické, což je znázorněno na Obr. 2.7. Jelikož každá skupina je specifická, je nutno je rozebrat každou zvlášť.



Obrázek 2.7: Věcné dělení inovací.

### 2.2.1 Produktová inovace

Požadavky na nové produkty jsou běžným rysem k uspokojení požadavků zákazníka, proto je trend v hledání nových produktových idejí a inovací úzce vázán na konečného spotřebitele. Produktové inovace jsou tedy specifickým nástrojem v produktové politice firmy, i když ne vždy je zcela jasné, že se jedná o inovaci tohoto druhu. V rámci produktové politiky jde o hledání nových vyspělejších produktů. Tato změna se může týkat technického řešení, materiálu, funkce či rozšíření uživatelských možností. Řízení těchto inovací vyžaduje řadu rozhodnutí v oblastech strategického i operativního plánování, mnoho informací jak o úspěšných, tak i neúspěšných produktových inovacích stejně jako analýzu impulsů, které k inovaci nabádají. Při hodnocení významu inovace vzhledem k trhu můžeme vycházet z Ansoffovy matice, kde



se na osách promítne účel a prostředek inovace (viz Obr. 2.8). V této matici se nám promítne vnímaný stupeň novosti výrobků zákazníkem a výrobcem. Propojením těchto dvou vnímání vzniknou čtyři kategorie výrobkových inovací s příslušnými strategiemi.



Obrázek 2.8: Typy produktových inovací [6].

Strategie přírůstkových inovací vyžaduje malé nároky na výrobce, které přinášejí jen malé výhody a užitky pro zákazníka. Tento druh je nejčastěji využívaný, neboť s sebou nese i nejmenší náklady. Podnik se touto strategií zaměřuje na zlepšení výrobku a kopírování od konkurence. Strategie technických inovací jsou významné pro podnik a často se týkají zlepšení technického stavu výrobku. Tuto inovaci zákazník příliš nepozoruje, avšak při úspoře nákladů na výrobu se to může promítnout na snížení ceny, což zákazník zaznamená. Z praxe však vyplývá, že tato inovace je nejméně využívaná a je přezdívaná jako strategie "high-tech". Aplikační inovace nevyužívají nové technologie, ale přinášejí nový užitek pro zákazníky. Po přírůstkových inovacích patří k druhým nejpoužívanějším produktovým inovacím zejména díky nízkým nákladům a krátké době návratnosti. Není však vhodná při dlouhodobém využívání, neboť by mohlo dojít k vyčerpání technické základny. Strategie radikálních inovací vede k novým výrobkům pro zákazníka i pro výrobce. Příkladem této inovace může být automatická převodovka v automobilovém průmyslu. Radikální inovace jsou velice nákladné na vývoj, marketingové zajištění i samotné nalezení, proto jsou poměrně vzácné, avšak obvyklejší než technické [13].

Proces produktové inovace je souhrn několika činností, které vyvolávají spolupráci napříč celým hodnototvorným řetězcem společnosti. Proto je nutné důsledné a správné zvládnutí určitých činností, a to jak v oblasti analýzy trhu, tak v oblasti tvorby vlastní inovace. Poté nastávají dvě možnosti tvorby nové inovace. Jedná se buď o technologii indukované chování, kde se hledá využití pro zákaznickou potřebu u již vyvinutých technologií a na jejichž rozvoji se podílejí převážně pracovníci technických útvarů, nebo o potřebami indukované chování, kde se hledají výrobky, které jsou schopny uspokojit potřeby zákazníků a za nimiž stojí převážně marketéři hledající uspokojení dosud neuspokojených přání zákazníků [6].

Produktové inovace dle Kavana lze dělit do tří kategorií:

- výrobkové inovace, které v praxi představují cca 70% produktové inovace,

- technologické inovace, které v praxi představují cca 28% produktové inovace,
- materiálové inovace, které v praxi představují cca 2% produktové inovace [14].

Toto rozdělení zcela odpovídá současným možnostem, kdy hledání nových materiálů je stále obtížnější, a tedy i málo používané.

### 2.2.2 Inovace procesů

Inovace procesů je založena na zavádění nových technologických procesů či změně dodavatelských sítí v procesu tvorby či řízení. Změny se mohou týkat zařízení, softwaru, procedury či techniky, které jsou využívány při dodávání služeb nebo produktu. Zahrnují také významné zlepšení těchto věcí v přidružených nebo podpůrných činnostech, jako je například účetnictví, nákup a obchod, nebo údržba. Pomocí tohoto typu inovací může docházet ke snižování materiálové spotřeby a mzdových nákladů, tak jako ke zlepšení pracovních podmínek nebo dokonce životního prostředí. Ačkoliv je ekologické hledisko stále důležitější, je tento výstup procesní inovace na zlepšení životního prostředí spíše druhotný. Při procesních inovacích mohou vznikat nové vazby ve vnitropodnikovém hodnototvorném řetězci, které je nutno zahrnout do řízení procesů ve společnosti. Tento druh inovací je v praxi nejčastěji využíván, neboť při zlepšení a urychlení procesů zajistí rychlejší distribuci výrobků či služeb mezi zákazníky, a tím i případně větší zisk.

### 2.2.3 Marketingová a organizační inovace

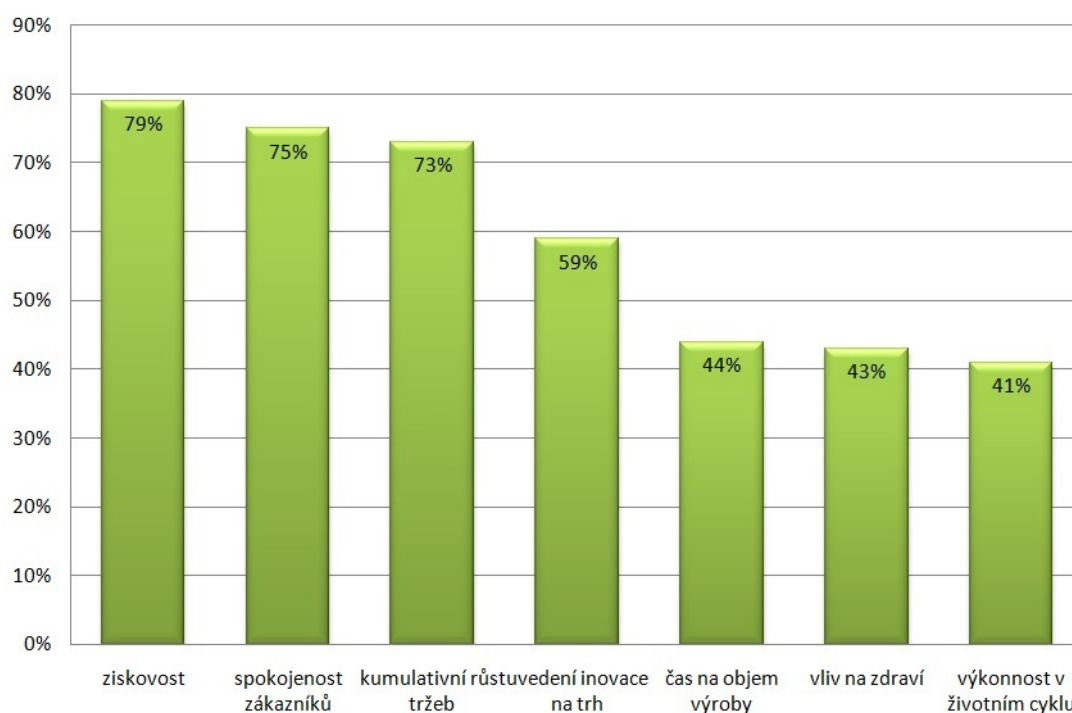
Marketingová inovace je spojena se zavedením nových forem realizace marketingových strategií, jako mohou být design obalu či produktu, nové odbytové cesty, nebo nový druh komunikace. Hlavním cílem těchto inovací je zvýšení prodeje a jsou spojeny s novou marketingovou metodou. Hlavní zaměření je na zákazníka, otevření nových trhů, ocenění a umístění produktu na trh. Nová marketingová strategie může být implementována na nové i stávající produkty. Nejedná se však o sezónní a rutinní změny, neboť k tomu, aby se jednalo o marketingovou inovaci, nesmí být tyto metody již dříve podnikem užívané [15]. Jedná se především o metody analýzy trhu, strategie nebo komunikace, které mají hlavní cíl přiblížit se potřebám zákazníka. Křivka životnosti výrobku je vhodným prvkem pro plánování marketingové strategie, ať už jde o včasné nasazení nových výrobků, nebo opatření pro prodloužení životnosti stávajícího výrobku. Dalším vhodným nástrojem pro plánování marketingové strategie je matice BCG neboli Bostonská matice, která rozděluje produkty z portfolia podniku do čtyř skupin dle míry růstu na trhu a tržní pozice. Rozděluje produkty na dojně krávy přinášející hlavní zisk do firmy, bídné psy, což jsou výrobky vhodné pro stažení z trhu, hvězdy vhodné pro investování do reklamy a drobných inovací a otazníky, u kterých není ještě zcela jasné, jak se uplatní. Marketingové inovace jsou chápány jako výsledek marketingového výzkumu, analýzy silných a slabých stránek, příležitostí a rizika a také možnosti dalších alternativních rozhodnutí. Po vypracování podrobné SWOT analýzy a přístupu firmy k naznačeným signálům z této analýzy vyplývajícím, lze rozdělit podnik na reagující, který reaguje na potřebu inovace na základě zjištěné situace, nebo podnik inovativní, který je zaměřený na výzkum včasného rozpoznání budoucnosti, a tudíž včasné nasazení inovace. Při této inovační politice je potřeba změna systému marketingových informací a správná

komunikace s potenciálním i skutečným tržním segmentem. Důležitá je image, kde musíme předpokládat, že již nějaká existuje v představách dané cílové skupiny. Proto je nutno tento stav analyzovat a pomocí řady nástrojů marketingového mixu ovlivňovat.

Zavedení nového typu organizace procesů probíhajících v podniku představují organizační inovace. Spočívají ve změně dělby práce a řízení pracovníků uvnitř firmy s využitím nových organizačních metod, outsourcingu nebo v organizaci externích vztahů. Stejně jako u marketingových inovací zde platí, že tyto inovace jsou nové a v podniku nikdy dříve nebyly použity [6]. Na nové organizační uspořádání může navazovat i úprava procesů a následná úspora materiálu nebo času, je tedy vždy potřebná analýza dopadu organizační inovace. Správné uspořádání logistiky v podniku představuje značnou úsporu nákladů. Za organizační inovaci nelze považovat změny v obchodních praktikách a nové organizace pracovních míst, která jsou založena na organizačních metodách využívaných v podniku.

## 2.3 Hodnocení inovací

Každé inovování sebou nese náklady, proto roste požadavek na měření efektivnosti vzniklé inovace. Jelikož každá inovace je odlišná, nelze určit přesnou metriku pro měření, a hodnocení tohoto procesu se stává obtížným. Možné metriky s procentuální využitím u firem jsou dle průzkumu společnosti Boston Consulting Group znázorněny na Obr. 2.9.

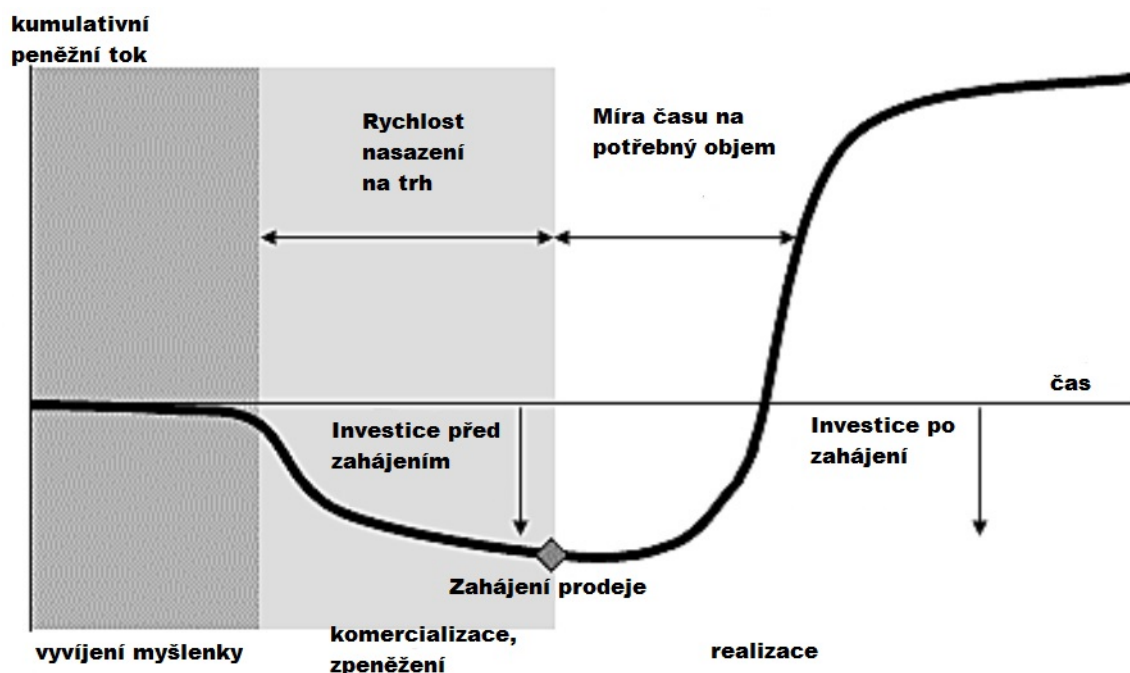


Obrázek 2.9: Nejčastěji využívané metriky k hodnocení inovací ve firmách, převzato [16], upraveno autorem.

Boston Consulting Group je mezinárodní skupinou poskytující poradenství v oblasti strategie a managementu a je známá svou tzv. Bostonskou maticí. Dle této

společnosti je vhodné pro měření inovace využít 10 až 12 různých metrik, aby poskytly dostatek informací k řízení inovace. Tato skupina provádí výzkumy, které se zaměřují na měření inovací včetně souboru doporučených ukazatelů k hodnocení. Na základě výzkumu této společnosti vyplynulo, že ačkoliv se firmy snaží výsledky hodnotit více metrikami, převládá hodnocení do množství pěti ukazatelů. Nejčastějšími hodnotícími kritérii jsou ziskovost, kterou využívá 79% respondentů, následuje spokojenost zákazníků se 75% dotázaných. Dalším kritériem pro firmy je i kumulativní růst tržeb se 73% zastoupením a čas potřebný k uvedení inovace na trh sleduje 59% dotázaných. Kolem 40% měla kritéria jako čas na dosažení požadovaného objemu výroby, vliv na zdraví či výkonnost v životním cyklu inovace viz. Obr. 2.9 [16].

Na základě této skupiny vznikla tzv. metodika Cash Curve, která se zaměřuje na přeměnu vstupů na výstupy. Tato křivka znázorňuje náklady a výnosy v průběhu životnosti inovace, která začíná vývojem a končí stažením z trhu a je znázorněna na Obr. 2.10. Jedná se o cenný analytický nástroj, jež pomáhá znázornit možný dopad inovačního rozhodnutí, určit ohrožené oblasti a rozvinout diskusi o zlepšení návratnosti. Křivka hotovosti se zaměřuje na čtyři klíčové faktory, které určují úspěšnost inovace a její schopnost návratnosti investice. Jedná se o počáteční náklady, dobu nutnou pro dosažení požadovaného objemu výroby, rychlost uvedení výrobku na trh a doprovodné náklady, které nastanou až po uvedení výrobku na trh.



Obrázek 2.10: Cash Curve [17].

Podobně jako u Cash Curve je model hodnocení dle složek inovací založen na tom, že inovační proces je tvořen vstupy a výstupy a přidává se složka procesu. Proto se jedná o další možnost jak hodnotit vzniklou inovaci pomocí měření každé z těchto činností. Pro měření vstupů se nejčastěji využívají provozní náklady, nutné kapitálové výdaje, množství nápadů, které jsou dále rozvíjeny, či počet zaměstnanců, kteří jsou pro proces inovace potřební. Pro měření procesu je nejčastěji využívaná metrika času, která udává dobu realizace nápadu, rozdíl mezi očekávanou hodnotou nápadu a jeho skutečnou hodnotou. Pro měření výstupu lze vycházet ze změny



tržního podílu, kvality výrobku, spokojenosti zaměstnanců, přijetí nového výrobku zákazníky nebo počtu nově uvedených produktů [18].

Hodnocení inovací dle Oslo manuálu nabízí hned dva možné přístupy, rozpočtový nebo objektový. Rozpočtový přístup se vztahuje na náklady realizační, potenciální a přerušené činnosti v daném roce. Výhodou tohoto přístupu je lepší mezinárodní a mezioborová porovnatelnost dat, a to jak u inovujících, tak neinovujících firem. Nevýhodou je, že nelze přesně přiřadit výsledky inovace ke vstupům. Objektový přístup se vztahuje k celkové částce za inovace, které byly realizovány v daném období. Nejsou zde zahrnuty náklady na přerušené činnosti, probíhající činnosti či náklady na výzkum a vývoj, který není spojen s žádným konkrétním projektem. Výhodou tohoto přístupu je lepší propojení nákladů se vstupem a umožnění analýzy vztahu mezi úspěšnými inovacemi a jejich vlivem na ekonomickou výkonnost. Nevýhodou je potřeba podrobnějších informací o nákladech na úrovni projektu, a to i za předchozí roky. Dalším problémem je definice hlavního projektu, ke kterému se náklady vztahují, což brání mezinárodní a mezioborové srovnatelnosti.

Oslo manuál stanovuje i metody pro pořizování dat, a to buď odzdoła - nahoru, kde je určena částka jednotlivých činností a součet je roven celkovým inovačním nákladům, nebo metoda odshora - dolů, kde jsou náklady rozepisované na jednotlivé činnosti. Jako doporučení oslo manuál udává kombinaci subjektivního přístupu a metody pořizování dat odzdoła - nahoru [19].

Sledování nákladů je pak rozděleno do několika skupin:

- Výdaje na výzkum a vývoj,
- Výdaje na hmotnou techniku,
- Výdaje na nehmotnou techniku a know-how,
- Výdaje na nástroje, průmyslové inženýrství, průmyslový design a zavádění výroby, včetně ostatních výdajů na pilotní provozy a prototypy,
- Výdaje na školení souvisejícími s inovačními činnostmi,
- Marketing technicky nových či zdokonalených výrobků.

K hodnocení vlivu inovací na výkon podniku by měly být použity ukazatele z oblasti podílu inovace na tržbách, výsledky inovačního úsilí a vliv inovace na využití výrobních faktorů. Ukazatel podílu inovace na tržbách by měl zahrnovat životní cyklus výrobku, zda se jedná o zakázkovou či sériovou výrobu, stáří firmy, i zda se jedná o nahrazení vyřazeného výrobku, nebo o rozšíření sortimentu firmy. Ukazatel výsledků inovačního úsilí popisuje vliv inovace na obecnou výkonnost podniku. Vliv inovace na využití výrobních faktorů je ukazatel především pro procesní inovace a představuje například změnu ve využití lidských zdrojů, spotřebu energie nebo materiálu.

K tomu, aby bylo měření inovací smysluplné a efektivní, je důležité dodržovat určité principy. Základním principem je důkladný výzkum, který nám určí vhodnou základnu, ke které se bude měření vztahovat. Tato základna může být volena buď na základě našich dřívějších dat, nebo na základě porovnání s konkurencí. Dalším principem je dlouhodobé pozorování, neboť měření inovace nekončí s jejím uvedením na trh, ale je důležité inovaci sledovat v celém jejím životním cyklu, což slouží i

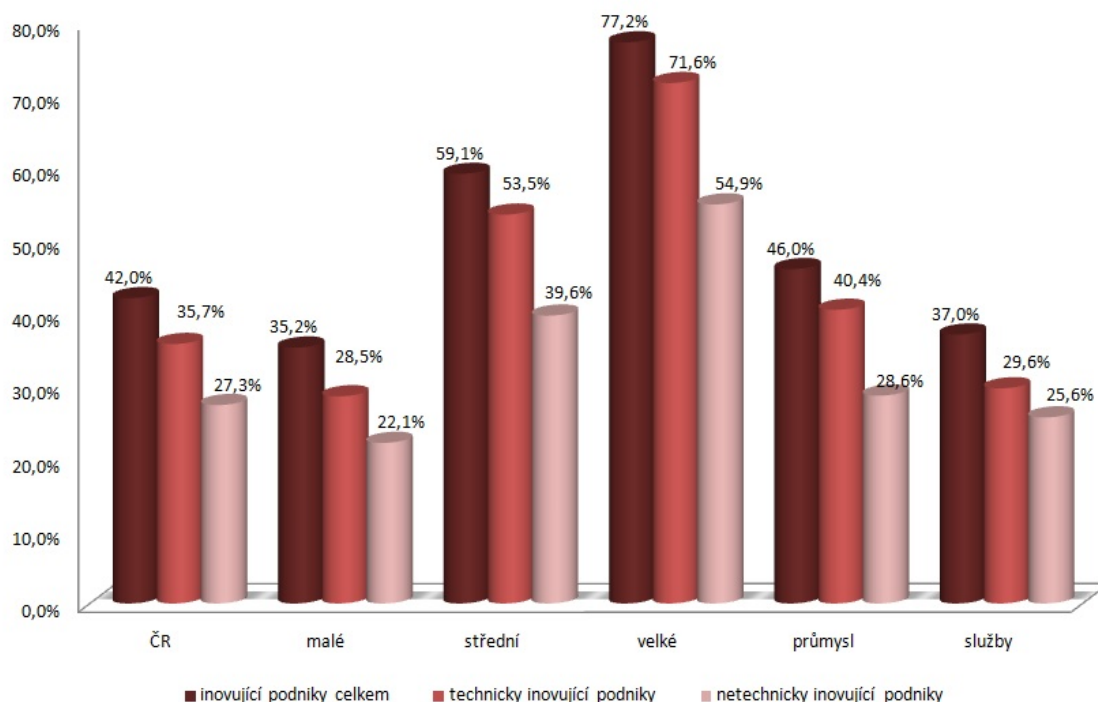
jako podklad pro další vývoj společnosti. Z toho vyplývá i následující princip průběžného hodnocení, který může zabránit vzniku škod při realizaci neúspěšných projektů. Za nejobecnější hodnotící principy jsou považovány efektivnost a výkonnost. Efektivita je založena na účelnosti, která by měla být podložena relevantními informacemi pro dobré rozhodování, a hospodárností, což klade důraz na přiměřené spotřebování nákladů. Tyto principy je nutné uplatňovat systematicky a komplexně. Měření inovační výkonnosti může ovlivnit hned několik faktorů, které vstupují do inovačního procesu. Proto je možno využít hned několika měřítek k určení. Nejjednodušším měřítkem je počet realizovaných inovací, který však nevyovídá o významnosti inovace. Počet získaných patentů uvádí, kolik patentů podnik sám přihlásil, nevyovídá však nic o inovacích ani přinesené hodnotě, proto je jako měřítko považován za nedostatečný. Ekonomické ukazatele, jako je výkaz zisku a ztrát, sice naznačují, že inovace dopomáhají k lepším hospodářským výsledkům, ale díky spolupůsobení jiných faktorů na tuto hodnotu nelze přesně určit efekt inovací ve výrobě [19].

## 2.4 Inovace v číslech

Jelikož výsledky za uplynulý rok 2015 nemohou být ještě vyhodnoceny, vycházíme z dat roku 2014. Výdaje na vědu a výzkum v tomto roce činily rekordních 85,1 mld. Kč, což byly 2% HDP, díky kterým se Česká republika dostala ukazatelem intenzity VaV na úroveň průměru Evropské unie. Z těchto výdajů zaplatila Evropská unie zhruba 13 mld. Kč, ze státního rozpočtu šlo na tyto účely 28 mld. Kč a zbylou polovinu zaplatily firmy. Také vzrostl počet lidí pracujících v tomto odvětví, a to na 97,4 tisíce lidí. Tento počet je však zavádějící, neboť mnoho osob působících ve VaV má úvazek i v jiných subjektech a věnuje se i jiné činnosti, např. pedagogické. Poprvé v tomto roce byly výdaje na VaV ve vysokoškolském sektoru rozděleny tak, že Praha a Jihomoravský kraj dostali srovnatelné množství finančních prostředků. Ještě v roce 2010 se Praha podílela 44% výdajů ve vysokoškolském sektoru, ačkoliv jako jediná nemůže čerpat prostředky z Operačního programu Výzkumu a vývoje pro inovace.

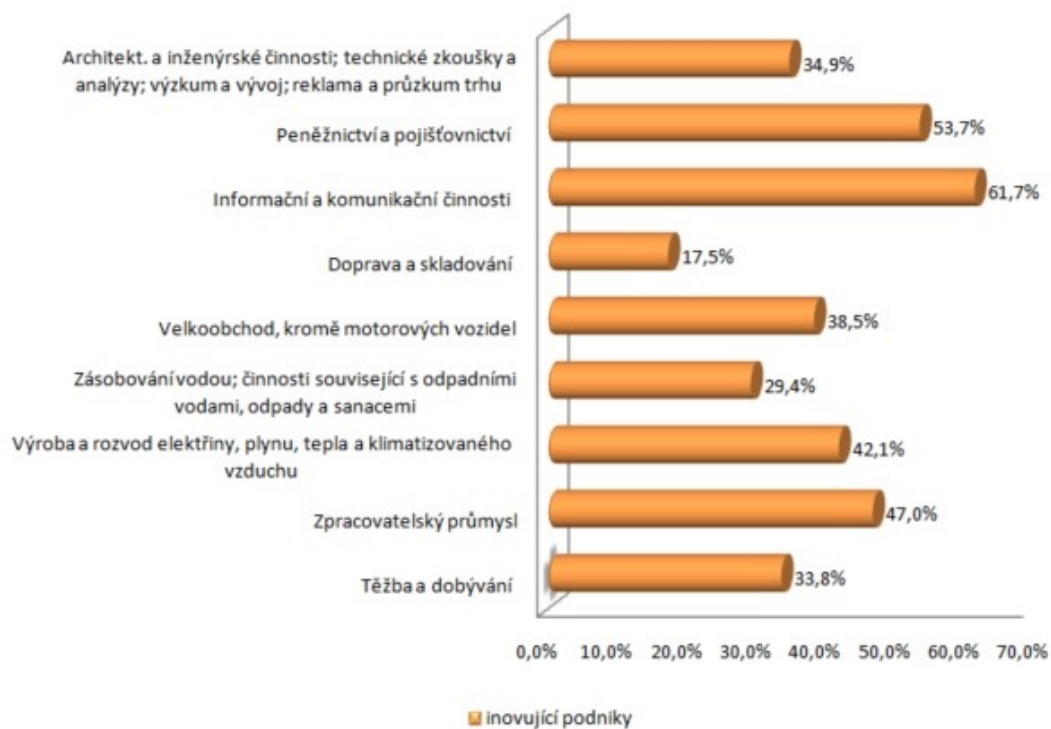
Dle Českého statistického úřadu se ve vybraných odvětvích ekonomiky zabývalo inovačními aktivitami 43,9% aktivních podniků v České republice, a to v období 2010-2012. Technické inovace byly zavedeny v 35,6% a netechnické v 31,6%. Pro období 2012-2014 byl podíl inovujících podniků 42%, z kterých se 35,7% věnovalo technickým inovacím a 27,3% se věnovalo netechnickým inovacím, což je znázorněno na Obr. 2.11. Jak je vidět, oproti předchozímu sledovanému období zaznamenala oblast inovací mírný pokles, a to především u netechnicky inovujících podniků.

Z inovujících podniků se technickými inovacemi zabývalo 85% firem a netechnické inovace zavádělo v tomto období 65% firem. Jako produktové inovace lze považovat inovace výrobků a služeb, těm se věnovalo 29,4% technicky inovujících firem. Procesním inovacím se věnovalo 21,6% technicky inovujících firem a procesní a produktové inovace zavedlo v tomto období 49% technicky inovujících firem. Marketingové inovace uvedlo 37% netechnicky inovujících firem. Marketingové a organizační inovace představilo 38% a jen organizační inovace zavedlo 25% netechnicky inovujících podniků [20].



Obrázek 2.11: Podíl inovujících podniků za období 2012-2014 [20].

Nejvíce inovací pro období 2010-2012 bylo vyvinuto v oboru informačních a komunikačních činností s 64,8%, následované odvětvím peněžnictví a pojišťovnictví s 55,9%. Pro období 2012-2014 byla nejvíce inovována opět oblast informačních a komunikačních činností s 61,7%, což odpovídá mírnému klesajícímu trendu v oblasti inovování. Jednotlivé podíly inovujících podniků jsou znázorněny na Obr. 2.12.



Obrázek 2.12: Podíl inovujících podniků ve vybraných odvětvích [21].

Jelikož data za období 2012-2014 ještě nejsou úplně všechna přístupná, jsou uvedena data pro období 2010-2012. V té době se technickými inovacemi zabývalo 81% firem a netechnické inovace zavádělo v tomto období 72% firem. Jako produktové inovace lze považovat inovace výrobků a služeb, kterým se věnovalo 71% technicky inovujících firem. Z toho 79,9 % zavedlo inovaci výrobku a 48,3% inovaci služeb. Pouze samostatné inovace výrobků zaváděly velké podniky především ve zpracovatelském a těžebním průmyslu. 8,5% inovujících podniků považovalo své inovace za zcela nové produktové inovace v celosvětovém měřítku, v evropském měřítku považovalo za zcela nové inovace 18% produktově inovujících podniků. Za zcela nové inovace na území České republiky bylo považováno 40% produktových inovací. Jako nejvýznamnější výsledek zavádění produktových inovací považovaly podniky rozšíření sortimentu, zlepšení kvality výrobků či služeb, vstup na nové trhy a zvýšení tržního podílu. Jako nejméně významné označily podniky snížení negativních vlivů na životní prostředí. Za inovované produkty utržily inovující firmy celkem 1 025 mld. Kč, což bylo 29,2% celkových tržeb těchto firem.

Procesně inovující podniky v České republice tvořily 67,4% inovujících firem a soustředily se především na inovaci metod výroby nebo zpracování, což zavedlo 68% procesně inovujících podniků. Druhou nejvyužívanější byla inovace podpůrných činností s využitím 59,2% firem. Nejméně využívaná byla u podniků metoda logistiky, dodávek nebo distribuce. Nejvíce využity byly procesní inovace ve zpracovatelském průmyslu, informačních a komunikačních činnostech a v těžbě a dobývání.

Náklady na technické inovace v roce 2012 dosáhly výše 99,1 mld. Kč. Na velké podniky připadlo 62,4%, střední podniky 22,6% a malé podniky 14% z této částky. Domácí podniky investovaly do technických inovací 33,4 mld. Kč, kdežto zahraniční a filace investovaly skoro dvojnásobnou částku než domácí firmy, neboli 65,8 mld. Kč. Nejvíce nákladů na technické inovace bylo vynaloženo ve zpracovatelském průmyslu, který spotřeboval 74,3 % nákladů na technické inovace. Veřejná sféra podporuje zavádění technických inovací v podnicích jak na úrovni vlády, regionální samosprávy, tak z fondů Evropské unie. Tuto veřejnou podporu v období 2010-2012 obdrželo 24,8% technicky inovujících podniků. Podpora z Evropské unie je uskutečňována zejména prostřednictvím Rámcových programů pro výzkum a vývoj, kterou získalo v daném období 3,2% firem a Sekundárních fondů, které získalo 14% podniků. Největší podpora od Evropské unie směřovala do odvětví zásobování vodou, kdežto odvětví architektonické a inženýrské činnosti nejvíce podporovala ústřední vláda.

Jako netechnické inovace jsou považovány marketingové a organizační inovace, které jsou považovány za podpůrné k technickým inovacím. Nejvíce jsou uplatňovány ve velkých firmách pod zahraniční kontrolou. Nejvíce se tento druh objevoval v odvětví informačních a komunikačních činností, peněžnictví a pojišťovnictví, a také ve velkoobchodní činnosti. Marketingovou a organizační inovaci současně zavádělo 35,5% netechnicky inovujících podniků. Marketingové inovaci se věnovalo 71% netechnicky inovujících podniků, které se zaměřily především na nová media nebo techniky pro inovaci, nové metody umístění výrobků, na významné změny designu či balení nebo také na nové metody ocenění zboží a služeb. Nejvíce na těchto úpravách zapracovalo odvětví velkoobchodů, peněžnictví a pojišťovnictví a zásobování vodou.

Organizační inovaci zavedlo 65% netechnicky inovujících firem. Nejvíce se zaměřily na nové metody organizace pracovních povinností a rozhodování, což zavedlo 79,5% všech podniků s organizační inovací. Druhou nejvyužívanější metodou byly

nové obchodní praktiky, které realizovalo 59,3%. Nejméně realizovaná byla inovace nové metody organizace pracovních povinností a rozhodování, která byla realizována ve 28,5% podniků. Organizační inovace byla nejvíce uplatňovaná v oblasti peněžnictví a pojišťovnictví, informační a komunikační činnosti a v dopravě a skladování.

V období 2010-2012 se aktivně inovacím věnovalo 20 503 podniků v České republice. Z tohoto množství bylo uskutečněno 27,4% produktových inovací, 26% procesních inovací, 24,3% marketingových inovací a 22,2% organizačních inovací [21].



# Kapitola 3

## Vývoj elektrotechniky a stavitelství

Jelikož stavebnictví vzniklo již dávno před naším letopočtem v pravěku a elektrotechnika je relativně mladé vědní odvětví, je propojení těchto dvou oborů ještě na svém počátku. Vývoj elektrotechniky je však velmi rychlý a poměrně značně ovlivňuje i vývoj v samotném stavebnictví. Jasným důkazem nám mohou být inteligentní budovy, které jsou v současné době na vzestupu. Vývoj stavebnictví je oproti vývoji v elektrotechnice značně pomalejší, zato životnost produktu vznikajícího z tohoto procesu je delší než u oboru elektrotechniky. Předpokládaná doba životnosti při běžné údržbě je u běžných budov s betonovými nebo ocelovými svislými konstrukcemi odhadována na 100 let. U elektroinstalací v těchto budovách je pak životnost odhadována na 25 - 50 let [22].

### 3.1 Vývoj elektrotechniky

Elektrotechnika je poměrně mladá věda, která má své kořeny v 16. století, i když některé elektrické a magnetické jevy byly pozorovány už ve starověku. Například první písemnou zmínku o nich přináší řecký filozof, fyzik a matematik Thales z Miletu, který popisoval přitahování malých těles jantarem po jeho předchozí tření nebo elektrický jev, který byl považován za projev bohů, blesk. Tato věda má však základ ve fyzikálních objevech a zaznamenává rychlý rozvoj. V průběhu své existence prošla mohutným a dynamickým rozvojem a její historii lze s nadhledem přirovnat k říčnímu toku, kdy začala zlehka a nabývá četnými přítoky, není přímočará a obsahuje i několik slepých ramen. Některá tato slepá ramena byla proražena až s dosažením další úrovně vzdělanosti a stala se tak základem pro vynález, který zasáhl celou civilizaci jako například elektromagnetické vlny, které se později využily v rozhlasu.

První vědecké poznatky jsou zaznamenány již na přelomu 16. a 17. století, kdy se lékař William Gilbert věnoval experimentům magnetických a elektrických jevů. Celkem obstojně vysvětlil zemský magnetismus a elektřinu považoval za nevážitelnou kapalinu, kde elektrický náboj je chápán jako určité množství této kapaliny. V roce 1660 sestrojil Otto von Guernicke první třecí elektriku, což byl rotační elektrostatický generátor. Angličan Stephen Gray v roce 1729 zjistil, že látky lze rozdělit na izolátory a vodiče, které mohou přenášet elektřinu i na velké vzdálenosti. Benjamin Franklin se pokoušel experimentálně potvrdit názor, že fyzikální podstata u třecí elektriky a blesku je stejná. Původně sváděl elektřinu z bouřkových mraků pomocí vysoké tyče, později své pokusy zdokonalil tím, že pouštěl papírového draka s kovovým hrotem a pomocí částečně vodivého motouzu svedl elektrický náboj až ke klíči,

který byl uvázán na konci motouzu. Mezi zemí a klíčem pak přeskakovaly jiskry. Konstrukcí bleskosvodu se úspěšně věnoval i český vynálezce Prokop Diviš, když si roku 1754 od místního kováře nechal na zahradě přímětické fary postavit uzemněný bleskosvod. Díky tomu byly Franklinovy poznatky z experimentů dotaženy do konce.

První propojení poznatků o elektřině s využitím matematiky se věnoval Charles Augustin de Coulomb, který vyjádřil silové působení mezi elektricky nabitými tělesy, dnes známé jako Coulombův zákon. Tento vztah považoval Coulomb za analogický k Newtonovu gravitačnímu zákonu, to však později vyvrátil Faraday, který dokázal, že se nejedná o působení gravitace na oba elektrické náboje, ale o vlastnosti okolního prostředí. Dalším experimentátorem, který inspiroval další badatele, byl Luigi Galvani. Zabýval se tzv. živočišnou elektřinou, kdy na železné desce pitevního stolu pozoroval záškuby na stehnech pitvané žáby při dotyku měděného drátku. Ačkoliv jeho vysvětlení tohoto jevu se ukázalo jako mylné, je považován za zakladatele elektrofyziologie. Ta se začala vyvíjet až kolem roku 1850, kdy Herman Helmholtz změřil rychlost šíření nervových impulsů. Další, který správně interpretoval Galvaniho experimenty, byl jeho krajan a pokračovatel Alessandro Volta. Italský fyzik sestrojil první galvanickou baterii složenou ze sériového zapojení galvaických článků stříbra a zinku, avšak fyzikálně chemickou podstatu svého objevu nebyl schopen vysvětlit. Zato na základě řady experimentů formuloval vztah mezi nábojem  $Q$ , napětím  $U$  a kapacitou kondenzátoru  $C$ , který je dodnes znám jako  $Q = C \cdot U$ . Jelikož jako první použil termín napětí, byla po něm jednotka napětí pojmenovaná.

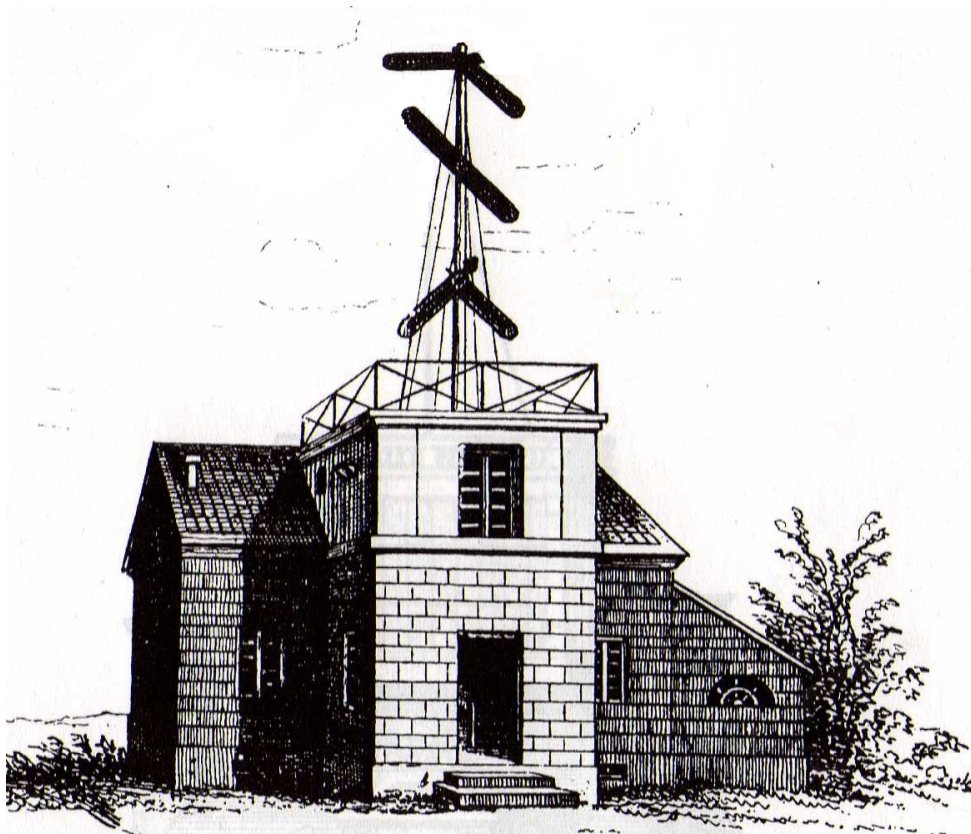
Dalším významným představitelem byl André Marie Ampér, který byl mimořádně nadaný a jeho práce "Úvod do matematické teorie her" mu pomohla k získání profesury fyziky a astronomie na lyceu v Lyonu. Ačkoliv se Ampere zabýval elektromagnetismem poměrně krátce, objevil důležité zákony elektrotechniky a na jeho počest po něm byla pojmenována jednotka elektrického proudu. Velkým vynálezem z konce 18. století byl parní stroj, který vyvolal převrat v dopravě i výrobě. S parním strojem došlo k zániku manufakturní výroby a vzniku průmyslu hutního a textilního, což vedlo k velkým hospodářským i sociálním změnám. Za tímto vynálezem stál James Watt, který zdokonalil původní parní stroj nazývaný "ohnivý stroj" vyvinutý Thomasem Newcomenem v roce 1712.

V první třetině 19. století byla definována nová teorie elektromagnetického pole, což proběhlo v několika etapách. V první etapě byla formulována koncepce a poznatky, z nichž teorie mohla vzniknout. O tuto formulaci se zasloužil Michael Faraday. Ačkoliv neměl matematické vzdělání, jeho závěry se vyznačovaly exaktní matematickou přesností. Při jeho pokusu s prstencem z měkkého železa se dvěma cívkami objevil, že při zapojení galvanického článku k jedné cívce vzniká v druhé cívce proudový impuls. Tento jev nazval elektromagnetickou indukcí, a tak po něm byla pojmenována jednotka kapacity. Faraday je také považován za zakladatele elektrochemie, neboť experimentoval s elektrolýzou a také jako první sestrojil první stejnosměrný stroj, který fungoval jako dynamo nebo jako motor. O matematický model této teorie se postaral James Clerk Maxwell, který vycházel z Faradayových myšlenek a experimentů. Tato významná osobnost teoretické fyziky se věnovala kromě teorie elektromagnetického pole i teorii pružnosti, která je jednou ze základních vět stavební mechaniky pod označením Maxwellova věta. Tato věta pojednává o matici poddajnosti konstrukce, která je symetrická pro lineárně elastický materiál u staticky určitých a neurčitých konstrukcí. Věnoval se také psaní filosofických esejí a vtipných básní s fyzikálním námětem. Experimentální ověření teorie elektromagnetického pole



se postaral Henrich Rudolf Hertz. Tento německý matematik a fyzik byl prvním, kdo prokázal existenci elektromagnetických vln, což se stalo významným objevem pro rozvoj radiokomunikační techniky. Díky tomuto objevu byla po Hertzovi pojmenovaná jednotka frekvence.

Koncem 19. století v souvislosti se stavbou elektrických sítí pro účely telekomunikace a pro přenos a distribuci elektrické energie vznikla nová teorie elektrických obvodů jako nový samostatný vědní obor. Za rozvojem a formulací základních zákonů stojí významný fyzik této doby Georg Simon Ohm, po kterém je pojmenovaná jednotka odporu a jehož vztah mezi proudem, napětím a odporem je považován za jeden ze základních zákonů elektrotechniky. K dalším pilířům, na kterých je založena teorie elektrických obvodů, patří první a druhý Kirchhoffův zákon. Gustav Robert Kirchhoff se elektrickými a magnetickými jevy zabýval jen krátkou dobu, ve zbylém období se věnoval například chemickým složením zářících těles, nebo mechanice pružných těles. První Kirchhoffův zákon vypovídá o tom, že součet okamžitých hodnot proudů v libovolném uzlu, které do něj vtékají a vytékají z něj, je roven nule. Druhý jeho zákon pojednává o součtu napětí na větvích v libovolně orientovaných smyčkách obvodu, který je také roven nule. K efektivnějšímu vývoji bylo potřeba také kvalitnější vyhodnocování experimentů, což vedlo k vývoji měřicích přístrojů. Mezi první přístroje patřil elektroskop a elektrometr, který sloužil jak pro měření náboje, tak napětí. Vznikl také první voltmetr, který byl postupně vylepšován z původního rozsahu 10 V na rozsah 300 V.



Obrázek 3.1: Optický telegraf v Prusku [23].

Významné ovlivnění společnosti přišlo s rozvojem sdělovací elektrotechniky. Komunikace pomocí vlajkových či světelných signálů je sice i v současnosti stále vyu-

žívána například mezi loděmi na moři, ale pro jiné účely byla už v druhé polovině 19. století nedostatečná. Optické telegrafy byly rozšířené v 1. polovině 19. století, ale jejich dosah byl značně omezený, pomalý a závislý na počasí. Optická telegrafní stanice používaná v Prusku měla systém, který zvládl signalizovat až 4096 různých poloh ramen a je znázorněna na Obr. 3.1, [23], [24].

Ve vývoji telegrafu působilo hned několik vynálezců, ale většinou se jejich objevy neujaly. První elektrický telegraf, který byl přijat, byl vynalezen Wernerem von Siemensem. Zakladatel německého elektrotechnického průmyslu se zabýval vodivostí, a tak je po něm nazvaná tato jednotka. První velkou zakázkou pro Siemense bylo vytvoření telegrafního spojení na trase Berlín - Frankfurt. Významným mezníkem v přenosu informace byl Morseův telegraf, který postupně vytlačil ostatní telegrafní systémy. V Čechách se telegrafy zabývali Julius Vilém Gintl a František Adam Petřina, kteří vylepšili Morseho telegraf. Po možném přenosu značek se začaly rozvíjet pokusy o přenos lidské řeči. Jako vynálezce telefonu je pak považován Alexander Graham Bell, který sestrojil tzv. harmonický telegraf. Tento vynález byl dále rozvíjen mnohými znalci, a tak telefonizace zaznamenala rychlý rozvoj. Díky tomu se na přelomu 19. a 20. století budovaly ve velkých městech telefonní ústředny. V Praze se začala roku 1889 budovat první kabelová telefonní síť, která byla automatizována v letech 1925 - 1929.

V druhé polovině 19. století se elektromagnetické jevy začaly využívat ve výrobních procesech i domácnostech, což si vyžádalo vývoj výkonných elektrických generátorů, motoru a osvětlení. To vše pak vyžadovalo stavbu elektráren a rozveden pro přenos elektrické energie. Tím začaly zárodky silnoproudé elektrotechniky rozvíjející se v elektrotechnickém a energetickém průmyslu. Postupně tak byly galvanické články nahrazovány generátory a parní stroj byl nahrazen elektromotory. O to se nejvíce zasloužil americký technik a vynálezce Nikola Tesla, který se zabýval střídavým proudem a vynalezl vícefázové asynchronní motory a vysokofrekvenční generátor. Právě jednotka magnetické indukce byla pojmenovaná po tomto vědci. Thomas Alva Edison se zasloužil o první mechanický záznam zvuku na vynález nazvaný fonograf. Byl průkopníkem všestranného využití elektrické energie, hlavně stejnosměrného proudu a k jeho vynálezům můžeme mimo jiné řadit psací stroj, pojistku, mikrofon, elektromobil aj. Snad nejznámějším vynálezem tohoto itala se stala žárovka, která vznikla v roce 1879. Osvětlení se věnoval český vynálezce František Křižík, který se zasloužil o rozvoj českého elektrotechnického průmyslu. Na Pařížské výstavě ho zaujala Jablůčková svíčka, která se stala podnětem pro zdokonalení obloukovky. Tu poté instaloval do papíren v Plzni, prodal výrobní licenci několika zahraničním závodům a seznamoval veřejnost s užitím elektrotechniky. Tento vynálezce je znám také vybudováním první tramvajové trati v Praze či první elektrifikovanou železniční tratí z Tábora do Bechyně (1902) [23] [24]. Elektrická zařízení se začala postupně rozšiřovat i do zdravotnictví, kde vznikl elektrokardiograf či kardiostimulátor.

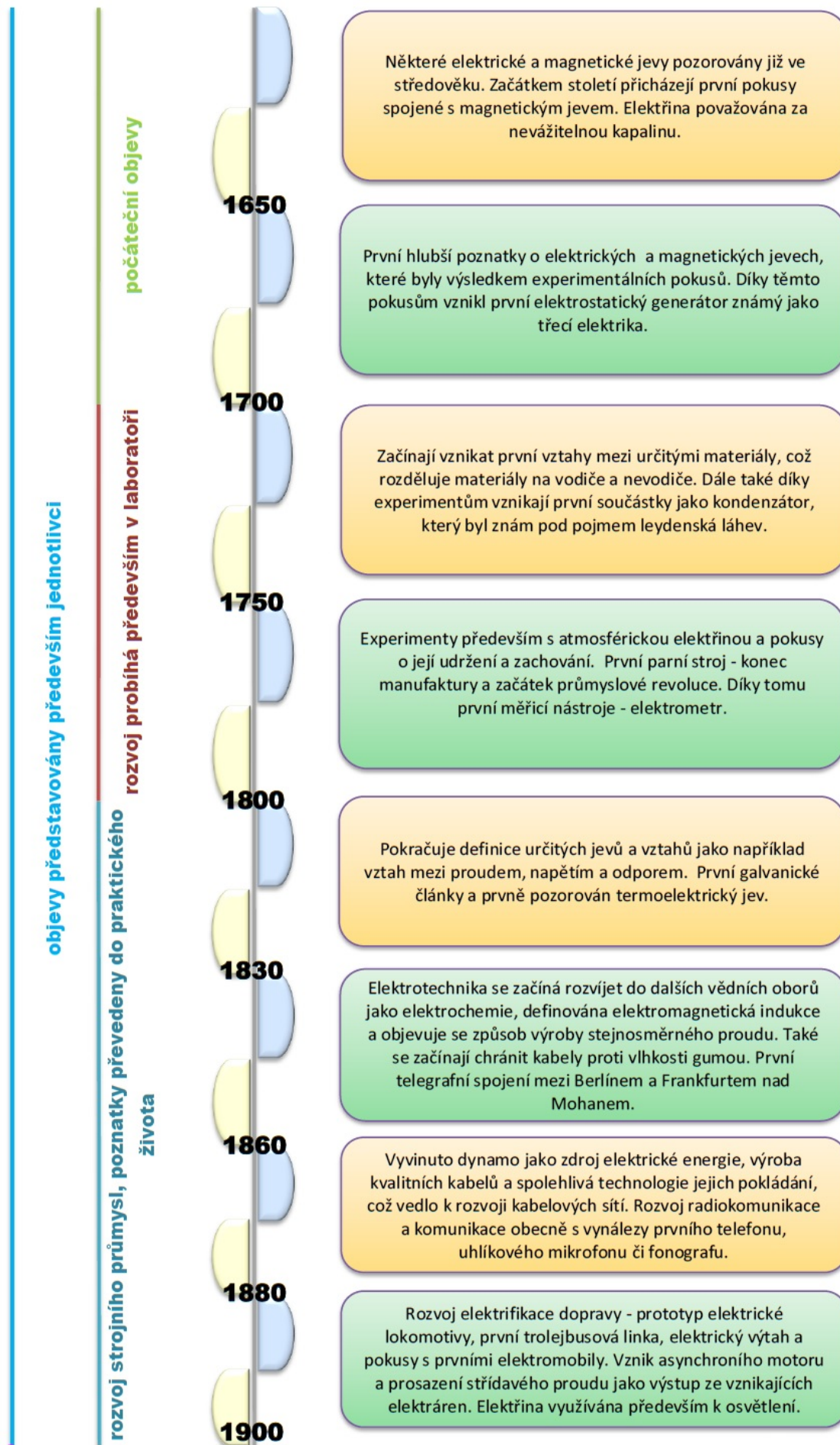
V první polovině 20. století došlo k rozvoji elektroniky a mikroelektroniky. Vzniklo zobrazovací zařízení, obrazovka, jež zahájila rozvoj televize. Ve 20. letech tak vznikla Bairdova televizní vysílací soustava. Během 2. světové války se začalo se stavbou prvních číslicových počítačů. Počítačovou problematikou se zabývalo několik vědců, jako Howard Hathaway Aiken, John Presper Eckert, nebo John William Mauchly. Ve 40. letech 20. století skupina vědců pod vedením Johna von Neumana zformulovala základní principy počítačů. Tato koncepce se rozvíjela s vývojem technologií

i rostoucími požadavky programátorů. Tento vývoj zapříčinil vznik nového oboru zvaného kybernetika. V 60. letech se začaly rozvíjet technologie s vysokou integrací, což dalo základ poválečné moderní elektronice. Jedná se převážně o elektroniku digitální a nástup mikroelektroniky, která se postupně stávala vedoucí oblastí elektroniky v odvětví výpočetní a telekomunikační techniky. S vývojem mobilních zařízení se kladly stále větší požadavky na zmenšování jednotlivých součástek, a tak plynule došlo k přechodu na nanoelektroniku. Byl zde kladen velký důraz na zmenšování komponentů a zároveň na zvyšování výkonu. Vývoj je dobře pozorovatelný například na technologických procesorech firmy Intel, které v roce 2007 měly rozměr 45 nm a v roce 2015 už jen 10 nm. Vývoj v tomto odvětví je velice rychlý. Například společnost Apple vydává každé tři roky nový model svého chytrého telefonu iPhone. U vývoje nového zařízení pro lékařské účely je tento vývoj poněkud pomalejší a vývoj nového EKG trvá zhruba deset let. Na těchto příkladech je velice dobře vidět, že pro rychlý rozvoj je důležitá poptávka po daném zboží a ochota spotřebitele za novou technologii platit [25] [23] [26].

Elektrotechnika je složená z několika oborů jako jsou elektrostatika, elektrochemie, energetika a elektronika. Elektrotechnika je hybnou silou moderní technické civilizace a je využívána i v jiných oborech. Ve spojení se stavebnictvím je elektrotechnika popisována jako elektroinstalace. Za elektroinstalace je považována soustava elektrotechnických zařízení, která slouží k přenosu elektrické energie, dat a slaboproudých signálů. Za elektroinstalace v budovách jsou považovány rozvodné sítě, datové sítě či slaboproudé rozvody.

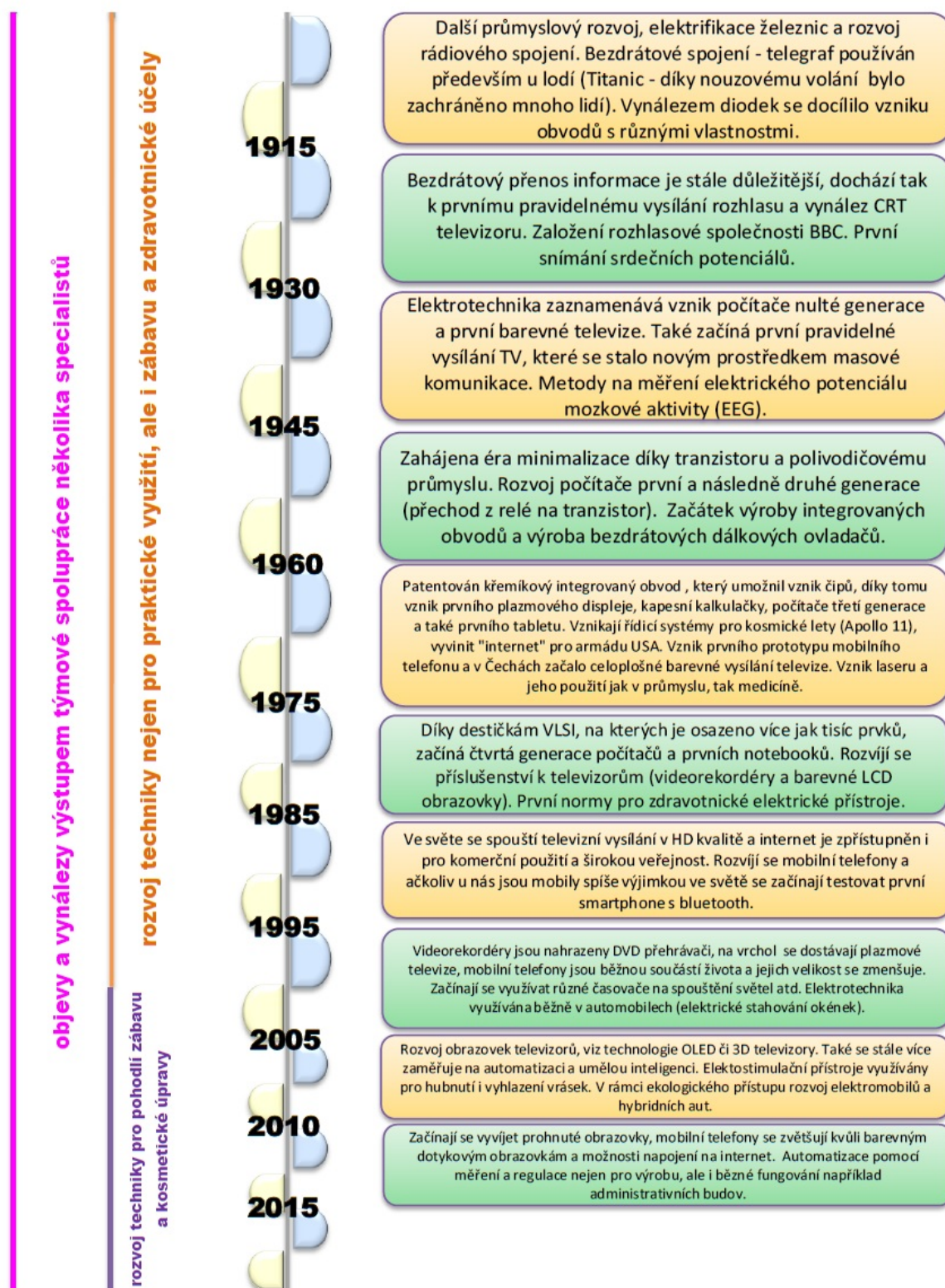
### 3.1.1 Vývojové cykly v elektrotechnice

Jak z předchozí kapitoly víme, pohybují se nejen inovace, ale i hospodářský vývoj v určitých sinusoidách a tvoří tak nekonečné cykly. Když se na vývoj, který probíhal v elektrotechnice, podíváme obdobným způsobem, zjistíme, že ony sinusoidy se v tomto odvětví postupně zkracují. Tento vývoj je však závislý nejen na samotných vynálezech, ale i na vývoji společnosti, a to jak po ekonomické stránce, tak i po stránce spotřební. Jako ukázkový podnikatel se v tomto ohledu projevil například Thomas Alva Edison, který nechal vybudovat první elektrárnu na světě díky níž rozsvítil dvaceti pěti kilometrovou síť žárovek. Výrobou elektrické energie a její následnou distribucí si zajistil odbyť pro svůj vynález z roku 1879, žárovku. Vývojové cykly elektrotechniky jsou vyobrazeny na Obr. 3.2. S rozvojem elektrotechniky vzniká i potřeba nových materiálů, které mají speciální elektrotechnické vlastnosti, jako je vodivost, magnetické vlastnosti apod. S výrobou nových elektrotechnických materiálů přichází i nové výrobní postupy a tím i nový obor elektrotechnologie. Jelikož elektrotechnické materiály jsou poměrně drahé, je snaha s jejich využitím šetřit a nahradit je levnějšími materiály. Například u kovů je měď, stříbro či zlato nahrazeno hliníkem.



Obrázek 3.2: Vývojové cykly v elektrotechnice.





Obrázek 3.3: Vývojové cykly v elektrotechnice.

## 3.2 Vývoj stavitelství

Stavitelství neboli "umění stavět" je pojem využívaný pro vytváření vnitřního prostoru, který slouží jako ochrana proti vnějším vlivům. Rozvívjelo se již od pravěku

a následně se rozvinulo do samostatného řemesla s několika obory. Vývoj stavitelství byl dříve nestejný, neboť byl ovlivňován přírodními podmínkami. Dnes je celkem jednotný, neboť je doba globalizace a informovanosti.

Počátky stavitelství spadají do období mezi mezolitem, neolitem a dobou kamennou. V této době se stavělo především z přírodních materiálů jako byl kámen, dřevo či hlína a jednalo se o účelové stavby, které sloužily jako přístřeší, úkryty nebo k obraně. Od samotného začátku bylo možné rozpoznat, zda se jedná o světskou či duchovní stavbu s kruhovou či podélnou dispozicí. Již v 7. tisíciletí před naším letopočtem vznikly na Blízkém východě celé komplexy domů, které byly odděleny ulicemi a dvorky. Zde byly poprvé použity cihly z dusané hlíny, avšak nejstarší pevná vazba zdiva byla použita až ve 4. tisíciletí př. n. l. u chrámu Mnajdra na Maltě. Další významné stavby a památky této doby jsou převážně menhiry (samostatně stojící kameny), dolmeny (tři kameny) a kromlechy (dolmeny uspořádány v kruhu). Nejznámější je Stonehenge, což je kromlech dochovaný v Anglii. V Čechách se vyskytují jen menší menhiry například Zakletý mnich v Drahomyšli.

V období od 4 000 př. n. l. do 6. stol. př. n. l. byla nejvíce rozvíjena oblast Mezopotámie, což bylo údolí mezi řekami Eufrat a Tigris. V této oblasti vznikaly říše jako Starobabylónská, Asyrská, Akkadská či Novobabylónská. Byly stavěny především zemědělské osady, z nichž postupně vznikala města, a tak se Starobabylónská říše stala prvním centralizovaným státem. V této době se rozvíjí náboženství a vzniká písmo, staví se především chrámy s typickou svatyní nazvanou zikkurat (vysoká stupňovitá věž s chrámem na vrcholu). Nejznámějším zikkuratem byla tzv. Babylónská věž. Dále se stavěly paláce, domy, opevnění a inženýrské stavby jako jsou kanály, kanalizace, mosty či silnice. Jako stavební materiál se využívají přírodní materiály: dřevo, kámen, hliněné cihly, jako pojivo asphalt či malta. Nejvýznamnější stavbou této doby byla metropole Babylón s visutými zahradami královny Semiramis a svatyně boha Marduka s babylónskou věží [27].

Období starověkého Egypta se datuje od roku 4 500 př. n. l. do 1. století př. n. l. Za tuto dobu v Egyptě vládlo 31 dynastií vládců. Jednalo se o dobu kamennou a bronzovou, kde bylo základem kultury náboženství. To určovalo, že moc je v rukou bohů (faraonů), a tak se věřilo na posmrtný život. Z tohoto důvodu se stavěla obydlí z netrvanlivých materiálů a společnost byla spíše otrokářská. Ve stavitelství se začaly používat stavební plány založené na složitých matematických výpočtech. Stavby byly stavěné dle osové symetrie s důmyslnou kompozicí. Výrazným prvkem staveb byly sloupy a pilíře s hlavicí. Nejčastěji se stavěly chrámy s různým zasvěcením jako například Slunci, zesnulému panovníkovi nebo bohům. Vzhledem k víře v posmrtný život byly hroby stavěny z trvanlivých materiálů a vznikly stavby jako mastaby, později pyramidy. Dále se pokračovalo ve stavbách paláců, domů, opevnění a inženýrských staveb. Z materiálů se využíval nejvíce kámen (vápenec, pískovec, žula či čedič) nebo hlína a z ní vypalované cihly. Dřevo se jako materiál využívalo jen zřídka, neboť se muselo dovážet. Nejvýznamnější stavby této doby byly Džoserova pyramida nebo pyramidový komplex v Gíze.

Období antiky se datuje od 2. tisíciletí až do 1. století př. n. l. a bylo rozděleno do archaického, klasického a helénistického období. Velký význam byl kladen na vnější formu stavby a její rozvoj s respektováním matematických proporcí. Stavby byly symetrické, nebo vyváženě asymetrické se základním modulem, který vychází z měřítka lidské postavy. Základní stavbou řecké antické architektury se stal chrám, který byl pokládán za příbytek boha. Stavěly se také veřejné stavby jako divadla, hi-

podromy (prostor pro závody koní), stadia (běžecká dráha) neb gymnasia (komplex ke cvičení a vzdělávání). Pokračovala stavba klasických obydlí, opevnění měst a inženýrské stavby silnic, mostů a kanalizace. Jako materiál byl využíván kámen lomový nebo opracovaný, dřevo, cihly nebo kovy. Významnými stavbami tohoto období jsou Apollónův chrám v Delfách a Korintu, Parthenón v Aténách, který je znázorněn na Obr. 3.4, Artemidin chrám v Efesu či Mauzoleum v Helikarnassu.



Obrázek 3.4: Parthenón [28].

Římské antické období (753 př. n. l. až 476 n.l.) se dělí na dobu královskou, období republiky a období císařství. Vychází z řeckého helénistického období, umění je okázalé a monumentální, reprezentuje bohatství a moc říše. Základní stavbou této doby byly občanské stavby. Pro monumentální stavby byla důležitá dokonalá státní organizace, využití práce otroků a nové stavební techniky litého zdiva. Římské stavitelství vycházelo z řeckých staveb a vytvořilo nové, druhově a tematicky rozmanitější stavby. Ve sféře veřejných staveb vzniklo nejvíce nových druhů staveb, jako byl triumfální oblouk a sloup, bazilika (soudní budovy), amfiteátr či thermy (veřejné lázně). Pokračovala stavba chrámů na vysoké podezdívce, obydlí, opevnění především hranic římského impéria a inženýrské stavby zaměřené zejména na silnice. Jako stavební materiály byly využívány cihly a lité zdivo. Významné stavby tohoto období jsou amfiteátr Kolosseum v Římě, Pantheon v Římě či vila císaře Hadriána v Tivoli, což byl obrovský komplex chrámů, paláců, lázní, divadel a zahrad [28].

Křesťanská antika vznikla na území bývalého římského impéria v 1. až 6. století našeho letopočtu. V počátcích neexistovaly stavby ke shromažďování věřících, což se po roce 313 změnilo a začala výstavba chrámů. Ty se stavěly na okrajích města za hradbami. Vznikaly dva typy chrámů, a to římská symetrická bazilika a asymetrická křesťanská bazilika, kde se uspořádání prostoru odvozuje od pohybu člověka. Dále vzniká stavba označená jako centrála, která byla buď mauzoleum (hrobka významné osobnosti), martyrium (hrob mučedníka) nebo baptisterium (prostor určený ke křtu). Nejvíce se využívaly cihly a keramické tvárnice, kámen a dřevo na stropy

a krovy. Významné stavby tohoto období jsou chrám sv. Petra v Římě, Theodorichovo mauzoleum v Ravenně nebo chrám Narození Páně v Betlémě.

Na území Evropy se v 11. až 13. století n. l. objevuje románský sloh. Staví se především církevní architektura, obytné domy, tvrze pro nižší šlechtu a hrady pro vyšší šlechtu. Jako stavební materiál se stále více používá dřevo, dle místních podmínek se využívá kámen a lokálně i pálená cihla. Hlavní nosnou konstrukcí se stává masivní zeď. Typickými stavbami tohoto období byl dóm, kampanila a baptisterium v Pise dnes známé především díky šikmé věži. V Čechách pak bazilika sv. Víta, Václava a Vojtěcha v Praze či rotunda sv. Martina na Vyšehradě v Praze.

Gotické nebo také vrcholné a pozdní období středověku se datuje od 12. až do 16. století n.l.. Toto období se dělí na rané, vrcholné a pozdní a je zde snaha o harmonii, což se projevuje v rovnováze vědy a víry. V této době pokračovala stavba chrámů a klášterů. Rozšířená byla stavba hradů a tvrzí v blízkosti vesnic. Ve vesnicích se stavěly veřejné stavby jako radnice, tržnice nebo lázně a rozvíjely se inženýrské stavby jako cesty, náhony a hráze. Převládá stavba z kamene a cihel, ale využívá se široké spektrum materiálu, například i sklo na okna a vitráže. Znamé stavby z tohoto období jsou například katedrála Notre Dame v Paříži, dóm v Kolíně nad Rýnem, rozsáhlý hrad Malbork v Polsku. Na území Čech pak most v Písku, katedrála sv. Víta v Praze, Karlův most a Mostecká věž v Praze nebo Prašná brána.

Renesance se vyvíjela v Evropě od r. 1350 do konce 16. stol. a mezi hlavní cíle tohoto období patřilo hledání ideální proporce stavby, která je vyjádřena pomocí matematických vztahů. Začíná se využívat perspektiva a rozložení prostoru vychází z lidského měřítka. Základním konstrukčním a tektonickým prvkem byla zeď a typickými prvky byly arkády, ochozy a lodžie. Nejčastěji využívané materiály byly kámen, pálené cihly, terakota, malta, dřevo a kovy jako bronz, olovo, železo. Pokračovala stavba chrámů, zámků a paláců, na venkově se rozvíjela stavba letohrádků, vil a jako veřejné stavby se stavěly radnice, knihovny, školy, špitály, divadla nebo jízdárny. Typické stavby tohoto období jsou Chrám sv. Petra v Římě, kostel sv. Michala v Mnichově nebo Královský letohrádek v Praze.

Období baroka se datuje od 16. stol. do druhé poloviny 18. století. Ve stavebnictví se objevují nové tvary oken, střídají se konvexní a konkávní plochy a důležitá je výrazná kontrastní barevnost. Staví se honosné radnice, zemědělské dvory a statky, mlýny, sýpky, mosty a obecně větší množství užitkových staveb. Stavební hmoty byly převzaty z renesance a jednalo se především o cihly, kámen a dřevo. Konstrukčně se používaly zdi, sloupy a různé druhy klenby. Typické stavby tohoto období jsou zámek Maisos – Lafitte v Paříži, Zwinger v Drážďanech nebo Klementinum v Praze [29], [28].

V 19. století se ve stavitelství vyměnily hned tři styly, a to neoklasicismus a empír, romantismus a historismus. V neoklasicismu se začínají stavět činžovní domy, parky, nemocnice nebo vědecké ústavy a školy. V období romantismu se nově objevuje stavba turistických objektů, jako jsou rozhledny, restaurace, pomníky. Začínají se používat litinové a ocelové konstrukce. V období historismu se začíná prosazovat tzv. vysoká architektura díky nové levnější technologii výroby litiny a železa. S sebou přináší i stavbu nových druhů staveb jako jsou nádraží, obchodní domy a knihovny. Významné stavby těchto období jsou Braniborská brána v Berlíně nebo Kolonáda v Lednicko-valtickém areálu z období neoklasicismu, Houses of Parliament v Londýně. V Čechách pak Národní divadlo v období romantismu a z období historismu například první mrakodrap na světě Home Life Insurance Building z Chicaga nebo



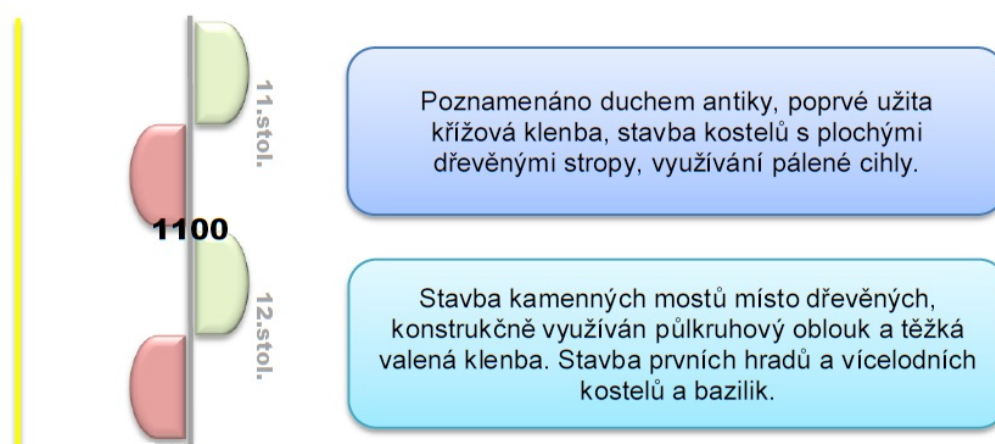
radnice ve Vídni.

Do 20. století vstupuje společnost v období secese. Toto století je charakteristické neustálým rozvojem vědy, techniky a nových technologií a existuje souběžně několik architektonických stylů. Je také ovlivněno světovými válkami a následnou obnovou staveb a celých měst. Od druhé poloviny dvacátého století se prohlubuje snaha o nalézání dalších alternativ vývoje s citlivějším přístupem k historickým jádrům měst. Roste zájem o ekologický přístup a high-tech architekturu, která využívá nové materiály, které jsou vyvíjeny pro kosmonauty a letecký průmysl. Do budov tak proniká klimatizace, výtahy apod. Významné stavby tohoto století jsou například Falling Water House neboli dům na vodopádu v Pensylvánii, Budova Opery v Sydney, Vysílač a hotel na Ještědu nebo Tančící dům v Praze [29], [28], [30].

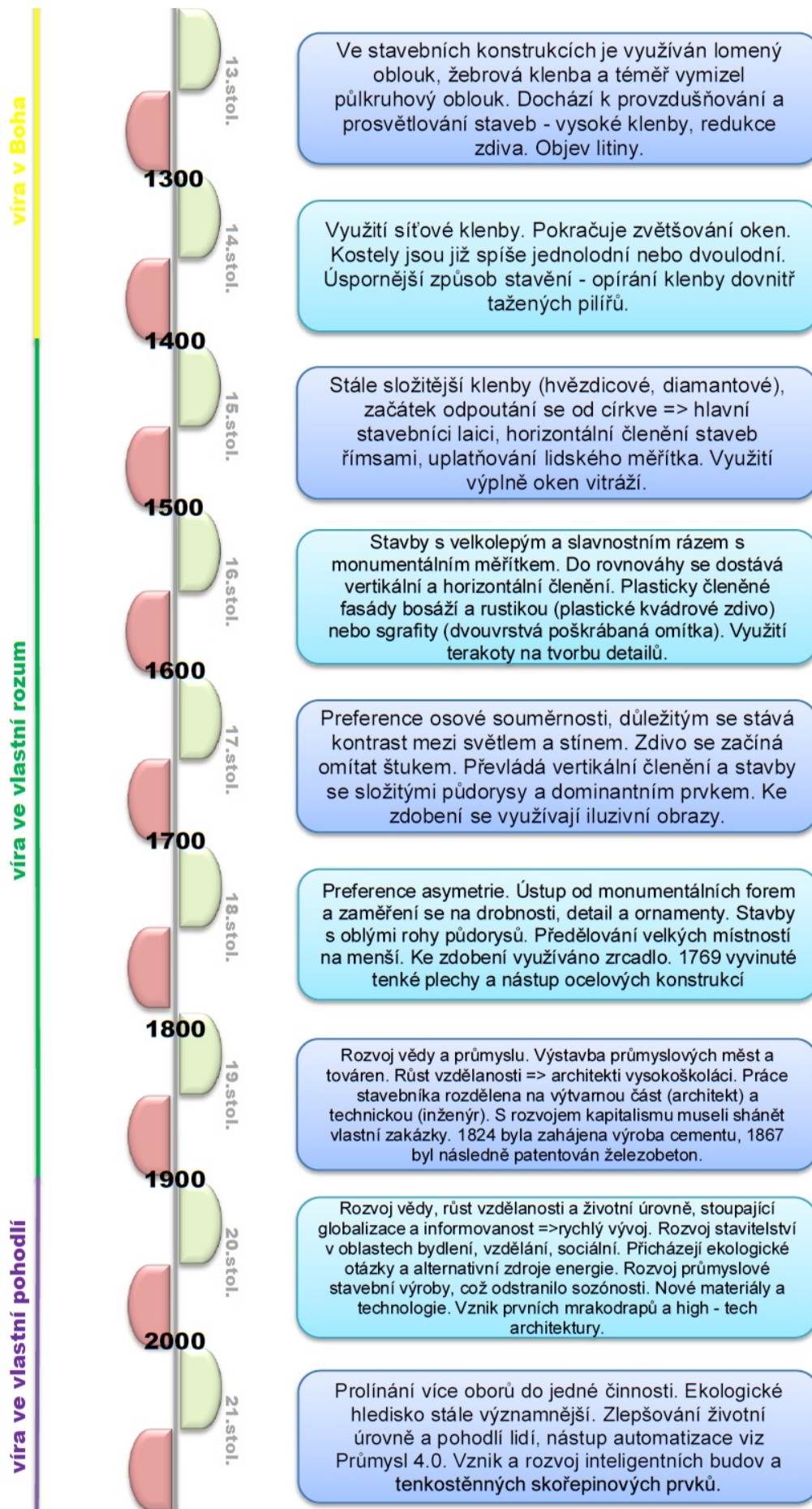
S příchodem 21. století se do stavitelství dostávají informační technologie, které umožňují nový pohled na výstavbu a architekturu. Stavby začínají postrádat klasické tvary jako čtverec, obdélník či kruh, ale díky počítačům je možné objekty různě deformovat, využívat nelineární tvary či tvořit různé výčnělky nebo prohloubeniny. Je zde snaha o projektování budov soběstačných, které jsou v souladu s ekologií planety, což přináší potřebu nových materiálů a technologií [31].

### 3.2.1 Vývojové cykly ve stavitelství

Na problematiku vývoje stavitelství lze nahlížet i pomocí Kondratěvových vývojových hospodářských cyklů. Nová vlna představuje radikální inovace, které přináší nové obory či odvětví. V historii stavitelství značně dlouhou dobu hrály roli přírodní podmínky, na kterých byli lidé závislí, a také je dochovaná jen část informací o tehdejší vývoji. Lze však předpokládat, že tehdejší vývoj trval déle než nyní a také byl značně rozdílný v každé oblasti. V této části se zaměřím na období od 11. Ustoletí našeho letopočtu do současnosti. Kondratěvovy hospodářské cykly se předpokládají ve zhruba 50letých intervalech. Vzhledem ke stavebnictví bych určila jako jednu vývojovou vlnu 100 let, i když některé architektonické slohy trvaly kratší či delší dobu, mnohdy však existovalo i několik slohů současně. Dobře znatelné to je například s rozvojem mrakodrapů, kdy první mrakodrap byl postaven roku 1885 v Chicagu. Zhruba za sto let můžeme již hovořit o inteligentních budovách, které se začaly rozvíjet od roku 1992. Vývoj je graficky znázorněn na Obr. 3.5. Uvedené vývojové cykly jsou zaměřené na území Evropy.



Obrázek 3.5: Vývojové cykly ve stavebnictví.



Obrázek 3.6: Vývojové cykly ve stavebnictví.

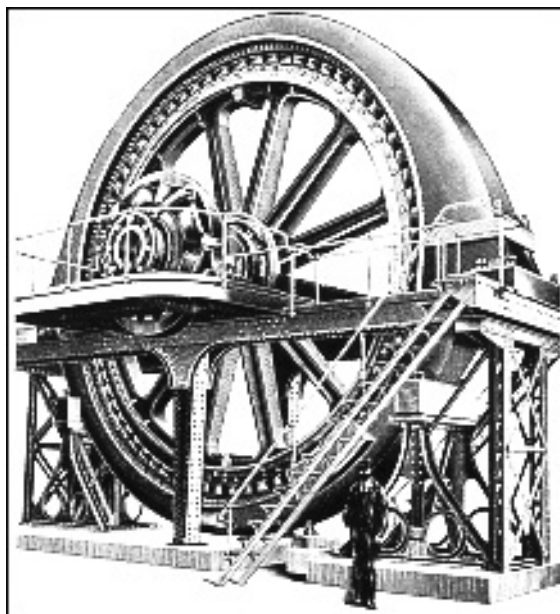
### 3.3 Vývoj elektrotechniky ve stavebnictví

Jelikož dlouhou dobu po prvních objevech spojených s elektřinou nebyl možný přenos elektrické energie na dlouhé vzdálenosti, muselo být v místě využívání takovéto techniky přítomné dynamo, které produkovalo potřebnou energii přímo na místě spotřeby. Z tohoto důvodu bylo 1878 do tkalcovny v Moravské Třebové instalováno šest dynam pro šest obloukových lamp. Po tomto osvětlení následovalo další osvětlování továren a divadel [32].

Prvním průkopníkem s výrobou elektrické energie a rozvodu této energie pomocí kabelů byl Thomas Alva Edison, který v září 1882 rozsvítil 25 kilometrovou síť žárovek napájených z první elektrárny na světě. Tato uhelná elektrárna se nacházela v New Yorku, fungovala na čtyřech obřích dynamech poháněných parními stroji, a ačkoliv znamenala obrovský pokrok a ovlivnila budoucnost rozvoje energetiky, byla po dvanácti letech uzavřena a zbourána kvůli kouři a sazí, které produkovala. Koncem 19. století se do českých zemí začaly dostávat poznatky ze světa o stavbě elektrických sítí a teorii elektrických obvodů, což umožnilo v roce 1887 použití prvního veřejného osvětlení na náměstí v Jindřichově Hradci a v celoměstském měřítku tentýž rok první veřejné elektrické osvětlení v Písku. Osvětlení bylo napájeno elektrárnou v Podskalském mlýně. V roce 1889 vybudoval František Křížík velkou elektrárnu v Praze na Žižkově, která obsahovala 12 dynam a zásobovala elektřinou žižkovské veřejné osvětlení, obchody a také některé továrny. Pomocí dynam byl však vyráběn pouze stejnosměrný proud, který při přenosu na větší vzdálenosti vykazoval velké ztráty, a tak byl dostačující pouze pro obloukovky, žárovky a první výtahy. Dynamo byla nevýhodná také kvůli svým rozměrům, které jsou znázorněny na Obr. 3.7. Mnohem výhodnějším a časem využívanějším se stal proud střídavý, u kterého je možné pomocí transformace zvýšit napětí, čímž klesne proud, a tím i ztráty způsobené odporem. O jeho prosazení oproti stejnosměrnému proudu se zasloužil ruský inženýr Michail O. Dolivo-Dobrovolskij, který sestrojil první třífázový motor. Díky tomuto vynálezu bylo možno roku 1891 zásobovat Jubilejní výstavu ve Frankfurtu nad Mohanem vodní elektrárnou z Lauffenu na Neckaru, která byla vzdálená skoro 200 km. Napětí z elektrárny bylo zvýšeno na 16 000 voltů, přeneseno po třech měděných vodičích s dvojitými izolátory na výstaviště, a tam zpět transformováno na bezpečnou hodnotu s minimálními ztrátami. Díky tomu bylo možno pohánět nejen osvětlení, ale i obráběcí stroje, mlátičky či čerpadla, navíc generátory na výrobu střídavého napětí byly mnohem spolehlivější a menších rozměrů než stejnosměrná dynamo. Posledním hřebíčkem pro elektrárny vyrábějící stejnosměrný proud byl vynález usměrňovače, který měnil střídavý na stejnosměrný, potřebný pro nabíjení akumulátorů. Zastáncem střídavého proudu u nás byl podnikatel a elektrotechnik dr. Emil Kolben, který na přelomu století se svou firmou zhotovil kompletní zařízení elektrárny v Holešovicích [33], [34], [32], [35].

Události těchto let daly do pohybu rozvoj elektrifikace, a ačkoliv v Evropě bylo před první světovou válkou využívání elektrické energie v budovách spíše výjimkou, v Americe by výpadek elektrické energie znamenal nefunkčnost některých budov, například mrakodrapů s výtahy. Po konci první světové války se Evropa začala rychle rozvíjet, a tak v roce 1926 byla dostavěna první velká elektrárna v Čechách. Vývoj byl opět pozastaven druhou světovou válkou, avšak stavba elektráren pokračovala, jelikož energie byla potřebná pro průmyslovou výrobu. Po ukončení války a s rozšířením elektráren pak bylo roku 1955 elektrifikováno celé území Čech. Jelikož výroba

elektřiny a její doprava ke spotřebiteli již byla zcela běžná, začala vznikat zařízení ulehčující lidem život, čímž se stala elektrotechnika nedílnou součástí stavebního průmyslu [34].



Obrázek 3.7: První vyráběná dynamo [33].

V něm se zpočátku využívala silnoproudá elektrotechnika, do které spadají elektrické rozvody, světelné obvody, jednofázové zásuvkové obvody, pojistky a elektrické stroje jako motory, generátory či transformátory. S postupem času se začala ve stavebnictví prosazovat i slaboproudá elektrotechnika s telekomunikační technikou, elektroakustikou, televizní technikou či bezdrátový přenos informací. Do slaboproudé elektrotechniky také patří měření a regulace, která se počátkem 21. století stala samostatným odvětvím elektrotechniky u staveb. S nástupem 21. století tedy došlo ke značnému propojení stavebnictví a elektrotechniky a začaly vznikat tzv. inteligentní budovy, kde dochází k užšímu propojování slaboproudu a silnoproudu. Výpočetní technika v těchto budovách řídí teplotu, osvětlení i výměnu vzduchu, vypíná zapomenutá světla, upozorňuje na závady, hlásí vznik požáru nebo vniknutí nepovolaných osob. Fungování těchto staveb je mnohdy plně automatizované a zcela závislé na elektrické energii [36].

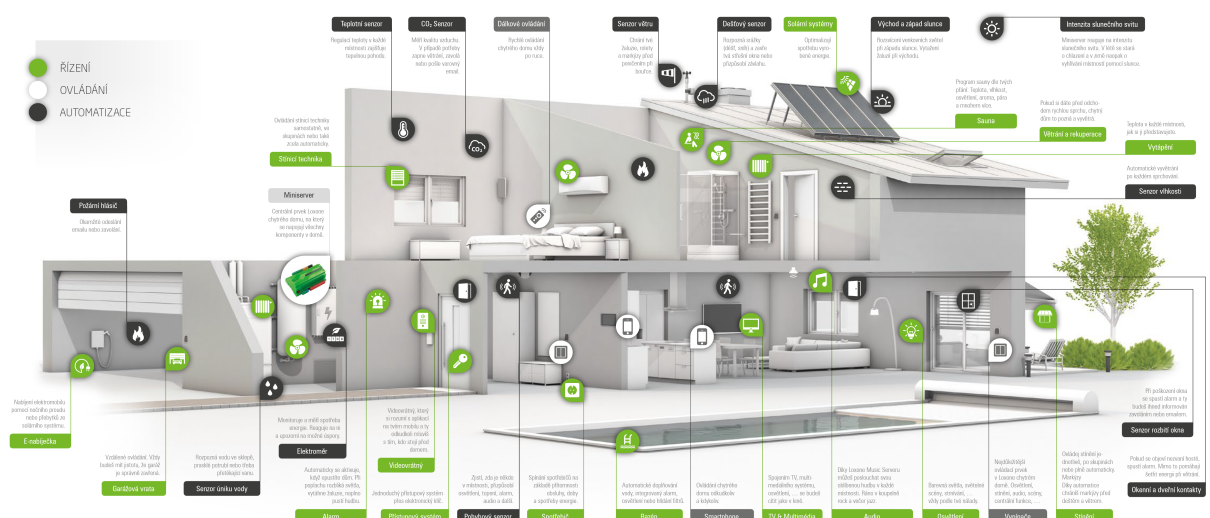
Poprvé byl termín inteligentní budovy použit ve Spojených státech amerických v roce 1992 k definici vzájemně propojených technických prostředků, služeb a správy u velkých budov, které mají být navrženy tak, aby jako celek maximálně uspokojovaly potřeby uživatelů a vlastníků budovy. Později byl tento pojem použit v Japonsku pro koncepci integrace počítačových systémů řídicích technologické řízení budovy, telekomunikaci a automatizaci administrativy. Postupně začaly tedy vznikat nové definice tohoto pojmu, a však ustálená definice do dnes neexistuje. Dle mého názoru lze za výstižné definice považovat [37]:

- „ *Inteligentní budovy kombinují inovace technologického i organizačního charakteru s lokálními i centrálními principy automatizovaného řízení tak, aby se maximalizovala rychlost návratu investic do budovy vložené.*“

- „ *Inteligentní budova je budovou plně vybavenou automatizační, informační a komunikační technikou, která slouží jednak přímo svým obyvatelům, jednak pro vytváření příjemného prostředí pro ně.*“

Jak naznačuje druhá uvedená definice, inteligentní budovy jsou v současné době protkané elektrotechnikou. Nejedná se pouze o klasické elektroinstalace, které jsou zaměřené na kabeláž, zařízení napájecích systémů, osvětlení, záložní zdroje napájení, inteligentní rozvodné sítě a měřicí senzory, ale také automatizace osvětlení na základě obsazenosti, pohybu či řízení vytápění v jednotlivých místnostech, ovládání ventilace, klimatizace na základě škodlivin v ovzduší a celkové řešení automatizace budov. Důležitým prvkem v těchto budovách je také bezpečnost a monitorování, které zajišťuje jednotlivé alarmy, protipožární systémy, meteorologické systémy, systémy pro odvětrávání kouře či vyspělý systém pro identifikaci osob. Aby se však jednalo o inteligentní budovu, je potřeba jednotná síťová infrastruktura, která integruje všechny subsystémy inteligentní budovy. K těmto subsystémům patří například optimalizace spotřeby energie, která měří, vyhodnocuje a optimalizuje konkrétní prostředí. Dalšími subsystémy jsou automatizace, systémy zajišťující přístup a poskytování služeb, jako jsou různé kartové systémy, zabezpečovací systémy, protipožární systémy nebo řízení osvětlení. Subsystém telekomunikační a IT infrastruktury zajišťuje služby mobilních sítí, telekomunikační ústředny, správa IT infrastruktury nebo systémy kabelové televize s využitím pro přenos hlasových a datových přenosů. Pro inteligenci budovy je však důležité sladění architektury, materiálů a technického zařízení budov [37].

Od inteligentních budov se očekává úspora energií a také šetrnost k životnímu prostředí. Proto je potřeba se na tyto budovy koukat v dlouhodobém hledisku, tedy že náklady během celého investičního procesu ovlivní výši nákladů v provozní části. U nízkoenergetických a pasivních domů navýšení investičních nákladů na zateplení budovy o 8 až 10 %, přináší úsporu 50 - 80 % spotřeby energií v období do 10 let [38]. Je možné, že by navýšení investičních nákladů do chytré elektrotechniky přineslo úsporu energií v životním cyklu stavby?



Obrázek 3.8: Inteligentní domácnost [39].

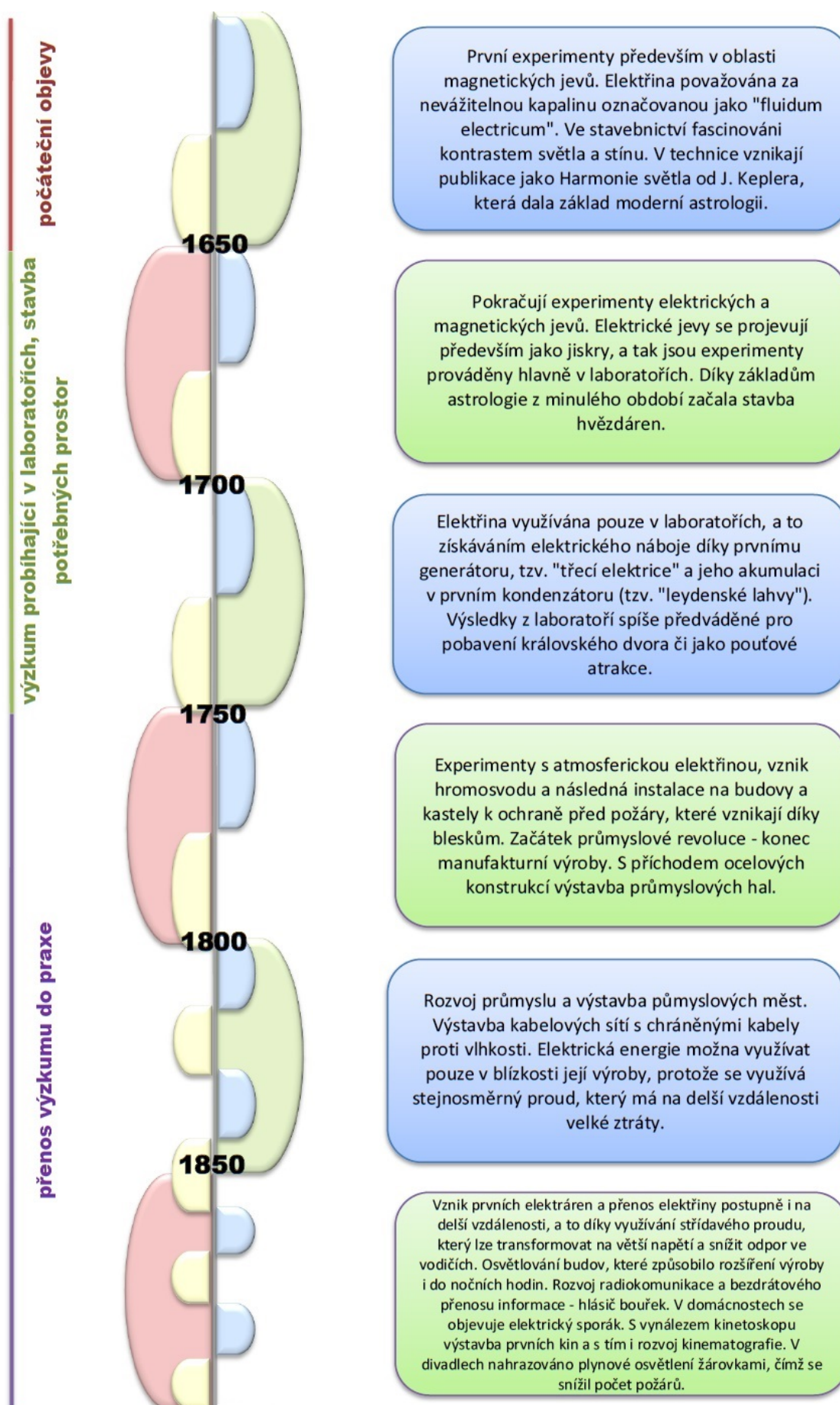
Inteligentní budovy jsou ovládány inteligentní elektroinstalací, která je schopna

ovládat řízení centrálního i lokálního osvětlení, řízení žaluzií i rolet, elektrických spotřebičů, nebo také vytápění, klimatizace či zavlažování viz Obr. 3.8. Inteligentní elektroinstalací Ego-n lze prý dosáhnout i úspor energií, díky řízení více funkcí je možno zajistit jejich výkon v době s nižším tarifem. Je možné regulovat tepelnou pohodu jak centrálně, tak individuálně v každé obytné místnosti s možností ovládnání tepelného zdroje. Tato zařízení také reagují na vnější prostředí, jako například zda venku prší, sněží či fouká silný vítr, a dle toho vyhodnocují funkčnost systému vně objektu [40]. Nejen zásluhou inteligentní elektroinstalace se nabízí inteligentní budovy, jako budoucí vývoj ve stavitelství. Lze předpokládat, že časem budou budovy soběstačné s minimální energetickou náročností s využitím obnovitelných zdrojů a maximální provozní bezpečností. V budoucnosti je možné předpokládat, že budovy budou předpovídat potřeby uživatelů stavby a nebudou fungovat jen na čistém naprogramování a nastavení systému. Tyto budovy, které budou moci mít majitelé plně pod dohledem díky svým chytrým telefonům, se stanou běžnou součástí lidského života, jako je nyní například klimatizace v automobilech. V současné době je toto řešení však dosti finančně nákladné a pro spoustu lidí i značně komplikované, proto se využívá především u velkých administrativních budov.

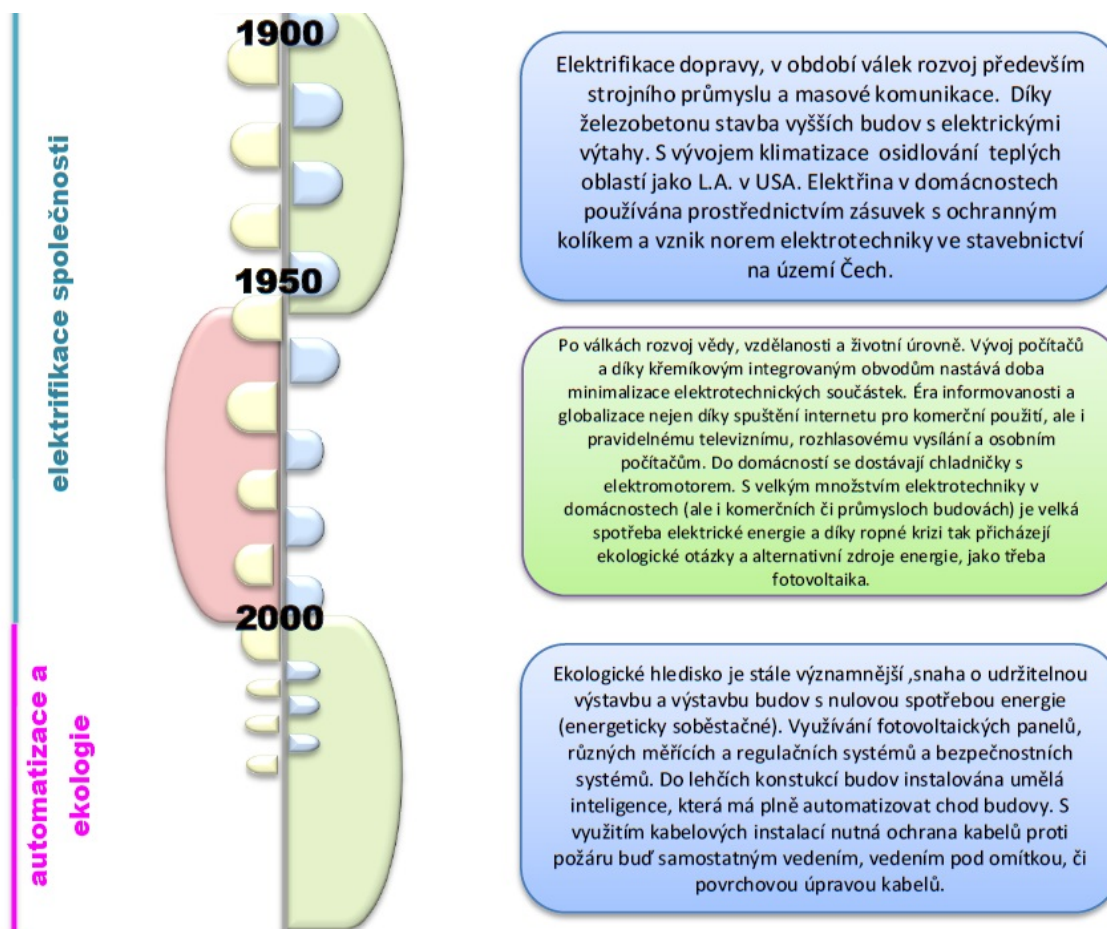
### 3.3.1 Vývojové cykly elektrotechniky ve stavitelství

Tak jako v předchozích kapitolách se zde zaměříme na problematiku vývoje elektrotechniky ve stavitelství pomocí vývojových cyklů. Jak je vidět na Obr. 3.9, počáteční objevy stavitelství nijak moc neovlivnily. Teprve s prosazováním těchto vynálezů do běžného života se začaly přizpůsobovat i ostatní obory jako stavitelství nebo zdravotnictví. Velký význam pro rozvoj nejen stavitelství měla výstavba elektráren a distribuce elektrické energie, která se tak stala součástí nejen každé domácnosti. S dalším vývojem však přichází i rostoucí spotřeba elektrické energie, a tím i otázky spojené s alternativními zdroji energie a ekologickou šetrností.





Obrázek 3.9: Vývojové cykly ve stavebnictví.



Obrázek 3.10: Vývojové cykly ve stavebnictví.



# Kapitola 4

## Představení konkrétních projektů

Tato diplomová práce je zaměřena na dva konkrétní projekty, a to univerzitních center ČVUT, které jsou znázorněny na Obr. 4.1. Oba projekty byly nebo jsou stavěny pro vědeckou, výzkumnou a výukovou činnost s propojením do soukromé sféry průmyslových podniků. Projekt Univerzitního centra energeticky efektivních budov byl vystavěn především pro práci stavební fakulty, a však využívá ke svému fungování i technologie z jiných odvětví. Druhým projektem je Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky, který by měl rozvíjet činnost fakulty elektrotechnické, informatiky i strojírenské. Obě budovy jsou speciální a jedinečné, a jelikož vznikly za podpory Operačního programu Výzkumu a vývoje pro inovace, jsou na nich inovace hojně využity.



Obrázek 4.1: Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky a Univerzitní centrum energeticky efektivních budov [41] [42].

V rámci podpory vědy, výzkumu a inovací se po celé České republice postupně začalo od roku 2010 s výstavbou čtyřiceti osmi vědeckých center. Většina center byla navržena tak, aby bylo možno čerpat dotace z Evropských strukturálních fondů přes Operační program Výzkumu a vývoje pro inovace (OP VaVpl). Tento program byl oficiálně podepsán Evropskou komisí 1. října 2008. Z tohoto důvodu do roku 2014 nevzniklo žádné centrum na území Prahy, neboť Hlavní město z těchto dotací čerpat nemohlo. Do té doby byl pro Hlavní město určen obdobný program nazvaný Operační program Praha Konkurenceschopnost (OP KP), který byl doplňkový ke všem

prioritním osám OP VaVpl, zejména k prioritní ose 3. Vše se změnilo v roce 2014, kdy byly do OP VaVpl zahrnuty i infrastrukturní projekty v Praze. V návaznosti na tuto změnu bylo nutné aktualizovat OP VaVpl, jehož aktualizaci přijala Evropská komise 13. června 2014. Stručný obsah jednotlivých prioritních os je uveden v následující tabulce [43].

Prioritní osa	Oblast podpory	Hlavní cíl	Projekty
1	Evropská centra excellence	Vytvoření omezeného počtu center excellence, dobře vybavená moderní centra VaV s jedinečnou infrastrukturou a velikostí, která přispívají k propojení českých VaV s mezinárodními organizacemi. Podpoření nejlepších výzkumných týmů, poskytnutí vysoce kvalitního výcviku pro studenty těchto center.	Středoevropský technologický institut - CEITEC, (Brno), Centrum excellence Telč, Centrum excellence IT4Innovations (Ostrava) aj.
2	Regionální VaV centra	Vznik a rozvoj kvalitně vybavených pracovišť pro aplikovaný výzkum, kde je snaha posílit spolupráci s podniky z praxe. Výzkumná centra zdůrazňující poptávku a dlouhodobě úzce spolupracující s průmyslem.	Centrum nových technologií a materiálů - NTC, (Plzeň), Centrum pro inovace a transfer technologií - CITT, (Dolní Břežany), Univerzitní centrum energeticky efektivních budov UCEEB, (Bušehrad) aj.
3	Komericializace výsledků výzkumných organizací a ochrana jejich duševního vlastnictví	Podpora systémů komercializace výsledků VaV s ochranou duševního vlastnictví. Zakládání a rozvoj center pro transfer technologie a změna přístupu českých výzkumných organizací ke spolupráci s uživateli výsledků výzkumu	Moravian Science Centre Brno, Inteligentní budovy (mezifakultní studijní program ČVUT Praha), Techmania science center (Plzeň), Vesmírná brána - moderní centrum komunikace vědy (Ostrava) aj.
	Propagace a informovanost o výsledcích VaV	Zvýšení efektivity systému a kvality VaV se zavedením nových prvků hodnocení a strategického řízení politiky VaV	
4	Infrastruktura pro výuku na vysokých školách spojenou s výzkumem	Podpora rozvoje kvalitní infrastruktury vysokých škol s navýšením míst v terciálním vzdělávání. Podpora kvantitativního i kvalitativního růstu nabídky zaměstnanců pro výzkum a inovace	Centrum materiálů a nanotechnologií - CEMNAT, (Pardubice), Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky - CIIRC, (Praha) aj.
5	Administrace OP VaVpl	Kontinuální sledování a zlepšování OP VaVpl, vylepšování metodických postupů pomocí expertíz, analýz, studií a metodik k posouzení funkčnosti a efektivity systému řízení.	
	Informovanost a publika OP VaVpl	Vytvoření jednotného systému informování veřejnosti o vývoji OP VaVpl. Podpora komunikace s veřejností s cílem prezentace úspěšně realizovaných projektů.	
	Absorpční kapacita OP VaVpl	Průběžné sledování a vyhodnocování absorpční kapacity. Zpracování studií zájmu/nezájmu o oblast podpory, vývojové trendy aj. s vyhodnocením výsledků a návrhem potřebného opatření.	

## 4.1 Univerzitní centrum energeticky efektivních budov - UCEEB

Univerzitní centrum energeticky efektivních budov vzniklo v roce 2010 a jeho nově postavená budova byla slavnostně otevřena 15. května 2014 v Bušehradě u Kladna viz Obr. 4.2. UCEEB sdružuje odborníky čtyř fakult, a to stavební, strojní, elektronické a biomedicínského inženýrství, se zaměřením na energeticky úsporné budovy

se zdravým vnitřním prostředím, které jsou šetrné k životnímu prostředí. Cílem centra je vytvořit novou vědeckou a technickou základnu s využitím nejmodernějších zařízení. Výzkumné týmy se věnují několika okruhům, kterými jsou energetické systémy budov, architektura a interakce budov s životním prostředím, kvalita vnitřního prostředí, materiály a konstrukce, a také monitorování, diagnostika a inteligentní řízení efektivních budov. Každý z týmu je veden zkušeným akademikem s dlouhou pedagogickou praxí. V týmech se nacházejí jak špičkoví výzkumníci, doktorandi, tak i talentovaní studenti.

##### 4.1.1 Náklady

UCEEB je samostatný vysokoškolský ústav ČVUT, který vznikl za podpory Evropského fondu pro regionální rozvoj a státního rozpočtu. Celková cena tohoto projektu byla 672 020 808 Kč, z toho příspěvek z Evropského fondu regionálního rozvoje činil 571 mil. Kč a příspěvek ze státního rozpočtu zhruba 101 mil. Kč. Náklady na budovu centra byly 288 mil. Kč. Tento ústav byl vybudován v rámci druhé prioritní osy Operačního programu Výzkumu a vývoje pro inovace na regionální úrovni.



Obrázek 4.2: Univerzitní centrum energeticky efektivních budov [42].

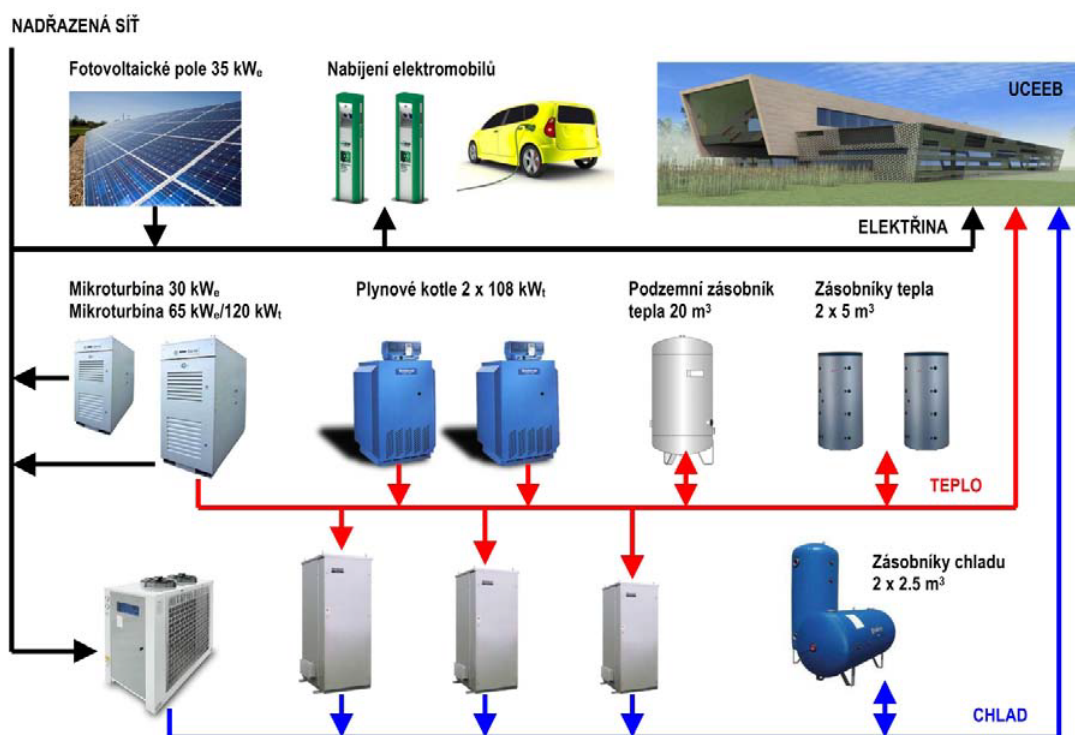
##### 4.1.2 Budova

Investorem je České vysoké učení technické v Praze, jako generální dodavatel byla vybrána společnost Metrostav, a.s. Na projektu stavby se začalo pracovat již v roce 2009, avšak jeho realizace byla započata až v roce 2012. Plocha pozemku na kterém se objekt nachází, je 19 500 m<sup>2</sup>. Zastavěná plocha je 3 960 m<sup>2</sup>, celkový obestavěný prostor 32 350 m<sup>3</sup> a užitná plocha 5 040 m<sup>2</sup>.

Při stavebně-energetické koncepci bylo nutno počítat s tím, že souvisle vytápěnou plochou je pouze dvoupodlažní administrativní část objektu. Ostatní prostory lze považovat za nevytápěný prostor. Obvodový plášť je navržen na úrovni odpovídající pasivnímu standardu a průměrný součinitel tepla obálky této budovy činí 0,31 W/m<sup>2</sup>K. Pro lehký obvodový plášť je dle normy ČSN 73 0540-2 hodnota součinitele prostupu tepla stanovena vztahem  $f_w = A_w/A$ , kde  $A$  je celková plocha pláště a  $A_w$  je průsvitná plocha výplně otvoru. Doporučená hodnota pro pasivní budovy je  $0,15 + 0,85 * f_w$ . Tento lehký obvodový plášť na bázi dřeva využívá v maximální míře přírodní stavební materiály a byl vyvinut týmem profesora Jana Tywoniaka,

kteřý poskytoval celkové poradenství v oblasti nízkoenergetických budov a stojí za stavebně-technickou koncepcí. Dřevěné fasádní panely lehkého obvodového pláště byly vyhlášeny inovací roku celostátní soutěže Český energetický a ekologický projekt, stavba, inovace 2012, a získal i cenu ERSTE CORPORATE BANKING. Jelikož tento obvodový plášť nazvaný Envilop je ještě v procesu testování prvních prototypů, není zatím jeho komerční využití možné.

Autory architektonické koncepce jsou profesor Tomáš Šenberger a inženýr architekt Tomáš Med. Dominantou budovy se stala administrativní část objektu, která působí jako dřevěný hranol s šikmými čely položený na střeše laboratoří. Hlavní částí jsou pak testovací haly, ke kterým jsou připojeny nižší specializované laboratoře. Orientace stavby umožňuje ideální umístění solárních zařízení na jižní část stavby. Hlavním stavebním materiálem se stalo dřevo, které se stalo ideálním jak pro nosnou konstrukci haly, tak pro administrativní část, a také pro obalové konstrukce. Zajímavostí je využití zeleně jako aktivní součásti budovy, například jako extenzivní zelené střechy nebo jako popínavá zeď na severní a východní straně objektu.

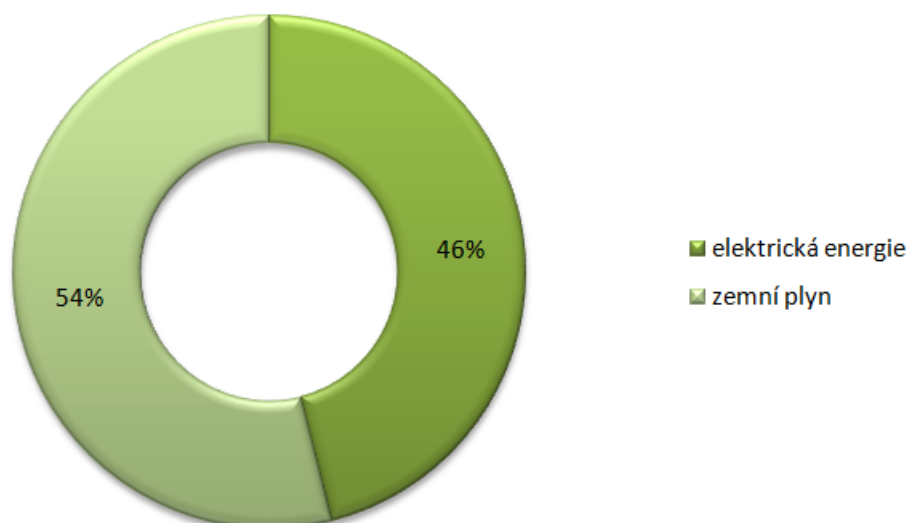


Obrázek 4.3: Energetické schéma UCEEB [44].

Energetický systém instalovaný v objektu slouží zároveň jako experimentální zařízení pro výzkum propojení zdrojů energie s vlastní budovou i nadřazenou energetickou sítí. Na střeše budovy jsou využity fotovoltaické panely s výkonem cca 35 kWp, jako zástupci obnovitelného zdroje energie, avšak hlavním zdrojem by měla být kogenerační plynová mikroturbína s výkonem 65 kWe/120 kWt. Pro další experimenty je k dispozici další plynová mikroturbína o elektrickém výkonu 30 kWe. Záložním zdrojem tepla jsou dva plynové kotle na zemní plyn. Pro chlazení v letních měsících jsou využity dvě sorpční zařízení, která využívají teplo produkované mikroturbínou. Blokovaná kompresorová chladicí jednotka je záložním zdrojem chladu. K efektivnímu řízení zařízení určených k větrání, chlazení a topení je využito automatického sys-

tému řízení měření a regulace (MaR), který bude daná zařízení monitorovat a vyhodnocovat jejich provozní parametry a funkčnost pro další optimalizaci instalovaných zdrojů energie. Toto energetické schéma je znázorněné na Obr. 4.3. Za energetickou koncepci je zodpovědný docent inženýr Tomáš Matuška, Ph.D., který působí na fakultě strojní a zároveň je vedoucí výzkumného týmu Energetických systémů budov právě ve výzkumném centru [42].

Podíl celkové spotřeby elektrické energie a zemního plynu v Univerzitním centru energeticky efektivních budov je znázorněn na Obr. 4.4.



Obrázek 4.4: Podíl celkové spotřeby energií Univerzitního centra energeticky efektivních budov za rok 2015.

### 4.1.3 Porovnání s obdobnými projekty

#### Obecné

V rámci druhé prioritní osy bylo vytvořeno několik univerzitních center na regionální úrovni vědy a výzkumu, avšak krom projektu UCEEB nebylo žádné jiné zaměřené na energetickou úsporu či energetickou náročnost budov. V České republice vzniklo již v roce 1999 Výzkumné energetické centrum vysoké školy báňské Technické univerzity v Ostravě, které se zabývá především oblastí efektivní energetiky a racionálního hospodaření s energií. Hlavním předmětem výzkumu tohoto centra jsou paliva, zejména biomasa [45]. Centrem pro energetickou náročnost budov se zabývá Národní centrum energetických úspor, které vzniklo v roce 2015 na podporu splnění cíle České republiky do roku 2020 uspořit 48 PJ energie na koncové spotřebě. Centrum se zabývá především poradenstvím, a to nejen v oblasti staveb, ale třeba i v úsporách energií ve městech, firmách či domácnostech. Národní centrum však není vysokoškolským ústavem, ale jedná se o spolek založený Hospodářskou komorou České republiky, Svazem měst a obcí České republiky a společností ČEZ, a.s.. Svou činností se částečně podobá činnosti UCEEB [46].

V celosvětovém měřítku je obdobným centrem Precourt Energy Efficiency Center Stanfordské University, které se zabývá nejen úsporou energie v budovách, dopravě,

systemech řízení, ale i v chování lidí, předpovídá budoucí poptávku po elektřině a zemním plynu. Jedná se o vysokoškolskou instituci, která se zaměřuje na ekonomicky efektivní snížení energetické poptávky prostřednictvím výzkumu, vzdělávání a šíření informací [47]. Jelikož jsou energetické úspory jedním z cílů Strategie Evropa 2020, vzniklo v roce 2006 v dánské Kodani Copenhagen Centre on Energy Efficiency, což je výzkumná a poradenská instituce o energetické účinnosti, která je součástí Technické univerzity v Dánsku [48].

### Zvláštní

Ačkoliv se Česká republika zavázala do roku 2020 snížit koncovou spotřebu energie o 48 PJ, což představuje například roční spotřebu elektřiny v ČR nebo dvouletou spotřebu elektřiny Prahy, je UCEEB jediným centrem, které se aktivně nejen poradenstvím zabývá touto problematikou. Přičemž od roku 2020 by měly být stavěny pouze administrativní budovy, které budou energeticky soběstačné.

### Jedinečné

Projekt UCEEB je značně jedinečný svým rozsahem i působením. Na našem území neexistuje obdobné centrum, které by kromě poradenství poskytovalo výzkumnou činnost pro firmy, mělo laboratoře pro testování nových technologií pro energeticky úspornější budovy a i samotné centrum bylo vybudováno jako testovací prvek, na kterém jsou měřeny a vyhodnocovány výsledky. Budova je jedinečná svým lehkým obvodovým pláštěm na bázi dřeva, který byl vyvinut přímo pro tento projekt, a také způsobem zásobování energií, kterou si ve značné míře vyrobí budova a její zařízení sama. Jen na vytápění potřebuje dodání energie, a to 31 kWh/m<sup>2</sup>/rok. I tak se jedná o energeticky úspornou budovu, ačkoliv se jedná o výzkumné pracoviště, které vyžaduje značnou energetickou náročnost.

## 4.2 Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky - CIIRC

Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky byl na ČVUT založen 1. července 2013 jako mezinárodně uznávané pracoviště pro výuku i přenos technologií do průmyslu. Cílem institutu je vytvořit vědeckovýzkumnou infrastrukturu, která bude spojovat špičkové odborníky, a poskytne jim otevřené tvůrčí akademické prostředí. Měla by tak vzniknout možnost výhodné spolupráce mezi ČVUT, jinými univerzitami, Akademií věd ČR, státními orgány, průmyslovými podniky a obdobnými zahraničními subjekty. První myšlenka tohoto institutu vznikla již v roce 2008 u profesora Vladimíra Maříka, který informoval o záměru vybudovat CIIRC ČVUT Akademický senát ČVUT i tehdejšího předsedu vlády. Ačkoliv záměr o výstavbě institutu pochází již z roku 2008, finance na vybudování nové budovy vědeckovýzkumného centra se podařilo získat až s úspěšným v Pražské výzvě Operačního programu VaVpI v roce 2014. Ještě tentýž rok byla podepsána smlouva s dodavatelem stavby, kterým se stalo sdružení společností Hochtief CZ a VCES, a v listopadu 2014 mohl být položen základní kámen budovy CIIRC. Původní datum dokončení bylo plánováno na leden 2016, avšak díky neočekávaným objektům na staveništi je dokončení předpokládáno na léto 2016 [41].



### 4.2.1 Náklady

CIIRC využil příležitosti otevření statutárních fondů EU pro Prahu a podal si v lednu 2014 přihlášku do Pražské výzvy 3.4. OP VaVpI, ve které uspěl. Rektor ČVUT prof. Petr Konvalinka vyjednal financování projektu z počátku ze státního rozpočtu a při respektování pravidel Operačního programu VaVpI bude možnost financování z VaVpI později, čímž nedojde k prodloužení realizace projektu. Celková cena tohoto vysokoškolského ústavu je odhadována na 1,38 miliardy Kč. Ze státního rozpočtu bylo uvolněno 1,18 miliardy Kč na tento projekt, což je zároveň cena za stavební práce na nových budovách. ČVUT se podílí na této investici sumou 167 milionů Kč. Institut je budován v rámci čtvrté prioritní osy Operačního programu Výzkumu a vývoje pro inovace v infrastruktuře pro výuku na vysokých školách spojenou s výzkumem [41], [49], [50].

### 4.2.2 Budova

CIIRC se realizuje ve stávajícím areálu ČVUT v pražských Dejvicích. Součástí projektu je nová budova A, která vzniká na místě bývalého vědeckého inkubátoru ČVUT, a budova B vznikající rekonstrukcí budovy Technické menzy, která bude značně rozšířena. Pod oběma budovami budou vybudovány parkovací stání, avšak pod vyšší budovou A jich bude šestkrát víc než pod budovou B. Projekt je realizován v ochranném pásmu památkové rezervace hl. m. Prahy, což s sebou nese určitá omezení, jako například půdorysné nebo výškové limity, které musí být v souladu s pražskou památkovou rezervací. Zastavěná plocha pozemku je  $5\,821\text{ m}^2$  s celkovým obestavěným prostorem  $139\,786\text{ m}^2$  a užitnou plochou  $33\,943,5\text{ m}^2$ . V nově vznikajících prostorách bude zároveň kongresové centrum CIIRC a do dvou nejvyšších pater se přestěhuje rektorát ČVUT.

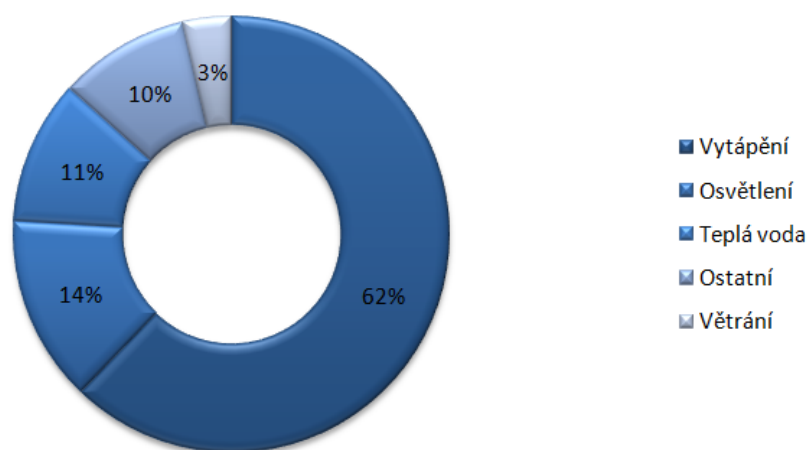


Obrázek 4.5: Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky [41].

Architektonické řešení pochází z ateliéru Petr Franta Architekti & ASOC. a mělo by se stát novou dominantou Vítězného náměstí. Budova A má moderní pojetí se sklo-hliníkovou předsazenou fasádou zavěšenou na samostatné ocelové konstrukci.

Vnější fasáda bude ošetřena izolační pneumatickou membránovou folií ETFE (ethylen-tetrafluorethylen), která společně s vnitřní skleněnou fasádou slouží jako sluneční kolektor. Ke stínění bude využito žaluzií ukotvených v meziprostoru vnější a vnitřní fasády. Díky využití této folie budou na budově A použity pouze neotevíratelná okna, což přináší požadavek na pokročilý systém topení a chlazení, který je řešen pomocí topných a chladících trámů usazených v kazetových podhledech. Rozšíření stávajícího objektu bude spočívat v přístavbě a nástavbě objektu B, kde bude respektován stávající nosný systém. Objekt bude rozšířen o předsazenou ocelovou konstrukci, která bude tvořit celoprosklenou stěnu a mezi ní a stávající konstrukcí bude únikové schodiště. Díky své koncepci má tento meziprostor přispět ke snížení energetické náročnosti na vytápění i případné chlazení. Původně byl v rámci institutu plánován i objekt C, který měl být severní přístavbou a v němž se měly nacházet auly sloužící k přednáškovým účelům. Nakonec bylo rozhodnuto, že tato budova nebude realizována.

Konstrukční a stavebně-technické řešení zahrnuje i bourací práce stávajícího objektu. Nosnou konstrukcí budovy B je železobetonový sloupový skelet, se čtvercovými sloupy, kdežto budova A je tvořena kombinovaným konstrukčním systémem s kruhovými sloupy. Stropní konstrukce jsou odlišné v obou budovách. V nové budově se využívá monolitických betonových vodorovných konstrukcí, kdežto ve stávající budově se vychází z původní stavby, kde byly převážně bedničkové stropy se žebry a destičkou. Proto jsou na budově B využity křížem pnuté desky. Jelikož v budově A nejsou otevíratelná okna je větrání zajištěno nuceně pomocí systému MaR se zpětným využitím vzduchu, což by mělo vytvářet energetickou úsporu. Vytápění a chlazení bude probíhat pomocí topných chladících trámů, které zajistí optimální uživatelské prostředí. U objektu B jsou otevíratelná okna, takže nucené větrání bude jen v určitých místnostech. Vytápění bude zajištěno pomocí vzduchotechnických jednotek [41], [51]. Na budově bude využita nejnovější nosná technologi, samočinného stabilního hasícího zařízení společnosti Subterra. Toto zařízení zajišťuje v případě požáru přívod vody a odvod tepla a kouře [52].

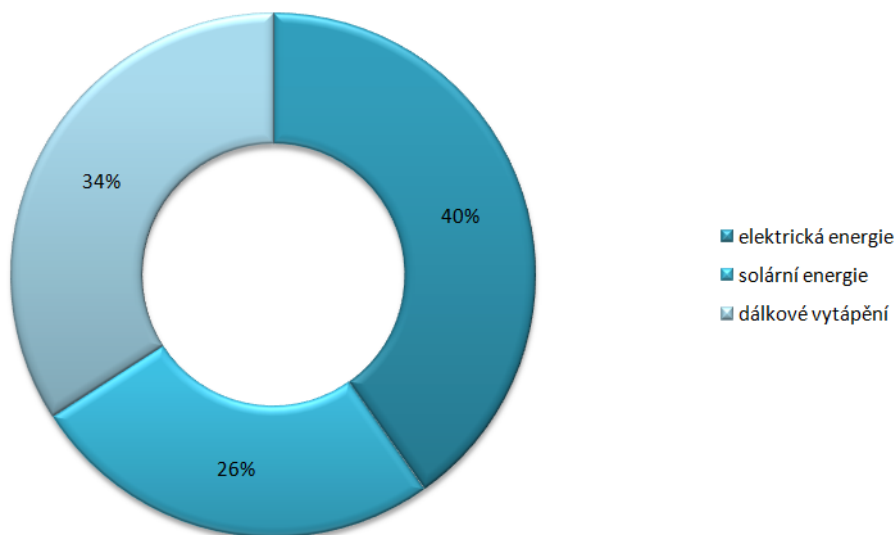


Obrázek 4.6: Odhadovaná energetická náročnost CIIRC [53].

Energetická náročnost budovy je odhadovaná na 2244,8 MWh/ rok dodané energie s měrnou potřebou energie 71,9 kWh/m<sup>2</sup>/ rok. Z toho na vytápění připadá



44,7 kWh/m<sup>2</sup>/rok, na větrání 2,6 kWh/m<sup>2</sup>/rok, na osvětlení 9,9 kWh/m<sup>2</sup>/rok a na teplotou vodu 7,7 kWh/m<sup>2</sup>/rok viz Obr. 4.6. Na dodání potřebné energie se bude podílet z 40,2% elektrická energie, z 25,7% solární energie a energie prostředí a z 34,1% z centrálního zásobování teplem dálkového vytápění viz Obr. 4.7 [53].



Obrázek 4.7: Předpokládaný podíl celkové spotřeby energií Českého institutu informatiky, robotiky a kybernetiky [53].

### 4.2.3 Porovnání s obdobnými projekty

#### Obecné

Centra sloužící k výuce i výzkumu jsou v České republice poslední dobou ve velké oblibě. Jen v rámci OP VaVpI v posledních letech vznikla tři velká centra pro oblast informatiky, a to CEITEC - Středoevropský technologický institut v Brně, IT4Innovations v Ostravě, který je zaměřen na oblast supercomputingu, a NTIS - Nové technologie pro informační společnost v Plzni. Dále vznikla centra v této oblasti na regionální úrovni, a to CEBIA - Centrum bezpečnostních, informačních a pokročilých technologií ve Zlíně a Centrum senzorických, informačních a komunikačních systémů v Brně. V celosvětovém měřítku by s institutem CIIRC měla být srovnatelná instituce National Institute of Informatics (NII) v Tokiu a Calgary Center for Innovative Technology (CCIT) v Calgary, která sloužila i jako vzor pro vznik Českého institutu informatiky, robotiky a kybernetiky. V rámci výzkumu a vývoje chce CIIRC spolupracovat nejen s ostatními univerzitami, ale i s těmito centry a soukromými společnostmi v ČR i ve světě.

#### Zvláštní

Ačkoliv se o vybudování nových prostor s příslušnými laboratořemi pro rozvoj CIIRC a tím i rozvoj ČVUT diskutovalo již od roku 2008, k jeho realizaci přispělo otevření OP VaVpI pro Prahu v roce 2014. Přestože je ČVUT nejvýznamnější výzkumnou a vzdělávací institucí v ČR v oblasti informatiky, robotiky a kybernetiky, nebyla tato

oblast na území Prahy v posledních letech příliš podporována a to i přes to, že v Praze pracuje 31% IT pracovníků z celé České republiky. Jelikož výstavba nové budovy CIIRC je realizována v dejvickém kampusu ČVUT, který spadá do ochranné oblasti pražské památkové rezervace, musel návrh nového objektu odpovídat výškovým a půdorysným požadavkům [54].

### **Jedinečné**

Jedná se o první a zatím jediné centrum excellence na území Hlavního města. S vybudováním moderních prostor CIIRC se ČVUT stane jednou z prvních univerzit ve Střední a Východní Evropě se skutečnými vědeckými inkubátory a start-upy s přímým napojením na světová centra inovací. Vzhledem k tomu, že se jedná o vysokoškolský ústav, kde uplatňují svou vědeckou činnost studenti doktorského vzdělávání, jsou výzkumné týmy mladé, což zajišťuje CIIRCu dlouhodobou perspektivu [54]. Jedná se o první stavbu v České republice, kde je na vnější fasádě využita izolační pneumatická membránová folie ETFE. Tato folie byla ve světě použita například u mnichovského fotbalového stadionu Allianz Areny nebo u nové budovy společnosti Unilever v Hamburku.

# Kapitola 5

## Veřejné zakázky

Veřejné zakázky jsou zakázky financované z veřejných zdrojů. Dle zákona č. 137/2006 Sb. to jsou všechny zakázky realizované na základě smlouvy mezi zadavatelem a jedním či více dodavateli. Veřejné zakázky a zákony s nimi související by měly zabezpečit hospodárné nakládání s veřejnými rozpočty, a to volnou a svobodnou soutěží s možným výběrem nejvhodnější nabídky uchazečů. S tím souvisí principy 3E, které řeší hospodárnost, efektivnost a účelnost, a jež řeší zákon 320/2001 Sb. o finanční kontrole ve veřejné správě [55].

*"Veřejnou zakázkou je zakázka realizovaná na základě smlouvy mezi zadavatelem a jedním či více dodavateli, jejímž předmětem je úplatné poskytnutí dodávek či služeb nebo úplatné provedení stavebních prací. Veřejná zakázka, kterou je zadavatel povinen zadat podle tohoto zákona, musí být realizována na základě písemné smlouvy."*[56]

### 5.1 Systém zadávání veřejných zakázek v České republice

Směrodatným pro rozhodnutí, zda se jedná o veřejnou zakázku, je zadavatel. Za toho se u veřejné zakázky považuje veřejný, dotovaný a sektorový zadavatel, přičemž veřejný zadavatel (ČR, státní příspěvková organizace, územní samosprávné celky aj.) bývá nejčastější. Veřejné zakázky můžeme dělit dle předpokládané hodnoty na nadlimitní, podlimitní, veřejné zakázky malého rozsahu a významné veřejné zakázky. Nadlimitní veřejné zakázky jsou takové, které překročí finanční limit stanovený Evropskou komisí a je ukotven v nařízení vlády 77/2008 Sb., podlimitní zakázky tohoto finančního limitu nedosahují a zároveň jsou vyšší než veřejné zakázky malého rozsahu, které mají limit 1 000 000 Kč bez daně. Další možné dělení je dle předmětu, a to na dodávky, služby a stavební práce.

Samotné zadávání veřejné zakázky probíhá vyhlášením podmínek zadání a požadavků v zadávací dokumentaci. Zájemci o veřejnou zakázku na základě této dokumentace podávají své nabídky, ze kterých pak vybírá zadavatel nejvýhodnějšího dodavatele. V České republice se většinou vybírá dodavatel s nejnižší nabízenou cenou. To nemusí být však vždy nejlepší varianta, proto se doporučuje vybírat ekonomicky nejvýhodnější nabídku. Dodavatel může být vybrán na základě takového výběrového řízení, nebo tzv. „z volné ruky“, což znamená uzavření příslušné smlouvy bez soutěže. Zákon zakazuje možnost účelového rozdělení předmětu veřejné zakázky,

a to především pod stanovené finanční limity.

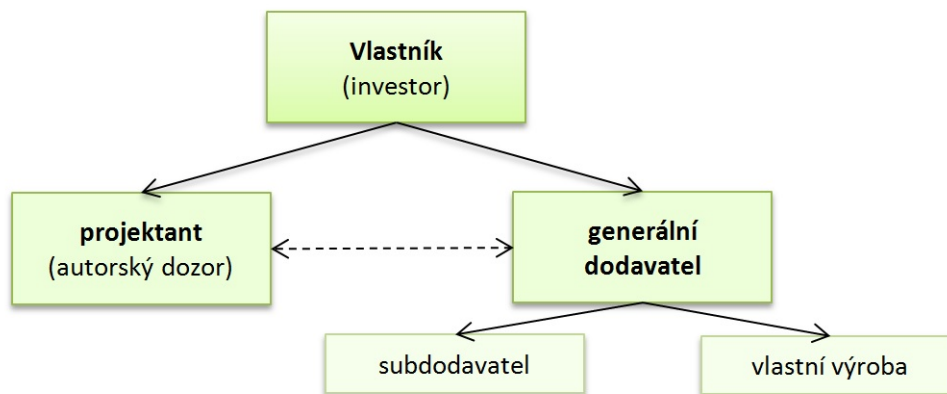
Zadávací řízení lze dle zákona o veřejných zakázkách rozdělit na šest druhů. Konkrétně se jedná o otevřené řízení, které nemá nijak omezený počet dodavatelů k podání nabídek, užší řízení, kde nejprve zadavatel vyzývá uchazeče k podání žádosti o účast a na základě těchto žádostí si zadavatel vybere zájemce a vyzve je k podání nabídky. Dalším druhem zadávacího řízení je jednací řízení s uveřejněním. Tento druh řízení se využívá v případě, kdy v předchozích řízeních byly podány neúplné nebo nepřijatelné nabídky. Zadavatel může oslovit původní uchazeče a dojednat s nimi vhodné podmínky, nesmí však podstatně měnit zadávací podmínky. Podobné je jednací řízení bez uveřejnění, mělo by však být používáno zadavatelem jen ve zcela výjimečných případech jako krajní prostředek zadání. Zadavatel je povinen oznámit toto zadání a jeho důvody Evropské komisi, jestliže o to komise požádá. Toto jednací řízení lze také použít v případě opakované zakázky. Posledním druhem možného zadávacího řízení je soutěžní dialog. Využívá se v případě, kdy zadavatel není schopen přesně určit technické, právní nebo finanční požadavky na jeho plnění. V tomto řízení oznamuje zadavatel neomezenému počtu uchazečů svůj úmysl a hledá tak optimální řešení. Jedná se o dvoukolové řízení, kde se v prvním kole podávají žádosti o účast a v druhém kole jsou zájemci vyzváni k podání nabídky.

Nespokojenost se systémem zadávání veřejných zakázek vytváří v současné době problém rovných podmínek pro všechny potenciální dodavatele, kde není možné přesně definovat požadavky na dodavatele, aby nedošlo k diskriminaci. Avšak při nepřesném zadání a určení požadavků může dojít k vítězství dodavatele, který není schopen splnit zadání v požadovaném rozsahu a kvalitě. Způsob, jak tedy vypsát veřejnou zakázku, kde budou dostatečně definovány podmínky, a přesto nedojde k diskriminaci jiných uchazečů, je velkým oříškem pro zadavatele.

Důležité je také vhodné zvolení dodavatelského systému u výstavbových projektů veřejné zakázky. Dodavatelské systémy jsou soustavou smluvních vztahů mezi investorem a dodavatelem stavby. Cílem dodavatele obecně je splnit cíle daného projektu a uspokojit tak požadavky zákazníka. V České republice je nejvyužívanějším dodavatelským systémem Design–bid–build neboli „vyprojektuj-zadej-postav“. Jedná se o systém, v kterém jsou přehledněji kontrolovatelné náklady projektu, a proto se hojně využívá u veřejných zakázek. V tomto systému uzavírá investor minimálně dvě smlouvy a to s projektantem, kterému je určen nákladový strop a dle toho je vypracována projektová dokumentace včetně výkazu výměr, a dodavatelem stavby, jehož nabídka byla zpracovávána na úrovni výkazu výměr a jednotkových cen a vyhrál tak výběrové řízení. Tento systém je znázorněn na Obr. 5.1.

Dodatelský systém lze rozdělit na systém jednoho nebo více dodavatelů. U jednoho dodavatele se jedná nejčastěji o projekty „na klíč“, nebo o systém Design–build neboli „vyprojektuj-postav“, kde za kvalitu projektové dokumentace a provedení stavby zodpovídá zhotovitel neboli dodavatel stavby. U systému DB dohlíží na stavbu technický dozor investora, kdežto u staveb „na klíč“ obvykle investor žádný odborný dohled neprovádí. Dalším dodavatelským systémem je Build–Operate–Transfer, tedy „postav-provozuj-převed“, který je jedním z mnoha systémů používaný pro projekty, kde spolupracuje veřejný a soukromý sektor. Obdobnými systémy jsou například Build–Own–Operate–Transfer, neboli „postav-vlastni-provozuj-převed“, nebo Design–Build–Finance–Operate, tedy „vyprojektuj-postav-financuj-provozuj“. Je možné také využít manažerských služeb tzv. inženýringu, který zabezpečuje kompletní přípravu projektů a řízení výstavby na staveništi. Lze rozdělit investorský inženýring,

který je vykonávaný investorem a vztahuje se vždy k celému průběhu výstavby a dodavatelský inženýring, který je v režii vyššího dodavatele [55].



Obrázek 5.1: Tradiční dodavatelský systém Design–bid–build [55].

## 5.2 Smluvní vzory FIDIC

Zkratka FIDIC je označení pro mezinárodní federaci konzultačních inženýrů, která se zabývá oblastí průmyslu, stavebnictví a projektových prací. Tato mezinárodní federace zároveň definuje celosvětové smluvní podmínky. První vzorová smlouva byla vydána v roce 1957 a nyní je označována za tzv. Červenou knihu, která je využívána pro projekty stavebnictví a infrastruktury. Smluvní podmínky FIDIC jsou nejčastěji využívané v rámci veřejných zakázek, které jsou spolufinancované Evropskou unií z programu ISPA. Jelikož se jedná o všeobecné vzory, je možno je využít jak pro malé, tak velké zakázky a zároveň dochází k minimalizaci zneužití vyjednávací síly jedné strany, což je výhodné při financování z veřejného sektoru. Nevýhodou je, že pro tyto smlouvy v současné době neexistuje oficiální česká verze těchto smluv.

V roce 1999 prošly smlouvy FIDIC úpravou, přičemž byly představeny i nové typy smluv, které jsou určeny pro specifické projekty. Nové vzory smluv se skládají ze dvou částí, kde první část nazvaná General Conditions obsahuje všeobecná ustanovení a druhá část podmínek nazvaná Conditions of Paticular Application má být dojednána až s ohledem na příslušný projekt.

Mezi základní typy vzorových knih patří již zmiňovaná Červená kniha, která je doporučena pro stavební a inženýrské práce, které jsou prováděné dle projektu investora. Dalším vzorem je Žlutá kniha, která se zabývá výrobními jednotkami elektrického a strojního zařízení a je určena také pro projekty vyhotovené zhotovitelem. Jako nový vzor pro specifické projekty vznikla kniha Stříbrná, která se specifikuje na dodávky projektů na klíč. Zlatá kniha FIDIC se využívá v projektech které jsou vyprojektovány, dodány a provozovány především v projektech PPP, kde se jedná o propojení veřejného a soukromého sektoru. Zelená kniha je poslední novou základní vzorovou smlouvou, která upravuje jednorázové úkony [57].

Dle Asociace pro rozvoj infrastruktury je pro projekty, u kterých jde zadavateli o využití technické invence uchazečů o veřejnou zakázku s nalezením inovativního řešení, vhodné využít metodu zadávání veřejné zakázky Design-Build, která vychází ze Žluté knihy FIDIC [58].

### 5.3 Veřejná zakázka konkrétních projektů

Obě zakázky byly zadány na stavební práce projektů UCEEB a CIIRC. Tyto projekty obsahují značné množství elektrotechnických zařízení a instalací, jež jsou jako druh veřejné zakázky charakterizovány jako dodávky. Avšak v rámci jedné veřejné zakázky není možno mít více podřazených druhů veřejné zakázky, a proto se běžně elektrotechnika v rámci stavby zadává jako součást stavebních prací a je vykonána v rámci montáže elektroinstalací.

Oba projekty byly zadány pomocí otevřeného řízení, které slouží pro neomezený počet dodavatelů jako výzva k podání nabídek. Dodavatel, který podá nabídku ve stanovené lhůtě, která je u nadlimitních zakázek minimálně 52 kalendářních dní po oznámení otevřeného řízení, se stává automaticky uchazečem. Minimálně tříčlenná komise pro otevírání obálek pak provádí kontrolu úplnosti nabídek. Úplné nabídky jsou pak předány hodnotící komisi, která hodnotí jak kvalifikaci dodavatele, tak samotnou nabídku a vystaví pro zadavatele zprávu o posouzení nabídek. Na zadavateli je pak samotný výběr nejvýhodnější nabídky a následné uzavření smlouvy uchazeče se zadavatelem. Zadávání otevřeným řízením je však v ČR stále méně využíváno v roce 2010 to bylo zhruba 47 % všech zadávacích řízení a v roce 2011 už jen 37 %. Z praxe se ukazuje, že u některých zakázek mají hodnotící kritéria u tohoto řízení spíše manipulační charakter, což snižuje otevřenost a transparentnost otevřeného řízení [59].

Rozsahem oba projekty UCEEB a CIIRC dosahují či dokonce převyšují finanční limit stanovený pro nadlimitní veřejné zakázky [60], [51], [61].

#### 5.3.1 UCEEB

Veřejná zakázka byla vypsána začátkem dubna 2012 s termínem otevírání obálek 22. 5. 2012. Smlouva o dílo byla s vybraným uchazečem podepsána 6. 8. 2012. Zadávací dokumentace byla poskytnuta v běžném rozsahu.

Hlavním hodnotícím kritériem pro tuto zakázku byla ekonomická výhodnost nabídky s dílčími hodnotícími kritérii, kterými jsou nabídková cena bez DPH s 60% váhou a nástin a zabezpečení navrženého plnění s váhou 40%. Druhé kritérium bylo rozděleno na dvě podkritéria, a to zvolenou metodiku k řešení zakázky, kde uchazeč rozpracoval návrh na zpracování analýzy financování z Komunitárních programů, a popis nástroje a metody projektového řízení. Toto podkritérium mělo přiřazeno váhu 60% a zbývajících 40% tvořilo organizační zajištění zakázky uchazečem, které zkoumalo detailnost, srozumitelnost, metodiku práce nebo komunikaci se zadavatelem. Díky takto stanoveným vahám byl dokonce podán podnět k přezkoumání úkonů zadavatele [62].

Nabídku na realizaci podalo celkem šest společností s cenovou nabídkou od 278,4 milionu korun do 294,98 milionu korun bez DPH. Jako dodavatel stavby byla vybrána nabídka od společnosti Metrostav a.s, která podala nejnižší cenovou nabídku [60].

#### 5.3.2 CIIRC

Veřejná zakázka byla vypsána v dubnu 2014 s termínem otevírání obálek 4. 7. 2014. Součástí zadávací dokumentace byla stavební dokumentace se soupisem stavebních

prací, dodávek a služeb s výkazem výměr včetně soupisu vedlejších nákladů. V zadávací dokumentaci nechyběly ani přílohy jako případná smlouva o dílo, různá čestná prohlášení uchazeče a také požadavky na technickou kvalifikaci uchazeče. Na vyžádání uchazečů byly průběžně dodávané dodatečné informace k zakázce.

Hlavním hodnotícím kritériem pro tuto zakázku byla ekonomická výhodnost nabídky s dílčími hodnotícími kritérii, kterými jsou nabídková cena bez DPH s 85% váhou a celková doba realizace s váhou 15%. Dle hodnot v podaných nabídkách byla uchazečům přiřazeno bodové ohodnocení, které bylo vynásobeno váhou daného kritéria. Za nejlepší nabídku je považována nabídka s největším bodovým ohodnocením.

Zadavatel vyžadoval od uchazečů poskytnutí jistoty ve výši 15 000 000 korun. Ta mohla být poskytnuta jako bankovní záruka, kdy banka poskytne zadavateli plnění v případě, že dodavatel poruší povinnosti související s jeho účastí v zadávacím řízení, nebo ve formě pojištění záruky. Také se mohlo jednat o složení peněžní částky na účet zadavatele, kdy je v případě neúspěchu a dodržení povinností uchazeče v rámci zadávacího řízení je tato částka uchazečům navracena. Uchazeč musí prokázat poskytnutí této jistoty v rámci podané nabídky.

Nabídku na realizaci podalo celkem sedm společností s cenovou nabídkou od 974,6 milionu korun do 1 098,6 milionu korun bez DPH. Doba realizace byla uchazeči stanovena od 420 do 510 dnů, přičemž délka trvání 420 dní byla stanovena hned čtyřmi uchazeči. Jako dodavatel stavby byla vybrána nabídka od společnosti Hochtief CZ a.s. ve spolupráci VCES a.s., kteří podali nejnižší cenovou nabídku s délkou trvání realizace 420 dní [51].





# Kapitola 6

## Ukazatele pro hodnocení

### 6.1 Měření efektivnosti

Jelikož je samotný přístup k inovacím značně subjektivní, je i měření efektivnosti subjektivní a nelze stanovit obecně závazná kritéria efektivnosti. Základním hodnocením je porovnání skutečnosti s předpokládaným cílem v delším časovém období. Hodnocení lze rozdělit do tří základních skupin, a to finanční pohled, tržní podíl, nebo otevření nových tržních příležitostí. U finančního pohledu je možnost se zaměřit na ukazatel ziskovosti, kterou nám inovace přináší, nebo také náklady, které bylo nutné vynaložit na výzkum a vývoj, či na náklady vlastní výroby. Z pohledu tržního podílu je možné uplatnit ukazatel tržního podílu nového výrobku, nebo relativní tržní podíl, velikost odbytu či tempo růstu odbytu. Pomocí strategických možností lze například hodnotit časový průběh přijetí produktu zákazníkem při vstupu na nový trh, nebo míra opakovaných nákupů. U inovací, které jsou přinášeny zákazníkům, je důležitým ukazatelem spokojenost zákazníka [6].

Dle Bostonské společnosti Boston Consulting Group jsou hlavní metriky k hodnocení ziskovost, spokojenost zákazníků, růst tržeb, uvedení inovace na trh, čas na potřebný objem výroby, vliv na životní prostředí a výkonnost v životním cyklu. Více o tomto hodnocení je uvedeno v kapitole 2.3. V našem případě však nejvyužívanější metriky dle výzkumu Bostonské poradenské skupiny nelze využít, neboť se jedná o výzkumná vysokoškolská centra, která sice spolupracují se soukromým sektorem, ale nejedná se o jejich hlavní činnost.

Mezi ukazatele pro Univerzitní centrum energeticky efektivních budov lze využít ukazatele spokojenost zákazníků, a to z pohledu firem spolupracujících s danými centry jako hodnocení celého centra jako instituce, a nebo spokojenost uživatelů objektu, kde bude hodnocena stavba jako inovace. Možností k hodnocení univerzitního centra je také povědomí o centru a image centra u širší veřejnosti. Další ukazatel, který v centru lze použít je vliv na životní prostředí. Jelikož se jedná o energeticky úspornou budovu s inovativní fasádou, je toto hodnocení přímo na místě. Výkonnost v životním cyklu by byla také na místě, ale jelikož stavba funguje pouze dva roky, je toto hodnocení bezvýznamné. Výše uvedené ukazatele není však možno využít u Českého institutu informatiky, robotiky a kybernetiky, jehož budova se teprve staví.

## 6.2 Ekonomické vyhodnocení nákladů

Ekonomické hodnocení projektů je možné zaměřit na investiční náklady, výnosy, které projekt přináší, nebo provozní náklady. Investiční náklady u projektu UCEEB činily 672 milionů korun, kde 288 milionů stála stavební část projektu. Dle dostupných údajů bylo možno vypočítat, že jednotková cena u budovy UCEEB byla  $8\,903\text{ Kč}/\text{m}^3$ , kdežto dle cenových ukazatelů pro rok 2013, kdy byla stavba zahájena, byla jednotková cena budov pro vědu průměrně  $7\,306\text{ Kč}/\text{m}^3$ . V tomto případě nelze vycházet z konkrétní nosné konstrukce, neboť hlavní nosnou konstrukcí u projektu UCEEB bylo neobvykle využito dřeva, což v cenových ukazatelích pro tento typ stavby není uvedeno. Jelikož se však hodnoty pro tento druh stavby pohybují v rozmezí  $4\,486\text{ Kč}/\text{m}^3 - 10\,126\text{ Kč}/\text{m}^3$ , můžeme cenu projektu považovat dle ukazatelů za přiměřenou [63]. Investiční náklady projektu CIIRC jsou 1 382 milionů korun. Na stavební část připadá 1 179 milionů korun. Z obestavěného prostoru lze vyvodit jednotkovou cenu ve výši  $8\,437\text{ Kč}/\text{m}^3$ . Jednotková cena uvedena ve stavebních standardech a cenových ukazatelích pro rok 2016 je u budov pro vědu průměrně stanovena ve výši  $7\,529\text{ Kč}/\text{m}^3$ . Jak však bylo uvedeno v kapitole 4.2.2, jedná se především o železobetonový sloupový skelet, který dle cenových ukazatelů má jednotkovou cenu  $8\,350\text{ Kč}/\text{m}^3$ , což je vysoutěžené ceně za stavbu velmi blízko [64].

Obdobně se dá nahlížet i na náklady elektromontáží, montáží sdělovací a zabezpečovací techniky, a také montáží měřicích a regulačních zařízení. Ty jsou dle cenových ukazatelů pro rok 2013, 2016 ve výši 4,9 %, 1,4% a 0,5% z původní ceny stavby, což by pro projekt CIIRC obnášelo částku 57 786 545 Kč za elektromontáže, 16 510 442 Kč za montáž sdělovací a zabezpečovací techniky a 5 896 586 Kč za montáž měřicího a regulačního zařízení [63], [64]. Celkově tedy 80 193 573 Kč. Dle nabídkového rozpočtu je plánovaná cena za tyto instalace ve výši 167 928 000 Kč, a to není v ceně zahrnut automatický parkovací zakladač. Pro projekt UCEEB by dle cenových ukazatelů měla být částka za elektrotechniku celkem 19 584 000 Kč. Reálná hodnota tohoto projektu však byla 36 670 300 Kč, což však u moderního inovačního centra lze předpokládat.

Dalším hodnotícím kritériem mohou být výnosy, které jsou však u projektů veřejného sektoru, který je spíše neziskový, tvořeny například užitky, které může projekt přinášet. Může se jednat o užitek, který není přímo finančně měřitelný, avšak může přinášet užitek ve formě zvýšení zaměstnanosti, zlepšení životní úrovně či příznivý vliv na životní úroveň. V obou uvedených případech můžeme hodnotit přínos pro akademickou půdu ČVUT jakožto dvou vysoce kvalitních výzkumných a vědeckých center, která napomáhají k propojení výzkumné sféry se soukromým průmyslovým sektorem. Dále nabízejí nové pracovní příležitosti, což vede k navýšení pracovních míst na ČVUT, avšak určení měřitelnosti těchto užitků je značně obtížné.

Provozní náklady jako další hodnotící kritérium nebudeme uvažovat, jelikož budova CIIRC je teprve ve výstavbě a dalo by se počítat pouze s odhadovanou spotřebou energií. U budovy UCEEB nastaly problémy se systémem řízení a regulace, který je v současné době součástí reklamací vedených proti zhotoviteli budovy, a tak konkrétní hodnoty nejsou známy.

Při hodnocení ekonomické efektivity investic je možné také využít statické nebo dynamické metody. Statické metody neuvažují hodnotu času, jsou značně jednodušší a používají se u méně významných projektů s krátkou dobou životnosti. Dynamické hodnocení zahrnuje čas, a tím i možné riziko. Statické metody jsou například ren-

tabilita ziskovosti ROI, která pracuje pouze se ziskem a náklady. Z dynamických metod se využívají metody čisté současné hodnoty NPV, metody vnitřního výnosového procenta IRR, či doba návratnosti. Avšak jelikož nejsou přesně známé náklady ani výnosy, je výpočet těchto hodnotících kritérií značně obtížný.

## 6.3 Udržitelnost výstavby, certifikace

Zcela běžně jsou budovy posuzovány z hlediska energetické náročnosti tzv. průkazy energetické náročnosti dle Vyhlášky č. 147/2007 Sb., prostupu tepla dle normy ČSN 73 0540-2 nebo z hlediska produkce škodlivých látek do ovzduší, které jsou předmětem energetických auditů ukotvených ve Vyhlášce č. 213/2001 Sb. Toto posuzování staveb je však z hlediska udržitelné výstavby zcela nedostatečné, neboť k této problematice je důležité hodnocení z pohledu celého životního cyklu stavby. Cílem udržitelné výstavby je efektivní využívání spotřeby energie, materiálu, vody, půdy, odpadů a produkce škodlivých emisí. Pro hodnocení je tedy nutné znát možnost likvidace stavby, spotřebu vody, vliv použitých materiálů na životní prostředí, nakládání s odpadem nejen během samotné výstavby, ale i během užívání stavby, nebo podmínky pro vnitřní prostředí interiéru. Proto na posouzení udržitelného rozvoje byla vyvinuta řada metod k hodnocení. Mezi nejznámější a nejrozšířenější patří americká metoda LEED, britská BREEAM a kanadský GBTool, který má českou odnož zastupující národní metodiku ČR tzv. SBToolCZ. Certifikace budov těmito metodami je možná jak pro stávající, tak nové stavby, kde značně ovlivňují a auditují návrh a proces stavby [65], [66].

### 6.3.1 Systém LEED

Leadership in Energy and Environmental Design pochází ze Spojených států amerických, kde vznikl v roce 2000. Tuto certifikaci uděluje americký certifikační orgán GBCI neboli Green Building Certification Institute, který uděluje certifikaci pro budovy s více než 50% ploch k pronájmu s označením LEED Core & Shell, nebo pro budovy s méně než 50% ploch k pronájmu certifikaci LEED for New Construction. Tento systém poskytuje nezávislé ověření, že budova dosahuje vysokých požadavků v oblasti zdraví lidí a životního prostředí, úspory vody, energetické efektivity, kvality využitých materiálů a celkově udržitelné výstavby. Certifikace probíhá v několika oblastech, kde v každé oblasti lze získat jiný počet bodů z celkových 110. Největší bodový zisk je možný v oblasti energie a ovzduší, kdežto v oblasti místních priorit je bodový zisk nejmenší. Dle bodového zisku je možno získat obyčejný certifikát (>40) nebo stříbrné (>50), zlaté (>60) či platinové (>80) ohodnocení. V roce 2012 se tímto certifikátem prokazovalo více než 9 000 administrativních budov [65], [67].

### 6.3.2 Systém BREEAM

BRE Environmental Assessment Method je nejrozšířenější metodou v hodnocení udržitelné výstavby budov. Tato metoda vznikla ve Velké Británii v roce 1990 a v roce 2012 se jí mohlo prokazovat více než 200 000 staveb. BREEAM uděluje několik druhů certifikací, které jsou závislé na místě a druhu stavby. V České republice je možno využít certifikaci BREEAM Europe Commercial, která slouží k posouzení

administrativních, průmyslových nebo maloobchodních budov, nebo BREEAM In-Use, které slouží ke snižování provozních nákladů a zlepšování životního prostředí u stávajících budov. Stejně jako certifikace LEED je hodnocení BREEAM rozděleno do několika oblastí hodnocení, kde největší váhu má opět oblast energie, kdežto nejnižší váhu má spotřeba vody. Celkový součet možných získaných bodů je taktéž 110 jako u metody LEED, jen k získání základního certifikátu PASS je potřeba jen 30%. Nad 45% získává budova ohodnocení GOOD, s více jak 55% certifikát VERY GOOD, se 70 a více % označení EXCELLENT a nad 85% hodnocení OUTSTANDING [65], [68].

### 6.3.3 Systém SBToolCZ

Metoda Sustainable Building Tool CZ je odnoží kanadské uznávané metody GBTool, která byla vyvinuta organizací International Initiative for Sustainable Built Environment v roce 2005. V roce 2007 byla pro mezinárodní úroveň nahrazena verzí SBTool, která dala základ české verzi, a tím i naší národní metodice. Jako národní metodika je přizpůsobena českým normám a v souladu s českou legislativou jsou srovnávací hladiny nastavené podle českého stavebnictví. Původně se toto hodnocení využívalo jen na akademické půdě pro hodnocení studentských projektů, avšak v roce 2010 došlo k prvnímu oficiálnímu hodnocení bytového domu v Praze a v roce 2011 následovalo certifikování prvního pasivního rodinného domu ve Frýdku Místku. Cílem SBToolCZ je posoudit vliv budovy na životní prostředí, její sociálně kulturní aspekty, ekonomické aspekty, management a lokalitu umístění stavby a funkční a technickou kvalitu v souladu s udržitelnou výstavbou. Hodnotící kritéria jsou zastoupena ve třech základních oblastech s různými váhami hodnocení, a to environmentální s 50%, sociálně kulturní s 35% a kritérium oblasti ekonomiky a managementu s 15% váhou. Další oblastí hodnocení je i lokalita, ale jelikož tu nelze projektem ovlivnit, je jí přiřazena váha 0%. Na základě těchto hodnotících kritérií lze získat až deset bodů, přičemž budova je certifikována do 3,9 bodu. Do 5,9 získává bronzový certifikát, do 7,9 stříbrný a od osmi do deseti pak zlatý certifikát kvality, který vyjadřuje nejlepší kvalitu budovy [65], [69].

### 6.3.4 Udržitelná výstavba a certifikace u konkrétních projektů

Ačkoliv obě budovy mají snahu o nízkou energetickou náročnost, UCEEB svým lehkým obvodovým pláštěm a CIIRC svou izolační pneumatickou membránovou folií, ani jedna z těchto budov nebyla vystavěna s některým z uvedených certifikátů. Univerzitní centrum v Buštěhradu svou činností dokonce napomáhá ostatním projektům k tomu, aby jim mohly být tyto certifikáty uděleny, avšak jejich budova jimi nedisponuje. Je však možné, že procesem certifikace udržitelné výstavby budou projekty procházet až časem.

# Kapitola 7

## Závěry a zhodnocení

Inovacemi se v dnešní době zabývá stále více institucí a ani Česká republika nezůstává pozadu. Inovace a s nimi spojený inovační proces představují v dnešní době jeden z hlavních prvků konkurenceschopnosti podniku bez něhož by firmy neměly dlouhotrvající budoucnost. Inovace dle věcného dělení rozdělujeme na technické, které jsou buď produktové či procesní, nebo na netechnické, které jsou marketingové nebo organizační. Díky tomuto dělení je možné mnohem lepší řízení a vyhodnocování jednotlivých inovačních procesů, které v dané organizaci vznikají.

Inovační proces v elektrotechnice je velmi rychlý neboť se jedná o poměrně mladý obor ve srovnání se stavebnictvím. Největší rozvoj zaznamenává oblast informační a komunikační činnosti, což souvisí s mnoha dalšími obory. Nejen v oblasti stavebnictví začínají vznikat produkty fungující na principu internetu věcí, který podporuje plnou automatizaci. Ta je společně s robotizací a digitalizací hlavním cílem průmyslové revoluce, z níž vyplývá Národní iniciativa Průmysl 4.0. Je však otázkou, zda jsou plně automatizované prostory a procesy vítány. Dalším z hlavních cílů budoucnosti je snižování ekologické náročnosti budov, což je v současné době řešeno udržitelnou výstavbou. Také spousta elektronických zařízení se snaží o nízkou energetickou náročnost. Integrace těchto priorit bude velmi náročná a zároveň bude vyžadovat nejednu inovaci. Počátky propojení těchto priorit jsou aplikovány u tzv. inteligentních budov, které jsou stavěny v souladu s udržitelnou výstavbou.

Vzhledem k celkovému vývoji dochází k propojování několika oborů, a proto byla tato práce zaměřena na spojení elektrotechniky a stavebnictví. Ačkoliv se jedná o dva rozdílné obory s rozdílnými životními cykly, je jejich spojení pro člověka velice užitečné a přínosné. Rozdílné vývojové cykly a jejich propojení je znázorněno na Obr. 3.9 a Obr. 3.10. Jelikož je vývoj elektrotechniky rychlejší než rozvoj stavebnictví, dalo by se říct, že vývoj ve stavebnictví reaguje na nové možnosti, které elektrotechnika přináší. Některé inovace ve stavebnictví umožňují využít elektrotechniku i novým způsobem. Například existuje zděný systém umožňující vedení elektroinstalací přímo ve zdivu. V současnosti probíhá také aplikovaný výzkum ultravysokohodnotného betonu pro tenkostěnné skořepinové prvky, což odpovídá trendu snižování hmotnosti a zužování stavebních prvků. V návaznosti na užší rozměry nosných konstrukcí bude nutno řešit i nového vedení elektroinstalací. Značné propojení těchto oborů je viditelné u nově vznikajících vědeckých center, která jsou v poslední době vystavována v rámci podpory růstu konkurenceschopnosti státu. V rámci této podpory existuje několik operačních programů, které využívají financování z fondů Evropské unie.

Součástí práce byla i analýza dvou projektů vysokoškolských center Českého vysokého učení technického v Praze, konkrétně Univerzitního centra energeticky efektivních budov v Buštěhradu a Českého institutu informatiky, robotiky a kybernetiky v pražských Dejvicích. Na těchto centrech měla být prokázána důležitost a intenzita propojení moderní elektrotechniky se samotnou stavbou. Vzhledem k nedostatečnému množství veřejně dostupných informací a neposkytnutí relevantních dat oslovenými osobami můžeme jen konstatovat, že moderní elektrotechnika je u těchto staveb využita v mnohem větší míře, než bývá obvyklé u klasických staveb. Celkově mají vyšší cenu, než s kterou počítají české stavební standardy pro tento druh staveb. Přesněji řečeno české stavební standardy předpokládají cenu elektrotechniky zhruba 7% z celkové ceny stavby, kdežto u daných projektů je to zhruba 14%. Ve srovnání s těmito standardy však můžeme zhodnotit, že celková cena za stavby těchto center je v souladu s nimi.

V rámci této práce byl řešen vliv systému zadávání veřejných zakázek v České republice na využití inovací u velkých projektů. Ukázalo se, že systém není zcela bezproblémový a přináší jak zadavatelům, tak zhotovitelům určité komplikace. Jako jeden z hlavních nedostatků se ukázala formulace zadání, kterou není možné přesněji konkretizovat, aby nedocházelo k diskriminačnímu zadání. Na základě takového zadání nemůže zadavatel zajistit, že dílo bude vyhotoveno v požadované kvalitě. Proto také dochází k častým reklamacím po uvedení stavby do provozu. Jako příklad můžeme uvést systém na měření a regulaci použitý v UCEEB, který je v současnosti reklamován. Dalším problémem je trend vybírání nejlevnější nabídky, což ne vždy zaručuje nejlepší provedení, a tím i nejefektivnější řešení. Dále nutnost předložení položkového rozpočtu společně s nabídkou nezlehčuje využití inovací, které se objeví na trhu během výstavby. V případě vítězství ve výběrovém řízení se tento položkový rozpočet stává závazným a případné změny jsou značně obtížné. Tuto komplikaci by mohla vyřešit metoda zadávání veřejné zakázky Design-Build, kde není požadavek na položkový rozpočet. Tato metoda je dle Asociace pro rozvoj infrastruktury vhodná pro nalezení inovativního řešení veřejné zakázky.

Obě centra jsou vybudována s ohledem na nízkou energetickou náročnost, ale ani jeden ústav není opatřen certifikací o udržitelné výstavbě. Zároveň obě centra mají na svých nových budovách zcela unikátní obvodové pláště. U Univerzitního centra se jedná o lehký obvodový plášť na bázi dřeva, který díky využití korku minimalizuje případné tepelné mosty. U Českého institutu informatiky, robotiky a kybernetiky je naopak hlavním prvkem vnějšího obvodového pláště sklo, které je opatřené speciální membránovou folií tvořící tzv. nafukovací fasádu. Pro lepší hodnocení inovací elektrotechnických i stavebních je potřeba přesně definovat, kde stavebnictví, elektrotechnika a jejich průnik začíná a končí. Pro jejich lepší řízení, kontrolu a hodnocení je potřeba srovnání, které vzhledem k výstavě atypických projektů není zcela možné. V současné době existují České stavební standardy s cenovými ukazateli pro jednotlivé druhy staveb s rozdělením na jednotlivé stavební části. Podrobně popsány jednotlivé prvky v nich však nenajdeme a tudíž nelze zcela přesně provést porovnání. Řešením by mohla být dokumentace na úrovni typizační směrnice, která by mohla přispět k rychlejší a ekonomičtější výstavbě a propojení elektrotechniky a stavebnictví. Pro zvýšení efektivity využití inovací elektrotechniky k rozvoji inovací ve stavebnictví je zapotřebí vnímat propojení těchto oborů. Tento průnik oborů, kdy není jasné zda se jedná o stavební prvek nebo elektrotechniku, se stále zvětšuje, a tím se potřeba srovnání a zhodnocení stává potřebnější.

Zajímavým poznatkem při tvorbě této diplomové práce bylo zjištění, že propojení stavebních prvků s požadavky elektrotechniky naráží na rozdílný pohled jednotlivých osob podílejících se na samotné realizaci projektu. Elektrotechnici často nedostatečně uvažují o propojení elektroinstalací s konstrukcí budovy a naopak stavební inženýři nepřikládají novinkám v elektroinstalaci velkou váhu. Pro další rozvoj tohoto propojení a zdokonalování inteligentních budov bude potřeba odborníků, kteří budou vnímat stavbu jako celek.





# Literatura

- [1] ŠVEJDA P. A KOLEKTIV. *Inovační podnikání*. Asociace inovačního podnikání, 2007. ISBN 978-80-903153-6-5.
- [2] TOMEK G. , VÁVROVÁ V. *Marketing od myšlenky k realizaci*. Professional publishing, 2011. ISBN 978-80-7431-042-3.
- [3] SKOKAN K. *Konkurenceschopnost, inovace a katastry v regionálním rozvoji*. Repronis, 2004. ISBN 80-7329-059-6.
- [4] DYTRT Z., STRÍTESKÁ M. *Efektivní inovace, odpovědnost v managementu*. Computer Press, 2009. ISBN 978-80-251-2771-1.
- [5] ADAMS J. Manic-depressive social psychology. <http://www.spiritoftruth.org/Thesis/Part%203/>, 1994. [Online; accessed 1-11-2015].
- [6] TOMEK G., VÁVROVÁ V. *Vize tržního úspěchu aneb 10 otázek a odpovědí jak chápat marketing budoucnosti*. Professional publishing, 2012. ISBN 978-80-7431-071-3.
- [7] EVROPSKÝ SOCIÁLNÍ FOND. Kondratěvův cyklus a související teorie. [http://vzdelavani.esf-fp.cz/results/results\\_02/edumat\\_rep/INP/INP\\_kondratev.pdf](http://vzdelavani.esf-fp.cz/results/results_02/edumat_rep/INP/INP_kondratev.pdf), 2012. [Online; accessed 5-11-2015].
- [8] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. Priority v oblasti inovací. <http://www.czechinno.cz/inovace/priority-v-oblasti-inovaci/priority-v-oblasti-inovaci.aspx>. [Online; accessed 12-12-2015].
- [9] ASOCIACE INOVAČNÍHO PODNIKÁNÍ ČR , z.s. Cena inovace roku 2016. 2016.
- [10] A.T.KEARNEY. Soutěž o nejlepší řízení inovací organico- vaná společností a.t.kearney. <https://www.atkearney.com/web/best-innovator-czech-republic/>, 2013. [Online; accessed 1-3-2016].
- [11] ASOCIACE INOVAČNÍHO PODNIKÁNÍ. Systém inovačního podnikání v České republice. *Circulation*, 2016. [Online; accessed 12-4-2016].
- [12] KOLEKTIV AUTORŮ POD VEDENÍM MAŘÍKA V. Národní iniciativa průmysl 4.0. *Ministerstvo průmyslu a obchodu*, 2015 (Září 21). [Online; accessed 12-12-2015].
- [13] VLČEK R. *Hodnota pro zákazníka*. Management Press, 2002. ISBN 80-7261-068-6.

- [14] KAVAN M. *Výrobní a provozní management*. Grada, 2002. ISBN 80-2470-199-5.
- [15] ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. 5 hlavních inovačních typů. <http://www.czechinno.cz/inovace/definice-inovace/5-hlavnich-inovacnich-typu.aspxurl>. [Online; accessed 22-11-2015].
- [16] ANDREW J. A KOLEKTIV. Measuring innovation 2009. *bcg.perspectives*, 2009 (Duben). [Online; accessed 10-2-2016].
- [17] ANDREW J. P. and SIRKIN H. L. Innovation's payback. <http://www.thestreet.com/story/10359793/1/innovations-payback.html>. [Online; accessed 10-2-2016].
- [18] ANDREW J. A KOLEKTIV. Innovation 2007 a bcg management survey. *bcg.perspectives*, 2007 (Srpen). [Online; accessed 10-2-2016].
- [19] Organisation for Economic Co-operation and Development. Oslo manual. <http://www.oecd.org/sti/inno/2367580.pdf>, 1992. [Online; accessed 10-2-2016].
- [20] ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. Inovační aktivity podniků v ČR - 2012 až 2014. [https://www.czso.cz/csu/czso/statistika\\_inovaci](https://www.czso.cz/csu/czso/statistika_inovaci). [Online; accessed 9-5-2016].
- [21] ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. Inovační aktivity podniků v ČR - 2010 až 2012. <https://www.czso.cz/csu/czso/inovacni-aktivity-podniku-v-cr-2010-az-2012-up1r9kkmj3>. [Online; accessed 12-2-2016].
- [22] Vyhláška MFČR č. 3/2008 Sb. Opotřebení staveb. [http://www.cenovemapy.cz/3\\_2008/Priloha-15\\_k\\_Vyhl-3-2008.pdf](http://www.cenovemapy.cz/3_2008/Priloha-15_k_Vyhl-3-2008.pdf), ze dne 3.1.2008. [Online; accessed 10-2-2016].
- [23] MAYER D. *Pohledy do minulosti elektrotechniky*. Koop, 1999. ISBN 80-7232-092-0.
- [24] KUSALA J. Miniencyklopedie elektřiny. <http://www.cez.cz/edee/content/microsites/elektrina/zaj3.htm>, 2003. [Online; accessed 13-12-2015].
- [25] EFMERTO VÁ M. C. *Elektrotechnika v českých zemích a v Československu do poloviny 20. století*. Libri, 1999. ISBN 80-85983-99-0.
- [26] MUSIL V. Elektronika, mikroelektronika inovace a vydělávání v 21. století. [http://www.stech.cz/Portals/0/Konference/2014/Elektronika%20mikroelektronika%20inovace/prednasky/03\\_Musil.pdf](http://www.stech.cz/Portals/0/Konference/2014/Elektronika%20mikroelektronika%20inovace/prednasky/03_Musil.pdf), 18.3 2014. [Online; accessed 1-3-2016].
- [27] STAŇKOVÁ J. *Architektura v proměnách tisíciletí*. Sobotáles, 2005. ISBN 80-86817-10-5.
- [28] FISCHER T. Architektura vybrané kapitoly z dějin. [http://dk.spsopava.cz:8080/docs/pdf/architektura/P9\\_%20Architektura.pdf](http://dk.spsopava.cz:8080/docs/pdf/architektura/P9_%20Architektura.pdf), 2015. [Online; accessed 13-2-2016].

- [29] BUKOVSKÝ J. *Dějiny stavitelství, přehled vývoje architektury a stavebnictví*. Cerm, 2001. ISBN 80-7204-215-7.
- [30] GYMPEL J. *Dějiny architektury od antiky po současnost*. Slovart CZ, 2013. ISBN 978-80-7391-783-8.
- [31] ČERNÝ M. Šílené křivky nové architektury. <http://21století.cz/2005/03/18/silene-krivky-nove-architektury/>, 2005. [Online; accessed 24-2-2016].
- [32] POLÁK M. Encyklopedie energetiky - elektřina - začalo to v... [https://www.cez.cz/edee/content/file/pro-media-2014/05-kveten/encyklopedie\\_eletrina\\_e.pdf](https://www.cez.cz/edee/content/file/pro-media-2014/05-kveten/encyklopedie_eletrina_e.pdf), 2014. [Online; accessed 24-3-2016].
- [33] Encyklopedie Energie. První elektrárny. [http://www.energyweb.cz/web/index.php?display\\_page=2&subitem=1&ee\\_chapter=5.5.2](http://www.energyweb.cz/web/index.php?display_page=2&subitem=1&ee_chapter=5.5.2). [Online; accessed 24-3-2016].
- [34] ELEKTRIKA.CZ. Počátky elektrifikace. <http://elektrika.cz/data/clanky/stejnosemny-nebo-stridavy-proud-pocatky-elektrifikace>, 2008. [Online; accessed 24-3-2016].
- [35] HOCHMANOVÁ L., DVOŘÁKOVÁ M. První elektrické pouliční osvětlení prosvítlo před 125 lety jindřichův hradec. [http://www.rozhlas.cz/zpravy/technika/\\_zprava/1031529](http://www.rozhlas.cz/zpravy/technika/_zprava/1031529), 2012. [Online; accessed 24-3-2016].
- [36] VLČEK J. Základy elektrotechniky (i). <http://www.tzb-info.cz/3803-zaklady-elektrotechniky-i>, 2007. [Online; accessed 24-3-2016].
- [37] Inteligentní budovy. <http://www.inteligentni-budovy.cz/>. [Online; accessed 1-4-2016].
- [38] Inteligentní budovy ii. <http://www.inteligentni-budovy.cz/>. [Online; accessed 1-4-2016].
- [39] TOTALIB INTELIGENTNÍ DOMY. Domácnost. <http://www.inteligentni-dum.eu/domacnost/>. [Online; accessed 8-4-2016].
- [40] MULLER R. , STROUHAL V. Inteligentní elektroinstalce ego-n. *ELEKTRO*, (4):e27, 2015 (Duben).
- [41] HLAVÁČ V. Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky. <http://www.ciirc.cvut.cz/cs/>, 2014. [Online; accessed 11-3-2016].
- [42] Univerzitní centrum energeticky efektivních budov. <http://www.uceeb.cz/>, 2014. [Online; accessed 5-3-2016].
- [43] ČESKÁ REPUBLIKA MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ , MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY. Operační program výzkum a vývoj pro inovace 2014. <http://www.opvavpi.cz/cs/siroka-verejnost/zakladni-dokumenty-programu/operacni-program-vyzkum-a-vyvoj-pro-inovace/aktualizovana-verze-operacniho-programu-vyzkum-a-vyvoj-pro-inovace-2014.html>, 2014. [Online; accessed 4-3-2016].

- [44] KOHOUTOVÁ M. Obálka budovy uceeb odpovídá třídě b – velmi úsporná. *Energeticky soběstačné budovy*, 1/2014. [Online; accessed 27-3-2016].
- [45] VÝZKUMNÉ ENERGETICKÉ CENTRUM. Zaměření. <http://vec.vsb.cz/cz/vyzkum-a-vyvoj/zamereni.html>. [Online; accessed 27-3-2016].
- [46] Národní centrum energetických úspor. Energetické úspory jsou příležitostí pro udržitelný hospodářský růst. [http://www.nceu.cz/#o\\_nceu](http://www.nceu.cz/#o_nceu). [Online; accessed 27-3-2016].
- [47] SWEENEY J. L. Precourt energy efficiency center stanford university. <http://web.stanford.edu/group/peec/cgi-bin/docs/PEECbrochure.pdf>. [Online; accessed 27-3-2016].
- [48] PAINULY J. P. Copenhagen centre on energy efficiency. <http://www.energyefficiencycentre.org/Who-We-Are>. [Online; accessed 27-3-2016].
- [49] VCES. Roboti odstartovali stavbu institutu informatiky, robotiky a kybernetiky Čvut za 1,38 miliardy Kč. <http://vces.cz/index.php?docid=18818&lang=CZ>, 2014. [Online; accessed 12-3-2016].
- [50] MAŘÍK V. Pokrok v projektu ciirc Čvut. <http://www.ciirc.cvut.cz/wp-content/uploads/2015/10/2015-09-23oCIIRCproAS-CVUT2.pdf>, 23.9.2015. [Online; accessed 17-3-2016].
- [51] ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE. Veřejná zakázka - Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky. <https://www.egordion.cz/nabidkaGORDION/zakazka.seam?mode=dokumenty&cid=258214>, 2014. [Online; accessed 17-3-2016].
- [52] SEDLÁČEK S. Institut informatiky, robotiky a kybernetiky. *Zpravodaj Subterra*, 3/2015). [Online; accessed 28-4-2016].
- [53] KOHOUTOVÁ M. Čvut staví nové centrum vědy za 1,4 mld. Kč. *Energeticky soběstačné budovy*, 1/2015. [Online; accessed 18-3-2016].
- [54] MAŘÍK V. Návrh projektu a studie proveditelnosti Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky - centrum antonína svobody. 24,10,2012. [Online; accessed 20-3-2016].
- [55] TOMÁNKOVÁ J., ČÁPOVÁ D. *Řízení projektů ve výstavbě*. České vysoké učení technické, 2012. ISBN 978-80-01-05163-4.
- [56] Zákon č. 137/2006 Sb., o veřejných zakázkách. Část 1 §7 veřejná zakázka bod 1. <http://business.center.cz/business/pravo/zakony/verejne-zakazky/cast1.aspx>, ze dne 14.3.2006. [Online; accessed 12-1-2016].
- [57] KRANDA R. Smlouvy fidic se využívají i pro české realitní projekty. *Realit*, 2010 (Prosinec). [Online; accessed 12-1-2016].
- [58] KLEE L. Zadávání metodou design-build. <http://www.ceskainfrastruktura.cz/temata/zavest-zadavani-metodou-design-build/>, 2014. [Online; accessed 13-1-2016].

- [59] KAMENÍK M. Otevřenost zadávacích řízení v ČR. *Bezkorupce*, 2011. [Online; accessed 20-3-2016].
- [60] ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE. Veřejná zakázka - univerzitní centrum energeticky efektivních budov. <https://www.egordion.cz/nabidkaGORDION/dokumenty.seam?mode=dokumenty&cid=257767>, 2014. [Online; accessed 17-3-2016].
- [61] ROWAN LEGAL SDRUŽENÍ ADVOKÁTŮ. Metodika zadávání veřejných zakázek podle zákona č. 137/2006 sb., o veřejných zakázkách a metodika zadávání zakázek financovaných ze zdrojů evropské unie. [https://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0ahUKEwih2ZCarc\\_LAhWl\\_nIKHbt7DfQQFgg3MAI&url=http%3A%2F%2Fwww.portal-vz.cz%2Fgetmedia%2F86daf6d8-3baf-4a86-a5bd-88f4c029fa81%2FMethodika-zadavani-verejnych-zakazek&usg=AFQjCNGoEDY8nK5mSJ\\_hXsq8ZCzMDiMwzg&sig2=1YKekochmvf2BYOLS8JCUA&cad=rja](https://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0ahUKEwih2ZCarc_LAhWl_nIKHbt7DfQQFgg3MAI&url=http%3A%2F%2Fwww.portal-vz.cz%2Fgetmedia%2F86daf6d8-3baf-4a86-a5bd-88f4c029fa81%2FMethodika-zadavani-verejnych-zakazek&usg=AFQjCNGoEDY8nK5mSJ_hXsq8ZCzMDiMwzg&sig2=1YKekochmvf2BYOLS8JCUA&cad=rja). [Online; accessed 19-3-2016].
- [62] KAMENÍK M. Podnět k přezkoumání úkonů zadavatele, konkrétně obsahu zadávací dokumentace. <http://www.bezkorupce.cz/wp-content/uploads/2014/02/podnet-CVUT.pdf>, 1.10.2013. [Online; accessed 20-3-2016].
- [63] ČESKÉ STAVEBNÍ STANDARDY. Cenové ukazatele ve stavebnictví pro rok 2013. [http://www.stavebnistandardy.cz/doc/ceny/thu\\_2013.html](http://www.stavebnistandardy.cz/doc/ceny/thu_2013.html). [Online; accessed 9-4-2016].
- [64] ČESKÉ STAVEBNÍ STANDARDY. Cenové ukazatele ve stavebnictví pro rok 2016. [http://www.stavebnistandardy.cz/doc/ceny/thu\\_2016.html](http://www.stavebnistandardy.cz/doc/ceny/thu_2016.html). [Online; accessed 9-4-2016].
- [65] DANEŠOVÁ D., KUPSA T., ZWIENER V. Certifikační systémy budov v České republice. <http://atelier-dek.cz/certifikacni-systemy-budov-v-ceske-republice-526>, 2012. [Online; accessed 22-3-2016].
- [66] ČESKÁ RADA PRO ŠETRNÉ BUDOVY. Co je certifikace budov. <http://www.czgbc.org/certifikace/co-je-certifikace-budov>. [Online; accessed 22-3-2016].
- [67] ČESKÁ RADA PRO ŠETRNÉ BUDOVY. Leadership in energy environmental design. <http://www.czgbc.org/certifikace/leed>. [Online; accessed 22-3-2016].
- [68] ČESKÁ RADA PRO ŠETRNÉ BUDOVY. Building research establishment environmental assessment method. <http://www.czgbc.org/certifikace/breeam>. [Online; accessed 22-3-2016].
- [69] ČESKÁ RADA PRO ŠETRNÉ BUDOVY. Sbtoolcz pro administrativní budovy. <http://www.czgbc.org/certifikace/sbtoolcz>. [Online; accessed 22-3-2016].



# Obsah přiloženého CD

1. Elektronická verze diplomové práce

- kopacmi2\_DP\_2016.pdf