

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ
KATEDRA TECHNOLOGIÍ A MĚŘENÍ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Tepelné elektrárny v České republice

vedoucí práce: Ing. Miroslav Šafařík

autor: Jan Pokorný

1. Úvod

V dnešní době se bez elektrické energie lidé prakticky neobejdou. Většina věcí kolem nás potřebuje právě tuto energii ke své činnosti. Proto počátkem dvacátého století začaly výstavby prvních elektráren. Ty byly zpočátku celkem jednoduché a byly poháněné parním strojem nebo také vodním kolem.

Dnes už jsme technologicky mnohem dál a nové technologie na výrobu elektrické energie se neustále vyvíjí. Dnešní elektrárny můžeme rozdělit na několik typů podle druhu přijímané energie. Z ekologického hlediska zdroje energie rozdělujeme na obnovitelné a neobnovitelné. Mezi obnovitelné zdroje patří Slunce, voda a vítr. Energii těchto elementů přeměňujeme na energii elektrickou. Jejich výhodou je šetrnost k životnímu prostředí. Naproti tomu se vyznačují menší účinností. Mezi neobnovitelné zdroje patří především fosilní paliva. Tyto paliva se sami v přírodě nevytvářejí, a proto je jejich množství omezené.

Mezi nejvýkonnější elektrárny patří jaderné a tepelné. Jaderné elektrárny jsou ve své podstatě také elektrárnami tepelnými. Na rozdíl od klasických kondenzačních elektráren tepelnou energii nezískávají ze spalování fosilních paliv, ale fyzikálně chemickým procesem štěpení atomových jader. Já se budu zabývat tepelnými elektrárnami, které jsou v České republice více rozšířené. Tepelné elektrárny mají sice oproti jaderným menší instalované výkony, ale tuto nevýhodu jsou schopny vyvážit menšími náklady na výstavbu a provoz. Výkony těchto elektráren se převážně pohybují v řádu několika stovek megawatt. Existují ale i větší elektrárny, jejichž výkony přesahují jeden gigawatt. Touto hodnotou už jsou schopny jaderným elektrárnám konkurovat. Jejich nevýhodou je nízká účinnost přeměny chemické energie vázané v palivech na energii elektrickou. Tato účinnost se u nejmodernějších tepelných elektráren pohybuje okolo padesáti procent. Stejně jako u jaderných elektráren, které při své činnosti produkují nebezpečný jaderný odpad, tak i u tepelných elektráren se vytváří škodlivé plyny vypouštěné do ovzduší. Ty vznikají spalováním fosilních paliv, převážně hnědého a černého uhlí.

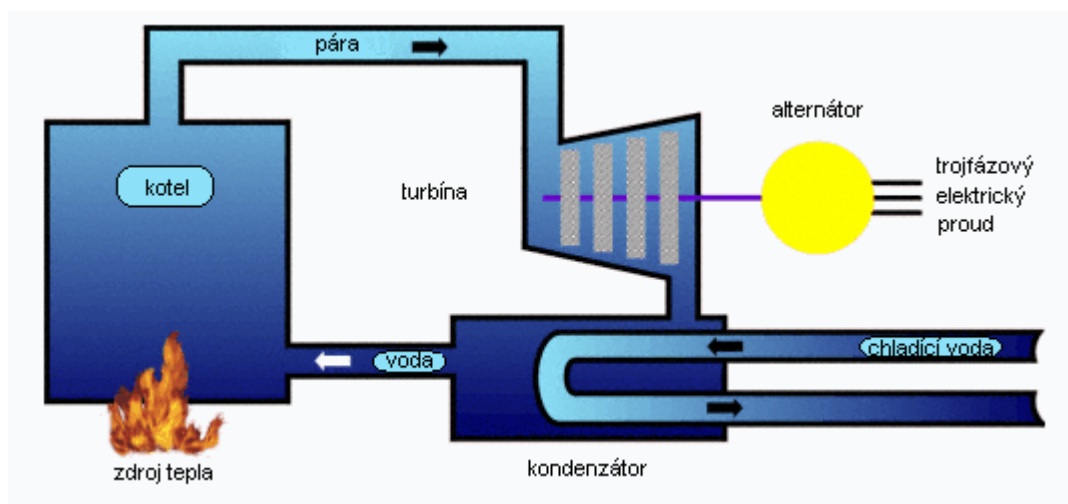
V mé práci se budu věnovat tepelným elektrárnám, popíši jejich jednotlivé části a vysvětlím, jak tyto části společně pracují a tím vytvářejí elektrickou energii důležitou k našemu životu.

2 Princip tepelné elektrárny

Tepelné elektrárny slouží k výrobě elektrické energie. Tuto výrobu můžeme charakterizovat jako přeměnu energie tepelné v mechanickou práci. Pro vznik tepelné energie je zapotřebí energetických zdrojů. V tomto případě se jedná o fosilní paliva. Fosilní paliva jsou nerostné suroviny a mezi ně se především řadí uhlí, ropa, zemní plyn, biomasa a rašelina.

Spalováním těchto paliv dochází k uvolňování tepelné energie. Tuto energii přenáší plynné spaliny, které vznikají v ohništi kotle při spalování. Toto přenášené teplo se za pomoci sálání a proudění v kotli přenese do pracovního media, vody. Při ohřevu vody vzniká pára, která putuje do parní turbíny. Zde se tepelná energie páry přeměňuje na mechanickou energii, která pohání alternátor. V alternátoru se generuje elektrická energie, která se dále transformuje na požadovanou napěťovou hladinu vhodnou pro dálkový přenos.

Při této postupné přeměně chemické energie paliva na energii elektrickou dochází ke ztrátám energie. Na výstupu transformátoru pak je 33% energie elektrické z energie, kterou jsme přivedli do parního kotle. Z toho se dá odvodit, že chemická energie paliva na vstupu se při přeměnách z větší části ztrácí. Menší část této energie se pak ve výsledku dodává do elektrizační soustavy.



Obr. 2 Schéma funkce spalovací tepelné elektrárny

2.1 Vznik a využití fosilních paliv

Fosilní paliva jsou nerostné suroviny, které vznikaly z odumřelých těl rostlin a živočichů pod zemí za nepřístupu vzduchu. Slovo fosilní pochází z latiny a její význam je předvěký. Z toho se dá odvodit, že tyto paliva vznikly v dávných dobách. Během průmyslové revoluce v 20. století se začalo hojně využívat fosilních paliv a získávat z nich energii pro světlo, teplo nebo pohon. Později ve 21. století se fosilní paliva částečně nahrazovali obnovitelnými zdroji. Výhoda těchto zdrojů spočívá v jejich neomezeném množství a také v nezávadnosti k přírodě. Naopak fosilní paliva mají nevýhodu v jejich nenávratnosti. Při jejich spalování navíc vznikají škodlivé plyny, které jsou ekologicky závadné. Tyto plyny jsou další nevýhodou těchto paliv.

Mezi fosilní paliva patří hlavně ropa. Jedná se o hnědou hořlavou kapalinu, která je tvořená směsí uhlovodíků a alkanů a nalézá se ve svrchní vrstvě zemské kůry 8 kilometrů pod zemským povrchem. Ropa je využívána především v dopravě pro pohon motorizovaných vozidel. Kromě využití pro pohony, se také využívá v potravinářském průmyslu nebo pro výrobu plastů.

Dalším fosilním palivem je zemní plyn tvořený z 90% z metanu. Je vysoce hořlavý a při spalování uvolňuje do ovzduší, v porovnání s ostatními fosilními palivy, nejmenší podíl CO₂. Díky tomu se řadí mezi ekologické zdroje stejně jako zdroje obnovitelné.

Uhlí je dalším využívaným fosilním palivem. Jedná se o hořlavou horninu černé barvy složenou z uhlíku a vodíku. Uhlí rozlišujeme podle stáří na několik typů, přičemž to nejkvalitnější je také nejstarší uhlí neboli antracit. Uhlí se využívá k vytápění a k ohřevu teplé vody.

2.2 Spalování uhlí a uhelné elektrárny

V České republice využívá většina tepelných elektráren jako palivo uhlí. Při jeho spalování dochází v ohništi parního kotle k uvolňování tepelné energie. Uhlí se nejprve sváží na skládku, kde dochází k homogenizaci. Ta se provádí mísením jednotlivých dodávek uhlí mezi sebou. To zaručí stálou kvalitu uhlí a tím velmi dobrou výhřevnost.

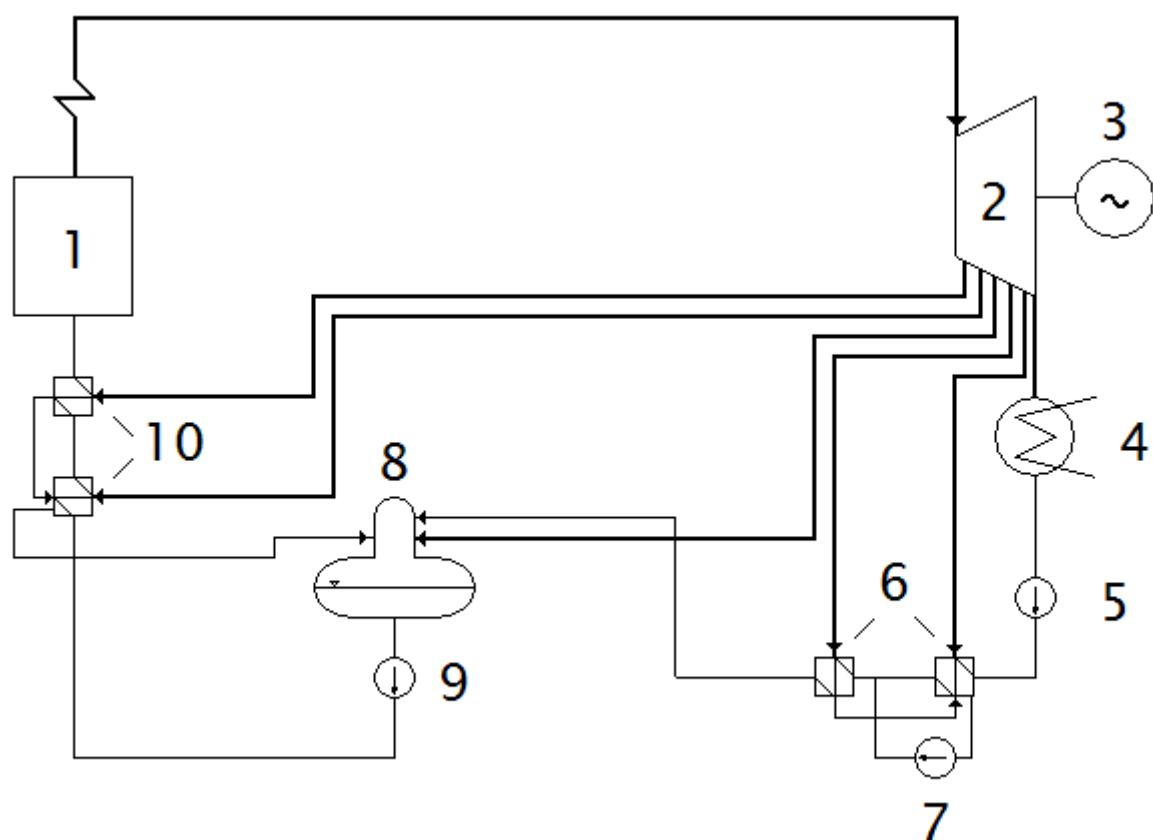
Parní kotle na uhlí jsou velice výkonné, jelikož se zde využívá velké množství paliva s velkou výhřevností.

Uhelné elektrárny v České republice vyrábějí více jak 60% procent elektřiny. Jejich výstavba je závislá na dodávkách uhlí a často se v jejich blízkosti nachází uhelný důl. Další důležitou podmínkou pro výstavbu je výskyt většího zdroje vody potřebného pro chlazení. Nejčastěji tímto zdrojem bývá řeka nebo přehrada.

2.3 Části kondenzačních elektráren

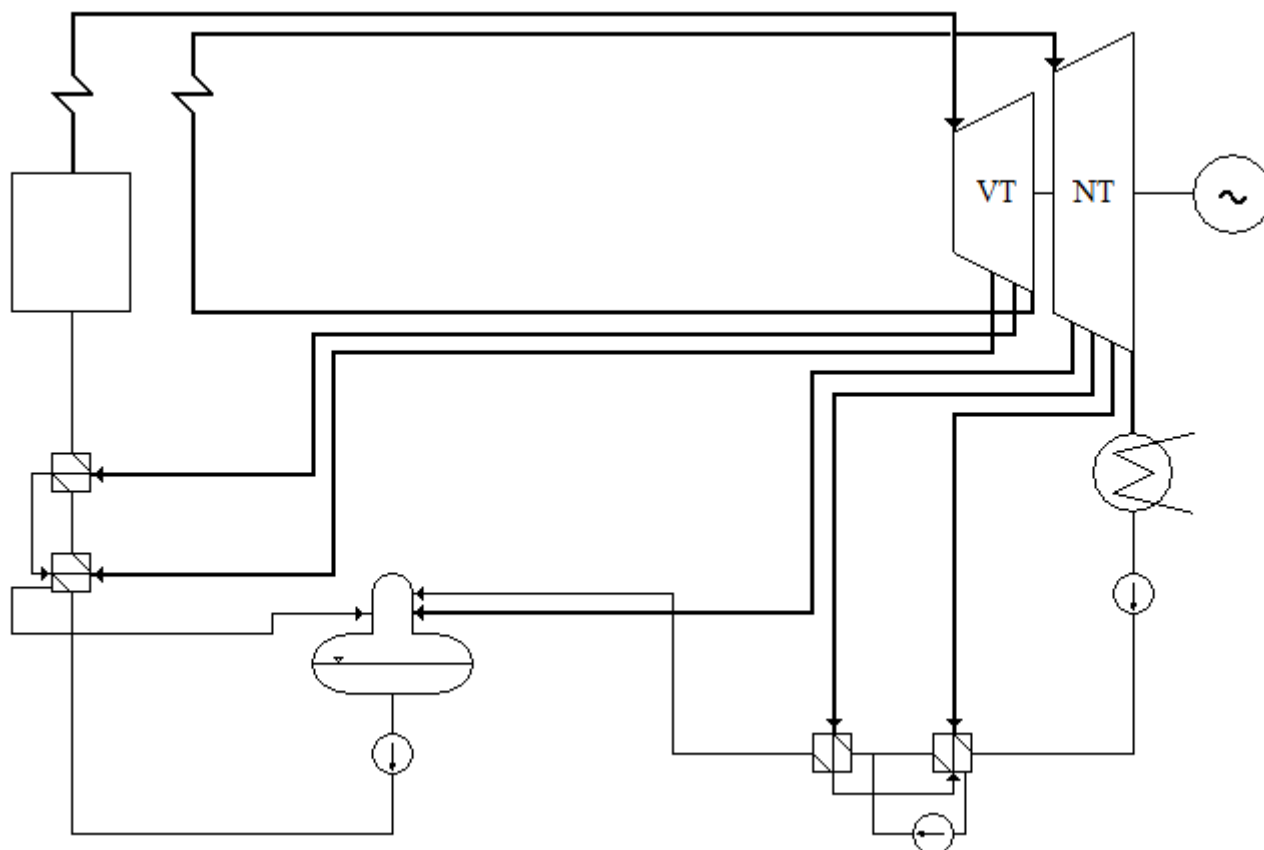
Na obr. 2 je uvedeno schéma kondenzační elektrárny. Přívod tepla do cyklu je zde uskutečněn pouze k výrobě přehřáté páry. Tato pára má zadanou teplotu a dále se nepřihřívá. Na obr. 3 je zobrazen blok kondenzační elektrárny s přihříváním páry. V tomto bloku je turbína rozdělena na vysokotlakou a nízkotlakou část. Pára prochází nejprve vysokotlakou částí turbíny a poté se k ní opět přidává teplo v přihříváku. Odtud pára putuje do nízkotlaké části turbíny. Elektrárenské bloky s přihříváním páry se vyznačují vyšší účinností.

Při spalování paliv se v kotli ohřívá voda a vzniká pára. Ta je přiváděna do turbíny, která je spojena s alternátorem. po průchodu turbínou je pára přiváděna do kondenzátoru, ve kterém kondenzuje. Kondenzátor je chlazen chladicí vodou, která cirkuluje v jeho trubkách. Z kondenzátoru přes kondenzační čerpadlo se kondenzát čerpá do nízkotlakých regenerativních ohříváků. Odtud je veden do napájecí nádrže a odplyňováku. Odplyňovák vodu zbaví plynů a voda se zde ohřívá parou z odběrů turbíny. Odplyněná voda se z nádrže čerpá přes vysokotlaké regenerativní ohříváky do kotle.



Obr. 2.3a Typické schéma kondenzačního elektrárenského bloku bez přehřívání páry

- 1 - kotel
- 2 - turbína
- 3 - alternátor
- 4 - kondenzátor
- 5 - kondenzační čerpadlo
- 6 - nízkotlaké regenerativní ohříváky
- 7 - čerpadlo
- 8 - napájecí nádrž s odplyňovákem
- 9 - napájecí čerpadlo
- 10 - vysokotlaké regenerativní ohříváky



Obr. 2.3b Typické schéma kondenzačního elektrárenského bloku s přihříváním páry

2.3.1 Zauhlování

O dopravu uhlí do kotelny se stará zauhlovací zařízení. U velkých elektráren, které mají ve své blízkosti uhelný, většinou povrchový důl, je doprava zajištěna pásovou dopravou z drtírny dolu nebo z hlubinných zásobníků. Zásobníky jsou plněny uhlím, které je přiváženo vagony ze skládky. Skládka má určitou kapacitu uhlí, které vystačí na provoz elektrárny na několik dní až týdnů. Kapacita skládky se určuje podle způsobu dopravy a podle vzdálenosti skládky od elektrárny. Uhlí se ze zásobníku nebo ze skládky dopravuje přes odlučovače železa na šikmé pásy v zauhlovacím mostě. Odtud se pásovými dopravníky dostává do zásobníků surového uhlí. Ty zajišťují zásobu surového uhlí pro jednotlivé kotle na několik hodin.

Přes podavač, který odměřuje přesné množství uhlí, se uhlí podává do mlýna. Zde se uhlí semele na jemný prášek a usuší se za pomoci plynných spalin, které jsou nasáty ze spalovací komory kotle. Uhlí prášek se spaluje za přívodu přehřátého vzduchu. Tím vznikají plynné spaliny, které předávají teplo parovodnímu traktu kotle. Z plynných spalin je zachycen popílek, který je společně se zachycenou škvárou pod spalovací komorou dopravován do zařízení na složiště škváry a popílku. Plynné spaliny jsou nasávány z kotle ventilátory a přes komín se dostávají do atmosféry.

2.3.2 Parovodní okruh v uhelných elektrárnách

Ohřátá voda z kotle se odpařuje ve výparném systému. Pára se přehřívá v přehřívácích a získává vysoký tlak. Parním potrubím se pára následně dostává do turbíny. Zde projde nejprve vysokotlakou částí a vrací se zpět do přehříváku páry v kotli. Pára se poté vede do středotlaké části turbíny, ze které se opět vrací do kotle. Nakonec pára projde nízkotlakou částí, opouští turbínu a putuje do kondenzátoru. V kondenzátoru se nachází chladicí voda, díky které pára kondenzuje. Kondenzát se dopravuje přes čerpadla a nízkotlaké regenerativní ohříváky do nádrže vody a odplyňováku. Z nádrže se voda dopraví přes vysokotlaké regenerativní ohříváky do ohříváku napájecí vody kotle.

2.3.3 Okruh chladicí vody a úprava vody

Chladicí voda se používá pro odvod tepla při kondenzaci páry v turbíně. Zároveň se s ní chladí technologické zařízení. Chladicí voda se nejčastěji získává z povrchových toků, převážně z řek a přehrad, které se nacházejí v blízkosti elektrárny. Jako okruh chladicí vody se používá buď otevřený způsob neboli průtočné chlazení, nebo se využívá uzavřený způsob, cirkulační chlazení. Otevřený způsob spočívá v předání tepla přímo vodnímu toku. U uzavřeného způsobu se teplo dostává do atmosféry přes chladicí věže.

U velkých elektráren se častěji využívá uzavřeného způsobu odvodu tepla přes chladicí věže. Je zde velká spotřeba vody a přírodní zdroje nejsou v takových případech dostačující.

V parovodním okruhu a v okruhu chladicí vody dochází k určitým ztrátám vody. K náhradě těchto ztrát je zapotřebí upravit velké množství vody. Proto se voda z povrchových toků přivádí zásobních nádrží, kde se od ní oddělí mechanické nečistoty. Přes čerpadla se voda dopraví na předúpravu a menší část vody je vedena do demineralizační stanice, kde se upraví případná voda pro parovodní okruh. Pokud se v kondenzátu objeví větší množství nečistot, tak se do cyklu úprav zahrne ještě úprava kondenzátu.

2.3.4 Okruh výroby elektřiny

Do turbíny je přiváděna pára, jejíž energie je zde přeměňována na energii mechanickou. Tato energie roztáčí alternátor, který je na společné hřídeli s turbínou. Z alternátoru se vygenerovaná elektrická energie přenáší do hlavního transformátoru. Ten elektrickou energii transformuje na příslušnou napěťovou hladinu a vedením se přivádí až ke samotným spotřebičům. Pro napájení osvětlení, přístrojů a elektromotorů v elektrárně elektrickou energií z alternátoru nebo sítě jsou instalována zařízení pro zajištění spolehlivého napájení jednotlivých spotřebičů vlastní spotřeby.

3 Tepelné elektrárny v České republice a jejich parametry

Elektrárna	Instalovaný výkon [MW]	Počet bloků	Palivo
Pruněrov II	1050	5	hnědé uhlí
Počerady	1000	5	hnědé uhlí
Chvaletice	800	4	hnědé uhlí
Dětmarovice	800	4	černé uhlí
Tušimice II	800	4	hnědé uhlí
Mělník III	500	1	hnědé uhlí
Pruněrov I	440	4	hnědé uhlí
Vřesová	370	2	zemní plyn, energoplyn
Opatovice	378	6	hnědé uhlí
Mělník I	352	6	hnědé uhlí
Kladno - Dubská	366	4	černé a hnědé uhlí, zemní plyn, biomasa
Ostrava - Kunčice	254	11	černé uhlí, hutní plyn, koksárenský plyn
Komořany	239	8	hnědé uhlí, zemní plyn
Mělník II	220	2	hnědé uhlí
Ledvice 2	220	2	hnědé uhlí
Tisová I	184	4	hnědé uhlí, biomasa
Třebovice	174	2	černé uhlí, lehký topný olej
Poříčí	165	3	hnědé a černé uhlí, biomasa
Plzeň	149	3	hnědé uhlí, zemní plyn, biomasa
Praha - Malešice	122	4	černé uhlí
Štětí	113	5	hnědé uhlí, lehký topný olej, biomasa
Litvínov T700	112	5	hnědé uhlí
Tisová II	112	1	hnědé uhlí
Ledvice 3	110	1	hnědé uhlí
Hodonín	105	2	hnědé uhlí, biomasa

Tab. 3 Seznam tepelných elektráren v ČR a jejich parametry