

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**FAKULTA STAVEBNÍ**

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví



# **INVESTIČNÍ PROCES V TEPELNÉ ELEKTRÁRNĚ**

INVESTMENT PROCESS OF A THERMAL POWER PLANT

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Praha 2018

Vedoucí bakalářské práce: Doc. Ing. Dana Měšťanová, CSc.



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Válková Jméno: Kateřina Osobní číslo: 440773

Zadávací katedra: 126 - Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví

Studijní program: Stavitelství

Studijní obor: Realizace pozemních a inženýrských staveb

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Investiční proces v tepelné elektrárně

Název bakalářské práce anglicky: Investment process of a thermal power plant

Pokyny pro vypracování:

Základní informace z oblasti energetiky v ČR

Tepelné elektrárny (zdroj zakázek pro stavební firmy, podíl z celkové produkce)

Investiční proces související se stavební částí v areálu tepelné elektrárny - areál Kladenské tepelné elektrárny

Objekty, správa budov a majetku

Využívaný software, facility management, náměty pro zkvalitnění výstupů

Praktická část - návrh řešení technologického postupu včetně časového plánu na bourání komínu tepelné elektrárny v Kladně.

Seznam doporučené literatury:

Doležal, J. - Šťastný, J. - Špetlík, J. - Bouček, S. - Brettschneider, Z.: Jaderné a klasické elektrárny. 1. vyd. Praha:

České vysoké učení technické v Praze, 2011. 260 s. ISBN 978-80-01-04936-5

AF POWER agency a.s.: All for power, odborný časopis, vyd. 02/2014 Praha, 156 s. ISSN 1802-8535

Goňo, R. - Král, V.: Výroba a užití elektrické energie, 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - technická univerzita Ostrava, 2012. 212 s. CZ.1.07/2.2.00/15.0113

Prostějovská, Z. - Měšťanová, D. - Tománková, J.: Investiční proces. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, 2011. 108 s. ISBN 978-80-01-04726-2

Jméno vedoucího bakalářské práce: Doc. Ing. Dana Měšťanová, CSc.

Datum zadání bakalářské práce: 20.2.2018

Termín odevzdání bakalářské práce: 27.5.2018

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

25.2.2018

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(čky)

## **Čestné prohlášení:**

Čestně prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Investiční proces v tepelné elektrárně“ vypracoval samostatně a s použitím uvedené literatury a pramenů.

V Praze, dne 14.5.2018

.....

Kateřina Válková

Dále souhlasím, aby má bakalářská práce byla používána ke studijním účelům na ČVUT fakultě stavební bez mého písemného souhlasu.

## **Poděkování:**

Ráda bych poděkovala vedoucí bakalářské práce Doc. Ing. Daně Měšťanové, CSc. za odborné vedení, pomoc a rady při zpracování této bakalářské práce.

Dále bych ráda poděkovala správě budov pro tepelnou elektrárnu Kladno za možnost prohlídky areálu a za možnost nahlédnutí do interního průběhu správy objektů.

## Bibliografické údaje

**Název bakalářské práce:** Investiční proces v tepelné elektrárně

**Pracoviště:** Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví

**Autor:** Kateřina Válková

**Studijní obor:** Stavitelství, Realizace pozemních staveb

**Vedoucí práce:** Doc. Ing. Dana Měšťanová, CSc.

**Rok obhajoby:** 2018

**Abstrakt:** Bakalářská práce se zabývá investičním procesem v tepelné elektrárně. Práce je členěna do dvou částí – teoretického uvedení do problematiky a praktického příkladu z tepelné elektrárny Kladno. Teoretická část popisuje podíl energetiky a stavebnictví na ekonomice České republiky, dále popisuje jednotlivé druhy paliv pro energetickou přeměnu a druhy elektráren, se zaměřením na elektrárny tepelné, a na jejich jednotlivé zastoupení v ČR. Poslední kapitolou teoretické části je popis průběhu investičního procesu a životního cyklu projektu a stavby. Praktický příklad popisuje průběh investičního procesu v tepelné elektrárně Kladno se zaměřením na stavební části. Dále popisuje facility management tepelné elektrárny Kladno, především správu budov. Součástí praktické části bakalářské práce je technologický postup a harmonogram pro plánovanou investiční aktivitu tepelné elektrárny Kladno – demolici spalinového komínu bývalého bloku K3.

**Klíčová slova:** Energetika, stavby pro energetiku, elektrárny, tepelné elektrárny, investiční proces, investiční aktivity, životní cyklus stavby, správa a údržba budov, facility management, Buildpass, Maximo

## Background

**Title of the bachelor thesis:** Investment process in a thermal power plant

**Workplace:** Department of economics and management in civil engineering

**Author:** Kateřina Válková

**Study program:** Stavitelství, Realizace pozemních staveb

**Supervisor:** Doc. Ing. Dana Měšťanová, CSc.

**Year of presentation:** 2018

**Abstract:** The bachelor thesis is focused on investment process in a thermal power plant. The thesis is divided in two parts – the theoretical introduction into problematics and a practical example from a thermal power plant in Kladno. The theoretical part describes the power industry and the building industry and their participation at the economics of Czech republic. The theoretical part also describes types of fuel for the change of energy and types of power plants. The bachelor thesis is focused on thermal power plants so they are described more. The last part of the theoretical part describes the investment process and the life cycle of a building. The practical example describes the investment process in a thermal power plant in Kladno. It also describes the facility management in thermal power plant in Kladno but mostly the building administration. The practical part of the bachelor thesis also contains a technological advancement and a schedule for a planned investment of thermal power plant in Kladno – demolition of a combustion chimney K3.

**Keywords:** Power engineering, buildings for power engineering, power plants, thermal power plants, investment process, investment activity, building administration, building maintenance, facility management, Buildpass, Maximo

# Obsah

Seznam použitých zkratk	8
Úvod	9
1. Energetika v ČR	10
1.1 Podíl energetiky a stavebnictví na ekonomice ČR	10
1.2 Energetická koncepce Ministerstva průmyslu a obchodu ČR	12
1.3 Výroba elektrické energie v České republice	13
1.3.1 Způsoby získávání elektrické energie	14
1.3.2 Druhy elektráren	20
2. Investiční proces	37
2.1 Životnost staveb	39
2.2 Buildpass	40
2.3 Facility management	40
2.4 Správa budov a majetku	41
3. Tepelná elektrárna Kladno	42
3.1 Investiční proces v tepelné elektrárně Kladno	45
3.1.1 Provedené investice	46
3.1.2 Plánované investice	56
3.2 Další objekty tepelné elektrárny Kladno	57
3.3 Facility management a správa budov v tepelné elektrárně Kladno	60
4. Závěr	63
5. Seznam obrázků	66
6. Seznam tabulek	67
7. Seznam rovnic	67
8. Citovaná literatura	67
9. Příloha 1	70
10. Příloha 2	85

## Seznam použitých zkratk

ASVEP – Asociace pro využití energetických produktů  
BOZP – Bezpečnost a ochrana zdraví při práci  
ČSÚ – Český statistický úřad  
DOSS – Dotčené orgány státní správy  
EIA – Environmental Impact Assessment, česky: Vyhodnocení vlivů na životní prostředí  
ELTO – Extralehký topný olej  
ES – Elektrizační soustava  
ERÚ – Energetický regulační úřad  
EU – Evropská Unie  
FVE – Fotovoltaická elektrárna  
HDP – Hrubý domácí produkt  
HPV – Hladina podzemní vody  
JE – Jaderná elektrárna  
MPO ČR – Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky  
LOP – Lehký obvodový plášť  
OP PIK – Operační program Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost  
OZE – Obnovitelné zdroje energie  
PO – Požární ochrana  
SEK – Státní energetická koncepce  
SW – Software  
TE – Tepelná elektrárna  
VE – Vodní elektrárna



# Úvod

Bakalářská práce je zaměřena, jak už napovídá název, na investiční proces v tepelné elektrárně. Cílem této bakalářské práce je popsat a analyzovat průběh investičního procesu v tepelné elektrárně Kladno a navrhnout řešení pro jeho urychlení. Součástí navržených řešení je také úprava využívaného softwaru tepelné elektrárny Kladno pro správu budov.

V úvodní kapitole je popsán podíl energetiky a stavebnictví na tvorbě ekonomiky České republiky, jaké objemy stavebních prací jsou realizovány v rámci staveb pro energetiku, s důrazem na elektrárny, jak vyplývá ze zadání bakalářské práce.

Vlastní investiční proces je popsán v úrovni teoretické a dopracován v části praktické do výstupů pro tepelnou elektrárnu Kladno. Cílem je zejména snaha o zlepšení a urychlení předinvestiční a investiční přípravy. Aby bylo možné správně popsat investiční proces tepelné elektrárny v Kladně, musí být nejdříve investiční proces popsán obecně. Každý typ elektrárny a jeho konkrétní investice vyžaduje zvláštní přístup v předinvestiční a investiční přípravě výstavbového projektu. Odlišnost elektráren, a tedy i průběhu investičního procesu, se projevuje také v celém životním cyklu stavby. Z těchto důvodů jsou v bakalářské práci nejprve popsány druhy paliv pro energetickou přeměnu a druhy elektráren, aby bylo možno utvořit si jasnou představu o jejich různorodosti. Každá elektrárna je něčím specifická a všechny vyžadují individuální přístup.

V kapitole Investiční proces je popsán průběh jednotlivých fází investičního procesu se zvláštním zaměřením na životní cyklus stavby a na jejich životnost. V této kapitole je také popsán facility management včetně nástrojů a využívaných software jako jsou FaMa+CAFM, FaMa+Em a Korund+. Kapitola také popisuje software Buildpass, který je primárně využíván pro správu budov, ale lze ho využít i pro vyhodnocování projektů v předinvestiční fázi.

Samotná kapitola týkající se tepelné elektrárny Kladno nejprve obecně popisuje fungování a chod této tepelné elektrárny, aby bylo možno popsat a analyzovat její investiční aktivity. Dále je v kapitole popsán průběh investičního procesu se zaměřením na některé již provedené, a naopak plánované investice, včetně největší realizované investice do elektrárenství v České republice za posledních několik let – a to výstavby nového hnědouhelného bloku K7. V kapitole jsou dále popsány další objekty tepelné elektrárny Kladno, aby bylo patrné, že objekty elektrárny jsou značně rozsáhlé. Facility management tepelné elektrárny Kladno zahrnuje provoz všech těchto objektů a je popsán na konci kapitoly o tepelné elektrárně Kladno. Detailně je také popsán a analyzován software, který tepelná elektrárna Kladno využívá pro správu budov. Jedním cílů této bakalářské práce je navržení úprav tohoto softwaru pro rychlejší a snadnější správu budov.

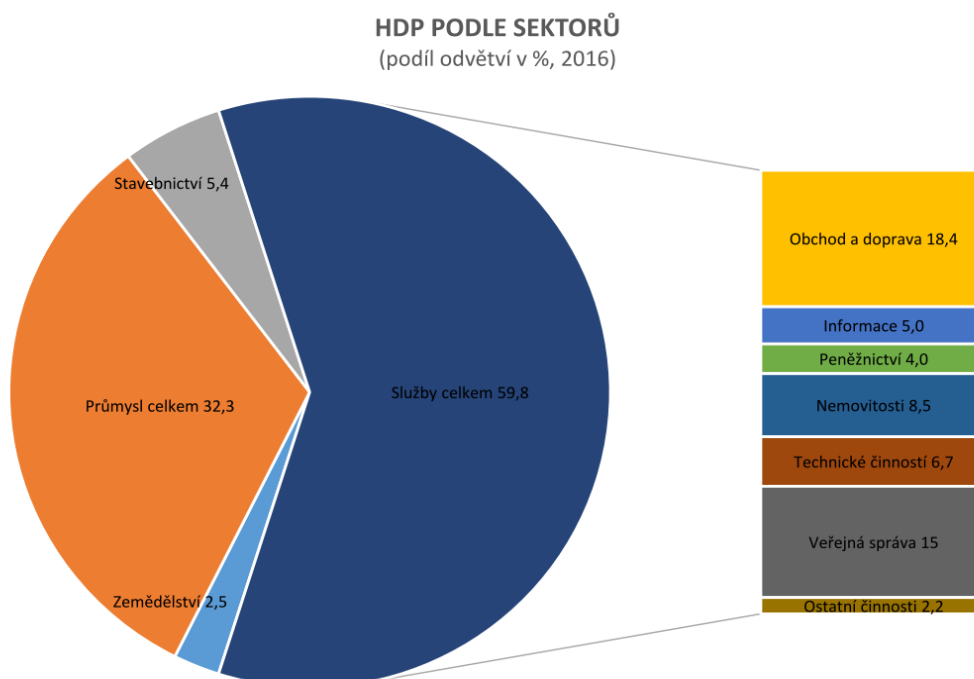
Cílem bakalářské práce je tedy komplexní přístup z pohledu životního cyklu, tedy udržitelnosti výstavby. Analýza facility managementu v tepelné elektrárně Kladno a návrh na zlepšení stavebního stavu a řízení nových investic a rekonstrukcí je hlavním úkolem managementu a v bakalářské práci je nezbytné upozornění na nové metody a přístupy včetně praktické aplikace ve formě technologického postupu. Nezanedbatelné je provedení analýzy kapacitních možností stávajícího investičního odboru a používaného software Maximo.

# 1. Energetika v ČR

## 1.1 Podíl energetiky a stavebnictví na ekonomice ČR

Energetika a stavebnictví, spadající pod Ministerstvo průmyslu a obchodu, mají významný podíl na tvorbě české ekonomiky. Podíl energetiky na tvorbě HDP tvořil v roce 2016 necelá 3 %, přitom její meziroční růst dosáhl ve stejném roce pouze necelého procenta. I to byl však úspěch po snížení produkce elektrické energie v roce 2015, kdy meziroční pokles dosáhl nejnižší hodnoty za posledních několik let. V roce 2016 došlo tedy k nepatrnému meziročnímu růstu (o 0,9 %), mimořádným rokem pro energetiku byl až rok 2017, kdy se meziroční růst vyšplhal na téměř 5 %. Největší podíl na tomto růstu má zvýšená produkce elektrické energie (+4,5 % oproti roku 2016) a to především v jaderných elektrárnách, kde produkce elektrické energie vzrostla o 17,6 %. Jedná se o největší meziroční růst české energetiky od roku 2003.

Stavebnictví zaznamenávalo v posledních letech růst, například mezi lety 2014 a 2015 došlo k nárůstu o 7,1 %. Za tímto nárůstem stála především snaha státu o vyčerpání dotací z fondů EU do konce roku 2015. V roce 2016 se situace otočila a došlo k poklesu o téměř 6 %. Ze zveřejněných výsledků Českého statistického úřadu vyplývá, že stavebnictví má nedílnou součást na tvorbě HDP a na zaměstnanosti v České republice. V roce 2016 činil podíl stavebnictví na HDP 5,4 % (Obr. 1). Větší podíl na tomto čísle měly stavby inženýrské, přestože stále rostla a roste poptávka po stavbách pro bydlení. Hlavním důvodem této převahy inženýrských staveb je obnovení čerpání dotací z fondů Evropské Unie. V roce 2016 tvořily veřejné zakázky financované z části právě evropskými dotacemi celých 61 % všech zakázek inženýrských staveb. U pozemních staveb potom tvořily veřejné zakázky pouze 44 % všech zakázek.



Obrázek 1: Rozdělení HDP podle sektorů

[Zdroj: Archiv „Grafy a tabulky“ MPO ČR]

V roce 2017 stavebnictví po nepříznivé situaci v roce 2016 opět mírně přispělo k růstu HDP. Stavební produkce je stále limitována omezením veřejných zakázek, a to především u staveb pozemních. Přesto v roce 2017 dosáhla stavební produkce meziročního růstu o 3,6 %. O meziroční růst se zasloužilo pozemní stavitelství, které dosáhlo meziročního růstu 6,6 %, a to hlavně díky rozvoji bytové výstavby, především rodinných domů a bytových domů. Zajímavým ukazatelem rozvoje stavebnictví je také počet vydaných stavebních povolení, který zaznamenal růst z 12 % (rok 2016) na 24 %.

Rok 2018 se zatím zdá pro stavebnictví příznivý. V lednu díky příznivému počasí extrémně vzrostla stavební produkce, naopak v únoru zaznamenala masivní pokles kvůli velkým mrazům. Prognóza udává rok 2018 jako příznivý pro stavební produkci, tuto prognózu potvrzuje i neustálá poptávka po nových zaměstnancích. [1], [2], [3], [4], [5]

### **Stavby pro energetiku**

Stavby pro energetiku tvořily v roce 2015 1,1 % všech stavebních prací. Zajímavé může být srovnání například se stavbami pro sportovní účely, které tvořily 1,3 %, nebo se stavbami pro společenské akce a kulturu, které tvořily 1,2 % všech stavebních zakázek v roce 2015. To dokazuje, že stavby pro energetiku jsou důležitými stavbami pro obyvatele. Podle hodnot zveřejněných ČSÚ došlo u staveb pro energetiku k mírnému poklesu od roku 2013, kdy tvořily necelá 2 % všech zakázek. [4]

#### **Dílčí závěr**

Přestože stavby pro energetiku představují jen malé procento z celého objemu stavebních zakázek, jsou pro rozvoj ekonomiky České republiky velice důležité. Energetika má nezanedbatelný podíl na tvorbě HDP, pokud by z tohoto podílu byly vyřazeny stavby pro energetiku, mělo by to negativní dopad na tvorbu HDP. Elektrárny a jejich stavby jsou tak ve 21. století, kdy se málokdo obejde bez elektrické energie, důležitým zdrojem zakázek a to nejen stavebního charakteru.

## 1.2 Energetická koncepce Ministerstva průmyslu a obchodu ČR

Státní energetická koncepce (dále SEK) Ministerstva průmyslu a obchodu České republiky byla schválena vládou České republiky dne 18. května 2015. Jedná se o aktualizovanou koncepci na následujících 25 let, tedy do roku 2040. Hlavním důvodem aktualizace staré SEK byl vstup do Evropské unie, se kterým přišla i nová klimaticko-energetická politika EU, která klade větší důraz na ochranu životního prostředí.

Cílem SEK je zajištění spolehlivé, bezpečné a k životnímu prostředí šetrné dodávky energie za konkurenceschopné a přijatelné ceny. Současně musí zabezpečit nepřerušovanou dodávku energie v krizových situacích potřebnou pro přežití obyvatelstva a pro fungování hlavních složek státu. Třemi vrcholovými cíli energetiky ČR jsou bezpečnost – konkurenceschopnost – udržitelnost.

Dle SEK jsou jejich definice formulovány následovně:

- **Bezpečnost** dodávek energie = zajištění nezbytných dodávek energie pro spotřebitele v běžném provozu i při skokové změně vnějších podmínek (výpadky dodávek primárních zdrojů, cenové výkyvy na trzích, poruchy a útoky) v kontextu EU; cílem je garantovat rychlé obnovení dodávek v případě výpadku a současně garantovat plné zajištění dodávek všech druhů energie v rozsahu potřebném pro „nouzový režim“ fungování ekonomiky a zásobování obyvatelstva při jakýchkoliv nouzových situacích.
- **Konkurenceschopnost** (energetiky a sociální přijatelnost) = konečné ceny energie (elektřina, plyn, ropné produkty) pro průmyslové spotřebitele i pro domácnosti srovnatelné v porovnání se změnami regionu a dalšími přímými konkurenty + energetické podniky schopné dlouhodobě vytvářet ekonomickou přidanou hodnotu.
- **Udržitelnost** (udržitelný rozvoj) = struktura energetiky, která je dlouhodobě udržitelná z pohledu životního prostředí (nezhoršování jeho kvality), finančně-ekonomického (finanční stabilita energetických podniků a schopnost zajistit potřebné investice do obnovy a rozvoje), lidských zdrojů (vzdělanost) a sociálních dopadů (zaměstnanost) a primárních zdrojů (dostupnost).

Hlavním způsobem zajištění těchto tří cílů je využití všech zdrojů elektrické energie rovnoměrně a efektivně. Další strategickou prioritou je udržení přebytkové výkonové bilance energetických soustav s tvorbou dalších rezerv. Rozvoj výrobní a přenosové (síťové) infrastruktury značně napomáhá tvorbě těchto rezerv a je dalším prioritním bodem SEK.

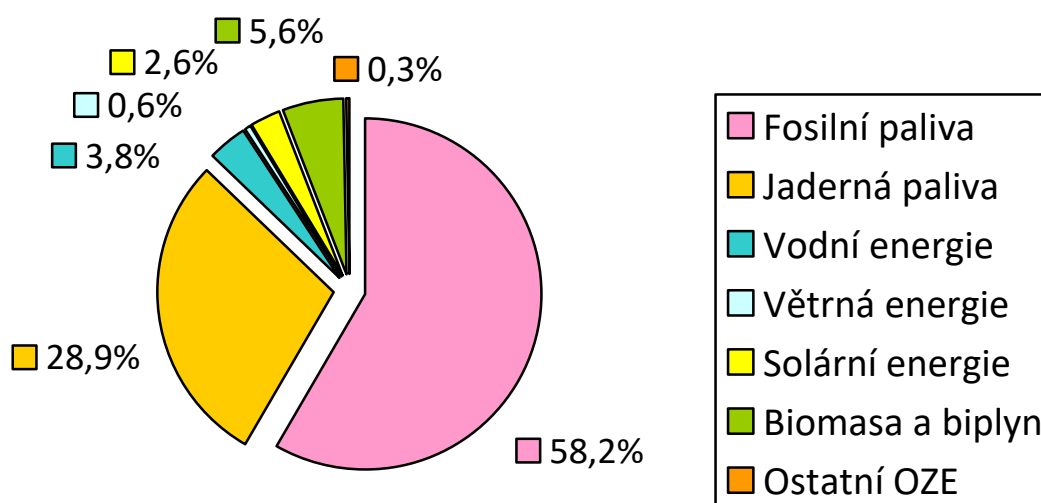
Státní energetická koncepce se zaměřuje také na obnovitelné zdroje energie (OZE). Česká republika se zavázala, že do roku 2020 se budou OZE podílet na tvorbě elektrické energie v ČR ze 13 %. Tento cíl byl dle ERÚ splněn v roce 2016. Zároveň se SEK snaží o plné využití potenciálu biomasy, a to za současné ochrany životního prostředí a zajištění potravinové bezpečnosti. [5]

### 1.3 Výroba elektrické energie v České republice

Výroba elektřiny se obecně dělí na brutto a netto. Elektřina brutto označuje celkovou výrobu elektrické energie. Elektřina netto označuje množství elektrické energie vyrobené elektrárnou mínus vlastní spotřeba elektřiny dané elektrárny na samotnou výrobu. Elektřina netto je tedy množství elektrické energie, které mohou využívat odběratelé a spotřebitelé. Nejmenší procento vlastní spotřeby energie mají elektrárny vodní, nejvíce elektřiny na vlastní chod potom spotřebují elektrárny užívající jako palivo topné oleje a uhlí.

Česká republika je ve výrobě elektrické energie soběstačná, to znamená, že elektrárny v České republice vyrobí dostatek elektrické energie a dokáží tak pokrýt její poptávku. Část elektřiny vyrobené v ČR se také vyváží, a to hlavně do Německa. Největší podíl na výrobě elektrické energie v ČR mají stále elektrárny tepelné, které využívají jako palivo černé nebo hnědé uhlí. V těsném závěsu jsou elektrárny jaderné a elektrárny využívající obnovitelné zdroje energie, jejichž podíl na výrobě elektřiny se v roce 2016 přehoupl přes 10%.

Energetikou a podmínkami nakládání s energiemi se ve České republice zabývá zákon č. 458/2000 Sb., takzvaný energetický zákon, a dohlíží na ně Energetický regulační úřad. Energetický regulační úřad je nejvyšším správním úřadem pro výkon regulace v energetice. Úřad je řízen pětičlennou Radou Energetického regulačního úřadu, v čele rady stojí její předseda. Energetický regulační úřad dalším ústředním orgánem státní správy se samostatnou kapitolou státního rozpočtu. [6],[7]



Obrázek 2: Podíl na výrobě elektrické energie v roce 2016

[Zdroj: vlastní, data: MPO, ERÚ]

### 1.3.1 Způsoby získávání elektrické energie

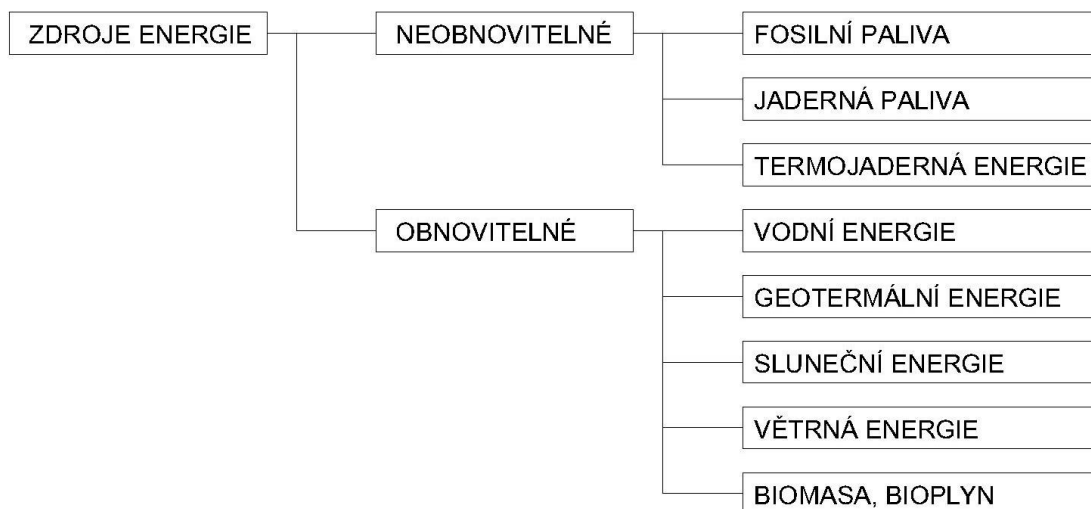
Energie je schopnost hmoty konat práci. Vyskytuje se ve dvou formách, jako energie surová a jako energie zušlechtěná, kterou získáváme energetickými přeměnami. Přeměněná energie se ke spotřebitelům dostává díky elektrizační soustavě (ES). Elektrizační soustava se dělí na část výrobní (elektrárny), část přenosovou (síťová infrastruktura) a část spotřební (domácnosti, průmysl).

Výroba a rozvod elektrické energie se řídí spotřebiteli. Vystává tedy otázka, proč se ročně vyrobí více elektrické energie, než spotřebitelé spotřebují? Odpověď je jednoduchá. Část vyrobené elektrické energie se spotřebovává pro vlastní pohon čerpadel a vlastní chod elektrárny. Další část elektrické energie se ztratí v přenosové soustavě, celkově se takto ztratí až 20 % vyrobené elektrické energie. K dalším ztrátám energie dochází při snaze akumulovat elektrickou energii. Elektrickou energii jako takovou nelze skladovat. Lze ji pouze přeměnit na jinou formu energie, a tak ji můžeme dočasně „skladovat“ v přečerpávacích (akumulačních) elektrárnách.

Při přeměně elektrické energie na tepelnou dochází k dalším ztrátám energie. V zimním období se snažíme tyto ztráty (ztráty prostupem tepla, ztráty větráním, ...) eliminovat. Omezení těchto ztrát se snažíme docílit zateplováním objektů, vyřešením tepelných mostů, efektivní regulací vytápění a větrání, a podobně. [6], [8], [9]

### Zdroje paliva pro energetickou přeměnu

Zdroje energie dělíme na obnovitelné a neobnovitelné. Neobnovitelné zdroje se vyskytují v přírodě, ale jejich zásoby jsou omezené – vyčerpátné. Jedná se především o fosilní paliva a jaderná paliva. Naopak obnovitelné zdroje energie nelze vyčerpat. Často je však jejich využívání závislé na geografii a klimatu.



Obrázek 3: Rozdělení zdrojů energie

[Zdroj: vlastní]

## **Fosilní paliva**

Fosilní paliva vznikla z odumřelých těl živočichů a rostlin – fosilií, z období prvohor až třetihor. Díky absenci vzduchu došlo k zuhelnatění, proto mají fosilní paliva vysoký obsah uhlíku. Například ropa obsahuje 84 – 87 % uhlíku.

Fosilní paliva jsou nerostnými surovinami, patří mezi ně uhlí – černé a hnědé, ropa a zemní plyn. Za počátek užívání fosilních paliv jako zdrojů energie vděčíme průmyslové revoluci. Velký nárůst spotřeby potom nastal ve 20. století. Fosilní paliva jsou ale neobnovitelným zdrojem energie, lze je tedy vyčerpávat. Zásoby fosilních paliv jsou značně omezené. Odhaduje se, že k vyčerpání uhelných zásob dojde za 200 až 300 let, k vyčerpání zemního plynu za 150 let a k vyčerpání zásob ropy už za 50 let.

Energie se z fosilních paliv získává spalováním, nejčastěji v kotlích tepelných elektráren. Při spalování dojde k přeměně chemické energie vázané ve fosilních palivech na energii mechanickou. Negativním průvodním jevem spalování fosilních paliv je znečištění ovzduší a globální změny, dané především produkcí skleníkových plynů a jejich uvolňováním do atmosféry a jemnými prachovými částicemi – popílkem.

S ohledem na kvalitu životního prostředí a na vyčerpatelnost fosilních paliv vzniká tendence nahrazovat fosilní paliva obnovitelnými zdroji energie. Extrémním řešením byl návrh tzv. Antifosilního zákona, tedy zákona, který by zakazoval používání fosilních paliv jako zdroj energie. Tento zákon nebyl naštěstí schválen. [6], [8], [9], [10]

## **Jaderná paliva**

Mezi jaderná paliva patří především uran U 235. Toho je na světě ve volné přírodě asi 0,7 % z celkového množství uranu. Proto se jako jaderná paliva používají i jiné prvky, například uran U 238, který se štěpí na plutonium P 239, které se štěpí na neutrony s podobnou kinetickou energií jako u uranu U 235. První proces štěpení uranu proběhl již v roce 1942 pod taktovkou profesora Enrica Fermi v Chicagu, tehdy byl ale jaderný potenciál zkoumán k sestrojení atomové bomby. První elektrický proud z jádra byl vyroben roku 1954 v první pokusné jaderné elektrárně, která byla spuštěna v Obninsku v tehdejší Sovětské svazu.

Z jaderných paliv získáváme energii štěpením jádra vhodných prvků. Štěpením jádra dochází k rozpadu jádra na neutrony s různou kinetickou energií. Nevýhodou jaderného paliva je jeho vysoká radioaktivita. Z tohoto důvodu je palivo životně nebezpečné pro lidi, zvířata i rostliny a po „vyhoření“ v reaktoru se musí odborně a bezpečně uložit. K primárnímu uložení vyhořelého paliva slouží specializované sklady poblíž jaderných elektráren. Z těchto skladů se následně palivo přesouvá do hlubinných skladů – systému chodeb ve skalách v podzemí. Po naplnění skladu vyhořelým palivem se tento hlubinný sklad musí „zakonzervovat“, aby radioaktivní záření nepronikalo na povrch. Toto zakonzervování se provádí bentonitem. Dozor nad jadernými materiály včetně paliv jaderných elektráren jak surových, tak vyhořelých vykonává Správa úložišť radioaktivních materiálů (SURA) a Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB).

Hlavní výhodou jaderných paliv je jejich energetická hustota. Z 1 kg uranu lze získat u pomalého reaktoru stejné množství elektrické energie jako z 30 t hnědého uhlí a u rychlého reaktoru je získání ještě 60x vyšší. Další výhodou jaderného paliva a jaderných elektráren je ohleduplnost k životnímu prostředí. Na rozdíl od fosilních paliv nepotřebuje jádro ke svému štěpení kyslík, nedochází zde k hoření, takže tento proces neprodukuje žádné spaliny. Jaderné palivo vydrží v jaderné elektrárně asi 4 až 5 let, významně se tedy ušetří i na dopravě a těžbě. [6], [9], [11], [12]

## Termojaderná energie

Pro získání energie termojaderné se spojují jádra lehkých prvků v jádro helia.

Je k tomu zapotřebí teplota vyšší než 50 - 500 milionů Kelvinů a horká plazma. Dokumenty z roku 1984 uvádí, že takováto termojaderná energie nebude využívána do roku 2020.

Současné zdroje uvádí, že termojaderná energie nebude použita do roku 2035.

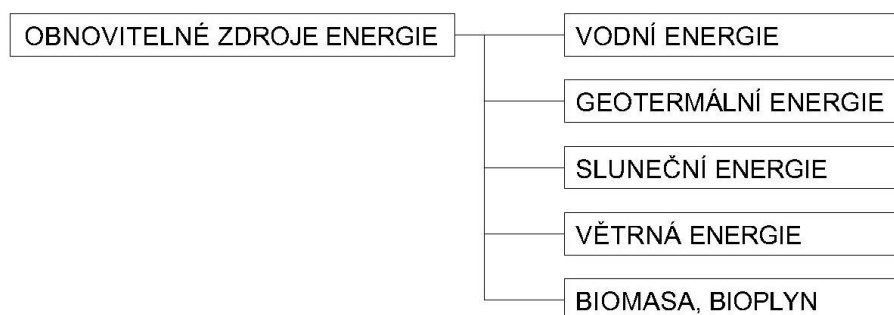
U termojaderné elektrárny musí být kladen velký důraz na materiály. Reaktor musí odolávat vysokým teplotám, z tohoto důvodu je vhodné pro jeho prstenec volit molybdenové slitiny. Plášť uzavírající reaktor by měl být naplněn solemi fluoridů berylia a lithia. Celý reaktor by měl být v dalším plášti, který bude chránit okolí před neutrony.

Termonukleární energií se zabývá projekt ITER, jehož cílem je zvládnutí termojaderné fúze a nalezení řešení možné energetické krize. Tento projekt byl spuštěn v roce 1988 ve francouzském městě Cadarache a letos, v roce 2018, mělo dojít ke spuštění a ke vzniku první plazmy. Bohužel v roce 2017 byla teprve dokončena hala pro instalaci zařízení a pomocných budov. První plazma by měla v reaktoru nově vzniknout v roce 2025 a ke spuštění první termonukleární reakce by mělo dojít v roce 2035.

Projekt ITER má sloužit jako výzkumné zařízení. Nebude tedy sloužit k výrobě elektrické energie ale pouze k ověření technologií a materiálů pro budoucí termojaderné elektrárny. [8], [9], [13]

## Obnovitelné zdroje energie

Opakem neobnovitelných zdrojů energie jsou zdroje obnovitelné. Jsou projevem geofyzikálních a kosmických toků energie, například procesů probíhajících v jádru Slunce. Mezi částečně obnovitelné zdroje patří zdroje, které jsou sice vyčerpatelné, ale jejich obnova je tak rychlá, že pravděpodobnost jejich vyčerpání je téměř nulová. Jsou to například biomasa, bioplyn nebo odpady. Úplně obnovitelné zdroje energie, mezi které patří například energie vodní, větrná nebo sluneční, jsou vázané na místo a často i na roční období.



Obrázek 4: Rozdělení obnovitelných zdrojů energie

[Zdroj: vlastní]

Největší výhodou OZE je tzv. čistá výroba energie. Získávání elektrické energie z obnovitelných zdrojů má minimální až nulový dopad na životní prostředí v porovnání například s tepelnými elektrárnami. Nevýhodou potom může být nezávislost těchto zdrojů na člověku a fakt, že člověk nemůže, kromě biomasy a odpadu, nijak ovlivnit kvalitu ani množství těchto obnovitelných zdrojů. [6], [9]



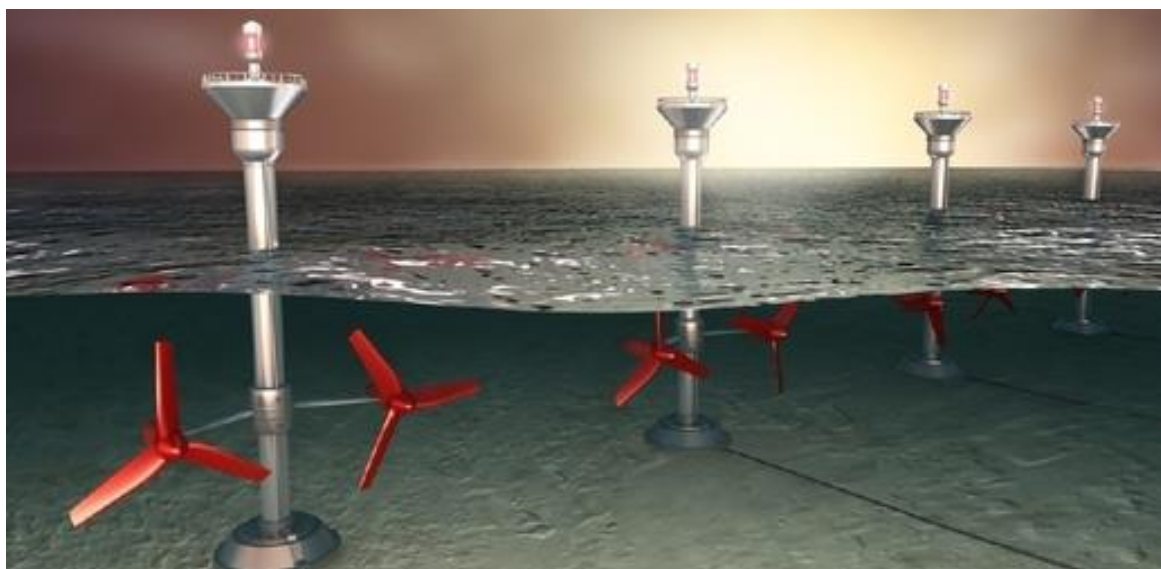
## Vodní energie

Vodní energie je nejvíce využívaným obnovitelným zdrojem ve světě i v České republice. Historicky jsou jedním z nejstarších zdrojů, u nás mají dlouholetou tradici v podobě hamrů a mlýnů, kdy se vodní energie využívala k mletí obilí, kinetická energie vody se tak přeměňovala na mechanickou. V dnešní době využíváme vodní energie především k výrobě elektrické energie, princip však zůstává v podstatě stejný. Kinetická energie proudu vody se přeměňuje na elektrickou energii.

Přestože je voda nejvyužívanějším a také možná i nejčistším obnovitelným zdrojem energie, má její využívání jednu nevýhodu. Vodní energie je totiž závislá na klimatu, sezóně a poloze. Z těchto důvodů nelze vodu jako zdroj energie využívat po celý rok, v letním a zimním období může především u menších vodních toků docházet k vysychání, respektive zamrznání a k znemožnění využívání vodní energie k přeměně na energii elektrickou. Zároveň v zeměpisných polohách, kde dochází k vysychání řek až na několik měsíců nelze vůbec vodu jako zdroj elektrické energie uvažovat.

Pro výrobu elektrické energie lze využít také moře, konkrétně kinetické energie vln a slapových jevů – přílivu a odlivu. Tyto způsoby využití moře jako zdroje jsou ovšem velice nákladné, a ne příliš účinné. Pro konstrukci přílivové elektrárny je ideální rozdíl přílivu a odlivu 15 m, a především stálost tohoto rozdílu. Příliv a odliv ale nedosahuje téměř nikdy konstantního rozdílu, často dosahuje nižších hodnot a poté je účinnost přílivové elektrárny velice nízká. Přílivové elektrárny jsou velice rozsáhlé objekty, jejich výstavba je náročná a počáteční investice vysoká, návratnost investice je v rámci desítek let. Z těchto důvodů jsou přílivové elektrárny velice ekonomicky nevýhodné především v porovnání s výstavbou elektráren vodních.

Kinetická energie mořských vln se využívá k přeměně na energii elektrickou hlavně v rozsáhlých oceánech jako je Atlantický nebo Pacifický. Způsob a účinnost využití mořských vln závisí na jejich výšce a rychlosti. [6], [9], [10]



Obrázek 5: Vizualizace největší přílivové elektrárny v Evropě realizované ve skotském Pentland Firth

[Zdroj: [www.oenergetice.cz](http://www.oenergetice.cz)]

## **Geotermální energie**

Dalším velice čistým obnovitelným zdrojem energie je energie geotermální. Ta má původ v tepelné energii nitra Země, která se uvolňuje rozpadem izotopů v zemském magmatu. Každých 100 m směrem ke středu Země stoupá teplota o 3 °C, čím je tedy vrt hlubší, tím vyšší bude potenciál geotermální energie. Často se využívá tepelná energie z hloubky až několika tisíc metrů.

Geotermální energie se využívá k vytápění, ohřevu vody a také k výrobě elektrické energie. Využívá se horkého média – mineralizované vody a páry, které dodává tepelnou energii a ta se následně přeměňuje na mechanickou a dále na elektrickou. K ohřevu vody a topení se využívá tepelných čerpadel, vytápí se takto rodinné domy například na Islandu.

Z ekonomického hlediska je geotermální energie velice výhodným zdrojem, odpadají u ní náklady na palivo. Na druhou stranu je závislá na poloze, nelze ji tedy využívat všude a není přenosná. Zdroje navíc mohou být pouze dočasné, před zřízením geotermální elektrárny je nutné prozkoumat zdroj. Při vyčerpání zdrojů může také dojít k poklesům půdy. Další nevýhodou tohoto zdroje energie jsou agresivní plyny (H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, apod.), které se mohou dostat na povrch společně s vodní párou.

Nejvýhodnějším místem pro stavbu geotermální elektrárny je území Plamenného prstenu, tedy území na okraji tektonických desek. Nejvíce geotermálních elektráren se nachází na Islandu, kde jsou většinou využívány pro výrobu elektrické energie, méně často potom pro ohřev vody nebo vytápění. V České republice jsou dvě tyto elektrárny, jedna v Děčíně a druhá v Ústí nad Labem, obě jsou využívány pro vytápění. Plánované jsou další dvě geotermální elektrárny v Litoměřicích a v Dětrichově na Liberecku. [6], [9]

## **Sluneční energie**

Sluneční nebo také solární energie pochází ze Slunce. Využíváme ji k výrobě elektřiny, k vytápění a k ohřevu vody. K přeměně sluneční energie na elektrickou dochází díky fotoelektrickému jevu.

Sluneční záření dopadá na fotovoltaické články v podobě fotonů. Po dopadu na polovodičový materiál, krystaly křemíku, dojde k vysrážení elektronů, které vytváří elektrické napětí. K tomuto jevu je za potřebí dostatečné doby a intenzity slunečního záření. Sluneční záření není nepřetržitým zdrojem energie. Je závislé na počasí a na denní době. K tvorbě elektrické energie za pomoci slunečního záření je potřeba slunný den. Kvalitu a kvantitu slunečního záření ovlivňuje taktéž zeměpisná šířka. Solární energie jako taková má malou výkonovou hustotu – na Rovníku dopadá na plochu 1 m<sup>2</sup> asi 1 kW, pro přeměnu na elektrickou energii však dokážeme využít jen část. S vyšší zeměpisnou šířkou navíc klesá tento potenciál a výkonová hustota, proto je pro solární elektrárny nejvýhodnější právě oblast Rovníku. [6], [9], [15]

## **Větrná energie**

Jako důsledek nerovnoměrného ohřívání zemského povrchu a různého atmosférického tlaku vzniká v atmosféře vítr. Směr a rychlost větru jsou ovlivněny rotací Země, která způsobuje stáčení větrných proudů, morfologií krajiny, rostlinným pokryvem a vodními plochami. Sílu větru ovlivňují taktéž oceán a nadmořská výška, v přímořských oblastech často bývá větší vítr než v suchozemských oblastech a na horách často fouká i když je v údolí bezvětří.

Kinetickou energii větru lze ve větrné elektrárně přeměnit na energii mechanickou a tu následně na energii elektrickou. Nelze však využít všechnu energii větru, což vyplývá ze zákona a o zachování hmoty. Maximální využití větru ve větrné turbíně je dáno Bentzovým

pravidlem, které udává maximální využití kinetické energie větru 59 %. Rychlost větru musí být minimálně 4 m/s, aby se dal vítr využít jako zdroj elektrické energie.

Výhodou výroby elektrické energie přeměnou z kinetické energie větru je její čistota. Při této přeměně nevznikají žádné emise ani odpadní látky, které vznikají např. u spalování fosilních paliv nebo u rozbíjení jader atomů. Nevýhodou je potom závislost na větru, který může být velice nestálý a proměnný. Proto by stavbě větrné elektrárny měl předcházet průzkum lokality a působení větru, náklady na výstavbu větrné elektrárny jsou vysoké a technologie výstavby náročná. Za další nevýhody může být považován hluk a narušení rázu krajiny, proto se větrné elektrárny nestaví v blízkosti obytné zástavby. [6], [9], [15], [16]

### **Biomasa, bioplyn a jiné odpady**

Biomasa je látka biologického původu. Může být jak rostlinná, tak živočišná, mezi biomasu se také řadí organické odpady např. z přípravy pokrmů. Biomasu lze získat dvěma způsoby. Prvním způsobem získání biomasy je spotřeba organických zbytků.

V České republice se jedná především o zbytkovou biomasu z lesnictví, dřevěný odpad vzniklý při těžbě dřeva, např. větve, pařezy, piliny, štěpka, hobliny, kůra, a o zbytkovou biomasu ze zemědělství, kterou je řepková a obilná sláma. Dalšími zbytky ze zemědělství jsou obaly olejnatých semen nebo i chlěvská mrva.

Druhým způsobem získávání biomasy je její účelové pěstování. Cíleně se pěstuje biomasa především pro energetické účely, místům, kde se takováto biomasa pěstuje se říká energetické plantáže. Mezi cíleně pěstované rostliny patří rychle rostoucí stromy jako jsou vrby nebo topoly, ze zemědělských plodin potom cukrová řepa, třtina nebo čirok.

Biomasa lze využívat pro výrobu pevných paliv. Organické zbytky se lisují do granulí, briket a pelet, které se následně spalují v domácích topeništích – kamnech a kotlích – nebo v teplárnách vybavených kogenerační jednotkou. Biomasu lze také spalovat v tepelných elektrárnách společně s uhlím a používat ji tedy, stejně jako fosilní paliva, k výrobě elektrické energie.

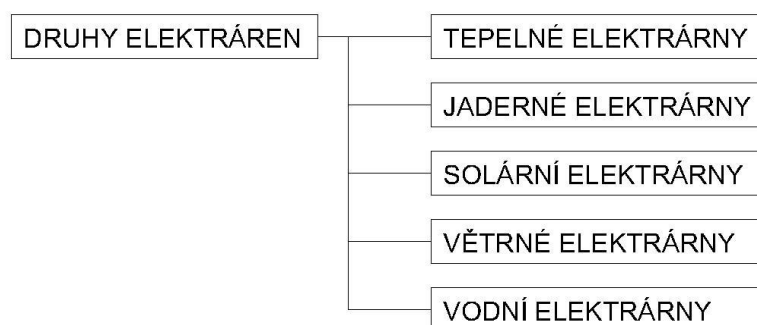
Při spalování biomasy dochází podobně jako u fosilních paliv k uvolňování oxidu uhličitého do ovzduší. Stejně množství oxidu uhličitého dokáží vázat zpět rostliny v zemědělských a lesních porostech. Tím se uzavírá uhlíkový cyklus a jeho produkce spalováním biomasy je neutrální. Další emise uvolňované do ovzduší spalováním biomasy jsou oxidy síry a oxidy dusíku. Množství oxidů síry vyprodukované spalováním biomasy je však řádově nižší než u spalování hnědého uhlí. Množství oxidů dusíku lze regulovat úpravou teploty spalování, spalování biomasy je tedy ekologickou variantou získávání elektrické energie spalováním paliva.

Biomasu lze také využívat k výrobě bioplynu. Bioplyn vzniká z biomasy v bioplynových stanicích za pomoci mikroorganismů, které rozkládají biomasu bez přístupu kyslíku. V bioplynových stanicích lze zpracovávat kejdu, hnůj, fytomasu, čistírenské kaly a další organické zbytky. Bioplyn je složen z metanu ( $\text{CH}_4$ ) a oxidu uhličitého ( $\text{CO}_2$ ), přičemž metan představuje asi 50-75 %. Bioplyn se spaluje a vyprodukované teplo se využívá k vytápění nebo ohřevu vody. Bioplyn lze také spalovat v tepelných elektrárnách a získat tak energii elektrickou.

Mezi částečně obnovitelné zdroje patří vedle biomasy a bioplynu také ostatní odpady. Jedná se o odpady průmyslové ať už kapalné nebo tuhé a o odpady technologické. Energie se z těchto odpadů získává spalováním. Tím, že se spalují odpady, se ušetří velké množství fosilních paliv – ropy a uhlí. Nevýhodou spalování odpadů je uvolňování škodlivých látek do ovzduší, z tohoto důvodu vyžaduje spalování odpadu speciální filtry a odlučovače. [6], [9], [15]

### 1.3.2 Druhy elektráren

Elektrárny jsou výrobní částí energetické soustavy. Jsou nejdůležitější částí energetické soustavy, bez nich bychom neměli čím svítit, čím topit, nemohli bychom si ohřát jídlo ani vodu na koupel. Elektrárny jsou různě složitými stavbami, od jednoduchých malých vodních elektráren až po obrovské tepelné elektrárny čítající přes 200 objektů. Také investiční a provozní náklady jednotlivých elektráren jsou dost odlišné. Například malou vodní elektrárnu si můžeme postavit na potoku u letní chaty za několik tisíc korun. Naopak tepelná nebo jaderná elektrárna vyžaduje vyšší počáteční investici a také větší plochu. [9]



Obrázek 6: Druhy elektráren v ČR

[Zdroj: vlastní]

#### Tepelné elektrárny

Nejrozšířenějším druhem elektráren jsou elektrárny tepelné. Představují komplex nejrůznější budov a zařízení, jejichž variabilita je obrovská. Úkolem tepelných elektráren je výroba elektrické energie, některé elektrárny mohou sloužit částečně i jako teplárny, k výrobě tepelné energie. Energie se v tepelných elektrárnách získává spalováním fosilních nebo jiných paliv. Spalováním paliva v kotli tepelné elektrárny dochází k uvolňování chemicky vázané energie a následně k její přeměně na energii mechanickou, a následně elektrickou. Tato přeměna není přímá, protože se uskutečňuje prostřednictvím dalších energií, jako je například tepelná energie vodní páry. Všechny tyto formy energií jsou provázeny ztrátami, které ovlivňují celkovou účinnost tepelných elektráren.

Tepelná elektrárna může mít mnoho podob, největší zastoupení mají elektrárny parní kondenzační, kterým se také jinak říká uhelné. Dále mezi ně patří elektrárny plynové a paroplynové, parní, a dieselové. Dieselové elektrárny nepředstavují rozsáhlé komplexy určené k výrobě elektrické energie pro spotřebitele. Jedná se o menší záložní zdroje energie pro samotné elektrárny, které zajišťují dodávku elektrické energie pro chod elektrárny při výpadku. Z minulosti je znám jeden případ v tehdejší Československu, když dieselová elektrárna vyráběla elektřinu pro spotřebitele, konkrétně pro obyvatelé městečka Piešťany na Slovensku. Primárním a jediným palivem dieselových elektráren je nafta, při jejímž spalování dochází k uvolňování mnoha nechtěných látek do ovzduší.

Mezi tepelné elektrárny můžeme zařadit i elektrárny jaderné, princip získávání energie z paliva je téměř stejný, liší se pouze způsobem uvolňování energie (spalování a štěpení). Jaderným elektrárnám se budeme věnovat v samostatné kapitole.

V současné době je pro tepelné elektrárny typické blokové uspořádání. Bloky jsou hlavními výrobními objekty elektráren a sestávají z kotle, turbíny, alternátoru a transformátoru (případně více transformátorů). O výkonu každého bloku rozhodují právě tato čtyři zařízení, celkový počet bloků potom závisí na návrhovém výkonu tepelné elektrárny. Každý blok má kromě předchozích čtyřech zařízení další pomocná a obslužná zařízení zajišťující provoz bloku a jeho částí.



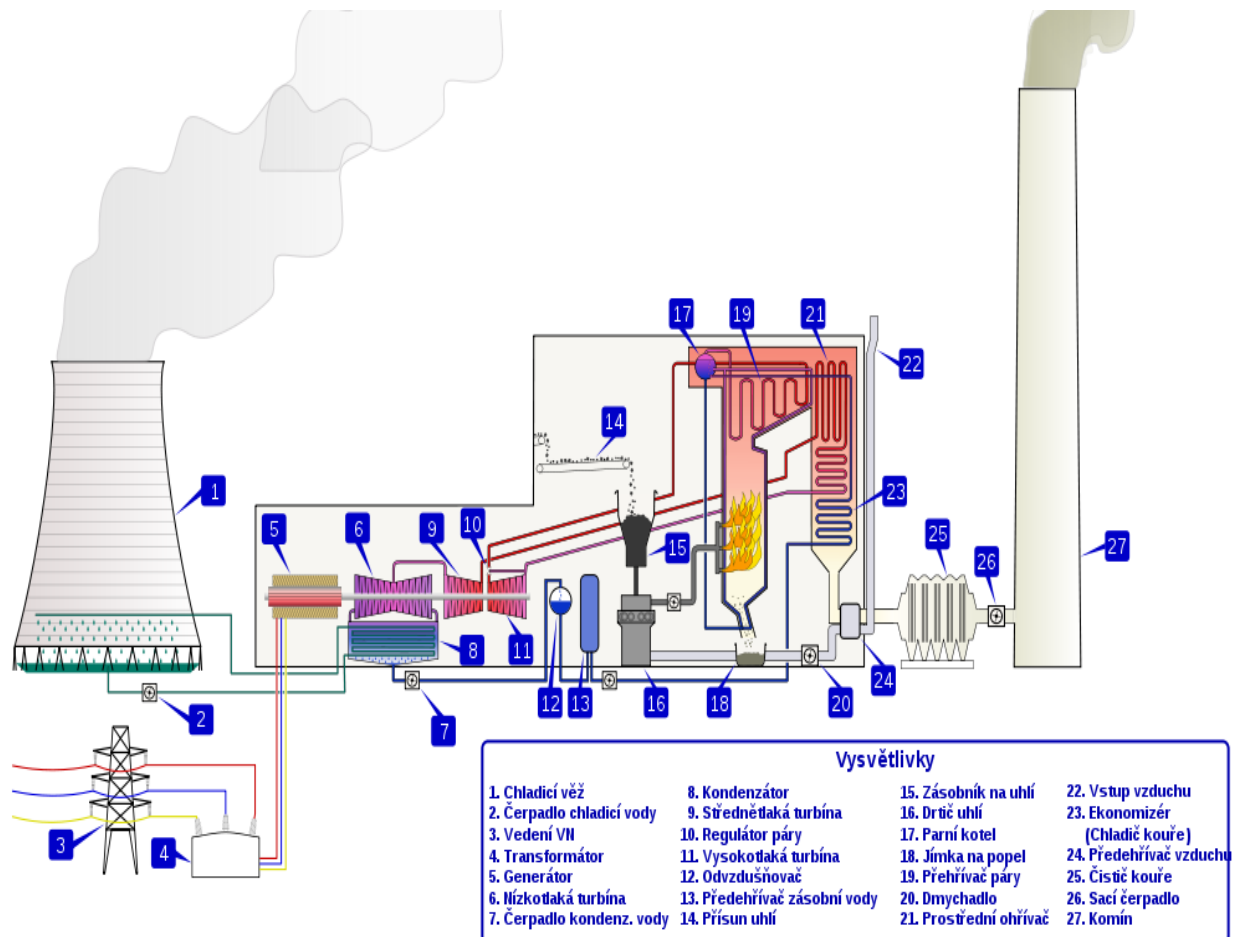
Obrázek 7: Důležité součásti tepelné elektrárny

[Zdroj: vlastní]

Mimo bloků s kotli, turbínami, alternátory a transformátory, disponuje tepelná elektrárna ještě dalšími společnými zařízeními. Mezi tato zařízení patří chladicí zařízení, nejčastěji v podobě chladících věží, dále komíny pro odvod spalin, palivové hospodářství zahrnující dopravníky paliva případně přívodní armatury, skládku paliva a popelové silo pro odpadní látky vzniklé spálením paliva. Elektrárny mohou zahrnovat další pomocná zařízení od administrativních budov a vrátnic, přes jídelny až po čističky odpadních vod. Schéma tepelné elektrárny je patrné na obrázku (Obr. 8).

Princip všech tepelných elektráren je v podstatě stejný. V kotli každého bloku je spalováno palivo, které je sem dopravováno buď pásovým dopravníkem, v případě uhlí, nebo potrubím, v případě zemního plynu nebo topného oleje. Spalováním tepla dochází v kotli k uvolnění velkého množství tepelné energie. Tato energie ohřívá vodu v kotli, z vody se stává pára, která se ještě přihřívá v tepelném výměníku a vysuší, aby měla vyšší energii. Následně je horká a suchá pára hnána na turbínu, kde expanduje a turbínu roztáčí díky různým tlakům před a za turbínou. K turbíně je připojen alternátor, který je roztáčen turbínou a přeměňuje na základě elektromagnetického jevu mechanickou energii turbíny na elektrickou energii. Za alternátorem následuje transformátor, který zvyšuje elektrické napětí z vysokého na velmi vysoké – obvykle 400kV nebo 110kV – a snižuje proudy z desítek kiloampér na stovky ampér tak, aby byly napětí i proud vhodné k přenosu přenosovou soustavou.

Pára po roztočení turbíny putuje do kondenzátoru, nejčastěji do chladicí věže, kde se ochladí sprchováním studenou vodou a zkondenzuje zpět na vodu. Část vodní páry se stačí vypařit do ovzduší v podobě bílých mraků. Zbylá zkondenzovaná voda putuje zpět do kotle, a koloběh se opakuje. Takovému okruhu vody v elektrárnách říkáme chladicí. Spaliny vzniklé při spalování paliva v kotli jsou odváděny přes systém odlučovačů popílku, odsiřovačů, oddělovačů tuhých zbytků paliva a podobných zařízení odváděny čerpadly do spalinového komína. Spalinovým komínem se dostávají do atmosféry.



Obrázek 8: Schéma tepelné elektrárny

[Zdroj: [http://www.wikiwand.com/cs/Tepeln%C3%A1\\_elektr%C3%A1rna](http://www.wikiwand.com/cs/Tepeln%C3%A1_elektr%C3%A1rna)]

Některé tepelné elektrárny mají současně funkci tepláren, to znamená, že kromě elektrické energie dodávají spotřebitelům i energii tepelnou. Princip teplárny je jednoduchý. Část páry „odchází“ do kondenzátoru, kde kondenzuje a pokračuje v chladícím okruhu, jak je popsáno v předchozích odstavcích. Část páry se z turbíny odebírá a využívá se jako topná pára. Tlak a teplotu této topné páry je nutné upravit. [6], [8], [9], [15], [17], [18]

### **Potrubí a armatury tepelných elektráren**

Potrubí tepelných elektráren má jednoznačný účel – dopravit pracovní látku, tepleonosnou látku, palivo, vzduch nebo vodu od zdroje k zařízení. Potrubí se dělí na hlavní, propojující hlavní technologické komponenty, a pomocná, mezi která patří například potrubí odpadní, přepadová, odvzdušňovací a další.

Potrubí je velice důležitým prvkem každé tepelné elektrárny, důkazem je jeho celková hmotnost, která může činit až 8 % hmotnost všech technologických zařízení. Správný návrh potrubí je důležitou částí projektování nové elektrárny. Investiční náklady na potrubí tvoří u elektráren až 15 % celkových investičních nákladů, u tepláren dokonce až 20 %. Špatný návrh potrubí, jako například zbytečně dlouhé trasy, zbytečně mnoho křížení a odbočování, může tedy značně prodražit celkovou cenu stavebního díla. Nejproblémovějšími a nejdražšími prvky těchto technologických zařízení bývají armatury.

Při dodávce potrubí a armatur musíme dbát na správné zapojení a správné materiály, především jejich jakost. Potrubí pro tepelné elektrárny se vyrábí z oceli vysoce odolné proti korozi. V případě, že by došlo ke korozi, musí být tato část potrubí neprodleně vyměněna, to by ale znamenalo odstávku části, nebo celého výrobního bloku. Z tohoto důvodu se volí právě ocel vysoce odolná proti korozi a sice ocel austenitická nebo ocel feriticko-perlitická s ochrannou austenitickou vrstvou.

V potrubí dochází k tlakovým ztrátám, například ve vysokotlakém potrubí mezi kotlem a turbínou dochází ke ztrátám až 10 % energie a k poklesu teploty až o 10°C. V potrubí dochází vlivem roztažnosti přepravovaných kapalin a plynů k tlakům, je tedy nutné potrubí po určitých úsecích dilatovat. Venkovní potrubí je nutno vždy chránit proti mrazu izolací a proti sedání půdy pružným uložením. Vnitřní potrubí izolujeme, aby nedocházelo k jeho orosování vlivem kondenzace vodní páry ve vzduchu. [17]

### **Zásobování tepelné elektrárny chladící vodou**

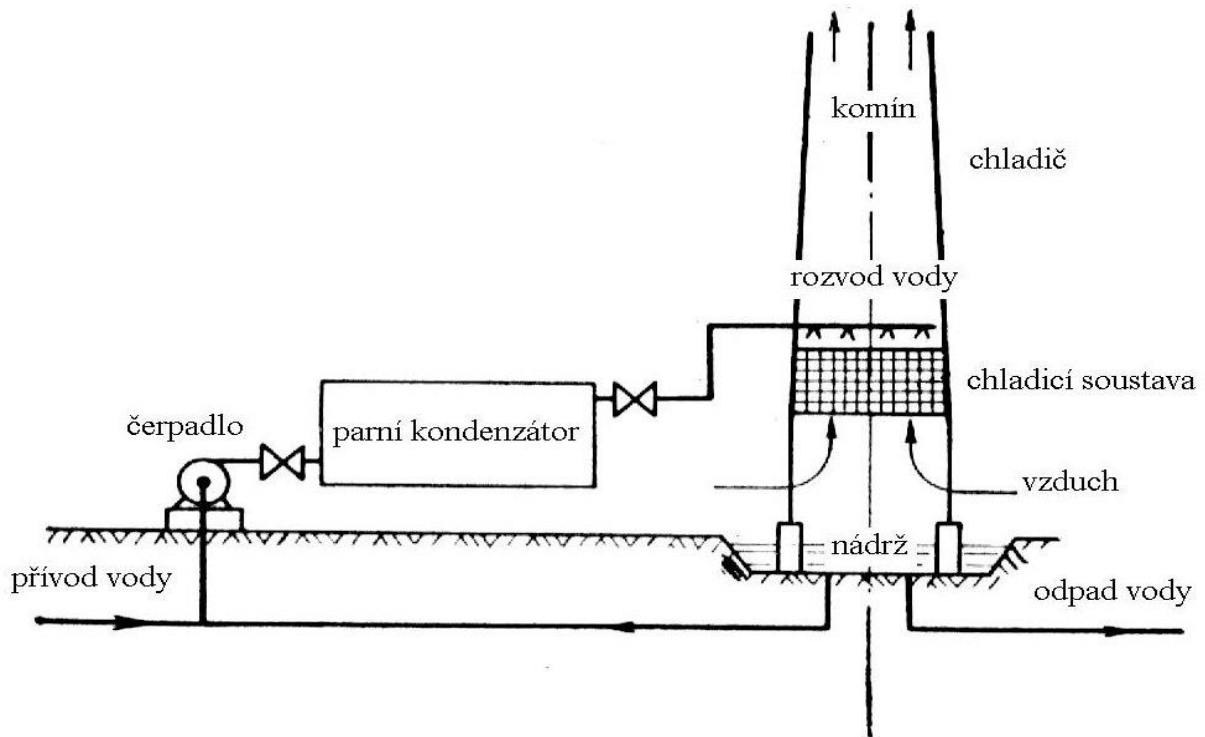
Způsob zásobování elektrárny chladící vodou zásadně ovlivňuje volbu staveniště. Především u jaderných elektráren je nutné mít už předem zajištěný dostatečný zdroj chladící vody. Bez chladící vody by nemohl fungovat sekundární okruh jaderné elektrárny.

U spalovacích turbín tepelných elektráren jsou nároky na chladící vodu menší, především u spalovacích elektráren, kde se využívá suché páry. Snižuje se tak spotřeba vody a snižuje se tak i investice.

Zdroj chladící vody může být buď přirozený nebo umělý. Přirozené zdroje se dále dělí na povrchové – řeky, jezera – a na podpovrchové – spodní voda, artézské studny, a podobně. Umělé zdroje chladící vody, tzv. výparné chladiče, patří sprchové bazény vypadající jako obrovské fontány, gradovny využívající proudící vítr, ventilátorové chladiče, které zvyšují spotřebu elektrické energie a konečně chladící věže, které jsou nejrozšířenějším a nejčastějším zdrojem chladící vody.

V chladících věžích dochází k ochlazení přirozeným tahem komína. Dříve se chladící věže stavěly ze dřeva, časem u nich ale docházelo vlivem vlhkosti ke hnití. Dřevěné věže tak byly nahrazovány ocelí a eternitovým obalem. V současnosti se staví chladící věže jako železobetonové skořepiny ve tvaru rotačního hyperboloidu. [17]

## Schéma cirkulačního chlazení s chladicí věží s umělým tahem



Obrázek 9: Schéma chladicí věže

[Zdroj: [https://vydavatelstvi-old.vscht.cz/knihy/uid\\_es-006/hesla/img\\_d10e20647.html](https://vydavatelstvi-old.vscht.cz/knihy/uid_es-006/hesla/img_d10e20647.html)]

### Palivové hospodářství tepelné elektrárny

Do palivového hospodářství spadají všechny stroje a zařízení nutné k úpravě, skladování a dopravě paliva. Palivo je přiváženo nebo přiváděno různými druhy dopravy. Hnědé a černé uhlí je přiváženo buď nákladními vlaky nebo nákladními vozy, biomasu dováží specializované firmy malými nákladními vozy, zemní plyn nebo topné oleje jsou dopravovány potrubím. Z těchto dopravních prostředků je palivo vykládáno do vykládacího zařízení, poté je pásovým dopravníkem dopravováno na meziskládku a z ní potom na skládku paliva. Ta bývá společná pro všechny bloky elektrárny. Ze skládky se palivo dopravuje pásovým dopravníkem do drtiče a z něj poté do kotle, kde se spaluje. Pásové dopravníky musí být renovovány a kontrolovány tak, aby nedošlo k náhlému výpadku, který by zapříčinil odstávku části nebo celého bloku. [17]



## **Odstruskování a odpopílkování spalin**

Při a po spalování paliva v kotlích tepelných elektráren vznikají tuhé zbytky, které by se bez odlučovačů těchto pevných zbytků dostaly společně s teplým vzduchem z kotle komínem do atmosféry. Aby nedocházelo k těmto nechtěným jevům, musí mít každá tepelná elektrárna tato zařízení, která musí splňovat určité maximální limity těchto zbytků.

Mezi tyto zbytky patří:

- Propad – vyskytuje se u roštového spalovacího zařízení a obsahuje největší podíl vyhořelého paliva
- Škvára – tuhý zbytek po spálení u roštových a granulačních ohnišť
- Struska – vzniká ve výtavném ohništi a prochází tekutou fází
- Popílek – je tvořen malými částicemi tuhých zbytků a je unášen salinami z ohniště kouřovými kanály v kotli a za kotlem až do komína

Tuhé odpady jako je struska a škvára jsou zachycovány v jímce pod kotlem, popílek je potom zachycován filtry, mechanickými a chemickými odlučovači popílku při cestě do spalinového komína. Denně tepelné elektrárny v České republice vyprodukují asi 37,5 tisíce tuny. Roční produkce podle Asociace pro využití energetických produktů a Teplárenského sdružení činí přes 13 milionů tun tohoto odpadu z energetiky.

Tyto odpadní produkty nemusí být nutně negativními, v případě dalšího využití, například ve stavebnictví, je můžeme nazývat produkty energetiky. Touto problematikou se zabývá ASVEP, asociace zkoumající další využití produktů vzniklých spalováním tuhého paliva v kotlích tepelných elektráren.

Jak už bylo zmíněno, tuhé zbytky lze využívat ve stavebnictví. Škváru můžeme používat jako brusnou vrstvu polních a lesních cest, dříve se hojně užívala jako povrch fotbalových hřišť na sídlištích. Škváru můžeme také použít jako tepelnou izolaci. Dříve byla škvára hojně využívána jako tepelná izolace podlah na zemině, po zjištění možné radioaktivity při vyšším výskytu radonu ve škváře došlo k útlumu jejího používání. Při výskytu škváry ve spodní stavbě rekonstruovaných budov je nutné změřit koncentraci radonu. Struska je využívána v silničních stavbách jako složka podkladních vrstev, využívána je také pro tvorbu násypů, zásypů a obsypů. Dále strusku využíváme jako příměs do betonu, vzniká tak takzvaný struskobeton, který se uvádí na trh v podobě panelů a tvárnic.

Asi nejvyužívanějším a nejskloňovanějším tuhým zbytkem spalování je popílek. Jeho roční produkce je také nejvyšší z výše zmiňovaných tuhých zbytků. Užívá se ve stavebnictví stejně jako struska a škvára. Díky svým skvělým vlastnostem a nízké ceně se užívá jako příměs do betonu. Popílek je latentně hydraulickou příměsí, takže zlepšuje kvalitu betonu, konkrétně zlepšuje zpracovatelnost a čerpatelnost betonu, zvyšuje chemickou odolnost betonu a odolnost proti krvácení, zvyšuje také jeho pevnost v tlaku, za současné úspory drahého cementu. Popílek navíc zlepšuje kvalitu finálního povrchu betonu, je tedy výhodné využívat ho jako příměs pro pohledové betony. Jako příměs do betonu se využívá asi jedna třetina celkové produkce popílku.

Z popílku lze také vyrábět velice kvalitní tvárnice, betonové a pórobetonové, cihly, maltoviny, umělé kamenivo, lze ho také přidávat do asfaltových výrobků a v neposlední řadě například i do geopolymerů. [17], [19]

### **Řízení a regulace tepelné elektrárny**

Hlavními cíli řízení tepelné elektrárny je zajištění spolehlivé dodávky elektrické energie spotřebitelům, udržování její kvality za neustále kontroly výrobních procesů. Všechny části výrobní a přenosové soustavy musí být koordinované, od kotle, přes turbínu a elektrický generátor až po elektrickou síť. U tepláren je navíc nutné koordinovat i řízení výměňkových stanic a teplotní sítě.

Energetický dispečink uplatňuje dva způsoby řízení – centralizovaný a decentralizovaný. Centralizované řízení je vhodné pro blokově uspořádané tepelné elektrárny. Tepelná elektrárna je řízena centrálně, kompletně automaticky. Obrovskou výhodou centralizovaného systému je úspora investičních nákladů. Bloky jsou řízeny řídicím systémem za současné spolupráce se systémem informačním a zabezpečovacím. Naopak decentralizovaný systém řízení je investičně více nákladný. Jedná se o řízení z rozvodny. Nevýhodou tohoto systému řízení jsou dlouhé odstávky a následné dlouhé spouštění tepelné elektrárny. [17]

### **Určení lokality výstavby tepelné elektrárny**

Určení lokality pro stavbu tepelné elektrárny ovlivňují mnohé faktory. Nejvíce ovlivňují lokalitu pro výstavbu palivo a voda. Zdroj paliva, které bude spalováno v kotlích elektrárny, a zdroj vody pro chladicí okruh by měli být v blízkosti elektrárny. Tak lze eliminovat zbytečně vysoké náklady na dopravu paliva a případně i vody. Dalším faktorem ovlivňující lokalitu výstavby je spotřeba. Zvyklostí je stavět elektrárny v blízkosti odběru, v blízkosti spotřebitelů. V současné době není tento faktor podmínkou pro stavbu elektrárny, protože elektrická infrastruktura je už tak propracovaná, že umíme elektrickou energii transportovat na velké vzdálenosti. Spotřeba je však rozhodujícím faktorem pro stavbu tepláren, tepelnou energii totiž z důvodu velkých ztrát nedokážeme vést na vzdálenosti větší než 20 km. Teplárnu je tak vždy nutné umístit do bezprostřední blízkosti domovů odběratelů.

Pro výběr lokality je také důležitý její reliéf. Terén pro stavbu tepelné elektrárny by měl být rovný, se sklonem kolem 0,5 – 1 % kvůli odvodu dešťových vod. Čím je terén pro stavbu členitější, tím větší budou při výstavbě objemy zemních prací a tím budou také vyšší počáteční investiční náklady. K výstavbě tepelné elektrárny je také zapotřebí velké plochy. Pro stavbu malé elektrárny je potřeba plocha kolem 0,05km<sup>2</sup> a k výstavbě velké potom až 0,3km<sup>2</sup>. Ideální pro stavbu elektrárny je obdélník s poměrem stran 2:3 nebo 3:4.

Dalším důležitým faktorem je únosnost zemních vrstev, přípustná únosnost pro stavbu tepelné elektrárny se pohybuje kolem 200 – 250kPa. Vlivem málo únosného podloží může dojít k nutnosti speciálního zakládání jako jsou piloty nebo mohutné železobetonové desky a tím i k nárůstu investičních nákladů. Před založením objektu je nutné provést geologický průzkum a ověřit si tak domněnky o základových poměrech. Neprovedení tohoto průzkumu může vést ke značným komplikacím v průběhu výstavby, může dojít k nadměrnému sedání a v krajním případě až k jeho zřícení. Zanedbání těchto vstupních informací může značně navýšit náklady na výstavbu, příkladem může být elektrárna v Tisové, která byla postavena na břehu řeky Ohře a docházelo zde k postupnému sedání. Dalším příkladem je teplárna TEC 5 v Kyjevě, která je postavena na písčitéch naplaveninách z Dněpru. Základy v podobě pilot tu tak sahají až do hloubky 25 metrů.

Neméně důležitým faktorem je úroveň spodních vod. Úroveň spodních od by měla být co nejnižší, za suchou lokalitu se považuje lokalita s HPV níže než 5 metrů. Pokud je hladina podzemní vody vyšší než 5 metrů, je nutné dbát zvýšené pozornosti při provádění hydroizolací spodní stavby, případně je nutno i podzemní vodu odčerpávat. [17]

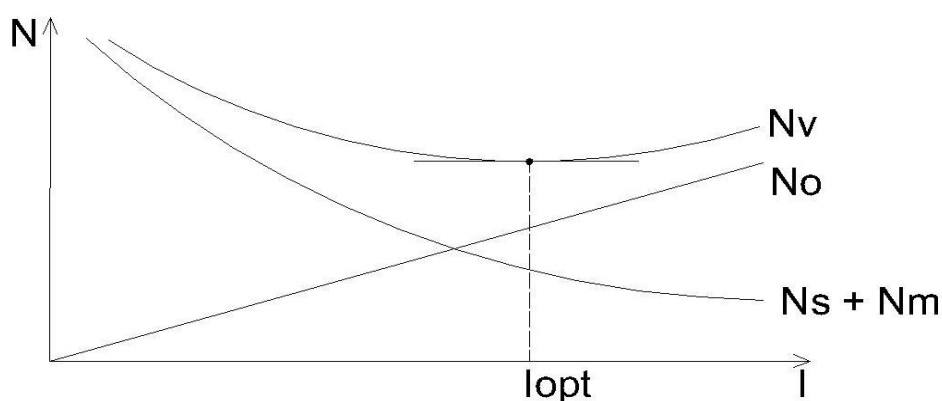
### **Ekonomické zhodnocení tepelné elektrárny**

Při ekonomickém zhodnocení tepelných elektráren vstupuje do výpočtu několik faktorů. Jde o porovnání nákladů různého druhu vynakládaných v různé době, konkrétně o jde o náklady investiční vynakládané jednorázově a o náklady provozní vynakládané průběžně. Do ekonomického zhodnocení však nelze zahrnout úplně všechny faktory ovlivňující úspěšnost či neúspěšnost investice. Například spolehlivost a jednoduchost zařízení, ekologická, sociální a zdravotní hlediska nebo politická hlediska lze velice těžko číselně vyjádřit a následně vyhodnotit. O úspěšnosti projektu nebo dokonce o jeho povolení dotčenými orgány potom mohou rozhodovat právě tyto ne méně důležité ovlivňující faktory.

V předinvestiční fázi projektu stavby nové tepelné elektrárny, kdy se rozhoduje o schválení investic, přichází v úvahu několik variant projektu. Ekonomicky se zhodnocují právě varianty projektů pomocí takzvaného koeficientu efektivnosti dodatkových investic.

Ten bere v úvahu různorodost projektů a umožňuje posouzení různých variant projektu v předinvestiční fázi.

V dalších fázích projektu jsou nejdůležitějšími syntetickými ukazateli pro posuzování ekonomické efektivnosti úplné výrobní náklady a investiční náklady. Z grafu na obrázku 5 je patrné, že při určité hodnotě investičních nákladů –  $I_{opt}$ , dosahují výrobní náklady minimální hodnoty.



Obrázek 10: Závislost výrobních nákladů a jejich složek na investičních nákladech

[Zdroj: Kadrnožka, J.: Tepelné elektrárny a teplárny]

Výrobní náklady zahrnující náklady na materiál, náklady na mzdy a odpisy elektrárny lze spočítat následovně:

$$N_v = N_s + N_o + N_m \quad (1)$$

kde jsou  $N_s$  – náklady na suroviny, materiál, palivo a energie  
 $N_o$  – odpisy, které se vyjadřují poměrnými odpisy  $p_o$  ze vztahu  $N_o = p_o I$   
 $N_m$  – náklady na mzdy pracovníků elektrárny

Zvýšení hospodárnosti projektu – tepelné elektrárny, lze dosáhnout snížením některé z předchozích nákladových položek tak, aby se nezvýšila jiná položka. Další způsob zvýšení hospodárnosti a snížení výrobních nákladů je vynaložení dalších investičních nákladů na zvýšení technické úrovně výroby, které vyvolá zvýšení účinnosti a snížení počtu pracovníků.

[17]

## Tepelné elektrárny v ČR

V České republice se nachází 10 velkých tepelných elektráren s výkonem nad 200 MW a několik dalších menších tepelných elektráren o výkonu 110 MW a nižším. Tepelné elektrárny se podílí na výrobě elektrické energie v ČR téměř 60 %, jejich podíl je nejvyšší.

Instalovaný výkon tepelných elektráren v ČR byl v roce 2010 přibližně 11,8 GW. Tepelné elektrárny vyrobily v roce 2010 53 580 GWh a zahrnovaly tak 80 % instalovaného výkonu ČR.

Největší tepelnou elektrárnou v ČR je tepelná elektrárna Pruněřov II, s instalovaným výkonem 1050 MW, spalující hnědé uhlí. Prvenství v roční výrobě elektřiny brutto ale drží tepelná elektrárna Počerady spalující také hnědé uhlí, která má nižší instalovaný výkon o 50 MW a je tak druhá v pořadí, co do instalovaného výkonu. Třetí v pořadí je potom tepelná elektrárna Počerady 2 s instalovaným výkonem 845 MW spalující zemní plyn.



Obrázek 11: Mapa elektráren v ČR

[Zdroj: [https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pdf/js17/cesko\\_atlas/web/pages/06-energetika.html](https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pdf/js17/cesko_atlas/web/pages/06-energetika.html)]

V současné době je trend utlumovat elektrárny spalující fosilní paliva. Přesto mají tepelné elektrárny největší podíl na výrobě elektrické energie v ČR, protože jsou bezpečné, dokáží rychle reagovat na výkyvy v síti a nejsou závislé na ročním období. V České republice se nachází dostatek zdrojů fosilních paliv, i právě proto jsou v ČR tepelné elektrárny nejjednodušším řešením. V současné době je rozšiřováno několik tepelných elektráren, z těch největších stojí za zmínku areál tepelné elektrárny Ledvice.

Areál tepelné elektrárny Ledvice se nachází u obce Bílina na Teplicku a patří pod správu Skupiny ČEZ, a.s. Ledvická hnědouhelná elektrárna je po dostavbě bloku NZ ELE nejmodernějším hnědouhelnou elektrárnou nejen v České republice, ale i v celé střední Evropě. Instalovaný výkon nového bloku uhelné elektrárny Ledvice je 660 MW, blok navíc dosahuje účinnosti až 47 %, čímž došlo k výraznému snížení produkce CO<sub>2</sub> a ostatních emisí. Nový blok tak výrazně snížil dopad tepelné elektrárny Ledvice na životní prostředí.

Nový blok TE Ledvice byl navržen podle doporučení Evropské unie jako BAT (Best Available Technology), tedy jako blok s co nejvyšší ekonomicky dosažitelnou energetickou

účinností a maximálně potlačenými negativními dopady na životní prostředí. Bylo tudíž nutné dosáhnout maximálně možných parametrů provozních médií a minimalizovat emise. Proto bylo pro nový blok zvoleno jednoblokové uspořádání s jedním průtlačným kotlem s nadkritickými parametry ostré páry a čtyřtělesovou parní kondenzační turbínou. Generálním dodavatelem i generálním projektantem stavby byla pražská společnost ŠKODA PRAHA Invest, s.r.o.

Dostavba nového bloku NZ ELE 660 MW započala v říjnu roku 2009 demolicí staré administrativní budovy, na jejímž místě měl nový blok vyrůst. Nový blok byl uveden do provozu v roce 2015, tedy tři roky po původním plánovaném termínu. Zpoždění zapříčinily technické závady a zpožděné dodávky. Stavební část bloku NZ ELE byla dokončena roku 2014. Na nový blok bylo spotřebováno 120 000 m<sup>3</sup> betonu a 22 000 tun oceli. Celkem bylo zhotoveno 887 pilot o celkové délce 20 743 metrů a 2 111 m<sup>2</sup> milánských stěn, které tvořily stěny stavební jámy.

Zajímavostí nového bloku TE Ledvice jsou takzvaná „ledvická dvojčata“, dvě 144 metrů vysoké věže kotelny, které mají také funkci rozhledny pro širokou veřejnost. Nahoru vede výtah přes 28 pater a finálních 44 schodů. Protože se rozhledna nachází v areálu tepelné elektrárny, je nutné dodržovat veškeré bezpečnostní předpisy. Na rozhlednu se tak denně podívá maximálně 50 turistů. I tak výstavba nového bloku přispěla ke zvýšení cestovního ruchu v Ústeckém kraji. [6], [9], [21], [22], [23], [24]



Obrázek 12: Tepelná elektrárna Ledvice s rozhlednou na věži kotelny (na obrázku vpravo)

[Zdroj: Kopecký, T. – Český rozhlas]

### **Dílčí závěr**

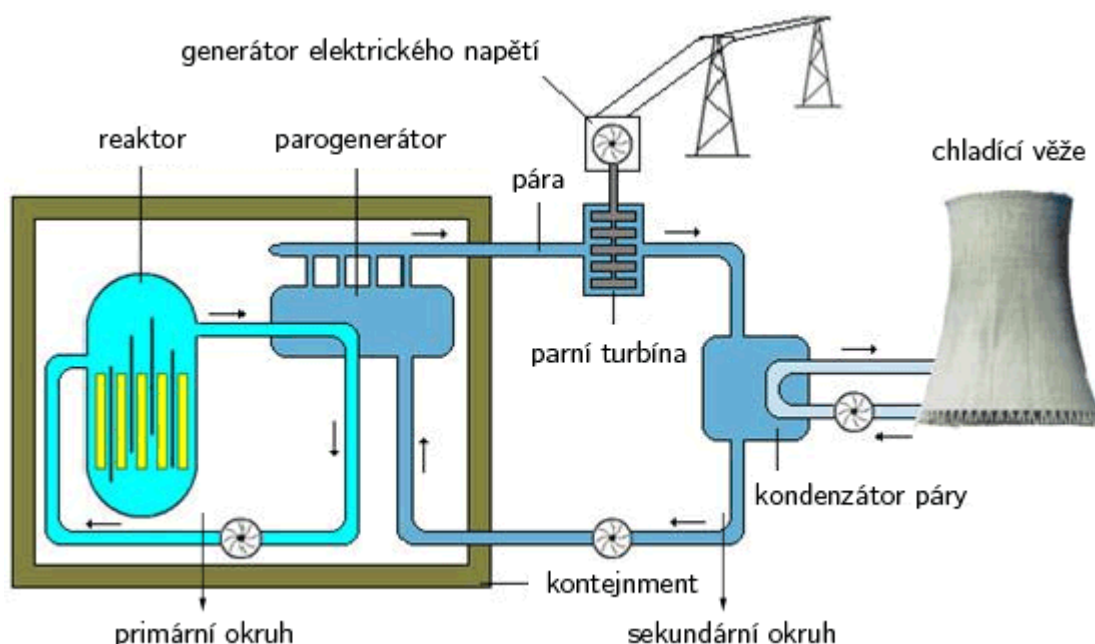
Tepelné elektrárny jsou významným zdrojem zakázek pro stavební firmy, a to především při dostavbách, přístavbách, rozšířeních nebo při výstavbě nových elektráren. Tyto investiční akce představují velký objem prací i financí, jsou tedy zdroji spíše pro větší stavební firmy s celorepublikovou působností. Menší stavební firmy působící v lokalitě elektrárny mohou získat zakázky při rekonstrukcích nebo při menších objemech stavebních prací. Tepelné elektrárny jsou významnými stavbami pro obyvatele, tepelná elektrárna v Ledvicích navíc ukazuje, že obyvatelům nemusí sloužit pouze k výrobě elektrické energie a k zásobování teplem, ale i k rekreaci, například zpřístupněním vysokých budov kotelny, které nyní v Ledvicích plní i funkci rozhledny.

## Jaderné elektrárny

Jaderné elektrárny jsou vlastně tepelné elektrárny, liší se od uhelných a paroplynových elektráren pouze způsobem získávání energie z paliva. Zatímco v klasických tepelných elektrárnách se palivo spaluje, v jaderných elektrárnách se energie získává štěpením jádra uranu. Hlavní výhodou jaderné energie je její čistota. Na rozdíl od tepelných elektráren neprodukuje jaderné elektrárny žádné plyny přispívající ke skleníkovému jevu ani tuhé zbytky jako je popílek nebo struska. K rozbíjení atomu také nespotřebovává kyslík. Jaderná energie je také levná – přes vysoké investiční náklady má nízké provozní náklady a navíc disponuje dlouhou životností.

Nevýhodou jaderné energetiky je možnost havárie jaderné elektrárny. V takovém případě jsou následky katastrofální. Příkladem mohou být dvě největší havárie jaderných elektráren v historii jaderného elektrárenství – havárie JE Černobyl v tehdejší Sovětské svazu v roce 1986 a havárie JE Fukušima v Japonsku v roce 2011. První ze zmiňovaných havárií zapříčinilo lidské selhání, nebyly dodrženy kontroly a předpisy jaderné elektrárny. U druhé zmiňované havárie je na vině zemětřesení. Právě tyto dvě havárie nám ukazují, jak je důležité dodržovat předpisy a kontroly, a jak velký důraz by měl být kladen na bezpečnou lokalitu pro výstavbu jaderné elektrárny.

Jaderná elektrárna je rozdělena do dvou okruhů, jak lze vidět na obrázku 6. Primární (první) okruh slouží k přenosu tepelné energie z aktivní zóny do parogenerátoru. Primární okruh musí být z důvodu radioaktivity paliva hermeticky uzavřen v ochranném obalu. Tento ochranný obal se nazývá kontejnment a je tvořen železobetonovými tlustými stěnami. Jeho hlavním úkolem je ochránit okolí jaderné elektrárny při haváriích v primárním okruhu.



Obrázek 13: Schéma jaderné elektrárny

[Zdroj: <http://vyuka.odbornaterminologie.cz/anglicky-jazyk/5-8-jaderne-elektrarny-en>]

V primárním okruhu se nachází zdroj tepla – jaderný reaktor. V jaderném reaktoru dochází ke štěpení uranu a k uvolnění velkého množství tepelné energie. Jaderné palivo je do reaktoru ukládáno v palivových souborech. Jedná se o ucelené kazety palivových tyčí, které obsahují oxid urančitý s obohaceným uranem  $U^{235}$ . Tyto palivové soubory jsou společně s regulačními tyčemi hexagonálně uspořádány v reaktoru. Palivo vydrží asi 4 – 5 let, poté je nutné vyměnit palivové tyče. Výměna paliva se provádí při částečné odstávce reaktoru. Vyhořelé palivo je nejprve skladováno v dočasném skladu, odkud se převáží do skladu hlubinného.

Energie vzniklá štěpením jádra uranu ohřívá vodu v parogenerátoru, která se mění v páru a předává teplo sekundárnímu (druhému) okruhu. Vzniklá pára roztáčí turbínu napojenou na turbogenerátor, ve kterém se principem elektromagnetické indukce vytváří elektrický proud. Po zvýšení napětí v transformátoru je elektrická energie distribuována do přenosové soustavy podobně jako u elektrárny tepelné.

Důležitou součástí jaderné elektrárny je chladicí okruh. Jedním z hlavních faktorů ovlivňujících stavbu jaderné elektrárny je dostatek chladicí vody v blízkosti elektrárny. Chladicí okruh zahrnuje systém potrubí nesoucí chladicí médium – nejčastěji vodu, a výparné chladiče – nejčastěji chladicí věže. Voda cirkuluje mezi chladicími věžemi a kondenzátorem, kde dochází k ochlazení vodní páry, k její kondenzaci a vrácení se do oběhu.

Jaderné elektrárny jsou nejlevnějším zdrojem energie co do přepočtu na palivo. Vzhledem k výdrži palivových uranových tyčí, jsou nejlevnějším zdrojem elektrické energie. Vlastní spotřeba jaderné elektrárny činí asi 15 – 20 % celkového elektrického výkonu, čistá účinnost JE se potom pohybuje mezi 25 – 35 %.

Na území České republiky se v současné době nachází dvě jaderné elektrárny, jaderná elektrárna Dukovany a jaderná elektrárna Temelín. První jaderná elektrárna byla postavena za doby Československa v Trnavě v roce 1972, tato jaderná elektrárna se nyní nachází na území Slovenska. V roce 1985 byla postavena JE Dukovany, která se nyní nachází na území České republiky, na Jižní Moravě, 40 km západně od Brna. Druhá jaderná elektrárna na území ČR, JE Temelín, se nachází v Jižních Čechách, 30 km severně od Českých Budějovic a byla postavena v roce 2000. Obě jaderné elektrárny v ČR jsou dvouokruhové s lehkovodním tlakovým reaktorem, s instalovaným výkonem 2 000 MW a spadají pod správu Společnosti ČEZ, a.s.

Jaderná elektrárna Dukovany čítající 4 výrobní bloky má být v budoucnu rozšířena o pátý blok. Na základě této skutečnosti vznikla samostatná skupina zabývající se inženýringem tohoto investičního procesu. V roce 2016 bylo v přílehlých obcích rozhodnuto o konání referenda o výstavbě pátého bloku včetně výstavby nového hlubinného úložiště pro vyhořelé palivo. V červenci 2016 předala společnost ČEZ Ministerstvu životního prostředí dokumenty pro proces EIA, který má umožnit spustit jaderné elektrárně další bloky. V září roku 2016 byla podepsána petice téměř 64 000 obyvateli Dolního Rakouska, kteří s rozšířením JE Dukovany o pátý blok nesouhlasí. Výstavba pátého bloku je tedy stále v jednání úřadů.

Jaderná elektrárna Temelín je jednou z nejmodernějších jaderných elektráren, díky svému uvedení do provozu v roce 2000. Současně je také největší elektrárnou v ČR, co do instalovaného výkonu. V současné době bylo ukončeno plánování dostavby 3. a 4. bloku JE Temelín, které se táhlo od roku 2008, kdy společnost ČEZ, a.s. podala Ministerstvu životního prostředí žádost o posouzení vlivu na životní prostředí. K ukončení plánů výstavby a tendru na výstavbu bloku 3 a 4 dospěla Skupina ČEZ, a.s. po zhodnocení situace na trhu s elektřinou, která je v současnosti pro nové investice velice nepříznivá. Výstavba bloku 3 a 4 byla tedy odsunuta na neurčito. [6], [9], [11], [12], [17], [18], [21]

### **Sluneční elektrárny a další využití sluneční energie**



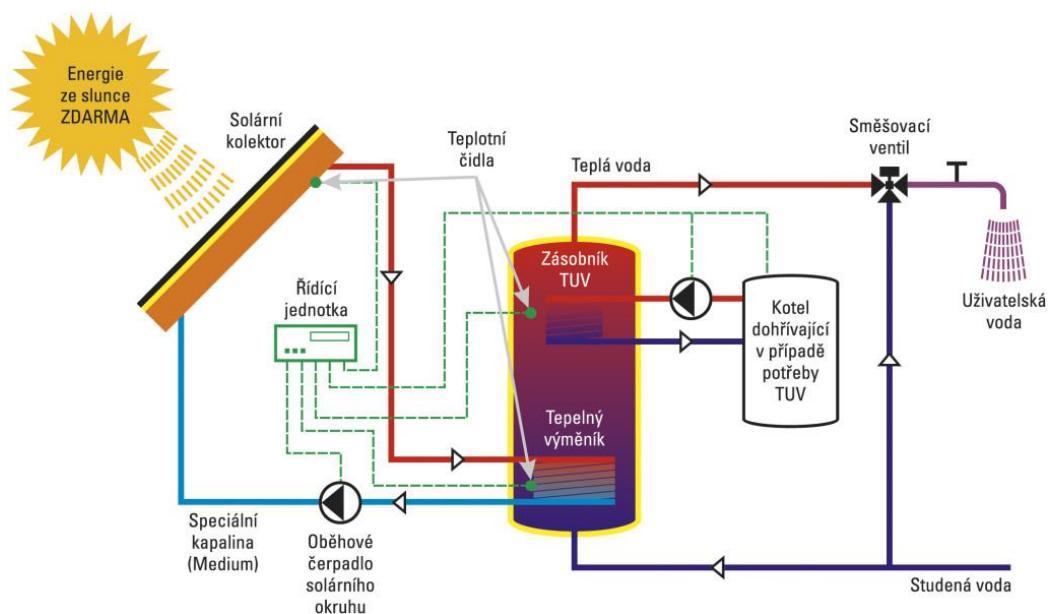
Energie ze solárního záření lze získávat a využívat třemi způsoby. Energie získaná přímo, to je dopadem fotonů na křemíkový polovodič, se přemění na energii elektrickou. Spojením několika těchto polovodičových destiček vzniká solární panel, spojením několika panelů potom solární elektrárna. Energie získaná nepřímo je využívána k výrobě elektrické energie pomocí termoelektrických článků. Solární energii můžeme také využívat k ohřevu teplé vody a k vytápění.

Solární elektrárny jsou tvořeny řadami plochých solárních panelů, z nichž každý má několik desítek fotovoltaických článků. Abychom dostali potřebné napětí, zapojují se články za sebe, naopak větší proud získáme zapojením vedle sebe. Jeden centimetr čtvereční těchto článků vyrobí v našich podmínkách proud o velikosti asi 12mW (miliwattů), jedem metr čtvereční může potom v létě vyrobit až 150 W.

Nepřímá přeměna sluneční energie je založena na principu slunečních sběračů. V ohniscích sběračů jsou umístěny termočlánky přeměňující solární teplo na elektrickou energii. Samotná termoelektrická přeměna spočívá v takzvaném Seebeckově jevu, kdy v obvodu ze dvou různých vodičů vzniká elektrický proud, pokud jejich spoje mají různou teplotu. Spojením více termoelektrických článků lze sestavit termoelektrický generátor.

Zvláštním způsobem využívají solární energii solární termální elektrárny. Fungují v principu stejně jako elektrárny tepelné, ale k ohřevu teplotnosného média zde není využíváno spalování paliva, ale právě solární energie. Teplotnosné médium – voda, olej, je sluneční energií ohříváno v kolektoru a dále je hnáno na turbínu, kterou roztáčí a generuje tak elektrickou energii.

Třetí způsob využití solární energie, tedy k ohřevu teplé vody a k vytápění, je využíván spíše v domácnostech. Tento způsob využití sluneční energie je založen na principu skleníku. Solární (termické) kolektory umístěné na střeše objektu absorbují sluneční energii. Kolektor je vybaven absorberem se skleněným nebo jiným průsvitným krytem, který se dopadem slunečních paprsků ohřívá a toto teplo dále odevzdává teplotnosnému médium – vodě, oleji, vzduchu. Teplotnosné médium potom ohřívá vodu v zásobníku. Tomuto jevu se říká fototermický a jeho fungování je patrné na obrázku 7.



Obrázek 14: Schéma ohřevu vody pomocí fototermického jevu

[Zdroj: <http://oenergetice.cz>]



V České republice se nachází 110 solárních elektráren o výkonu 3 – 5 MW a 40 solárních parků o výkonu 5 – 38 MW. Největší solární elektrárna v ČR se nachází v Ralsku. Fotovoltaická elektrárna Ralsko Ra 1 má instalovaný výkon 38,1 MW a byla spuštěna v roce 2010. V době svého spuštění, tedy v roce 2010, byla 12. největší fotovoltaickou elektrárnou na světě. Fotovoltaika a výstavba solárních elektráren se rozvíjí vysokou rychlostí, proto se v současné době ralská elektrárna nedostane ani do první stovky.

Česká republika se může považovat za solární velmoc. Celkem se zde nachází 13 019 solárních elektráren o celkovém instalovaném výkonu 1 959 MW, což se blíží instalovanému výkonu jaderné elektrárny Temelín. Mimo již zmiňované solární elektrárny Ralsko se v ČR nachází dvě další fotovoltaické elektrárny přesahující instalovaný výkon 30 MW. Jsou jimi FVE Vepřek a FVE Ševětín.

V současné době jsou hodně skloňované dotace z evropských fondů na podporu výstavby fotovoltaických elektráren. Na dotacích je také závislá výstavba nové fotovoltaické elektrárny Milovice, která by se měla nacházet ve vojenském prostoru Milovice – Mladá. Výstavba této fotovoltaické elektrárny závisí na podpisu smlouvy investorem, který ale s podpisem otálí, právě kvůli nedostatku dotací z EU. Milovická fotovoltaická elektrárna by měla být největší fotovoltaickou elektrárnou v České republice zabírající plochu 150 hektarů, což odpovídá instalovanému výkonu 68 MW. [6], [9], [15], [17], [21]

### **Větrné elektrárny**

Větrné elektrárny jsou jednoduchá zařízení. Skládají se z rotoru s lopatkami, generátoru elektrické energie a transformátoru. Elektrická energie vzniká prouděním větru přes lopatky rotoru, které jsou speciálně tvarované a jsou silou větru roztáčeny. Rotor je spojen s generátorem elektrického proudu, který dál vede elektrickou energii do transformátoru.

Větrné elektrárny se dělí podle osy otáčení na vertikální a horizontální. Horizontální turbíny musí vždy směřovat proti větru, proto je nutné je proti větru natáčet. Natočení lze provést dvěma způsoby. První způsob využívá směrové lopatky a vyskytuje se spíše u menších větrných elektráren, druhý způsob využívá větrného senzoru a servo motoru, který otáčí celou hlavou větrné elektrárny. V dnešní době jsou horizontální turbíny nejvyužívanější především díky vyšší účinnosti, která dosahuje až 48 %. Vertikální turbíny mají oproti horizontálním tu výhod, že se nemusí otáčet proti směru větru. Další výhodou, která zjednodušuje především údržbu, je možnost umístění generátoru na zem, jednotlivé elektrárny je potom možné umístit blíže k sobě, oproti horizontálním turbínám jsou také méně hlučné. Hlavní nevýhodou je vyšší počáteční investice a nižší účinnost (okolo 38 %).

Turbíny větrných elektráren se dělí na oporové a vztlkové. Historicky starší je užití odporových turbín, jejichž princip je jednodušší ale méně účinný, proto jsou v dnešní době méně používané než turbíny vztlkové. Odporové turbíny využívají principu rozdílu sil působících na lopatky rotoru v důsledku jejich různého odporu vůči proudícímu vzduchu. Toho lze docílit dvěma způsoby, a sice různým tvarem lopatek, jako jsou například lopatky miskovitého tvaru, nebo natočením lopatek. Druhé řešení je sice komplikovanější ale o to účinnější. Vztlkové turbíny jsou dnes nejpoužívanějším typem, využívají aerodynamické vztlkové síly, která vzniká díky speciálně tvarovaným lopatkám podobným křídlům letadel.

Větrné elektrárny se dělí na malé (výkon do 40 kW), střední (výkon 40 – 500 kW) a velké (výkon nad 500 kW). Postavením více větrných elektráren vedle sebe vznikají větrné parky. Větrné elektrárny ve větrných parcích se vzájemně ovlivňují, proto je nutné dodržovat vzdálenosti mezi jednotlivými elektrárnami. Nejčastějším typem elektráren ve větrných parcích jsou elektrárny s horizontálními turbínami otáčené proti směru větru počítačem.

Trubkové ocelové věže těchto elektráren dosahují výšky 60 až 90 metrů a listy rotorů délky mezi 20 a 40 metry, výjimečně i více. Pro případ silného větru jsou elektrárny vybaveny ochrannými opatřeními jako jsou sklopné lopatky nebo brzdy. Zvláštními větrnými parky jsou takzvané Offshore parky. Tento výraz se používá pro větrné parky umístěné mimo pevninu v moři nebo oceánu, kde vítr dosahuje pravidelně vyšších rychlostí než na pevnině. Tyto parky jsou schopny produkovat vyšší elektrický výkon, je to ale na úkor vyšších investičních nákladů a vyšších nákladů provozních.

Větrné elektrárny nejsou příliš oceňovány krajináři a urbanisty, protože mohou narušovat přirozený ráz krajiny. V minulosti docházelo ke stížnostem ze strany obyvatel bydlících v blízkosti větrných elektráren na hlučnost a nevhlednost, případně i stínění. V posledních letech vývoj větrných elektráren, a především jejich turbín, pokročil natolik, že ve vzdálenosti 500 metrů od stožáru elektrárny o výkonu 2 MW (velká větrná elektrárna) hladina hluku splňuje hygienické limity, to je 40 dB. Problém se stíněním se vyskytuje jen u velice vysokých turbín v době, kdy je Slunce nízko nad obzorem a stožár elektrárny tak vrhá dlouhý stín. Z tohoto důvodu se pečlivě vybírá a zkoumá místo, kde je plánovaná výstavba větrné elektrárny. Stížnosti ze stran obyvatel tak bývají většinou neopodstatněné. Větrné elektrárny sice mění ráz krajiny, ale přitahují více a více turistů.

V České republice není tolik výhodných lokalit pro stavbu větrných elektráren, jako je například v Holandsku či Francii. V ČR se nachází pár lokalit vhodných pro výstavbu větrné elektrárny, jsou to především horské oblasti jako Krušné hory a Jeseníky. Kontroverzí těchto pár lokalit je narušení krajinného rázu horských oblastí.

Českým unikátem je větrná elektrárna Pchery u Kladna, která je se svým instalovaným výkonem 2 x 3 MW největší větrnou elektrárnou v ČR. Jedná se o dvě větrné věže s rotory a průměru 100 metrů a výškou osy 88 metrů. Jedná se také o nejvyšší větrné elektrárny na území České republiky. [6], [9], [15], [16]



Obrázek 15: Větrná elektrárna Pchery u Kladna

[Zdroj: [www. http://pajarouk.rajce.idnes.cz](http://pajarouk.rajce.idnes.cz)]

## Vodní elektrárny

Princip vodní elektrárny je v podstatě stejný jako elektrárny větrné. Proud vody roztáčí lopatky turbíny, která je spojena s generátorem, kde dochází díky elektromagnetické indukci ke generování elektrického proudu. Jejich výhodou je rychlé zprovoznění při výpadku a nenáročná údržba, hlavní nevýhodou je potom závislost na průtoku. Ten musí být dostatečný a hlavně stálý. Další nevýhodou je dlouhá doba návratnosti počáteční investice a náročnost výstavby.

Vodní elektrárny se dělí na malé (výkon do 10 MW), střední (výkon do 100 MW) a velké (nad 100 MW). Malé vodní elektrárny jsou spíše využívány jako sezónní zdroje kvůli nestálému průtoku potoků a řek, na kterých jsou postaveny. Často lze nalézt v místech, kde dříve stávaly mlýny a hamry. Dále se vodní elektrárny dělí podle využití vodního toku na průtočné, mezi které patří elektrárny jezové a derivační, využívající kinetickou energii vody, a na elektrárny akumulární, využívající energii potenciální. Zvláštním typem akumulárních elektráren jsou potom elektrárny přečerpávací. Mezi vodní elektrárny se řadí také elektrárny slapové, využívající přílivu a odlivu moře na pobřeží.

Průtočné vodní elektrárny využívají přirozený průtok řeky, který nelze ovlivňovat. Při průtoku větším než je hltlost turbíny je přebytečná voda odváděna bez využití. U průtočných vodních elektráren lze nejčastěji najít turbínu Peltonovu, užívanou pro velké spády, a turbínu Bánkiho, používanou pro malé elektrárny. Mezi průtočné elektrárny patří elektrárny jezové, které využívají jezu pro vzednutí hladiny vody a soustředění spádu, a elektrárny derivační. Jezové elektrárny patří díky malému spádu, kolem 10 až 20 metrů, mezi elektrárny nízkotlaké. Výhodou jezových elektráren je průchodnost vodního toku pro vodní živočichy. Derivační elektrárny využívají kanálu, šachty nebo potrubí pro odvedení vody z koryta řeky k turbíně vodní elektrárny. Voda je následně vracena odpadním kanálem zpět do koryta řeky. Nevýhodou průtočných elektráren je nemožnost regulace průtoku, z tohoto důvodu jsou vhodné pro pokrytí základního zatížení.

U akumulárních elektráren je akumulace vody a spád zajištěn přehrazením řeky hrází. Využívají řízeného odběru vody z nádrže. Nevýhodou stavby akumulární elektrárny je zatopení velkého území a narušení krajinného rázu. Tím dojde i ke změně ekosystémů a v neposlední řadě může dojít i k vyhynutí některých živočišných a rostlinných druhů. V minulosti byla také často zaplavována území obývaná lidmi. Akumulační elektrárna se nachází pod hrází vodní nádrže, nejčastěji se skládá z Kaplanovy turbíny a generátoru. Hráz je u akumulárních elektráren nejsložitější a také nejnákladnější stavbou. Lze vybudovat dvěma způsoby, jako hráz sypaná nebo jako hráz klenbová. Sypaná hráz se buduje postupným navážením materiálu, většinou písku nebo štěrku, za současného hutnění stroji a prolévání betonem. Sypaná hráz musí být dostatečně mohutná, aby odolala tlaku vody. U klenbových hrází odolává tlaku vody tenká železobetonová konstrukce. Výhodou akumulárních elektráren je pokrývání špiček elektrizační soustavy díky řízenému odběru vody z nádrže. Další výhodou je stabilizace vodního toku a případná ochrana před povodněmi. Často bývají také zdroji pitné nebo technologické vody, mohou také sloužit k rekreaci.

Přečerpávací elektrárny jsou zvláštním typem akumulárních elektráren. Jsou schopny pokrývat špičky „skladováním“ elektrické energie. Přečerpávací elektrárna má dvě různé vysoko položené vodní nádrže. Když je v elektrizační soustavě přebytek elektrické energie (v noci), využívá se tohoto přebytku k přečerpání vody z dolní nádrže do horní. Když je potom špička a elektrické energie je nedostatek (ve dne), voda z horní nádrže putuje do dolní přes Francisovu turbínu, která je napojena na generátor. Aby byla přečerpávací elektrárna co nejvíce výkonná, musí být výškový rozdíl hladin nádrží co největší. Pro stavbu přečerpávací

elektrárny tak mají velký význam geografické podmínky. Přečerpávací elektrárny tak mají vysoké počáteční investiční náklady, jejich návratnost je ale rychlá, obvykle kolem 7 let.

Současný trend vývoje vodních elektráren se zaměřuje na rekonstrukce malých vodních elektráren. V současné době jsou v podstatě vyčerpány možnosti výstavby velkých akumulčních nebo derivačních elektráren, z tohoto důvodu nelze zvyšovat výrobu elektrické energie pomocí vody jejich výstavbou. Rekonstrukcí právě malých vodních elektráren lze docílit zvýšení kapacity a zásobování více domácností.

Vodní elektrárny se v současnosti podílí na výrobě elektrické energie necelými 4 %, přičemž v roce 1984 se podílely na výrobě elektřiny z 25 %. Tento fakt je zapříčiněn výstavbou nových jaderných, tepelných a fotovoltaických elektráren na území ČR. V České republice se nachází 9 velkých vodních elektráren s celkovým instalovaným výkonem 753 MW, všechny lze nalézt na toku řeky Vltavy. Vodní elektrárny nacházející se na Vltavské kaskádě jsou součástí přehradních hrází vodních děl. Patří mezi ně VE Lipno I, VE Lipno II, VE Hněvkovice, VE Kořensko, VE Orlík, VE Kamýk, VE Slapy, VE Štěchovice a VE Vrané. Dále se v ČR nachází 1 614 malých vodních elektráren s celkovým instalovaným výkonem 348 MW. Jedná se o malé vodní elektrárny na menších řekách nebo horských potocích, kde je vysoký kinetický potenciál vody.

V České republice se nachází také 3 přečerpávací vodní elektrárny, PVE Dlouhé Stráně, PVE Štěchovice II a PVE Dalešice. Celkový instalovaný výkon těchto tří elektráren je 1 175 MW, a hlavním posláním těchto elektráren je uchovávat elektrickou energii v podobě potenciální energie vody. Přečerpávací elektrárny jsou často dechberoucími stavbami, jak dokazuje horní nádrž PVE Dlouhé Stráně, která je zařazena mezi 7 divů Česka. [6], [9], [10], [15], [20]



Obrázek 16: Horní nádrž přečerpávací vodní elektrárny Dlouhé Stráně

[Zdroj: <http://www.kudyznudy.cz>]

#### **Dílčí závěr:**

Každý typ elektrárny vyžaduje individuální přístup v předinvestiční a investiční přípravě a následně v celém životním cyklu stavby. V další kapitole je proto v teoretické rovině popsán průběh investičního procesu, jako základ pro další řešení průběhu investičního procesu v tepelné elektrárně Kladno.

## 2. Investiční proces

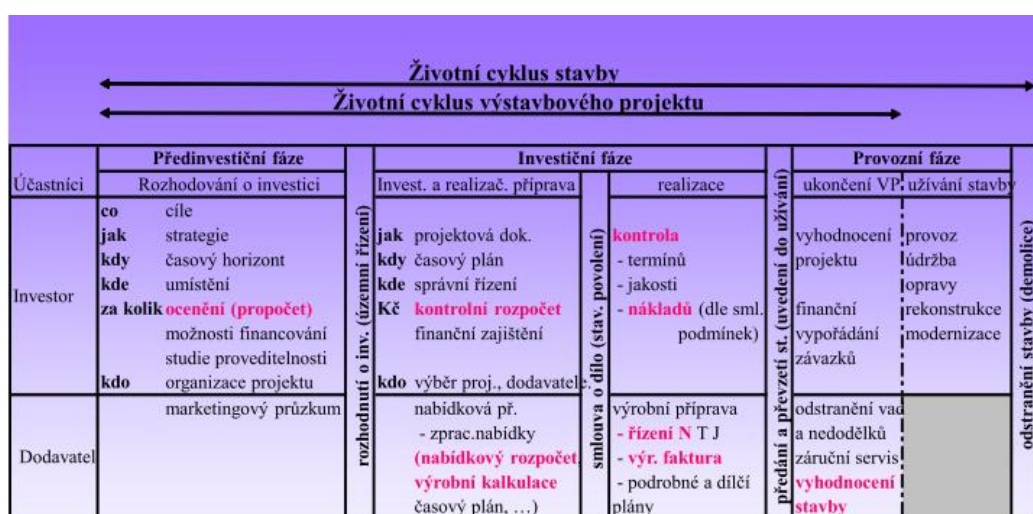
Každý investiční záměr je provázen investičním procesem. Investiční proces popisuje průběh investování, dělí se na předinvestiční, investiční a provozní fázi. Předinvestiční nebo také provozní fáze začíná s myšlenkou na investici do projektu stavby a končí rozhodnutím, zda projekt bude pokračovat nebo ne. V předinvestiční fázi dochází ke sběru informací a následným analýzám, studiím a propočtům, které vedou k vyhodnocení a finálnímu rozhodnutí o výstavbě. V případě schválení investice je vydáno územní rozhodnutí. Studie v předinvestiční fázi jsou různě podrobné, nejméně podrobná je studie příležitosti, která sleduje okolí projektu, poptávku, možný export, nové vědecké objevy a podobně. Cílem studie příležitosti je zhodnotit důležité aspekty investičního procesu a vybrat a zaměřit se dále na ty nejdůležitější v podrobnější předinvestiční studii. Předinvestiční studie řeší základní otázky, které vyvstávají při rozhodování o investici. Nejpodrobnější studií je studie proveditelnosti nebo také investiční studie, která zhodnocuje veškeré realizační alternativy, posuzuje realizovatelnost a poskytuje veškeré podklady pro závěrečné investiční rozhodnutí.

Obrázek 17: Sestavení investiční studie



[Zdroj: vlastní, data: Tománková, J.: přednáška Investiční projekt]

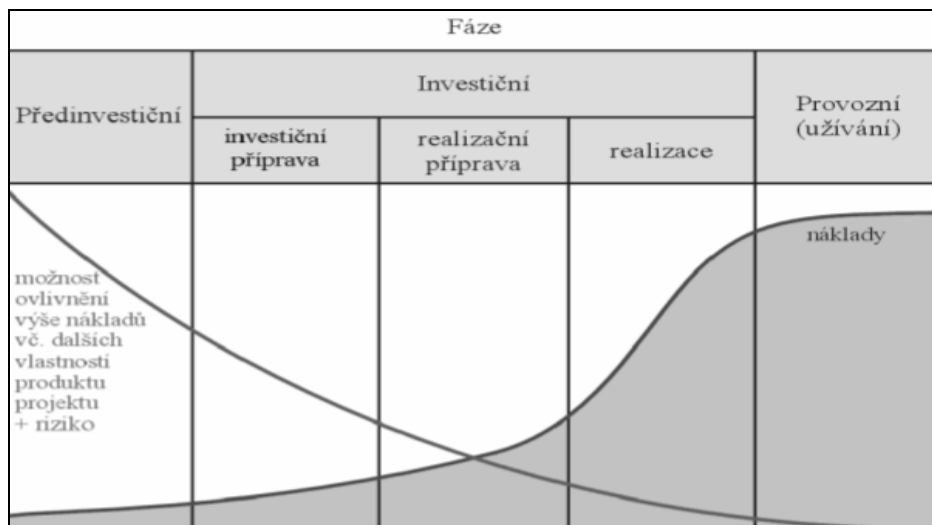
Investiční fáze projektu začíná rozhodnutím o investici a investiční přípravou. Investiční příprava je čas od rozhodnutí o investici po zadání realizace stavby dodavatelům, případně jednomu generálnímu dodavateli. Následuje realizační příprava, která trvá až do předání staveniště zhotoviteli. Samotná realizace (zhotovení) stavby trvá od předání staveniště do ověření funkčnosti stavby a uvedení stavby do provozu. Po investiční fázi následuje provozní fáze, nebo také fáze užívání a ukončování. Během provozní fáze probíhá ověření provozní spolehlivosti stavby a vyhodnocení projektu. Tím končí výstavbový projekt, ale pokračuje investiční projekt, respektive jeho provozní fáze, zahrnující opravy a rekonstrukce, až do fáze likvidace stavby.



Obrázek 18: Průběh investičního procesu a životního cyklu stavby

[Zdroj: Schneiderová Heralová, R.: přednáška Řízení nákladů a ceny stavby]

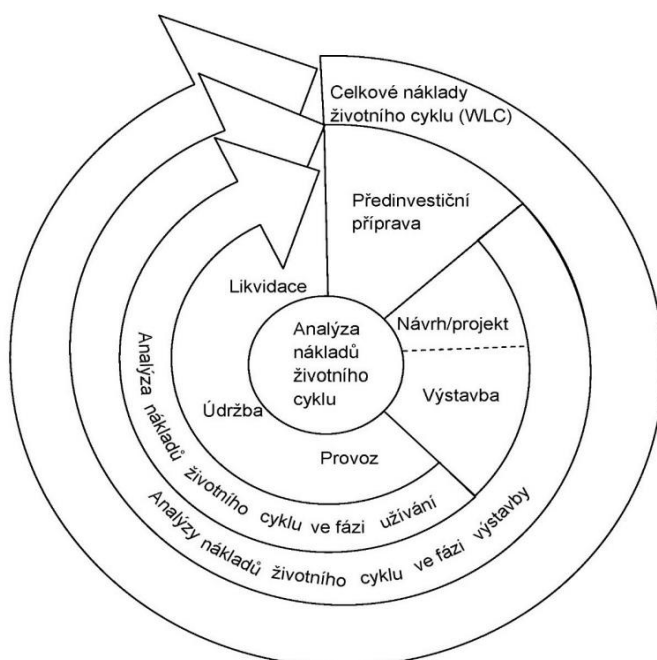
Během celého investičního procesu jsou nejdůležitějším aspektem finance, tedy náklady vynaložené na zrealizování a na provoz stavby. Tyto náklady lze různě ovlivňovat zvolením vhodné varianty v předinvestiční fázi, jak je patrné z obrázku 19.



Obrázek 19: Náklady a jejich ovlivnitelnost v jednotlivých fázích investičního procesu

[Zdroj: Schneiderová Heraldová, R.: přednáška Řízení nákladů a ceny stavby]

Investiční proces je úzce spjatý s životním cyklem projektu a životním cyklem stavby. Životní cyklus projektu zahrnuje dobu od první myšlenky výstavbového projektu po jeho ukončení, životní cyklus stavby zahrnuje celou etapu výstavbového projektu, a navíc zahrnuje i provoz stavby, její údržbu, opravy a likvidaci. Jak se dělí náklady životního cyklu stavby je patrné na obrázku 17. [25], [26], [27]



Obrázek 20: Náklady životního cyklu stavby

[Zdroj: Tománková, J.: přednáška Investiční projekt]

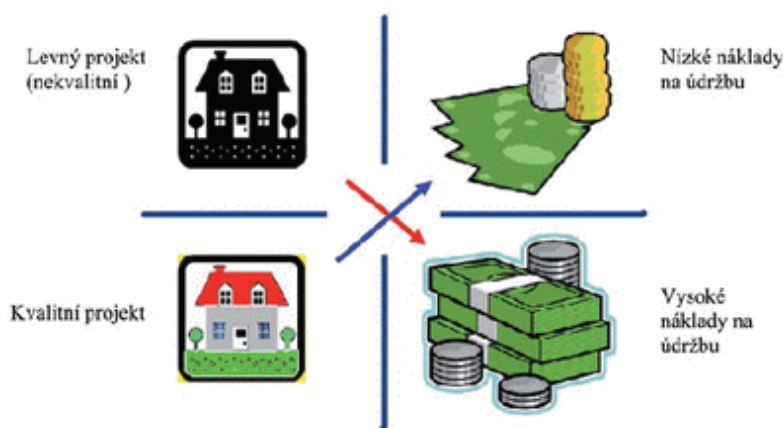


## 2.1 Životnost staveb

Životnost stavby označuje časové období, kdy je stavba schopna plnit svoji funkci a sloužit svým uživatelům. Životnost stavby je omezená, po skončení základní životnosti stavby připadají v úvahu dvě možnosti. První možností je demolice a postavení nového objektu nebo zrekonstruování současného „vyžilého“ objektu. Z ekonomického hlediska je výhodnější druhá varianta, tedy prodloužení základní životnosti stavby správnou údržbou a opravami. Předpokládaná životnost staveb se udává v letech a většinou zahrnuje předpokládanou životnost jednotlivých nosných konstrukčních prvků jako jsou základy, nosné zdi nebo sloupy, stropy, schodiště a podobně. Předpokládaná životnost staveb se liší podle konstrukčního systému a způsobu užívání stavby. Například u staveb pro energetiku je odhadovaná životnost staveb zděných a monolitických železobetonových 100 let a staveb ocelových až 200 let.

Skutečná životnost stavby lze zjistit podrobnou analýzou v závislosti na charakteru užívání stavby, materiálech, klimatických podmínkách a podobně. Užívání, opotřebení, atmosferické a klimatické vlivy a změny v materiálech (jako je například koroze) zásadně snižují kvalitu a cenu nemovitosti. Opotřebení stavby značí technický stav konstrukce v daném okamžiku a závisí především na stáří konstrukce, kvalitě prováděné údržby a fyzické životnosti konstrukce.

K prodlužování životnosti stavby jsou nutné údržby, opravy a rekonstrukce během doby užívání stavby. Na tyto opravy a rekonstrukce je nutné vynaložit finanční prostředky, kterými musí vlastník nemovitosti disponovat. Získat tyto finanční prostředky může vlastník nemovitosti buď z provozu stavby nebo z nájemného. Náklady na údržbu se z pravidla odvíjí od četnosti oprav a rekonstrukcí, dále také od původní ceny stavby. Z pravidla platí, že čím levnější je stavba při realizaci, tím vyšší prostředky bude nutné vynaložit při její údržbě.



Obrázek 21: Protichůdné postavení levného a kvalitního projektu

[<https://stavba.tzb-info.cz>]

Pro lepší organizaci údržby je výhodné zhotovit plán oprav a rekonstrukcí. Vytvoření takového plánu vyžaduje technicko-ekonomickou analýzu budovy, zjištění technického stavu jednotlivých konstrukčních prvků a jejich předpokládané životnosti, a určení cyklu oprav. Takovéto pečlivě navržené plány značně prodlouží životnost stavby, a navíc ušetří majiteli stavby finanční prostředky. Pro vytváření plánu rekonstrukcí a oprav a pro určení nákladů na údržbu bylo v České republice vyvinuto několik modelů: poměrový model nákladů, model technicko-ekonomické analýzy (Buildpass) a metoda REMAB. [28]

## 2.2 Buildpass

Buildpass je software vytvořený společností TESCO SW ve spolupráci s fakultou stavební Českého vysokého učení technického v Praze. Software Buildpass umožňuje ze znalostí o objektu s různou přesností a spolehlivostí optimalizovat financování správy a údržby objektu nebo více objektů po dobu jejich životnosti. SW Buildpass se stal součástí informačního systému FaMa+ společnosti TESCO SW.

Software Buildpass vchází ze základní referenční databáze objektů a konstrukčních prvků. Každý uživatel SW si může zvolit míru detailů a modifikovat navržené modely. Postup v programu je následující: Nejprve je nutné vybrat typovou budovu z výměr, která se nejvíce přibližuje zadávané budově. Dále je nutné zadat základní údaje o objektu, jako je délka, šířka, výška, sklon střecha a podobně. Po zadání těchto vstupních údajů se vytvoří nejpravděpodobnější model konstrukčních prvků této budovy, který je nutno dále upravovat tak, aby se co nejvíce podobal řešené budově. Do SW Buildpass je nutno zadat parametry jednotlivých konstrukčních prvků, jejich rozměry a data posledních obnov nebo rekonstrukcí. Základní ceny softwaru se následně přenásobí koeficienty podle roku, ve kterém je daná oprava plánována. Výsledný plán obsahuje co se bude opravovat a za jakou cenu, v ceně je již započtena plánovaná inflace.

Buildpass nemusí být využíván pouze v provozní fázi ke stanovení plánu oprav, lze ho také využít v předinvestiční fázi k určení částky, jakou bude muset majitel nemovitosti právě pro oprav vynaložit. SW Buildpass tak může pomoci při vyhodnocování ekonomické efektivnosti jednotlivých projektových variant, kdy jedním z kritérií je právě výše předpokládaných nákladů na obnovu stavby. Buildpass je jedním z nástrojů facility managementu, který usnadňuje správu budov. [28], [29]

## 2.3 Facility management

ČSN EN 15221-1 definuje Facility management jako integraci činností v rámci organizace k zajištění a rozvoji sjednaných služeb, které podporují a zvyšují efektivnost její základní činnosti. Obecně lze pojmem facility management označit disciplínu, která se zabývá řízením veškerých podpůrných činností firmy. FM pomáhá ulehčovat chod hlavních činností firmy. Do podpůrných činností patří například správa budov a pozemků, správa nemovitého majetku, řízení energií, provoz účetního oddělení a podobně.

Kořeny facility managementu sahají do 70. let minulého století, kdy v USA vznikl ve velkoplošných kancelářích požadavek na lepší organizaci podpůrných činností jako je správa majetku, budov a administrativy. V roce 1981 vznikla v USA International Facility Management Association (IFMA) zabývající se komplexním pojetím podpůrných procesů. Do Evropy se facility management dostal počátkem 90. let, nejprve se rozšířil ve Velké Británii, ve Francii, v zemích Beneluxu a ve Skandinávii. Později se facility management dostal do německy hovořících zemí, do České republiky potom až v roce 2000. Nyní čítá asociace IFMA 18 tisíc členů z 67 států.

Dle IFMA lze facility management definovat jako metodu jak v organizaci sladit pracovní prostředí, pracovníky a pracovní činnosti. Tato definice je známá jako definice „3P“. Sloučením těchto tří faktorů dohromady získáme provozní efektivitu. Cílem facility managementu je posílení těchto procesů, které vedou k zefektivnění výkonů pracovníků a pracovišť a tím dojde k ekonomickému růstu firmy nebo organizace.

Za oblast facility managementu zodpovídá vedoucí pracovník – facility manager. Jedná se o řídicího pracovníka, který je zodpovědný za strategii facility managementu a za optimální funkčnost technologií a stavebních objektů v souladu s potřebami jejich uživatelů.



Nejčastější náplní facility managementu je zařízení provozu, údržby a servisu technologických zařízení, včetně záručního a pozáručního servisu, revizí a odborných technických prohlídek, správa movitého a nemovitého majetku, dálkový monitoring objektů, činnost PO a BOZP a další.

Mezi nástroje facility managementu patří několik software, jeden z nich – Buildpass, byl již představen v předchozí kapitole. Dalšími SW pro facility management jsou například FaMa + CAFM, FaMa + EM nebo Korund+. Software FaMa + CAFM zajišťuje kompletní správu a údržbu budov a technologií, včetně řízení nájemních vztahů. Software zajišťuje opravy a rekonstrukce budov a související služby. V současné době je software FaMa + CAFM rozšířen o mobilní aplikace Údržba a Inventarizace. Výhodou softwaru je prostorový a technický pasport, díky kterému dokáže evidovat a rozřídovat objekty a technická zařízení, správce tak dostane informace o využitých a nevyužitých prostorech, o využívaných technických zařízeních a podobně. Součástí software je také centrální evidence a dokumentace nemovitostí, včetně evidence nájemních smluv. Výhodou informačního systému FaMa + CAFM je možnost přehledného sledování nákladů vynaložených na užívání ploch, budov a technologických zařízení, dále detailní evidence veškerého majetku firmy a centrální plánování rozpisu provozních činností jako jsou kontroly údržby, prohlídky, revize a podobně.

Software FaMa + EM se zabývá energetickým managementem, tedy řízením energií objektu. Jedná se o certifikovaný software pro hospodaření s energiemi dle ČSN ISO 50001. Software řeší optimalizaci nákladů na základě sledování a vyhodnocování spotřeby veškerých energií. Cílem tohoto SW je úspora energií a snížení nákladů, dále také odhalování energetických ztrát a úniků. Poslední vybraný software je SW Korund+, zabývající se plánováním a řízením údržby. Informační systém zahrnuje kompletní technickou evidenci majetku a dokáže plánovat a řídit jeho údržbu. Software funguje jako modulový, jednotlivé moduly lze spojovat dle potřeby firmy. Výhodou programu Korund+ je komplexní zajištění všech fází údržbových procesů a vyhodnocení jejich nákladů. Software je doplněn o mobilní aplikaci Údržba podobně jako SW FaMa + CAFM. [21], [30], [31]

## **2.4 Správa budov a majetku**

Správa budov zahrnuje úklid, běžné a generální opravy včetně jejich plánování, revize, kontroly a prohlídky, rekonstrukce, vedení účetních záznamů a nájemních smluv a podobně. Vlastník nemovitosti je ze zákona povinen udržovat stavbu po celou dobu její existence (dle zákona č. 183/2006 Sb. Stavební zákon). Správu nemovitostí může také provádět společenství vlastníků jednotek (například u bytových domů) nebo externí společnost zabývající se správou a údržbou budov na základě smlouvy s vlastníkem objektu.

Správu objektu hradí výhradně její vlastník. U běžných oprav není většinou problém nalézt finance a zajistit opravu. Při generálních opravách, které jsou z pravidla rozsáhlejší, může problém nedostatku financí nastat. Pro tyto generální opravy je výhodné pro správce majetku vyhradit z účetnictví část financí do takzvaného fondu oprav. Výhodou tohoto fondu je, že neprochází zdaněním, finance na generální opravy tak zůstávají v plné výši. [21]

### 3. Tepelná elektrárna Kladno

Tepelná elektrárna Kladno zahrnuje dva areály – Tepelnou elektrárnu Kladno I a tepelnou elektrárnu Kladno II. Oba tyto areály vlastní švýcarská firma Alpiq Generation, s.r.o., respektive její česká větev Alpiq Generation (CZ), která odkoupila areál tepelné elektrárny v roce 2002. Areál tepelné elektrárny Kladno I se nachází ve čtvrti Dubí, areál Kladno II se nachází ve čtvrti Dříň. Oba areály se částečně nachází v areálu bývalé hutní společnosti Poldi Kladno.



Obrázek 22: Poloha tepelné elektrárny Kladno

[Zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)]

Tepelná elektrárna Kladno disponuje třemi hnědouhelnými bloky a dvěma paroplynovými bloky. Bloky K4, K5 a K7 jsou hnědouhelné bloky s možností spalování černého uhlí a také biomasy, a to do objemu 10 % tepelného příkonu kotle. Všechny hnědouhelné bloky jsou najížděny extralehkými topnými oleji. Blok K7 je nemodernějším blokem TE Kladno s atmosferickým fluidním kotlem. Hnědouhelné bloky navíc disponují výměníky pro odběr odpadního tepla. Paroplynové bloky K6 a K8 spalují ve svých kotlích zemní plyn a extralehké otopné oleje. Oba bloky mají plynovou spalovací turbínu, díky které dochází ke snížení emisí NO<sub>x</sub> a ke zvýšení špičkového výkonu bloků. Oba bloky mají stejně jako hnědouhelné bloky výměníkovou stanici pro odběr odpadního tepla. Blok K8 je nejmladším paroplynovým blokem TE Kladno, byl postaven v letech 2005 až 2006 a je umístěn v bývalé hale hutního závodu Poldi II. Blok K8 disponuje plynovou spalovací turbínou s nízkoemisními hořákem, díky kterému nedochází k znečišťování ovzduší škodlivými emisemi. TE Kladno se zaměřuje na co nejvíce ekologickou a k životnímu prostředí šetrnou výrobu elektrické energie a tepla. To dokazuje i speciální účinné zařízení na čištění spalinových plynů.

Tepelná elektrárna provozovaná společností Alpiq Generation (CZ) splňuje přísné ekologické limity Evropské unie z roku 2016. Hrubý elektrický výkon všech bloků dosahuje 523,8 MW. TE Kladno je dvanáctou největší tepelnou elektrárnou v ČR a největší tepelnou elektrárnou nespádající pod skupinu ČEZ, a.s. Je tedy největším nezávislým výrobcem elektrické a tepelné energie v České republice.

Mezi aktivity TE Kladno patří, jak už bylo řešeno v minulém odstavci, výroba a distribuce elektrické a tepelné energie. TE Kladno distribuuje elektrickou energii do průmyslové zóny a do areálu hutního závodu Poldi. Tato distribuce je dána historicky. Další část elektrické energie odkupuje od TE Kladno skupina ČEZ, a.s. Zbylou část vyrobené elektrické energie spotřebuje pro vlastní chod. Tepelnou energií zásobuje tepelná elektrárna Kladno většinu čtvrtí města Kladna a veškeré areály hutního závodu Poldi. [32], [33], [34]



Obrázek 23: Tepelná elektrárna Kladno

[Zdroj: [www.alpiq.cz/nase-nabidka/nase-zarizeni](http://www.alpiq.cz/nase-nabidka/nase-zarizeni)]

### **Dodávka tepla**

Poptávka po odběru tepla je dána počasím a ročním obdobím. Vlivem zateplování budov došlo v zimním období ke snížení odběru tepla, toto snížení je však každoročně vyrovnáváno novými odběrateli v síti. Obecně je totiž teplo dodávané přímo tepelnou elektrárnou nejlevnější formou vytápění.

Tepelná elektrárna Kladno byla dříve pouze teplárnou, která vyráběla elektrickou energii pouze pro svoji potřebu. Historicky teplárna zásobovala teplem a horkou vodní párou areály kladenského hutního závodu Poldi. Teplárna byla postavena právě za účelem tohoto zásobování. V dnešní době kladenská tepelná elektrárna zásobuje teplem polovinu Kladna. Zásobování teplem je umožněno sítí potrubí a výměňikovými stanicemi, kde dochází k předání tepla pro systémy vytápění nebo systémy teplé vody. Zásobovány jsou čtvrti Kročehlavy, Dubí a Rozdělov. Teplou vodou z tepelné elektrárny je také zásobována místní krajská nemocnice. [32]

## **Spalování biomasy**

Se zužováním zásob fosilního paliva vystává stále častěji otázka, jak fosilní paliva nahradit. Jednou z možností je spoluspalování biomasy v hnědouhelných kotlích. Výhodou spoluspalování biomasy je ponechání spalovacích zařízení bez zásahu, při spalování biomasy ve stávajících kotlích vznikají pouze minimální nároky na jejich úpravu. Biomasa je lokálním zdrojem energie, takže její výhodou jsou i nové pracovní příležitosti pro obyvatele v lokalitě elektrárny.

V tepelné elektrárně Kladno jsou pro spoluspalování biomasy vhodné kotle spalující hnědé uhlí, tedy kotle bloků K4, K5 a také fluidní kotel bloku K7. Po konzultaci s výrobcí kotlů a po průzkumu možností lokálních dodavatelů byla za nejvhodnější formu biomasy vybrána dřevní štěpka. Jedná se o drcený dřevní odpad (větve, slabé kmínky, pařezy, a podobně), který vzniká při těžbě dřeva v lesích na Kladensku a při údržbě veřejné zeleně města Kladna. V podstatě se jedná o dřevní odpad, takže jeho spalování nekonkuruje výrobě potravin nebo jiných plodin využitelných v průmyslu. Spalování biomasy muselo předcházet povolení tak, aby spalování biomasy v kotlích elektrárny bylo legální. Toto povolení bylo získáno v roce 2006 a zároveň byly provedeny dvě zkoušky, které měly ověřit vhodnost dřevní štěpky jako paliva. První zkouška ověřovala dopravování biomasy do ohniště kotle s využitím současné palivové trasy. Na základě této zkoušky bylo zjištěno, že je možno do uhlí přidávat až 10 % biomasy bez negativního vlivu na provoz palivové trasy. Druhá zkouška ověřovala množství emisí v ovzduší. Na základě druhé zkoušky bylo zjištěno, že přidání biomasy do spalovací směsi nijak neovlivňuje množství škodlivých emisí. Na základě těchto zkoušek bylo v roce 2007 vydáno povolení spalování biomasy v TE Kladno.

Roku 2008 bylo zahájeno spoluspalování biomasy v kotlích bloků K4 a K5. K 31. červenci 2009 bylo v hnědouhelných kotlích spolu s uhlím spáleno celkem 51 tisíc tun dřevní štěpky a bylo tak vyrobeno asi 47 GWh takzvané zelené elektřiny. Toto množství představuje roční spotřebu přibližně 16 tisíc běžných domácností. Spalovaná štěpka nahradila asi 29 tisíc tun hnědé uhlí, což představuje 29 plně naložených vlaků o 20 vagónech. Další úspora vznikla ve spotřebě vápence, který se přidává do paliva z důvodu odsiřování, a také se snížila produkce popelovin, které je nutné odvážet a dále zpracovávat. Nejdůležitější je však snížení produkce oxidu uhličitého, skleníkového plynu, které činí za rok a půl spoluspalování biomasy v TE Kladno téměř 30 tisíc tun. V roce 2014, kdy byl spuštěn blok K7, bylo spoluspalování biomasy rozšířeno. V atmosferickém fluidním kotly bloku K7 bylo možno spalovat biomasu společně s uhlím v podílu do 10 %, stejně jako u kotlů bloků K4 a K5.

Bohužel v roce 2015 bylo spalování biomasy ukončeno. Důvodem ukončení spoluspalování biomasy v kotlích hnědouhelných bloků TE Kladno bylo ukončení podpory tohoto spoluspalování biomasy v podobě dotací. S absencí financí v podobě dotací se stalo spalování biomasy ztrátovým. Výhřevnost biomasy a uhlí a náklady na jejich pořízení jsou nepřímo úměrné. Spalování biomasy se tak stalo nevýhodným a bylo ukončeno. [34]

### **3.1 Investiční proces v tepelné elektrárně Kladno**

Investiční aktivity tepelné elektrárny Kladno jsou závislé na financování svého vlastníka, švýcarské skupiny Alpiq. Investiční aktivity lze rozdělit na aktivity stavebního a strojního charakteru. Většinou jsou tyto aktivity úzce spjaty. Největší investiční aktivitou tepelné elektrárny Kladno posledních let byla výstavba nového bloku K7, který nahradil starý blok K3. Tato investice byla taktéž největší investiční akcí švýcarské firmy Alpiq v České republice a zároveň největší investice do elektrárenství za posledních několik desítek let. [33]

#### **Průběh investičního procesu v tepelné elektrárně Kladno**

Investiční proces v tepelné elektrárně Kladno začíná technologickým záměrem (předinvestiční fází). Technologický záměr může být nápadem správce budov, hlavního technika, nebo generálního ředitele elektrárny. Technologický záměr musí být schválen jako investice investorem – společností Alpiq Generation (CZ), v dlouhodobém plánu. Po schválení technologického záměru jako investice je zadáno projektantovi vyhotovení projektové dokumentace. Projektant je vybírán na základě nabídek a zkušeností, v závislosti na rozsahu investice. Zároveň se zadáním dokumentace projektantovi začíná část inženýringu investice, tedy oznámení záměru úřadům. V závislosti na rozsahu a druhu technologického záměru je nutné získat územní rozhodnutí a stavební povolení, případně rozhodnutí o odstranění stavby. U záměrů, kde vzniká hrozba vlivu na životní prostředí je nutné získat posudek Ministerstva životního prostředí (EIA). Veškeré investiční záměry musí být v souladu s místními vyhláškami a nařízeními a se zákony ČR. Po zhotovení projektové dokumentace a po získání stavebního povolení je vypsáno neveřejné výběrové řízení na dodavatele stavby. Součástí zadávací dokumentace jsou mimo výkresy také podmínky výstavby (BOZP, PO, a další), termíny, vyjádření DOSS a podobně. Tepelná elektrárna Kladno jako soukromý subjekt nemá povinnost řídit se při zadávání výběrového řízení zákonem o zadávání veřejných zakázek. Přesto se částečně tímto zákonem řídí, kvůli interním nařízením, není však tímto zákonem limitována. Po skončení termínu pro odevzdání obálek generálních dodavatelů stavby s nabídkami, jsou tyto obálky otevírány a dochází k vyhodnocení výběrového řízení. Vyhodnocení může probíhat podle několika aspektů jako je cena nabídky, termín dokončení stavby a podobně, tato kritéria musí být dodavatelům předem známa. Po určení generálního dodavatele stavby je tomuto dodavateli odeslána objednávka a dochází k uzavření smlouvy.

V průběhu výstavby technologického záměru (v investiční fázi) investor kontroluje plnění smlouvy a zúčastňuje se kontrolních dnů, kde ověřuje průběh stavby a dodržování předpisů. Po dokončení díla musí investor vystavit předávací protokol a převzít stavbu. Aby nová stavba patřila investorovi, musí být podepsán aktivační protokol, kterým stavba přechází do vlastnictví investor a může začít její provoz a užívání.

Provozní fáze začíná právě podepsáním tohoto aktivačního protokolu. Tím investorovi začíná období, kdy je povinen spravovat a udržovat stavbu. Tepelná elektrárna Kladno má vlastní správce a údržbáře, a vlastní systém správy budov pomocí programu Maximo. Správě budov je vyčleněna vlastní podkapitola. [33], [35]

## Investiční aktivity tepelné elektrárny Kladno

Společnost Alpiq Generation, s.r.o. se sídlem ve Švýcarsku odkoupila tepelnou elektrárnu Kladno v roce 2002. Během 16 let investovala do areálu již několikrát, největší investicí je bezpochyby výstavba zcela nového bloku K7. Z těchto několika investic byly vybrány ty stavebně nejzajímavější. Investor navíc plánuje několik dalších investic v příštích pár letech. [33], [35]

PROVEDENÉ INVESTICE	PLÁNOVANÉ INVESTICE	SPRÁVA BUDOV
VÝSTAVBA BLOKU K7 DEMOLICE CHLADÍCI VĚŽE U ČS3 VÝSTAVBA PŘÍJEZDOVÉ KOMUNIKACE SANACE ZÁKLADŮ CHLADÍCI VĚŽE OPRAVA OCELOVÝCH SLOUPŮ SKLÁDKY ZESÍLENÍ SLOUPŮ DOPRAVNÍKU	DEMOLICE KOMÍNU K3 NOVÉ VENTILÁTORY VZDUCHOTECHNIKY VÝSTAVBA AKUMULAČNÍ NÁDRŽE VÝMĚNA VÝTAHŮ VZDUCHOTECHNIKA JÍDELNY	GENERÁLNÍ OPRAVY BĚŽNÉ OPRAVY ODSTÁVKY REVIZE A KONTROLY ODSTRAŇOVÁNÍ PORUCH ODSTRAŇOVÁNÍ HAVÁRIÍ

Obrázek 24: Schéma investičních aktivit elektrárny Kladno

[Zdroj: vlastní]

### 3.1.1 Provedené investice

Mezi provedenými investicemi jsou uvedeny nejzajímavější a největší investice švýcarské společnosti v areálu tepelné elektrárny Kladno od roku 2010. V následující tabulce jsou uvedeny tyto investice včetně roku, ve kterém proběhly, a jejich ceny.

Tabulka 1: Nejzajímavější provedené investice od roku 2010

PROVEDENÉ INVESTICE		
INVESTIČNÍ AKTIVITA	ROK	v mil. Kč
VÝSTAVBA BLOKU K7	2011 - 2014	8 600
DEMOLICE CHLADÍCI VĚŽE U ČS3	2013 - 2015	2,4
VÝSTAVBA PŘÍJEZDOVÉ KOMUNIKACE	2013	1,3
SANACE ZÁKLADŮ CHLADÍCI VĚŽE	2014 - 2016	5,6
OPRAVA OCELOVÝCH SLOUPŮ SKLÁDKY	2015	0,7
ZESÍLENÍ SLOUPŮ DOPRAVNÍKU	2016	0,7

[zdroj: vlastní, data archiv TE Kladno]



## Výstavba bloku K7

Jak už bylo řečeno na začátku kapitoly, výstavba nového hnědouhelného bloku K7 v hodnotě 286 milionů eur byla největší investiční akcí švýcarské firmy Alpiq, s.r.o. v České republice. Rok 2013 byl investičně složitou dobou, přesto se vedení společnosti Alpiq rozhodlo projekt realizovat a postavit nový blok K7. Ekonomické zhodnocení projektu bylo kladné, starý blok K3 postavený v roce 1976 by navíc v roce 2016 nesplňoval emisní limity. Současně také v Kladně rostla poptávka po dodávce tepla a s tím souvisela nutnost zajištění vyšší účinnosti při jeho dodávce spotřebitelům, které starý blok již nebyl schopen dosáhnout. Další možností bylo odstavení bloku K3 a dále využívání pouze bloků K4 a K5. Toto řešení by však bylo neekonomické a nedostačující, z těchto důvodů bylo nakonec rozhodnuto o realizaci projektu.

Velkou zajímavostí výstavby nového hnědouhelného bloku K7 je skutečnost, že projekt byl dokončen nejen včas, ale dokonce s velkým předstihem před plánovaným dokončením, stavební objekty byly dokončeny 4 měsíce před plánovaným dokončením. Je tedy prvním nezpožděným projektem v České republice po desetiletích. Další zajímavostí je podkročení rozpočtu, celý projekt měl tak ve výsledku lepší než plánované parametry. Projekt bloku K7 tedy posbíral hned několik „nej“, je totiž také nejmodernějším blokem v České republice.



Obrázek 25: Tepelná elektrárna Kladno během výstavby bloku K7

[Zdroj: archiv TE Kladno]

Celý projekt výstavby bloku K7 od projektové přípravy, přes výstavbu, až po uvedení do provozu trval 3 a půl roku. Celý projekt realizovala německá firma Kraftanlagen N2CO, respektive její dceřiná společnost Kraftanlagen Power Plants, která se zaměřuje na realizaci projektů elektráren, a to nejenom těch tepelných. NAJÍT NĚJAKÉ DALŠÍ ÚSPĚCHY V REALIZACI Firma měla během výstavby sídlo v administrativní budově přímo v areálu kladenské elektrárny, to umožnilo projektantům a technikům kontrolovat průběh výstavby.

Na výstavbě bloku K7 se podílelo 60 subdodavatelských firem, které byly výhradně tuzemské. Celkem se na stavbě vystřídal 5 tisíc dělníků, přičemž nejvíce najednou, konkrétně 850, jich na stavbě bylo při dokončovacích pracích. Výstavba tak zaměstnala několik tuzemských firem, jediný inženýring akce probíhal v zahraničích, a to v Německu.

Výstavba bloku K7 byla v několika ohledech maximálně úspěšným projektem. Celkový výkon tepelné elektrárny se zvýšil 101 MW, blok K7 má celkový výkon elektrické energie 135 MW a tepla 105 MW, při současné vlastní spotřebě pouhých 9 MW. Zvýšila se tak mnohonásobně účinnost bloku i celé tepelné elektrárny. Nový blok má navíc schopnost reagovat okamžitě na výkyvy v síti a pokrývat tak špičky, reálně může pokrývat výkyvové změny až o 4 MW za minutu. [32], [33], [35]

## Postup výstavby

Součástí dodávek firmou Kraftanlagen Power Plants byl celý projekt, tedy projekce, nákup, výstavba i vedení do provozu. Předmětem dodávek bylo nahrazení starého bloku K3 novým blokem K7 a dále nahrazení stávajících systémů dálkového vytápění města Kladna. Největší výzvou projektu byly omezené přístupové cesty, krátký časový harmonogram výstavby projektu, takže některé činnosti musely probíhat souběžně, a v neposlední řadě výstavba za současného provozu stávajících bloků K3, K4 a K5. Blok K3 byl odstaven až po zahájení stavebních prací bloku K7. Blok K7 totiž nahradil blok K3 pouze výkonově, ale byl stavěn na jiném místě, než se nacházel blok K3. Výstavba bloku za provozu ostatních třech bloků nebyla nakonec až tak velkou komplikací, protože bloky jsou na sobě nezávislé.

Výstavba samotná lze rozdělit do dvou etap. První etapa začala při zařizování staveniště a končila předběžnými opatřeními. Z důvodu omezení přístupových cest musela být nejprve zbudována druhá příjezdová komunikace. Dále byl zhotoven základ „kontejnerové vesnice“, která zahrnovala stavební buňky pro až 850 dělníků. Aby bylo bunkoviště obyvatelné, bylo nutné vybudovat 4 provizorní trafostanice a také provizorní inženýrské sítě. Těmito pracemi bylo zhotoveno zařízení staveniště. Prvním předběžným opatřením bylo přemístění uhelných tras palivového hospodářství tak, aby se uvolnil prostor pro budoucí výstavbu chladicí věže. Palivové hospodářství je jedna z mála staveb, které mají bloky tepelné elektrárny Kladno společné, proto bylo nutné zachovat na těchto uhelných trasách provoz i při přemísťování. Dalším opatřením bylo vybudování nové výměňkové stanice a současně vybudování nových potrubních tras a nových rozvodů. Byl zřízen nový potrubní most a nová čerpací stanice demineralizované vody. Tím byla hotova předběžná opatření a mohla začít výstavba.

Druhá etapa výstavby zahrnuje samotou výstavbu nového bloku K7. Základní kámen byl slavnostně položen 2.5.2011. Jako první musel být postaven 140 metrů vysoký spalínový komín. Musel být postaven jako první kvůli bezpečnostní zóně, ve které se po jeho postavení stavěly další objekty nového bloku. Železobetonový spalínový komín byl stavěn po částech pomocí posuvného bednění. Současně probíhala mimo bezpečnostní zónu výstavba 60 metrů vysoké schodišťové věže kotelny a výstavba budovy elektro, která zahrnovala velín a rozvody nízkého i vysokého napětí. Po dokončení stavby spalínového komínu mohla být v jeho bezpečnostní zóně zhotovena základová deska ze železobetonu pro systém čištění spalin, po vytvrnutí tato základová deska sloužila pro pojezd 600 tun těžkého jeřábu, který sloužil pro výstavbu kotelny a samotnou montáž kotle.

Na podzim roku 2011 započala výstavba ocelové konstrukce kotelny dvěma věžovými jeřáby. Ocelová konstrukce byla na místo stavby dopravována kamiony po příjezdové cestě kolem budoucí nové strojovny. Současně na tomto místě začala výstavba samotné strojovny, a to konkrétně vrtání hlubinných základů – pilot. Doprava se tak mírně zkomplikovala. V zimě 2012 musela být náhle pozastavena stavba kvůli velkým mrazům (až -25 °C) a to na tři týdny. Tím došlo k velkému zpoždění výstavby, které bylo nutné dohnat. Zvýšily se tak značně nároky na koordinaci jednotlivých procesů, protože v rámci dohnání časové ztráty musely probíhat současně.

Na jaře roku 2012 začala montáž technologie kotelny. Pro vertikální dodávku této technologie byla využita stávající kolejová vlečka. Po dodání technologií kotelny byla tato vlečka vyměněna za novou, která dnes slouží k zásobování vápencem. Současně na jaře 2012 začala výstavba chladicí věže a čerpací stanice chladicí vody. Železobetonová chladicí věž byla stavěna pomocí posuvného bednění. Obrovský problém nastal v polovině roku 2012, kdy subdodavatelská firma stavící chladicí věž ukončila činnost. S řešením přišel generální



dodavatel – firma Kraftanlagen Power Plants, která chladicí věž dostavila svépomocí, protože hledáním nového subdodavatele by se značně prodloužila doba výstavby bloku.



Obrázek 26: Výstavba chladicí věže pomocí posuvného bednění

[Zdroj: archiv TE Kladno]

Po vyřešení problému s dostavbou chladicí věže začala montáž ocelové konstrukce strojovny pomocí pojízdného pásového jeřábu o váze 500 tun. Posuvný jeřáb byl zvolen kvůli možnosti uvolnění jediné příjezdové cesty, tak mohly být sloupy strojovny dodávány vcelku. Tím se ušetřil čas, který by byl nutný k pozdějšímu svařování případně montování částí sloupů. Pásový jeřáb tak musel zvládnout usadit sloupy strojovny do vzdálenosti až 60 metrů od jeřábu, přičemž jeden sloup vážil až 30 tun. Dále musel jeřáb usadit napájecí nádrž o hmotnosti 50 tun, výměníky a o hmotnosti 28 tun a nádrž kondenzátu o hmotnosti 15 tun. Pro dokončení strojovny bylo nutné usadit 180 tun vážící generátor. Ten byl nakonec usazován dvěma mobilními jeřáby a nosnosti 500 tun.

Usazením turbíny strojovny a generátorů byla dokončena hlavní část výstavby včetně technologií. Mohly tak začít dokončovací práce, během kterých se na stavbě pohybovalo současně až 850 dělníků. Na jaře roku 2013 tak mohl být nový blok postupně uváděn do provozu. Nový blok K7 byl nakonec po odstranění vad a nedodělků, kterých bylo minimum, slavnostně otevřen 9. dubna 2014.

Výstavbu nového bloku K7 nedoprovázel žádný pracovní úraz, ani žádné závažnější zdržení vzniklé nekázní nebo neodporností pracovníků. Realizace projektu K7 byla jednou z nejhladčeji probíhajících realizací výstavby nového bloku v historii realizací firmy Kraftanlagen Power Plants. Výstavbou nového bloku nebyl pozměněn počet zaměstnanců, byly pouze prohozeny některé pozice. Tepelná elektrárna disponuje vlastní skupinou údržbářů a správců, kteří se v současnosti starají o preventivní údržbu i o odstraňování poruch. [32], [33], [35]

## Objekty nového bloku

Při výstavbě bloku K7 byla snaha o co největší využití stávajících objektů bloku K3. Přesto musely být některé budovy bloku K3 zbourány, aby uvolnily místo pro blok K7.

Při demolici některých stávajících objektů byly některé materiály kontaminovány oleji, proto byly uloženy na skládku pro nebezpečné odpady. Veškeré kovy byly recyklovány, a veškerý beton byl rozdrčen a použit jako zavážkový materiál.

Objekty bloku K7 se nachází v poddolovaném území kladenské uhelné pánve. Z tohoto důvodu musely být objekty založeny na hlubinných základech, pilotách. Celkem je blok založen na 490 pilotách, jejichž celková délka činí 7 kilometrů. Z důvodu zvýšené hladiny podzemní vody a zvýšených nároků na vodotěsnost základových desek objektů strojovny a kotelny, jsou tyto základové desky provedeny jako bílé vany z vodostavebního betonu.

Na stavbu bloku K7 bylo spotřebováno 33 tisíc m<sup>3</sup> betonu, a to především na základy, na piloty a základové desky, a na stavbu chladicí věže. Bylo spotřebováno 2 800 tun betonářské oceli a přes 4 000 tun oceli na ocelové konstrukce strojovny a kotelny. Výstavba stavebních objektů bloku K7, přes svou rozsáhlost, skončila o celé 4 měsíce dříve, než měla končit podle časového plánu. [35]

## Strojovna – SO 03

Objekt strojovny je založen na základové desce z vodostavebního betonu, která se opírá o hlubinné základy – piloty. Základová deska je společně se spodní stavbou řešena jako bílá vana. Konstrukční systém budovy strojovny je řešen jako ocelový šroubovaný skelet. Sloupy byly na stavbu dodávány jako celek, nejsou tedy svařované. Kompletní ocelový skelet strojovny váží 1 718 tun. Obvodový plášť strojovny je řešen jako lehký obvodový plášť (LOP) skládaného typu. Je složen s C kazet, minerální vlny tl. 160 mm a trapézového plechu se svisle orientovanými vlnami. Střecha objektu je pultová, odvodnění je vyřešeno zaatikovým žlabem. Střešní plášť je lehký, skládaný, se střešní krytinou z trapézového plechu, pod kterým se nachází vrstva parotěsné folie, tepelné izolace z minerální vlny a modifikované asfaltové pásy. Stavebně, a hlavně staticky nejzajímavější částí objektu strojovny je konstrukce turbínové stolice. Jedná se o železobetonový blok o objemu 540 m<sup>3</sup> stojící ve výšce 15 metrů na 8 železobetonových sloupech, které jsou založeny na velkoprofilových pilotách. [35]



Obrázek 27: Sloupy železobetonové turbínové stolice při výstavbě

[Zdroj: archiv TE Kladno]

### **Kotelna – SO 04**

Objekt kotelny je založen stejně jako objekt strojovny na základové desce nesené velkoprofilovými pilotami. Celá spodní stavba je opět řešena jako bílá vana z vodonepropustného betonu. Konstrukční systém je sloupový, skelet je řešen jako ocelová na stavě montovaná konstrukce. Obvodový plášť kotelny je těžký, skládá se z keramického samonosného zdiva, které je omítnuté vápenocementovou maltou a opatřeno fasádním otěruvzdorným nátěrem. Střecha je také řešena jako pultová s krytinou z trapézového plechu, pod kterým se nachází parotěsná vrstva v podobě parotěsné folie, izolační vrstva v podobě minerální vlny o tloušťce 160 mm a hydroizolační vrstva v podobě modifikovaných asfaltových pásů. Součástí objektu kotelny je i bunkrová železobetonová stavba, kam je zavedena kolejová vlečka dopravující vápenec. [35]

### **Čistírna odpadních vod – SO 05.2**

Čistírna odpadních vod je čtyřpatrová obdélníková budova s nátokovými kanály, které jsou napojeny na chladicí věž. ČOV je jako ostatní budovy založena na základové desce podpírané pilotami. Nosná konstrukce čistírny odpadních vod je tvořena železobetonovým skeletem. Obvodový plášť je tvořen výplňovým keramickým zdivem, které je omítnuté vápenocementovou omítkou. Střecha objektu čistírny odpadních vod je šikmá, krov je dřevěný s tesařskými spoji. Spoje jsou tesařské z důvodu požadavku na vyšší požární odolnost krovu. Budova není patrová, vnitřní dispozice není rozdělena na místnosti. [35]



Obrázek 28: Čistírna odpadních vod

[Zdroj: vlastní]



### **Spalinový komín – SO 07**

Spalinový komín vysoký 141 metrů ve tvaru komolého kužele s horní válcovou částí. Základy spalinového komínu tvoří železobetonová kruhová deska o průměru 16,5 metru a o tloušťce 1,9 metru. Tuto masivní základovou konstrukci podpírá 63 pilot. Dřík komínu je železobetonový, stavěn byl posuvným bedněním. Tloušťka železobetonového dříku se pohybuje od 400 do 220 mm. Vnitřní pouzdro komína je z důvodu kyselinotvorného složení spalin vyskládáno z kyselinovzdorných tvarovek, které jsou uloženy na roštích, které tak rozdělují komín na 6 dilatačních celků. K objektu spalinového komínu patří také systém spalin s umělým tahem a čpavkové hospodářství. Z těchto objektů lze však zařadit ke stavebním objektům pouze základy ze železobetonu. [35]

### **Stání pro transformátory – SO 11**

Objekty transformátorových stání jsou konstruovány jako železobetonové stěnové budovy s monolitickým železobetonovým deskovým stropem. Svým vzhledem připomínají obrovské garáže, nestojí v nich však auta ale ohromné transformátory. Při výstavbě musely být postupně ubourávány tak, aby vždy minimálně jeden transformátor byl funkční a v provozu. [35]



Obrázek 29: Stání transformátoru

[Zdroj: vlastní]

### **Opěrné stěny – SO 12**

Pro výstavbu objektů bloku K7 muselo být zhotoveno 6 opěrných stěn. Jejich délka se pohybuje od 12 do 69,5 metru a jejich výška od 5 do 7 metrů. Opěrné stěny jsou opatřeny ochrannými nátěry, aby nedocházelo k jejich mechanickému nebo chemickému poškození. [35]

### **Elektrobudova – SO 13**

Budova elektro je obdélníková o délce 45 metrů a šířce 18 metrů. Má jedno podzemní a čtyři nadzemní podlaží. Objekt elektrobudovy je založen na železobetonové základové desce opřené o velkoprofilové piloty. Spodní stavba je řešena opět jako bílá vana z vodonepropustného betonu. Nosná konstrukce elektrobudovy je tvořena železobetonovým skeletem, stropy jsou železobetonové deskové, s viditelnými průvlaky. Tuhost objektu v horizontální rovině je zajištěna dvěma železobetonovými schodišťovými šachtami. Jedna šachta slouží pro výtah, druhá pro kabelové stoupačky. Západní schodišťová šachta sahající do výšky +61,800 m je také nejvyšší částí objektu budovy. Obvodový plášť je tvořen vyzdívkou z keramického zdiva, které je omítnuto vápenocementovou omítkou. Střecha je plochá, se skladbou s klasickým pořadím vrstev. V objektu elektrobudovy se nachází rozvodny, transformátory a záložní zdroj pro najetí elektrárny po blackoutu, takzvaně ze tmy. [32], [35]

### **Inženýrské stavby**

Celkem bylo zbudováno 384 metrů nové kolejové vlečky, kterou je nyní dovážen vápenec. Byly vybudovány nové vnější inženýrské sítě včetně nového kabelovodu. Současně byla optimalizována i stará teplovodní síť. V celém areálu bylo navíc zbudováno 7 700 m<sup>2</sup> nových komunikací. [35]

### **Ocelové konstrukce**

Veškeré ocelové konstrukce bloku K7 jsou třídy provedení EXC2, některé náročnější konstrukce jsou třídy provedení EXC3. Ocelová konstrukce kotelny a strojovny je složena ze sloupů s nosníky a ztužidly. Konstrukce strojovny i kotelny jsou provedeny jako šroubované konstrukce. Nosníky jsou svařované profily tvaru „I“, s přípojnými plechy pro sešroubování. Veškeré spojové plechy jsou provedeny z oceli S235 a S355. [35]



Obrázek 30: Ocelová konstrukce kotelny bloku K7

[Zdroj: archiv TE Kladno]

### **Demolice chladicí věže u ČS3**

Demolice již neužívaného objektu chladicí věže u ČS3 (technické označení areálu) proběhla v letech 2013 až 2015. Jednalo se o demolici chladicí věže z železobetonu vysoké cca 30 metrů. Bourání věže probíhalo strojně, demolice probíhala pod záštitou firmy Švestka, s.r.o., která sídlí v nedalekých Nučicích u Rudné. Demolici chladicí věže tak prováděla společnost s lokální působností. [33]



Obrázek 31: Demolice chladicí věže těžkou strojní technikou

[Zdroj: archiv TE Kladno]

### **Výstavba příjezdové komunikace**

V roce 2013 proběhla investice do nové příjezdové komunikace. Stávající příjezdová komunikace již nebyla postačující a vyhovující. Současně s novou příjezdovou komunikací bylo zhotoveno několik nových parkovišť v areálu, které nyní slouží k parkování zaměstnancům a návštěvám elektrárny. Kapacita parkovacích ploch byla navýšena takovým způsobem, aby bylo parkování v areálu pohodlné a dostačující. Každý stálý zaměstnanec má navíc vyhrazené své parkovací místo. Dále byly v areálu TE Kladno zhotoveny nové chodníky včetně obrubníků tak, aby zaměstnanci při pohybu v areálu nebránili v průjezdu vozidlům a nekomplikovali tak dopravu po areálu. Tato investice stála vlastníka tepelné elektrárny Kladno 1,3 milionu korun. [33]



### Sanace základů a sloupů chladicí věže

V letech 2014 až 2016 proběhla sanace základových patek a sloupů chladicí věže pro bloky K4, K5 a K6. Stávající základy byly nedostatečně dimenzované, v průběhu užívání chladicí věže se u nich začaly objevovat trhliny a praskliny. Po zjištění těchto deformací bylo statikem navrženo a spočítáno řešení. Stávající patky byly postupně vybourávány do hloubky, kde končily trhliny a praskliny. Dále byl kolem zbytku patek vytvořen koš z betonářské oceli. Takto vytvořený koš byl dále obedněn a zabetonován vysokopevnostním betonem. První zkouška funkčnosti řešení a technologie proběhla již v roce 2013. Řešení navržené statikem se ukázalo jako postačující pro zachování základů chladicí věže.

Polovina základových patek byla takto postupně vyztužena a obetonována během plánované odstávky chladicí věže. Bohužel v průběhu této investiční aktivity zkrachovala realizační firma a podchycování zbytku základových patek tak bylo zpožděno. Během několika měsíců byl vybrán nový dodavatel, který už ale měl ztíženou práci – musel opravit patky za provozu chladicí věže. Kolem patek tak bylo vytvořeno mobilní vodotěsné bednění a následně byl spuštěn chod chladicí věže. Takovýmto způsobem bylo realizováno vyztužení a obetonování zbylé poloviny základových patek.

Při podchycování základových patek chladicí věže byly objeveny nedostatky i na sloupech chladicí věže. Sloupy byly degradovány chladicí vodou ve věži a musely být sanovány. Při podchytávání základových patek tak proběhla i sanace sloupů nátěry proti chemické degradaci betonu. Celá sanace a podchycování patek stála 5,6 milionu korun. [33]



Obrázek 32: Mobilní bednění a nový armovací koš kolem základové patky chladicí věže

[Zdroj: archiv TE Kladno]

### Oprava ocelových sloupů u skládky a zesílení sloupů dopravníku

Stávající ocelové sloupy u venkovní skládky uhlí byly obdélníkového tvaru, z tohoto důvodu často docházelo ke kolizím bagrů nabírajících uhlí a právě sloupů. Několik sloupů tak bylo opakovaně zkroucených bagry nabírajícími uhlí. Z tohoto důvodu bylo v roce 2015 investováno do těchto sloupů a byly vyměněny za ocelové sloupy kruhové. Lžice bagru se tak o sloup nezasekává a nekrotí ho, ale sklouzne se. Sloupy byly navíc opatřeny žlutočernými pruhy, aby byly lépe viditelné.



Obrázek 33: Nové ocelové sloupy

[Zdroj: archiv TE Kladno]

V roce 2016 vznikl podobný problém u sloupů uhelného dopravníku na druhé straně venkovní skládky. Bagry nabírající uhlí zde odloupaly beton ze sloupů pásového dopravníku. Sloupy byly v roce 2016 opraveny a zesíleny natolik, aby občasné odloupení betonu nemělo vliv na jejich stabilitu. [33]

#### 3.1.2 Plánované investice

V příštích letech je plánováno několik menších investičních akcí (viz tabulka 2), včetně demolice starého spalínového komínu bloku K3. Součástí předinvestiční fáze této demolice je zhotovení technologického postupu a časového harmonogramu prací. Technologický postup a harmonogram jsou přílohami této bakalářské práce. [33]

Tabulka 2: Plánované investice do roku 2020

#### PLÁNOVANÉ INVESTICE

INVESTIČNÍ AKTIVITA	ROK	v mil. Kč
DEMOLICE KOMÍNU K3	2018	7,5
NOVÉ VENTILÁTORY VZDUCHOTECHNIKY	2018	2,0
VÝSTAVBA AKUMULAČNÍ NÁDRŽE	2018	6,3
VÝMĚNA VÝTAHŮ	2020	5,0
VZDUCHOTECHNIKA JÍDELNY	2020	4,2

[Zdroj: vlastní, data archiv TE Kladno]



### 3.2 Další objekty tepelné elektrárny Kladno

Tepelná elektrárna Kladno čítá přes 250 objektů, proto jsou pro jejich lepší popis rozděleny do skupin podle jejich funkce.

#### Zásobování chladící vodou

Aby mohla tepelná elektrárna správně fungovat, musí být horká pára po průchodu turbínou ochlazena. Z tohoto důvodu je nutné přivést chladící vodu k elektrárně, do chladící věže. Tepelná elektrárna Kladno nemá ve svém nejbližším okolí žádné vhodné zdroje chladící vody. Proto byla postavena čerpací stanice Podmoráň u Vltavy, v blízkosti vesnice Úholičky. Čerpací stanice čítá dva objekty, jeden je nefunkční, druhý slouží jako čerpací stanice. Jedná se o budovy s železobetonovým sloupovým nosným systémem a obvodovým pláštěm z keramických tvárnice. Střecha objektu je plochá, s klasickým pořadím vrstev.

Uvnitř čerpací stanice se nachází soustava čerpadel, která čerpají vodu z Vltavy pro potřeby elektrárny Kladno. Skrz skálu vede systém potrubí až do čerpací stanice Úholičky. Čerpací stanice Úholičky je areál čítající několik budov, příjezdovou komunikaci, zatravněné plochy, rozvodnu, strojovnu, nádrž na chlór a nádrže na vodu. Celý areál čerpací stanice je obehnan plotem. Budovy čerpací stanice Úholičky jsou, obdobně jako budovy čerpací stanice Podmoráň, železobetonovými vyzdívanými skelety s plochou střechou. Z čerpací stanice Úholičky putuje voda potrubím k odvodušňovací stanici Vypich, která se nachází v blízkosti Buštěhradu. Jedná se o 14 metrů vysokou železobetonovou odvodušňovací věž.

Za odvodušňovací stanicí dochází k rozvojení vodovodního potrubí. Jedna větev vede k nádrži vody v kladenské čtvrti Kročehlavy. Jedná se o železobetonovou kruhovou vodní nádrž o objemu 4 500 m<sup>3</sup>. Voda je ve vodní nádrži „skladována“ pro případný výpadek proudu nebo pro jiné případy, kdy by přestala fungovat čerpadla. Nádrž je výše položena než tepelná elektrárna Kladno, proto z ní voda může putovat do chladící věže gravitačně, nemusí být čerpána. Druhá větev vede přímo k nádrži před chladící věží, ze které putuje přímo do chladící věže v areálu tepelné elektrárny. [32], [33]

#### Zásobování plynem

Plyn se v tepelné elektrárně Kladno používá jako palivo paroplynových turbín. Plynové hospodářství má jednotné měřící místo (JMM), kde se měří plyn pro areál Poldi. Jednotné měřící místo je zděná budova s plochou střechou.

Rozvod plynu do areálu tepelné elektrárny Kladno I a dále k paroplynové turbíně bloku K6 zajišťuje hlavní regulační stanice zemního plynu HRS I PH (Poldina Huť). Paroplynový blok K6 má také svou filtrační stanici a další pomocné regulační stanice v areálu tepelné elektrárny Kladno I. Rozvod plynu po areálu tepelné elektrárny Kladno II potom zajišťuje hlavní regulační stanice zemního plynu HRS II Dříň. Plyn je dále k paroplynovému bloku K8 přiváděn přes filtrační stanici zemního plynu pro K8. [32], [33]

#### Zásobování uhlím

Uhlí je do areálu tepelné elektrárny Kladno dopravováno po železnici. Uhlí je v areálu ukládáno do hlubinných zásobníků nebo na skládku. Areál disponuje dvěma hlubinnými zásobníky – hlubinným zásobníkem Sever, který sloužil na uhlí pro blok K3 a na biomasu pro blok K7 a v současnosti není využíván, a hlubinným zásobníkem Jih, který slouží pro zásobování bloků K4, K5 a nového bloku K7. Hlubinné zásobníky jsou mohutné železobetonové stěnové konstrukce s železobetonovým monolitickým stropem. Venkovní skládka slouží k uložení uhlí před očekávaným přerušením dodávky uhlí, například v zimě.

Uhlí je na skládce rozhrnováno buldozery. Z hlubinných zásobníků je uhlí dále dopravováno pásovými dopravníky přes přesypné věže, které pomáhají měnit směr do drtící stanice. Z drtící stanice putuje uhlí korečkovým dopravníkem flexowell do kotelny, kde je spalováno v kotli. Pásové dopravníky jsou ocelové konstrukce s železobetonovými základy. Pásové dopravníky jsou od stavby bloku K7 zakryty, tím se snížila prašnost. Areál disponuje rozmrazovacím tunelem. Jedná se o tunel s vraty a ventilátory na konci kolejové vlečky, kde jsou v zimním období, kdy je uhlí zmrzlé z cesty nákladními vlaky, uhelné vagóny rozmrazovány. [32], [33]

### **Odsiřování a odlučování popílku**

K odsiřování, tedy k eliminování sloučenin síry ze spalin, je v tepelné elektrárně Kladno používáno vápno. Vápno je do areálu dopravováno kolejovou vlečkou. Po příjezdu do areálu je pneumatickým čerpadlem přečerpáno do zásobníku – sila. Areál disponuje čtyřmi železobetonovými sily, která dokáží pojmout popílek za 3 dny chodu elektrárny. Jedno silo zásobuje vápnem bloky K4 a K5, druhé silo zásobuje vápnem nový hnědouhelný blok K7. Ze sil putuje vápno do zásobníku v kotelně, ten je dostatečně velký, aby pokryl denní spotřebu vápna. V případě nedostačující kolejové dopravy lze vápno dopravovat nákladními automobily.

Popílek je po zachycení v tkaninových filtrech skladován ve čtyřech železobetonových silech. Z těchto sil je vyvážen nákladními automobily nebo nákladními vlaky. Při výjezdu z areálu jsou nákladní automobily váženy, jestli nepřesahují maximální povolenou hmotnost. Popílek je odvážen do betonáren, kde je dále přidáván do betonu nebo jsou z něj vyrobeny betonové tvárnice. [32], [33]

Na obrázku 34 je zachycen výjimečný okamžik, kdy je vápenné silo zásobováno vápnem z nákladního vlaku a zároveň je odvážen popílek ze sila nákladním automobilem.



Obrázek 34: Silo na vápno (vlevo) a sila na popílek (vpravo)

[Zdroj: vlastní]

## Chladicí věže a úpravna vody

Přes čerpací stanici požární a technické vody je do chladících věží přiváděna chladicí technologická voda. V areálu se nachází dvě chladicí věže. Chladicí věže jsou železobetonové stavby z vysokopevnostního betonu. Chladicí věž bloků K4, K5 a K6 je vysoká 97 metrů a chladicí věž bloku K7 80 metrů. Obě chladicí věže mají tvar hyperbolický.

Úpravna vody slouží k úpravě veškeré technologické vody. Technologická voda musí být chemicky upravena, změkčena a odšnekována, než se dostane do oběhu strojovny nebo do chladicí věže. Objekt úpravy je zděná budova s plochou střechou. Než se voda naopak vypustí mimo areál tepelné elektrárny, musí být přečištěna v čistírně odpadních vod. ČOV sestává ze sedimentační nádrže a budovy čistírny. Budova čistírny odpadních vod je blíže popsána v kapitole Výstavba bloku K7. [32], [33]

## Objekty bloků

Každý blok sestává z kotelny, strojovny a provozní budovy. Každý blok navíc disponuje odvodem spalin – spalinovým komínem. Objekt kotelny je 60 metrů vysoká budova s nosnou konstrukcí z ocelových sloupů a průvlaků. Střecha kotelny je pultová, skládá se z ocelových nosníků, trapézového plechu, tepelné izolace v podobě minerální vlny a hydroizolační speciální pochozí folie. Objekt strojovny je obdobný, jen o polovinu nižší.

Každý blok musí mít odtah spalin – spalinový komín. Bloky K4 a K5 využívají spalinový komín s trojitým tahem. Spalinový komín je železobetonové kuželové těleso vyzdívané kyselinotvornými keramickými tvarovkami. Základ komínového tělesa je tvořen kruhovou základovou deskou tloušťky kolem 2 metrů.

Plynové bloky K6 a K8 potřebují kvůli svému menšímu výkonu podstatně menší objekty. Kotelna i strojovna paroplynových bloků má stejné konstrukční uspořádání jako kotelna a strojovna hnědouhelných bloků. [32], [33]



Obrázek 35: Budovy bloku K6

[zdroj: vlastní]

## Společné budovy

Areál tepelné elektrárny nezahrnuje pouze objekty nutné k výrobě elektrické energie ale také objekty sloužící zaměstnancům elektrárny. Mezi tyto objekty patří budova vrátnice, tři administrativní budovy, jídelna, sklady materiálu a nářadí. Tyto budovy jsou si konstrukčně podobné, jedná se o železobetonové skelety s železobetonovými stropy a plochými střechami. Obvodové pláště těchto objektů jsou tvořeny samonosným zdívkem, tepelnou izolací a omítkou. Pro chod tepelné elektrárny jsou tyto budovy stejně důležité jako samotné budovy bloků, chladicí věže a spalinové komíny. [32], [33]

### 3.3 Facility management a správa budov v tepelné elektrárně Kladno

Tepelná elektrárna disponuje vlastní skupinou údržbářů a správců, kteří se starají o preventivní údržbu i o odstraňování poruch. Pod správou tepelné elektrárny spadá i část areálů bývalého hutního podniku Poldi. Celkem je ve správě tepelné elektrárny Kladno kolem 250 objektů včetně několika objektů rozvoden a výměňkových stanic rozmístěných po městě Kladně.

Správci budov tepelné elektrárny Kladno využívají software IBM Maximo. SW Maximo funguje na principu pracovního příkazu. Pracovní příkazy se hlavnímu správci zobrazují v hlavním panelu programu po otevření, na něm je potom jak bude postupovat. Přes pracovní příkaz mohou správci a technici jednotlivých částí tepelné elektrárny nahlašovat poruchy, havárie, opravy, rekonstrukce a podobně. Každý příkaz má svoje pořadové číslo a kód KKS, který určuje označení přímo problémového zařízení. Pracovní příkaz dále obsahuje název (kontroly, problému, a podobně) a lokalitu (opět tle kódu KKS), podle které je následně přiřazen správce. Správce dále vyhodnotí situaci a určí, kdo bude řešit daný problém, jestli interní údržba nebo externí firma. Na obrázku 36 lze nalézt jednotlivé části pracovního příkazu „Údržba zeleně“.

The screenshot displays the IBM Maximo 'Rizici pracovních příkazů' (Work Order Management) interface. The main form is titled 'Údržba zeleně v areálu ATU' (Green maintenance in the ATU area). Key fields include:

- Pracovní příkaz: 511614
- Lokalita: 0USD15
- Aktivum: 55520
- Org. jednotka: Kladno
- Třída: WORKORDER
- Typ práce: 02
- Datum stavu: 5/4/18 12:00 PM
- Stav: WAPPR
- Roční zakázkové číslo: 20618
- Správce majetku: TSTV

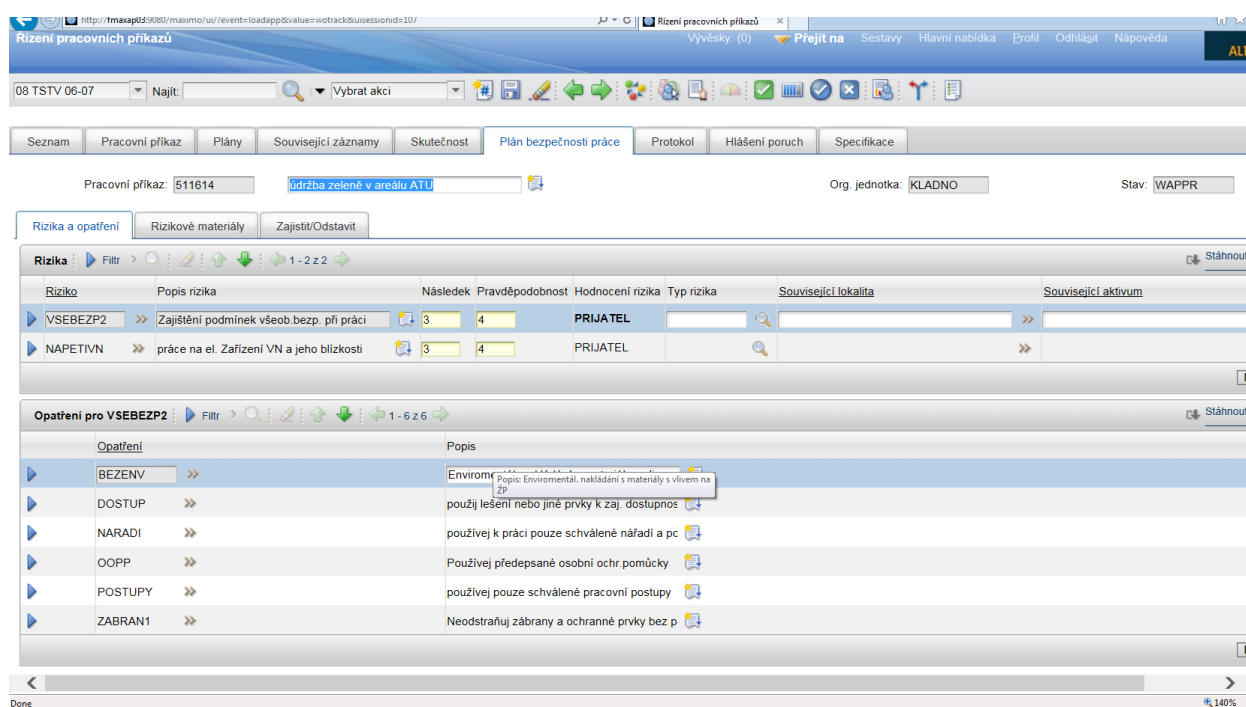
The interface also shows sections for 'Podrobnosti práce' (Work details), 'Podrobnosti aktiva' (Asset details), and 'Priorita' (Priority). The 'Podrobnosti práce' section includes fields for 'Pracovní postup', 'PÚ', 'Plán bezpečnosti práce', and 'Smlouva'. The 'Podrobnosti aktiva' section includes 'Aktivum v provozu?', 'Záruky existují?', 'Platí dohoda SLA?', and 'Účtovat na sklad?'. The 'Priorita' section includes 'Priorita aktiva/lokality', 'Priorita PP', 'Oprávněnost priority', and 'Posouzení rizik'.

Obrázek 36: Pracovní příkaz "Údržba zeleně" v programu Maximo

[Zdroj: archiv TE Kladno]

Tvůrce pracovního příkazu může zařadit příkaz do oddílu, pracovní příkaz se tak automaticky přiřadí ke svému oddílu, mezi oddíly patří například opravy, rekonstrukce, havárie, běžná údržba a další. Samozřejmostí pracovního příkazu je datum nahlášení a autor příkazu. V programu Maximo nelze u pracovního příkazu určit prioritita. Hlavní správce tak musí sám vyhodnotit naléhavost jednotlivých příkazů, příkaz pro běžnou údržbu má tak stejnou prioritu jako havárie. Správce tak musí být velice pozorný při své práci a musí správně vyhodnotit akutnost příkazu. Celý software tak funguje na základě rozhodnutí hlavního správce budov.

Po obdržení pracovního příkazu musí správce budov vyhodnotit příkaz a vyřešit daný problém. V programu Maximu lze vytvořit plán řešení pracovního příkazu. V takovémto plánu vymezí hlavní správce budov rozsah prací a jednotlivé profese a určí potřebné náklady. Dále autor plánu řešení vytvoří plán BOZP a PO a další důležité plány, nutné pro zadání práce dodavatelům. Tyto plány se netvoří v SW Maximo automaticky, správce je musí zadávat ručně. Výsledkem sestavení těchto plánů je zhotovení takzvaného požadavku, který je dále vytištěn a předává se dodavateli, který bude danou práci provádět. Požadavek musí podepsat hlavní správce budov a správce dané lokality. Jedině s těmito podpisy je dodavatel vpuštěn na místo, kde má být práce provedena. Dodavatel musí v tištěném požadavku podepsat, že rozumí opatřením BOZP a že se jimi bude řídit.



Obrázek 37: Požadavky BOZP pro řešení pracovního příkazu "Údržba zeleně"

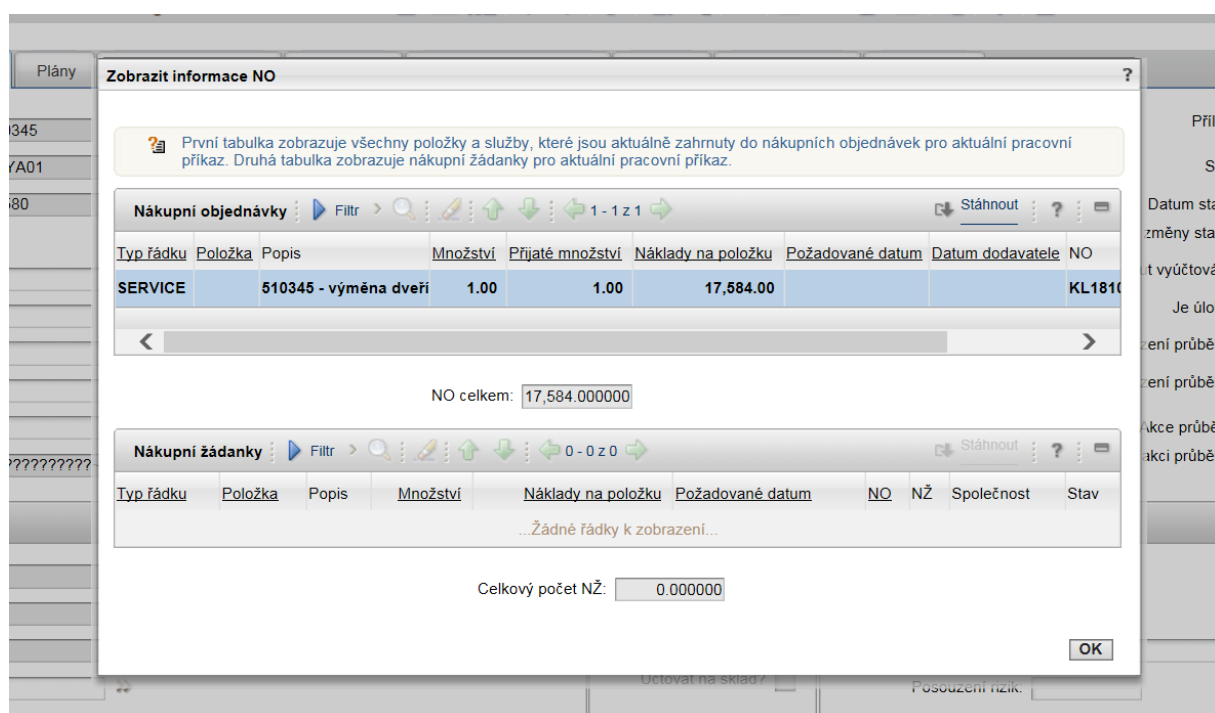
[Zdroj: archiv TE Kladno]

Součástí požadavku je také tabulka docházky, kam dodavatel provádějící práci zapisuje odpracované hodiny. Dále požadavek obsahuje dotazník, zda firma provádějící práci rozumí zadání, a podobně. Tento tištěný požadavek je v podstatě dodatkem smlouvy a jeho obsah je pro dodavatele závazný stejně jako smlouva o dílo.



Software Maximo pro správu budov je napojen na část obchodní (tepelná elektrárna používá software SAP). Pro propojení těchto software je nutné dostat se do modulu Nákup. V modulu Nákup lze vytvořit nákupní žádanku, která je odeslána hlavnímu správci budov. Správce budov vyhodnocuje nákupní žádanky a má možnost je schválit, pokud jsou oprávněné. Právo schvalovat nákupní žádanky má ale pouze do určitého finančního limitu, pokud je náklad vyšší, musí ho schválit generální ředitel. Po schválení nákupní žádanky je vytvořena objednávka a podepsána smlouva.

Každá společnost, která již pracovala pro tepelnou elektrárnu Kladno má v softwaru svůj vlastní kód. Díky těmto kódům lze zjistit, jaké práce zastávala a za jaký finanční obnos. V systému lze zpětně najít náklady jednotlivých objednávek, včetně objednatele, data objednávky, a dalších důležitých informací. Na obrázku 38 je zobrazena objednávka vchodových dveří.



Obrázek 38: Náklady objednávky vchodových dveří

[Zdroj: archiv TE Kladno]

V tepelné elektrárně Kladno jsou data ze softwaru Maximo exportována do excelu. V excelu jsou vytvořeny filtry, díky kterým lze posuzovat jednotlivé náklady a investice. Data jsou exportována ročně a měsíčně, vytváří se tak roční a měsíční uzávěrky. Data v excelu jsou pouze pro správce a techniky, aby měli přehled, co se během daného měsíce opravovalo, rekonstruovalo a podobně. Excelová data ukazují kompletní seznam akcí, proinvestovaných nákladů, zainteresovaných firem a podobně.

Software Maximo je propojen se softwarem SAP, který slouží v tepelné elektrárně Kladno pro účetnictví. Díky tomuto propojení lze v SW Maximo dohledat i čísla faktur a smluv. SW SAP slouží pouze pro finanční oddělení TE Kladno, správci a údržbáři do tohoto SW nemají přístup, mohou pouze dohledat smlouvy přes software Maximo. [32], [33]

## 4. Závěr

V první kapitole bakalářské práce je popsán podíl stavebnictví a elektrárenství na tvorbě ekonomiky České republiky. Z této kapitoly vyplývá, že stavby pro energetiku jsou nezanedbatelnou součástí stavebnictví, přestože se na jeho tvorbě podílí jen z 1,1 %.

Bez staveb pro energetiku, tedy bez elektráren, by byli spotřebitelé nuceni poradit si bez elektrické energie, nebo najít jiný způsob jak ji získat. Elektrárny jsou tak důležitými stavby především ze společenského hlediska. Z popisu jednotlivých druhů paliv pro energetickou přeměnu a druhů elektráren vyplývá, že každý typ vyžaduje individuální přístup v průběhu celého investičního procesu a životního cyklu stavby. Každý typ vyžaduje individuální předinvestiční a investiční přípravu a individuální postup v realizační i provozní fázi. Tato kapitola také dokazuje, že stavby pro energetiku jsou nezanedbatelným zdrojem stavebních zakázek pro stavební společnosti. Stavba velkých tepelných nebo jaderných elektráren, nebo jejich rozšiřování, dostavby a přístavby, jsou zdrojem zakázek pro stavební společnosti s celorepublikovou působností nebo pro zahraniční společnosti. Rekonstrukce a menší opravy jsou potom zdrojem zakázek pro lokální firmy.

Fakt, že tepelné elektrárny jsou zdrojem nezanedbatelných stavebních zakázek o velkém objemu prací i financí dokazuje i příklad z tepelné elektrárny Kladno. Výstavba bloku K7 byla zdrojem nejen pro zahraniční společnost Kraftanlagen Power Plants, ale i pro nespočet menších společností s lokální působností. Švýcarská společnost Alpiq Generation, s.r.o. vlastní areál tepelné elektrárny Kladno do areálu pravidelně investuje, to dokazuje nejen výstavba bloku K7 ale i další provedené a plánované investice. Průběh investičního procesu v tepelné elektrárně Kladno je v bakalářské práci zmapován a bylo zjištěno, že je podobný jako u jiných staveb podobného rozměru. Výhodou soukromého investora (společnosti Alpiq generation, s.r.o.) je, že odpadá nutnost řídit se zákonem o zadávání veřejných zakázek. Investice tak často bývá rychlejší a nedochází ke zbytečnému prodlužování výběrového řízení. Pravomoc schvalování investic pro dlouhodobý plán je rozdělena dle výše plánované investice, takže společnost Alpiq. s.r.o. má dokonalý přehled o veškerých finančních tocích. Investiční proces v tepelné elektrárně Kladno závisí na několika málo pracovnících, kteří rozhodují společně s řediteli o provedení investičních projektů. Tento fakt může negativně ovlivňovat průběh investičního procesu jeho zpomalením (kapacita pracovníků). Výhodným řešením pro tepelnou elektrárnu Kladno by bylo provádění Inženýringu a veškerých činností týkajících se inženýringu a facility managementu soukromou firmou zabývající se právě těmito činnostmi.

Správa budov tepelné elektrárny Kladno je prováděna hlavním správcem budov, správci jednotlivých částí a skupinou údržbářů, za pomoci softwaru Maximo. Software Maximo byl zmapován a zanalyzován a bylo zjištěno, že má několik nedokonalostí. Například nelze nastavit prioritu pracovního příkazu, takže se příkazy v hlavním menu řadí podle data zadání. Je tedy na správci, aby sám našel nejdůležitější příkazy, které musí být neprodleně vyřešeny. Práce správce by mohla být ulehčena, kdyby SW Maximo umožňoval dát pracovnímu příkazu prioritu. Zároveň je na správci, aby při řešení problému vytvořil plán BOZP nebo PO, ulehčením práce správci by tak bylo automatické vytvoření těchto plánů samotným softwarem. Návrhy na úpravu software Maximo jsou podrobně popsány v následující podkapitole. Správa budov tepelné elektrárny Kladno navíc využívá pouze část SW Maximo, zlepšení výstupů by se tak dalo dosáhnout i používáním více modulů tohoto softwaru. Další možností pro zlepšení výstupů je využívání některých z předchozích software facility managementu (Buildpass – po nutné úpravě a rozšíření programu o databáze pro

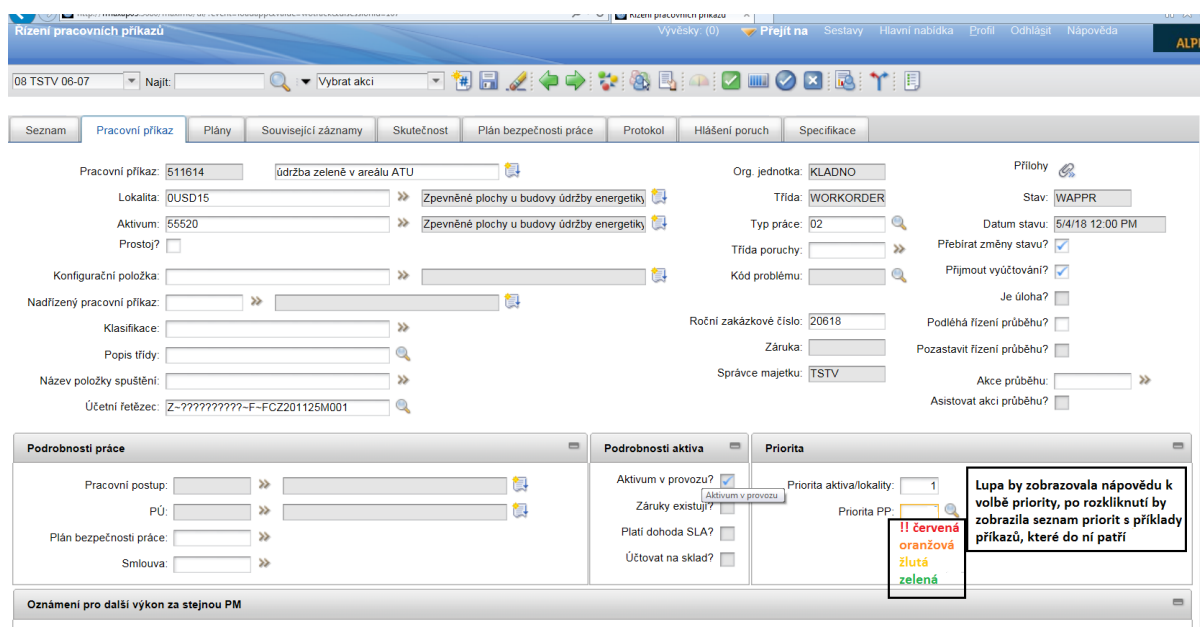
možnou aplikaci na tepelné elektrárny, FaMa+CAFM, apod.), případně zadání správy budov externí společnosti, která se správou budov zabývá a umí tyto software ovládat a využívat.

Součástí bakalářské je vypracovaný technologický postup demolice spalinového komínu starého bloku K3 a harmonogram těchto demoličních prací. Tyto přílohy názorně ukazují, jak by měla vypadat příprava, její odbornost a podrobnost. Pro tvorbu harmonogramů se doporučuje využívat programu MS Project nebo Contec. Proto je tepelné elektrárně Kladno doporučena spolupráce s inženýrskou společností za účelem využívání principů projektového řízení.

### Návrh konkrétních úprav softwaru Maximo

Software Maximo využívaný v tepelné elektrárně Kladno pro správu budov byl analyzován v poslední kapitole bakalářské práce. Byly zjištěno, že v softwaru Maximo chybí některé funkce, které by usnadnily a urychlily práci jednotlivým správcům. Jako řešení byly navrženy některé úpravy v SW Maximo.

První úprava se týká přidání priority pracovnímu příkazu. Pracovní příkazy se nyní v SW Maximo řadí podle data a lze jim přiřadit pouze prioritu typovou, jako je oprava, údržba a podobně. Tento způsob dává stejnou prioritu například opravě protékající střechy v místě rozvodny a opravě záchodového prkénka. Je pouze na správci, aby si všimnul důležitých pracovních příkazů a řešil je prioritně. Nově by se příkazy řadily podle priority, nejzávažnější pracovní příkazy by byly označeny červeně a měly by před názvem příkazu vykřičník. Méně závažné ale přesto důležité pracovní příkazy by byly označeny oranžově, další v pořadí žlutě a úplně běžné pracovní příkazy by měly barvu zelenou. Mezi červeně označené příkazy by patřily příkazy týkající se konstrukcí elektrárny, bez kterých by musel být chod elektrárny pozastaven. Mezi zelené příkazy by potom patřily běžné opravy a údržby jako je například sekání trávy a oprava zářivek v administrativních budovách. Návrh na úpravu SW Maximo je znázorněn na obrázku 38.



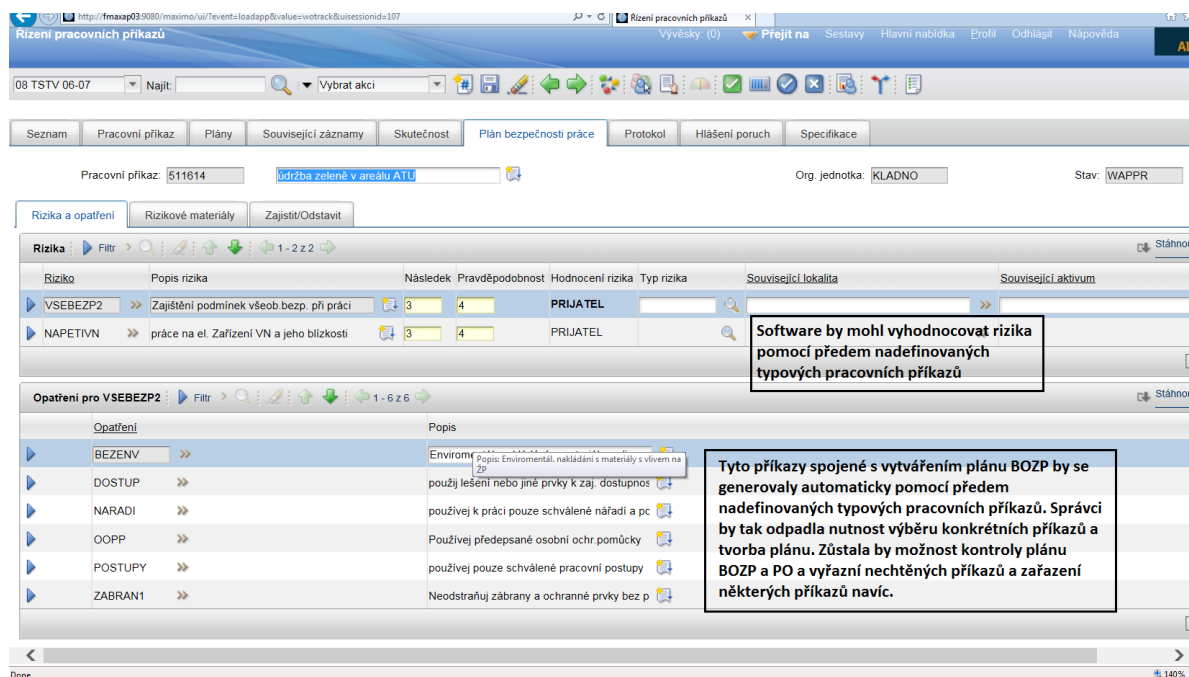
Obrázek 39: Úprava priority pracovního příkazu SW Maximo

[Zdroj: archiv TE Kladno, úpravy: vlastní]

Prioritu by pracovnímu příkazu zadával autor pracovního příkazu. Příkazy by se potom v hlavním panelu pracovních příkazů řadily podle priority, od červených po zelené.



Druhá úprava v software Maximo se týká sestavení plánů BOZP a PO. Nyní musí správce po vyhodnocení pracovního příkazu sestavit plán BOZP a PO a vytvořit nový plán. Usnadnění práce správci by bylo automatické generování plánu BOZP a PO, tak jak to umí například program Contec. Software by musel být rozšířen o databázi jednotlivých činností plánu BOZP a PO a tato databáze by musela úzce spolupracovat se zadanými pracovními příkazy. Musely by být tedy předem nadefinovány některé typové pracovní příkazy, podle kterých by software vyhodnocoval konkrétní příkazy a vytvářel by plán BOZP a PO. Na stejném principu by mohlo fungovat i vyhodnocování rizik spojených s danou činností pracovního příkazu. Navržené úpravy jsou patrné na obrázku 40.



Obrázek 40: Úpravy generování plánu BOZP, PO a rizik v SW Maximo

[Zdroj: archiv TE Kladno, úprava: vlastní]

Správce by měl i nadále možnost upravovat plán BOZP a odebírat nechtěné příkazy. Naopak by mohl do plánu BOZP a PO přidávat další příkazy. Správci by takto odpadl čas nutný k sestavení plánu BOZP a PO z příkazů programu, program by vygeneroval plán automaticky a na správci by byla jen kontrola vygenerovaných plánů. Sestavení plánu k vyřešení pracovního příkazu by se těmito úpravami značně urychlilo.

Navržené úpravy by urychlily činnosti správců a celý proces správy budov. Nastavením priority pracovního příkazu barvou a řazením dle priority v hlavním panelu pracovních příkazů by odpadla správcům nutnost dohledávat pracovní příkazy a znovu určovat jejich prioritu. Správce by tak po spuštění software Maximo ihned viděl, které pracovní příkazy po dobu jeho nepřítomnosti přibýly a které je nutné ihned vyřešit. Ideálním řešením by bylo vytvoření mobilní aplikace Maximo, která by byla s databází pracovních příkazů propojená. Správci by tak v případě nového závažného pracovního příkazu vyskočilo na telefonu upozornění a akutní pracovní příkaz y tak mohl být okamžitě vyřešen.

Přestože tepelnou elektrárnu Kladno vlastní zahraniční společnost, musí se veškeré aktivity řídit českými právními předpisy a zákony, a právě proto má top management tepelné elektrárny Kladno velkou zodpovědnost a je na něj kladen velký důraz.

## 5. Seznam obrázků

Obrázek 1: Rozdělení HDP podle sektorů .....	10
Obrázek 2: Podíl na výrobě elektrické energie v roce 2016.....	13
Obrázek 3: Rozdělení zdrojů energie .....	14
Obrázek 4: Rozdělení obnovitelných zdrojů energie .....	16
Obrázek 5: Vizualizace největší přílivové elektrárny v Evropě realizované ve skotském Pentland Firth.....	17
Obrázek 6: Druhy elektráren v ČR.....	20
Obrázek 7: Důležité součásti tepelné elektrárny .....	21
Obrázek 8: Schéma tepelné elektrárny .....	22
Obrázek 9: Schéma chladicí věže .....	24
Obrázek 10: Závislost výrobních nákladů a jejich složek na investičních nákladech .....	27
Obrázek 11: Mapa elektráren v ČR .....	28
Obrázek 12: Tepelná elektrárna Ledvice s rozhlednou na věži kotelny (na obrázku vpravo) .	29
Obrázek 13: Schéma jaderné elektrárny .....	30
Obrázek 14: Schéma ohřevu vody pomocí fototermického jevu.....	32
Obrázek 15: Větrná elektrárna Pchery u Kladna .....	34
Obrázek 16: Horní nádrž přečerpávací vodní elektrárny Dlouhé Stráně .....	36
Obrázek 17: Sestavení investiční studie .....	37
Obrázek 18: Průběh investičního procesu a životního cyklu stavby .....	37
Obrázek 19: Náklady a jejich ovlivnitelnost v jednotlivých fázích investičního procesu .....	38
Obrázek 20: Náklady životního cyklu stavby .....	38
Obrázek 21: Protichůdné postavení levného a kvalitního projektu .....	39
Obrázek 22: Poloha tepelné elektrárny Kladno .....	42
Obrázek 23: Tepelná elektrárna Kladno.....	43
Obrázek 24: Schéma investičních aktivit elektrárny Kladno .....	46
Obrázek 25: Tepelná elektrárna Kladno během výstavby bloku K7 .....	47
Obrázek 26: Výstavba chladicí věže pomocí posuvného bednění .....	49
Obrázek 27: Sloupy železobetonové turbínové stolice při výstavbě .....	50
Obrázek 28: Čistírna odpadních vod .....	51
Obrázek 29: Stání transformátoru .....	52
Obrázek 30: Ocelová konstrukce kotelny bloku K7.....	53
Obrázek 31: Demolice chladicí věže těžkou strojní technikou.....	54
Obrázek 32: Mobilní bednění a nový armovací koš kolem základové patky chladicí věže.....	55
Obrázek 33: Nové ocelové sloupy .....	56
Obrázek 34: Silo na vápno (vlevo) a sila na popílek (vpravo).....	58
Obrázek 35: Budovy bloku K6 .....	59
Obrázek 36: Pracovní příkaz "Údržba zeleně" v programu Maximo.....	60
Obrázek 37: Požadavky BOZP pro řešení pracovního příkazu "Údržba zeleně" .....	61
Obrázek 38: Náklady objednávky vchodových dveří .....	62
Obrázek 39: Úprava priority pracovního příkazu SW Maximo .....	64
Obrázek 40: Úpravy generování plánu BOZP, PO a rizik v SW Maximo.....	65

## 6. Seznam tabulek

Tabulka 1: Nejzajímavější provedené investice od roku 2010 .....	46
Tabulka 2: Plánované investice do roku 2020.....	56

## 7. Seznam rovnic

Rovnice (1) .....	27
-------------------	----

## 8. Citovaná literatura

- [1] Kučera, L. – Kamenický, J.: Vývoj ekonomiky České republiky v roce 2015, vyd. Praha, Český statistický úřad, 24.3.2016, 23 s., Kód publikace: 320193-15
- [2] Súpupová, K. – Kamenický, J.: Vývoj ekonomiky České republiky v roce 2016, vyd. Praha, Český statistický úřad, 22.3.2017, 23 s., Kód publikace: 320193-16
- [3] Súpupová, K. – Kamenický, J.: Vývoj ekonomiky České republiky v roce 2017, vyd. Praha, Český statistický úřad, 23.3.2018, 30 s., Kód publikace: 320193-17
- [4] ČSÚ, ČKAIT: Ročenka ČKAIT 2015, vyd. Praha, Český statistický úřad, 2016, 43 s., ISBN 978-80-250-2707-3
- [5] Ministerstvo průmyslu a obchodu: Státní energetická koncepce, vyd. Praha, Ministerstvo průmyslu a obchodu, prosinec 2014, 145 s.
- [6] Vítejte na Zemi...[online]. ESF, CENIA, PARTNEŘI, 2013. [vid.2.3.2018,7.3.2018, 2.5.2018]  
Dostupné z: [http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=environmentalni\\_pohled&site=energie](http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=environmentalni_pohled&site=energie)
- [7] Hamalčíková, K.: Výroba elektřiny v ČR: Nejvíce energie stále získáváme z uhelných elektráren. Elektrina.cz [online]. Ušetřeno.cz, Pražská energetika, a.s., 2014 – 2018. [vid. 23.2.2018]  
Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/vyroba-elektriny-v-cr-nejvic-energie-stale-ziskavame-z-uhelných-elektraren>
- [8] Encyklopedie energetiky [online]. Simopt, s.r.o., 1999 [vid. 2.3.2018]  
Dostupné z: [https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/02/vyroba\\_5.html](https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/02/vyroba_5.html)
- [9] Goňo, R. – Král, V.: Výroba a užití elektrické energie, 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská – technická univerzita Ostrava, 2012. 212s CZ.1.07/2.2.00/15.0113
- [10] Nazeleno.cz [online]. Nazeleno.cz, 2018 [vid. 2.3.2018]  
Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/fosilni-paliva.dic>,
- [11] Kusala, J.: Miniencyklopedie Jaderná energetika. Skupina ČEZ, a.s.[online] ČEZ, a.s, 2004 [vid 2.3.2018]  
Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/microsites/nuklearni/nuklear.htm>
- [12] Nukleon [online]. Nukleon.cz, 2013 [vid. 2.3.2018]  
Dostupné z: <http://www.nukleonstory.cz/>
- [13] Novák, J.: Svět čeká řešení energetického rébusu. Termojaderná fúze nikde a obnovitelné zdroje mají problémy. Hospodářské noviny [online]. Economia, a.s., 1996 – 2018 [vid. 7.3.2018], IHNED ISSN 1213-7693  
Dostupné z: <https://tech.ihned.cz/c1-66000490-svet-ceka-reseni-energetickeho-rebusu-termojaderna-fuze-nikde-a-onovitelne-zdroje-maji-problemy>

- [14] Reichl, J. – Všetická, M.: Encyklopedie fyziky: Princip termojaderných reakcí. [online] Reichl, J. – Všetická, M., 2006 – 2018 [vid. 7.3.2018]  
Dostupné z: <http://fyzika.ireichl.com/main.article/view/817-princip-termojadernych-reakci>
- [15] Skupina ČEZ: Výroba elektřiny. [online] ČEZ,a.s., 2018 [vid. 7.3.2018]  
Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny.html>
- [16] Vobořil, D.: Větrné elektrárny – princip, rozdělení, elektrárny v ČR. O energetice.cz [online] OM Solutions s.r.o., 2018 [vid. 7.3.2018]  
Dostupné z: <http://oenergetice.cz/elektrina/vetrne-elektrarny-princip-cinnosti-zakladni-rozdeleni/>
- [17] Kadrnožka, J.: Tepelné elektrárny a teplárny, 1. vyd. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1984, 640 s., ISBN 04-247-84
- [18] Doležal, J. – Šťastný, J. – Špetlík, J. – Bouček, S. – Brettschneider, Z.: Jaderné a klasické elektrárny. 1.vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. 260 s. ISBN 978-80-01-04936-5
- [19] Skupina ČEZ: ČEZ Energetické produkty. [online] ČEZ,a.s., 2018 [vid. 10.4.2018]  
Dostupné z: <http://www.cezep.cz/cs/vedlejsi-energeticke-produkty/>
- [20] Vobořil, D.: Vodní elektrárny – princip, rozdělení, elektrárny v ČR. O energetice.cz [online] OM Solutions s.r.o., 2018 [vid. 7.3.2018]  
Dostupné z: <http://oenergetice.cz/elektrina/vodni-elektrarny-princip-a-rozdeleni/>
- [21] Wikipedie, otevřená encyklopedie [online] Wikipedia.org, 1.2.2018 [vid. 5.5.2018]  
Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki>
- [22] Kopecký, T., ČTK: Česko má novou nejvyšší rozhlednu. Z vrcholu elektrárny uvidí lidé i Krušné hory. iROZHLAS [online] Český rozhlas, 1997 – 2018 [7.5.2018]  
Dostupné z: [https://www.irozhlas.cz/zivotni-styl/cestovani/nejvyssi-rozhledna-elektrarna-ledvice-u-biliny\\_1804201650\\_ako](https://www.irozhlas.cz/zivotni-styl/cestovani/nejvyssi-rozhledna-elektrarna-ledvice-u-biliny_1804201650_ako)
- [23] Heger, P.: Výstavba nového superkritického bloku v Elektrárně Ledvice. All for power [online] AF POWER agency, a.s., 2007 – 2018 [vid. 7.5.2018]  
Dostupné z: <http://www.allforpower.cz/clanek/vystavba-noveho-superkritickeho-bloku-v-elektrarne-ledvice/>
- [24] ŠKODA PRAHA Invest, s.r.o.: NOVÝ 660MWe BLOK S NADKRITICKÝMI PARAMETRY PÁRY V ELEKTRÁRNĚ LEDVICE [online] ŠKODA PRAHA Invest, s.r.o., 2011 [vid. 7.5.2017]  
Dostupné z: <http://www.spinvest.cz/files/Ledvice.pdf>
- [25] Schneiderová Heralová, R.: Řízení nákladů a ceny stavby [přednáška] Praha: ČVUT v Praze, Fakulta stavební, 11.4.2018
- [26] Tománková, J.: Investiční projekt [přednáška] Praha: ČVUT v Praze, Fakulta stavební, 26.2.2018
- [27] Prostějovská, Z. - Měšťanová, D. - Tománková, J.: Investiční proces. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, 2011. 108 s. ISBN 978-80-01-04726-2
- [28] Adamus, A.: Plánování oprav objektu na základě fyzické a ekonomické životnosti. Tzbinfo [online] Topinfo, s.r.o., 2001 – 2018 [vid. 7.5.2018] ISSN 1801-4399  
Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/regenerace-domu/8517-planovani-oprav-objektu-na-zaklade-fyzicke-a-ekonomicke-zivotnosti>
- [29] Jelínek, T.: Náklady na údržbu domu si nyní každý spočítá předem sám. Tisková zpráva TESCO SW, Praha 12.4.2011. 2 s.
- [30] TESCO SW. [online] TESCO SW a.s. (Grafický návrh a realizace ESMEDIA Interactive), 2018. [vid. 24.4.2018]  
Dostupné z: <http://www.tescosw.cz/>

- [31] Macek, D.: Facility management [přednáška] Praha: ČVUT v Praze, Fakulta stavební [vid. 9.5.2018] Dostupné z: <http://k126.fsv.cvut.cz/?p=46&cid=36>
- [32] Alpiq [online] Alpiq Holding Ltd., 2018 [vid. 14.3.2018]  
Dostupné z: <http://www.alpiq.cz/nase-nabidka/nase-zarizeni/tepelne-elektrarny/elektrarny-fosilni-paliva/kladno-thermal-power-station.jsp>
- [33] Interní zdroje Alpiq Generation (CZ)
- [34] Karafiát, P.: Spoluspalování biomasy v kotlích elektrárny Kladno. Biom.cz [online] CZ Biom, 2001 – 2018 [vid. 14.3.2018]  
Dostupné z: <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/spoluspalovani-biomasy-v-kotlich-elektrarny-kladno>
- [35] AF POWER agency a.s.: All for power, odborný časopis, vyd. 02/2014 Praha, 156 s. ISSN 1802-8535