

5. Elektroenergetika

Je to obor zabývající se výrobou a rozvodem elektrické energie.

5.1 Energetické zdroje

Jedním ze základních přírodních zákonů je zákon zachování energie: energie nevzniká ani nezaniká, jen se přeměňuje jedna její forma na jinou.

Rozdělení:

- prvotní (přírodní)
 - Obnovitelné (nevyčerpatelné)
 - Neobnovitelné (vyčerpatelné)
- druhotné - člověkem upravené přírodní (např. koks, benzin)

Neobnovitelné přírodní zdroje

- uhlí - především hnědé uhlí využívané v tepelných elektrárnách, byl to základní energetický zdroj 20. století, nevýhodou je zásah do krajiny již při těžbě uhlí a dále velké znečištění ovzduší při výrobě v TE
- uranová ruda – je složena především z izotopu uranu ^{238}U a pouze jen z (0,03- 4%) izotopu ^{235}U , který potřebujeme ke štěpení a výrobě elektrické energie v jaderných elektrárnách, jinak ekologická výroba v JE, je znevýhodněna finálním radioaktivním odpadem, každopádně je to zdroj budoucnosti
- ropa - 60% produkce je využito v dopravě a jiných neenergetických zdrojích, jako energetický zdroj jej využívají pouze státy, které jí mají jako své nerostné bohatství v tzv. ropných elektrárnách, pro ostatní státy by to bylo ekonomicky nákladné
- zemní plyn – nejvíce využit jako tepelný zdroj, stejně jako u ropy, pouze státy, které ho mají jako nerostné bohatství, mají tzv. plynové elektrárny, pro ostatní státy by to bylo ekonomicky nevýhodné

Obnovitelné přírodní zdroje

- voda – je to nejstarší energetický zdroj, který člověk začal využívat (mlýny, pily, kovárny), z původně mlýnského kola se postupně vytvořila vodní turbína, využití se našlo ve vodních elektrárnách, voda musí mít dva základní parametry, aby mohla pohánět turbínu – průtok a spád, proto se staví přehrady

- Sluneční energie

- Slunce vyzáří na povrch Země v podobě světelných a tepelných vln výkon cca 1000W/m^2 , na našem území dosahuje průměrná intenzita slunečního záření hodnoty kolem 620W/m^2 , člověk z toho využije jen max 200W/m^2
- současné využití: pasívní – voda, vítr, biomasa,
aktivní – sluneční kolektory, ohřev vody
– sluneční články, výroba el. proudu
- sluneční článek pracuje na fotovoltaiickém jevu, což je přímá přeměna záření na elektrický proud
- 70m^2 vydá asi 10kW (velikost a spotřeba třípokojového bytu)
- nejvíce elektráren mají Španělsko (největší 60MW) a Německo (54MW)
- u nás je boom elektráren proto, že stát nastavil výhodné ekonomické podmínky, největší elektrárna v ČR je Ralsko u České Lípy 38MW

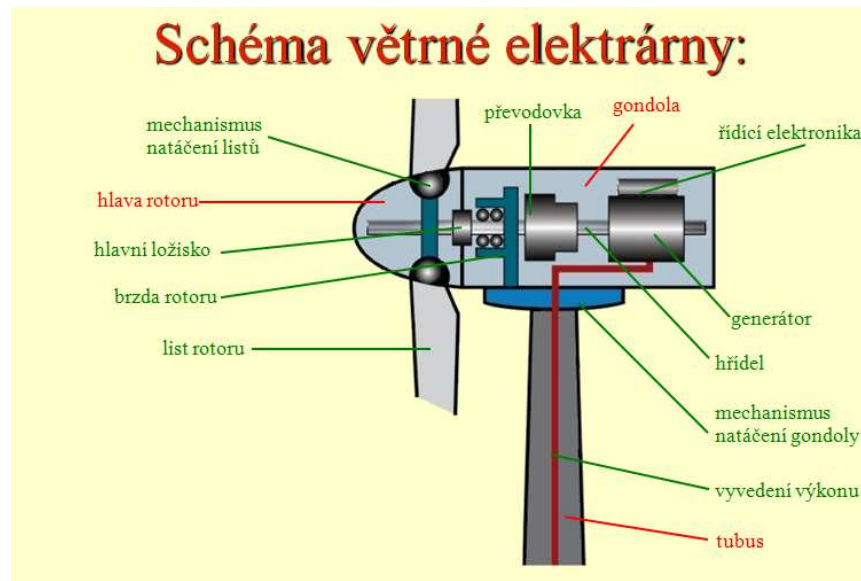


- zajímavost: Na Zemi je asi 22 milionů km^2 , poušť Sahara má rozlohu 7 milionů km^2 . Kdyby se jen z jedné desetiny Sahara využila a osadila dnešní technikou slunečních elektráren, bylo by možné získat asi 50TW , což je 5krát více, než lidstvo potřebuje.

- Geotermální energie

- teplo uvnitř Země, na povrch v podobě horké páry a vody
- až 9 km vrty pod povrch
- využití lázeňství, vytápění a výroba el. energie
- první elektrárna 1904 v Itálii
- tímto typem elektrárny vyrobeno 1% světové produkce
- u nás na severu Čech vytápění a elektrárna Liberec - Děčichov

- Větrná energie
 - výška 40-100 m, průměr vrtule do 60 m, výkon cca do 3MW
 - nevýhoda: velký hluk (infrazvuk) je způsobený mechanickými částmi, generátorem a vzdušným prouděním (náběhem vzduchu na vrtuli
 - nevýhoda: nestabilní zdroj, nevíme kde a kolik W vyrobí, hrozí kolaps sítě, poté celkový výpadek tzv. blackout (např. my máme dodávat Německu 1100MW a místo toho k nám došlo 850MW, soustava přetížená, hrozí výpadek)
 - prim má Německo a Španělsko



- zajímavost:
 - pokud bychom chtěli nahradit JE Temelín větrnými elektrárnami, pak by se spotřebovalo 6x více betonu 10x více oceli
 - Británie má výhled do roku 2020, že veškeré domácnosti budou pokryté energií z větrných elektráren
- Biomasa
 - je to hmota organického původu – dřevo (štěpka), sláma, zemědělské zbytky
 - využití spalováním k výrobě tepla a elektrické energie
 - spaluje se i v uhelných elektrárnách s uhlím
 - vydá při spalování tolik CO₂, kolik při samotném růstu z ovzduší zlikviduje, balance je tedy nulová
 - pěstujeme energetické rostliny, např. rychle rostoucí vrby
- Ostatní zdroje
 - přímořské elektrárny
 - mořské proudy (energie moře)

5.2 Tepelné elektrárny

Vyrábí elektrickou energii přeměnou z chemické energie vázané v palivu prostřednictvím tepelné energie.

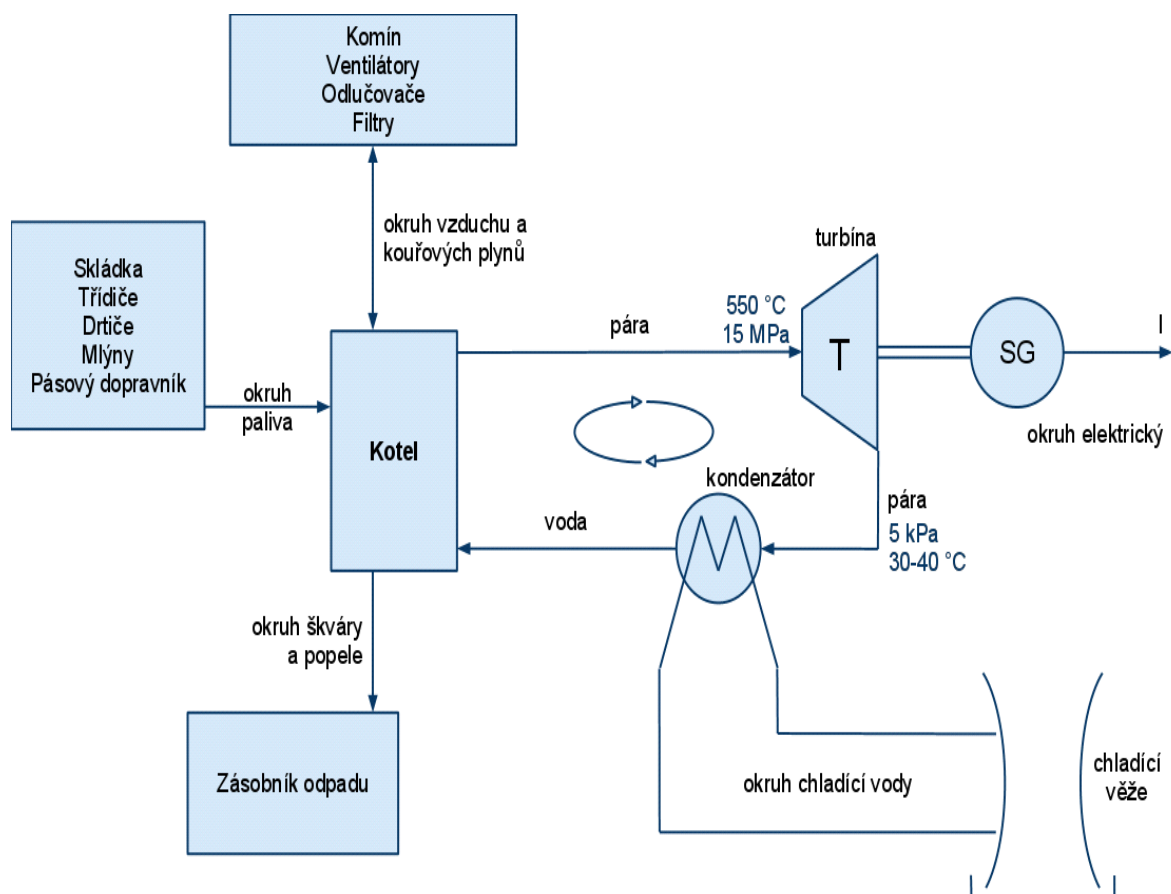
Jejich základním problémem je, že i sebelepší a moderní vybavení a výrobní technologie, nezaručí vyšší účinnost než cca 50% (vyšší hodnotu účinnosti nám nabízí možnost tzv. kogenerace, což je sloučení výroby elektrické i tepelné energie, cca 80%).

Mají dva základní nedostatky: vysoká zátěž pro životní prostředí, zejména vznik plynů ze spáleného paliva a dostupnost paliva.

Rozdělení:

- parní – teplárny (vyrábí elektrickou a tepelnou energii)
- kondenzační (vyrábí pouze elektrickou energii)

Princip:



Hlavní výrobní okruh:

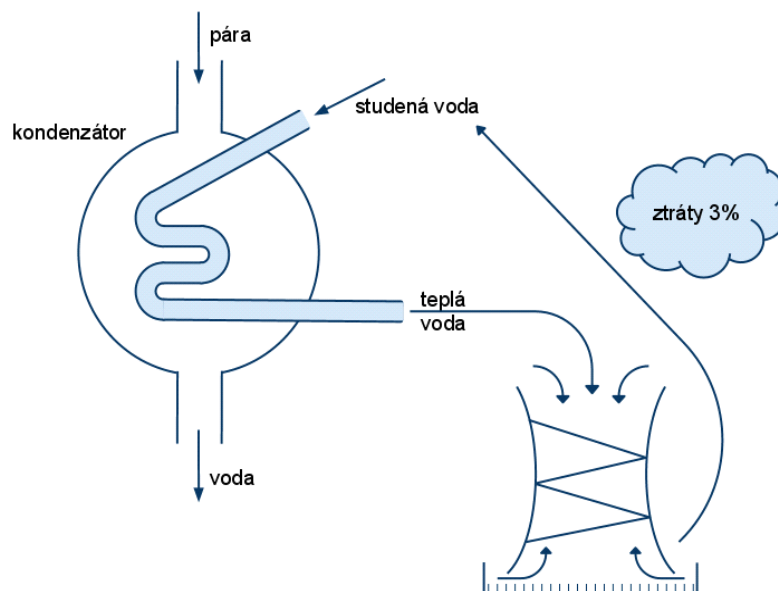
Okruh pára – voda

- Napájecí voda se zbaví mechanických nečistot a upraví se tvrdost vody
- Voda je vháněna do kotle
- Z kotle vychází sytá pára, která obsahuje vodní kapičky
- Pára vchází do přehříváku, kde se zbaví zbytků vody a je to ostrá (suchá) pára
- Pára pohání turbínu 550 °C, 15 MPa, na výstupu má 30-40 °C, 5 KPa
- Pára vchází do kondenzátoru, kde se sráží na vodu, postupuje do sborníku, kde se dočerpají ztráty asi 5%
- Na výrobu je potřeba: 1 kWh = 4 kg páry

Ostatní okruhy:

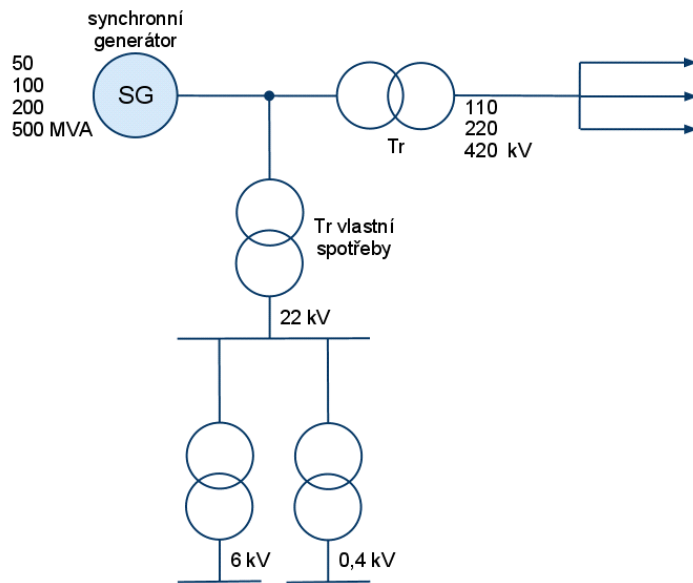
Okruh chladicí vody

- Průtočný systém – pouze u malých elektráren, využívá vodu přímo z vodního toku, studenou vezme z řeky a ohřátou do ní vrací, je to neekologické, teplá voda narušuje mikrobiologii a mikrofaunu vody.
- Oběhový systém



Ohřátá voda z kondenzátoru se čerpá nahoru do chladicích věží, rozstřikuje se na roštích a ve styku s proudícím vzduchem se chladí a hromadí v nádrži pod věží, ztráty jsou asi 3%, ke zchlazení 1 kg páry je třeba cca 60 l chladicí vody.

Elektrický okruh



Okruh paliva

Uhlí se do TE dopravuje vlakovou nebo lodní dopravou. Zásoba uhlí je vždy na 14 až 30 dní a stále se obnovuje z důvodu samovznícení. Palivo postupuje: skládka → třídiče → drtiče → mlýny → kotel, který rozlišujeme podle ohniště na roštový (topí se v něm kousky uhlí) nebo práškový (topí se v něm uhelným prachem). Obě možnosti mají své výhody. Roštové ohniště je ekonomicky příznivější, než práškové. Výhřevnost je však opačná. Práškové je výhřevnější než roštové. Spotřeba je cca 1 kWh = 1 kg uhlí, 100 MW (1 den) = 2000 tun uhlí (40 vagonů)

Okruh škváry a popele

Palivo obsahuje asi 30% nespalitelných příměsí, které odpadají na dno kotle, to je chlazené vodou, pak se zbytky drtí vodou a odplavují do usazovacích nádrží. Odtud se vybírají a odvázejí na haldy, nebo se dále využívají ve stavebním průmyslu (příměs do tvárnic, podloží cest, atd.). Po spálení paliva nám zůstává: na ohništi roštovém škvára a popel, na ohništi práškovém struska a popílek.

Okruh vzduchu a kouřových plynů

Plyny a popílek se odsávají ventilátorem do komína, kde se popílek usazuje v mechanických a elektrostatických filtrech. Elektrostatické filtry mají účinnost 90-

95%. Do komína vstupuje cca 20 g/m³ popílku a po vyčištění filtry se do ovzduší dostane cca 1-2 g/m³. Při spálení 1 kg paliva se vytvoří 7 m³ kouřových plynů.

Další okruhy:

Mazací, regulační, úpravny vody, atd.

5.3 Jaderné elektrárny

5.3.1 Radioaktivita

- Je to vlastnost některých atomů, které vlivem nadbytku protonů nebo neutronů v jádře jsou schopny se samovolně přeměňovat na atomy jednodušší a tím vzniká radioaktivní záření.
- Poločas rozpadu je doba, za kterou vždy poklesne radioaktivita na polovinu původní hodnoty.
- Radioaktivita klesá po exponenciále.
- Přírodní radioaktivní prvky jsou tři, jejich poločas rozpadu je cca 10⁸-10⁹ let, jsou to: ²³⁵U, ²³⁸U, ²³²Th.

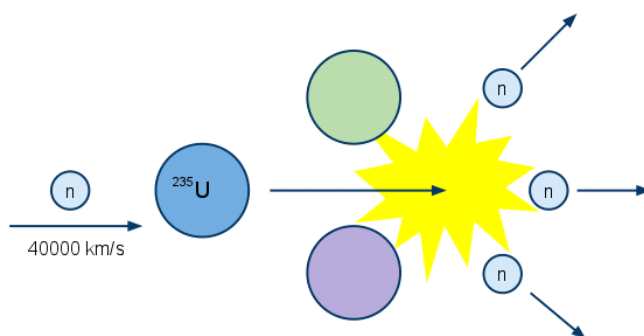
Druhy záření:

- Alfa
 - je to proud jader Helia (dva protony+dva neutrony)
 - je to nejslabší záření, urazí pouze několik cm a samovolně zaniká
 - zastaví ho jakákoliv překážka (list papíru)
- Beta
 - je to proud volných elektronů
 - urazí samovolně několik metrů
 - zastaví ho silnější překážka – sklo, hliníková fólie
- Gama
 - je to elektromagnetické vlnění s krátkou vlnovou délkou
 - způsobuje změny na organické látce, kterou projde
 - zastaví ho silná překážka – aspoň 2 m silná betonová zeď, olovo
- Neutronové
 - je to proud volných neutronů
 - je nejpronikavější
 - zastaví ho beton nebo voda

Využití:

- lékařství – obor radiologie, sterilizace nástrojů
- archeologie – zjišťování stáří památek, čištění památek
- zemědělství – obor šlechtitelství, uskladňování
- průmysl – obor defektoskopie – zjišťování vad uvnitř materiálů např. velké kovové součásti (hřídele), stavby (mosty)

5.3.2 Štěpné reakce



- Atomové jádro se po srážce s letícím volným neutronem rozpadne na několik částí (dva odštěpky a dva až tři další rychle letící neutrony).
- Rychlost volného rychle letícího neutronu je 40 000km/s
- Odštěpky narážejí na další atomy kolem sebe, ztrácejí rychlost a jejich pohybová energie se mění na teplo.
- Jediný přírodní štěpitelný prvek je ²³⁵U.
- Štěpení lavinovitě narůstá, vzniká řetězová reakce.
- Rychlost řetězové reakce závisí na tom, kolik uvolněných neutronů najde uranové jádro dříve, než jsou jinde pohlceny nebo než odletí pryč.
- Charakteristickým parametrem štěpné reakce je kritická hmotnost, ta nám určuje řiditelnost reakce, pro různé látky je různá, cca 10-50kg (čím více obsahuje látka štěpitelných prvků, tím je kritická hmotnost menší).
- Rozlišujeme: nadkritické množství – vzniká neřízená reakce (atomová bomby)
podkritické množství – vzniká řízená reakce (jaderné reaktory).

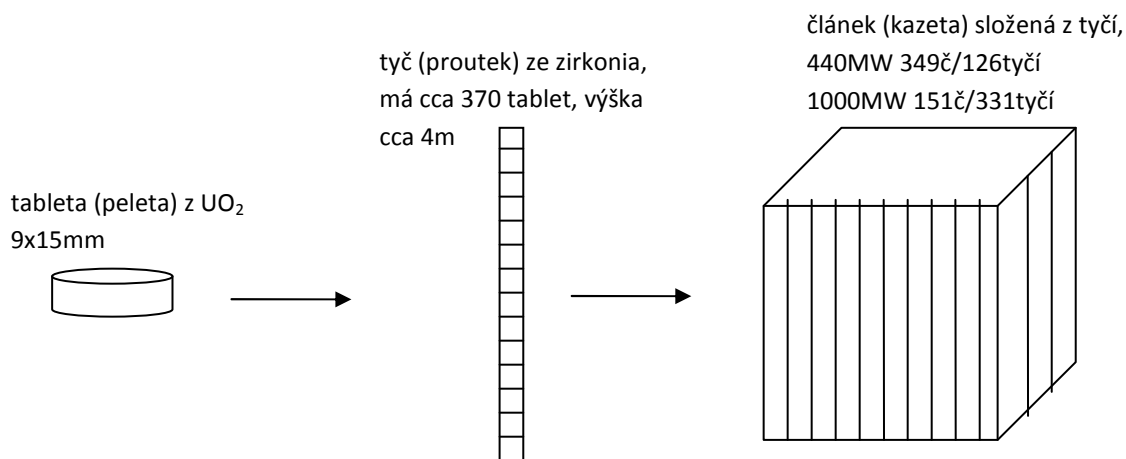
5.3.3 Jaderné reaktory

- Reaktorová (tlaková) nádoba s víkem kulovitého tvaru z kvalitní oceli je umístěna v betonovém stínění tloušťky cca 2m.
- V nádobě (v aktivní zóně) jsou palivové články + regulační a havarijní tyče, které jsou z materiálu maximálně pohlcující neutrony – kadmium, bor.
- Vše je uvnitř obklopeno moderátorem a chladičem.
- Parametry největšího reaktoru jsou: výkon 1300MW, výška 13m, průměr 5m, tloušťka stěny 25cm, hmotnost 500t.

Typy jaderných reaktorů:

Tepelné reaktory

- Ke štěpení využívají zpomalené neutrony.
- Palivo se používá:
 - přírodní uran, který obsahuje 98% ^{238}U , 2% ^{235}U
 - obohacený uran, který obsahuje 93% ^{238}U , 7% ^{235}U
 - tvar paliva:



- Pro zvýšení pravděpodobnosti setkání rychlého neutronu s ^{235}U vzhledem k jeho málo procentnímu zastoupení je nutné jeho rychlost snížit asi na 2000 km/s.
- K tomu slouží látka, která obklopuje palivové články, nazývá se moderátor a je to voda, těžká voda, grafit.
- Teplo, které vzniká při štěpné reakci se pomocí chladiva odjímá a předává dál turbíně a ta roztáčí alternátor, může to být voda, těžká voda, oxid uhličitý, helium, tekutý sodík
- Podle kombinace moderátoru a chladiva rozlišujeme několik typů tepelných reaktorů:
 - Lehkovodní LWR - tlakovodní PWR (VVER) 63%
- varný BWR 22%
 - Grafitový 9%
 - Těžkovodní 5%

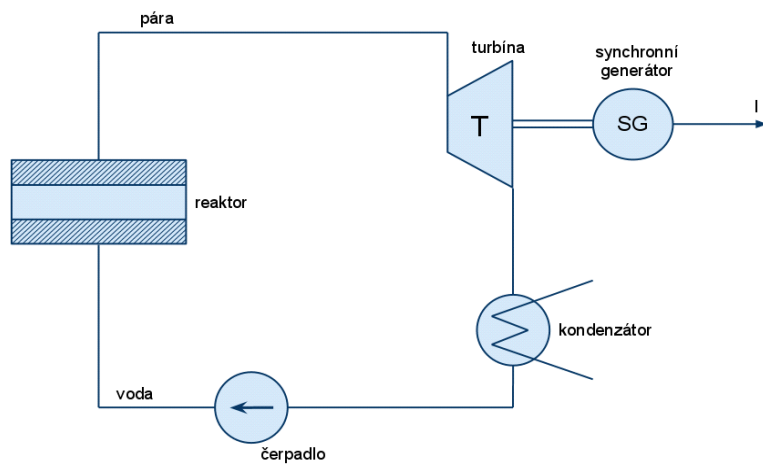
Rychlé (množivé) reaktory

- Ke štěpení používají rychlé letící neutrony.
- Nemají moderátor.
- Chladivo je výhradně tekutý sodík.

- Označujeme je FBR 1%.
- Palivo má stejný tvar a uspořádání jako u tepelných reaktorů, jen složení má jiné:
 - $^{239}\text{Pu} \leftarrow ^{238}\text{U} + n$
 - $^{233}\text{U} \leftarrow ^{232}\text{Th} + n$
- V případě, že se palivové tyče obklopí tyčemi z ^{238}U , bude nám díky rychlým neutronům vznikat i nové palivo.
- Při vhodném uložení je možné, že reaktor vyrobí více paliva, než spotřeboval.

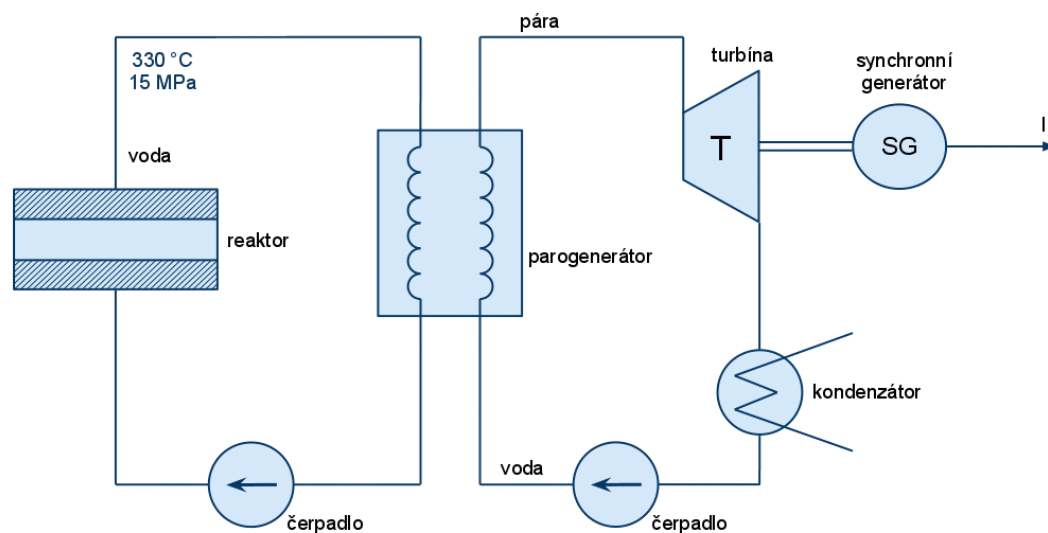
5.3.4 Uspořádání jaderné elektrárny

Jednookruhové



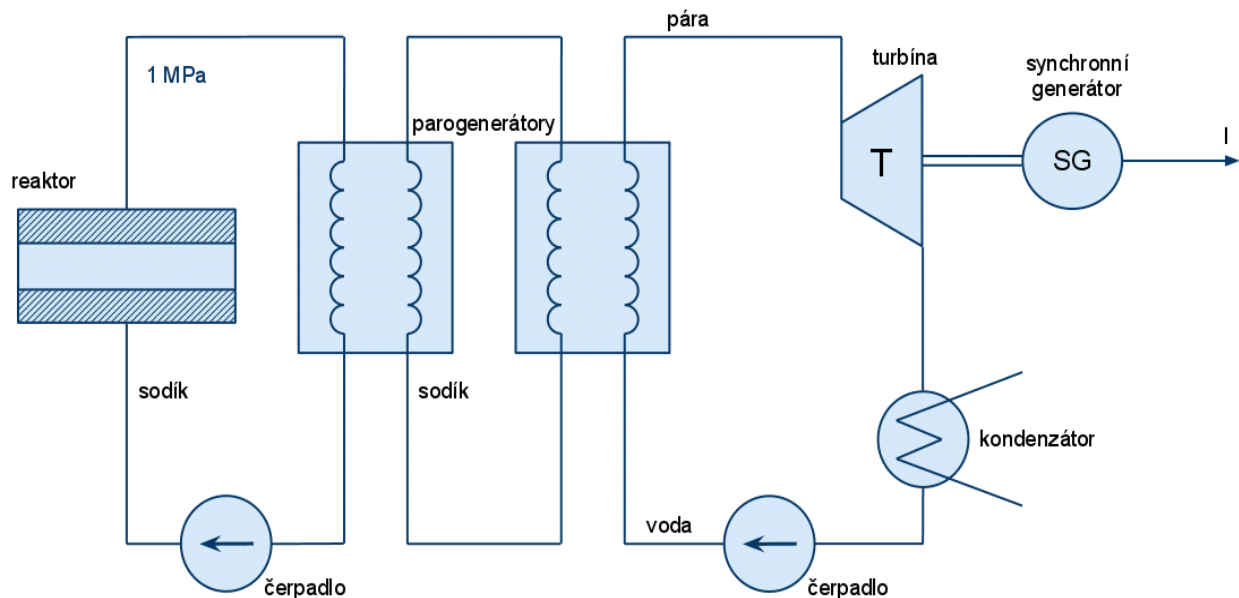
- Pouze pro varné reaktory, voda v reaktoru vaří a vzniklá pára pohání přímo turbínu, což je nevýhoda, protože celý okruh je radioaktivní.

Dvouokruhové



- Nejrozšířenější uspořádání
- Spojovací člen (parogenerátor) odděluje radioaktivní okruh od neradioaktivního

Tříokruhové



- Pouze pro rychlé reaktory z důvodu zvýšení bezpečnosti (sodík s vodou prudce reaguje)

5.3.5 Vyhořelé palivo

- Ze všech odpadu na světě je 1,1% toxický odpad a z toho je 0,1% je vysoceradioaktivní s životností 100 000 let.
- Vsazka palivových článků se v reaktoru mění buď celá, nebo jen poměrná část (1/3, 1/4).
- Manipulace s vyhořelým palivem se obvykle provádí pod vodou, protože voda chladí a stíní.
- Rozlišujeme odpad nízko, středně nebo vysoce radioaktivní.
- Po vytažení z reaktoru jde palivo do bazénu pro vyhořelé palivo, zde je 5 let.
- Po 5 letech je palivo převezeno do meziskladu (suchý, mokrý), zde je cca 40 let.
- Potom se radioaktivní odpad rozdělí:
 - nízko, středně radioaktivní, který jde na zpětné zpracování paliva.

- vysoce radioaktivní jde na konečné uložení, které je 500 až 1000m pod povrchem, odpad je v měděných kazetách zalitých do betonových kontejnerů, předpokládá se, že zde budou 100 tisíc let
- Vzhledem k tomu, že výzkum a technika v jaderné oblasti jde rychle dopředu, je výše uvedený postup ukládání paliva jen předběžnou variantou. Je tedy možné, že se ustoupí od konečných uložení a odpad dojde dalšího použití.

Technická data jaderné energetiky:

- Účinnost je asi 45%
- Ve světě pracuje cca 450 jaderných reaktorů v energetice, nejvíce v USA 104, Francii 58 a Japonsku 53
- Největší JE v Japonsku má 10 reaktorů o celkovém výkonu 8815MW
- Francie má největší podíl JE na výrobě elektřiny a to 75%
- ČR má podíl JE 30%, máme dvě JE: Temelín 2x 1000MW, Dukovany 4x500(440)MW
- Srovnání: 1tableta uranu = 880kg černého uhlí
1,8kg paliva = elektřina pro domácnost na 25 let

5.4 Vodní elektrárny

Hydroenergetický potenciál vodních toků je na celém světě 32 900 TW, z toho využíváme pouze 25%, především z ekonomických a ekologických důvodů. Vodní energie je založená na přeměně polohové (potenciální, spád) a pohybové (kinetické, průtok) energie vody na energii elektrickou.

Výkon: $P = k \cdot H \cdot Q$ [kW, -, m, m³/s]
k...určuje účinnost soustrojí, je 6,5-8,5

Výhody:

- ekologické výroba
- rychlé nabití a odstavení elektrárny cca 1,5 až 6min
- výroba elektrické energie tzv. „na sklad“ (přečerpávací elektrárna, uložení energie do vody v nádrži)
- vyrábí jalový výkon v době odstavených turbín

Rozdělení podle času provozu během dne:

- základní – tvoří základ výroby el. energie v denním harmonogramu výroby
- špičkové – se provozují jen v denních provozních špičkách
- pološpičkové - se provozují jen v denních provozních pološpičkách

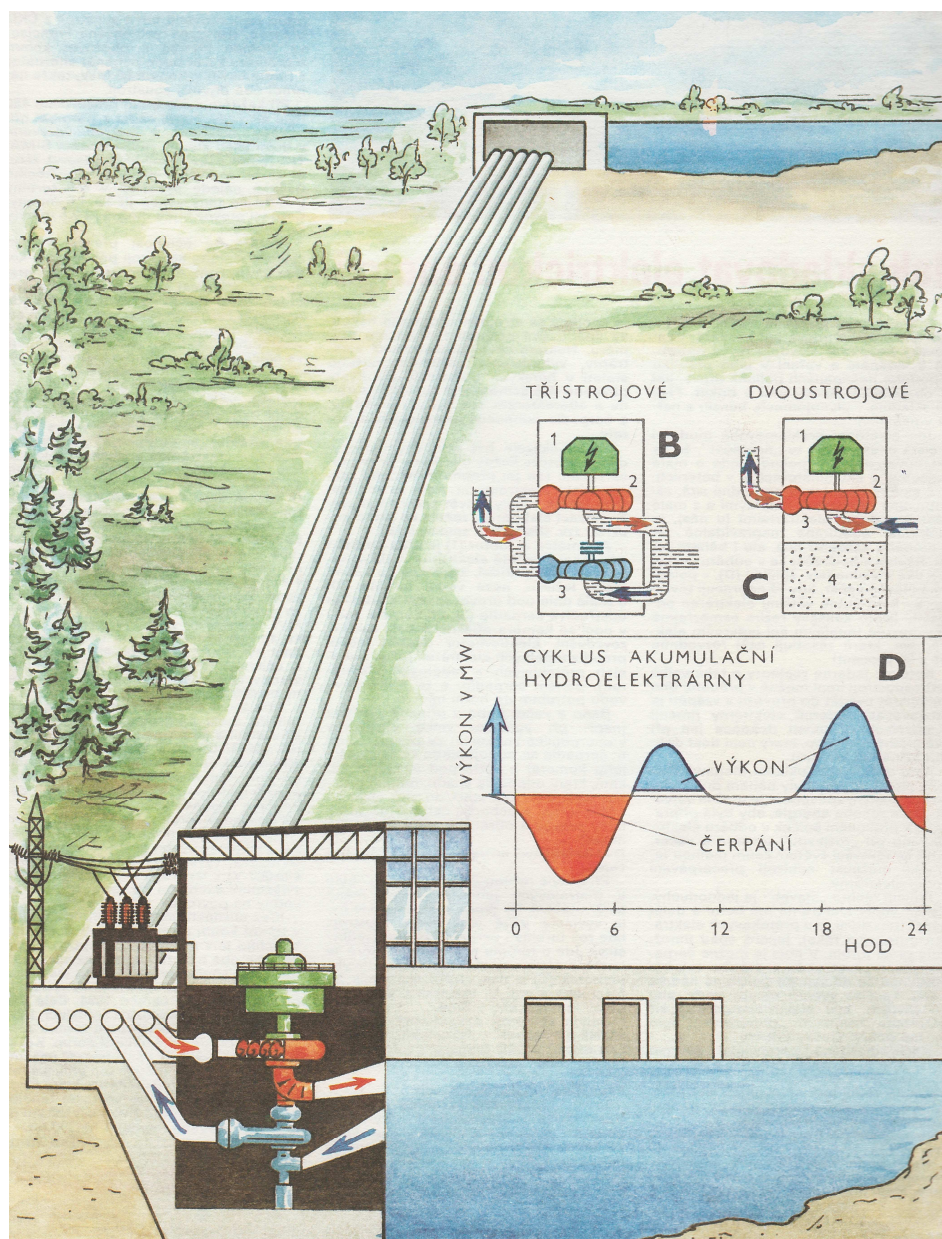
Rozdělení podle principu:

- Přílivová – využívá energie přílivu a odlivu moře, využití v přímořských oblastech
- Průtočná – je přímo na vodním toku, většinou má malý spád, proto využívá Kaplanovu turbínu, patří mezi základní
- Akumulační – nejdříve akumulace vody, potom výroba, nádrže zadržují velké množství vody z náhodných zdrojů (z dešťů, tání ledovců),
- Přečerpávací – přečerpává vodu ze spodní do horní nádrže a pak ji využívá k výrobě drahé energie. K přečerpávání využívá nadbytečný proud, který označujeme u nás jako noční. Pracují jako špičkové. Výhodné je spojení s velkou TE nebo JE (u nás příkladem jsou Dukovany – Dalešice).

Uspořádání strojů - 4 strojové – T A M Č

3 strojové – T AM Č

2 strojové – AM TČ (turbína HONE, Hosnedl a Nechleba)



Druhy turbín:

Peltonova

- nejstarší, podobná mlýnskému kolu
- má vodorovnou hřídel
- malý průtok, velký spád (400-1800 m)
- 1000 ot/min což umožňuje přímé spojení s alternátorem
- voda se přivádí 4 tryskami, jejich natáčením nebo uzavíráním řídíme výkon turbíny



Francisova

- má 2 kola – vnější rozváděcí a vnitřní oběžné
- má spád 40-600 m
- výkon řídíme natáčením lopatek rozváděcího kola
- má svislou hřídel
- je přetlaková, to znamená, že voda do ní vstupuje s vyšším tlakem, než z ní vychází



Kaplanova

- nejmladší, připomíná lodní šroub
- má malý spád (5-80m)
- má 3-12 natáčecích lopatek, kterými řídíme výkon (vyrábí se v rozsahu 22 kW do 115 MW)
- má svislou hřídel
- je přetlaková
- průměr turbíny může být až 9,5 m



Technická data vodních elektráren:

- účinnost turbín: 80-90%
- využití vod v ČR – 50%
- podíl VE na výrobě je asi 3%
- ČEZ 14 největších elektráren – Dlouhé stráně, Dalešice, Mohelno, Želina, Vltavská kaskáda
- 1 MW z VE ušetří 2600t uhlí a 6t SO₂ za rok
- přehrady se staví s životností 100let

5.5 Elektrické stanice s příslušenstvím

Ucelené zařízení elektrizační soustavy, v němž je soustředěna většina důležitých funkcí – spínání, jištění, měření, ovládání.

Transformovna

- Slouží ke změně napětí soustavy při stejném kmitočtu
- Je vždy u elektrárny

Spínací stanice

- Rozvodna
- Slouží k rozvádění energie téhož napětí bez transformace a bez přeměny
- Hlavním úkolem je zajištění dodávky energie pro důležité oblasti hospodářství, popřípadě havarijních situací

Měničny

- Mění kmitočet střídavého proudu popřípadě změnu na ss proud
- Elektrická trakce, propojení mezinárodních sítí, dálkové přenosy ss proudem

Kompenzovny

- Slouží k vyrovnávání jalových složek st proudu
- Jsou umístěny v nadřazených soustavách 400kV

5.6 Elektrická vedení

- energetická soustava – soustava pro výrobu, rozvod, a spotřebu **veškeré** energie
- elektrizační soustava (ES) – soustava pro výrobu, rozvod, a spotřebu **elektrické** energie
- nadřazená soustava – má z hlediska skladby nebo provozu větší důležitost než ta část soustavy, kterou napájí
- rozvodná (distribuční soustava) – slouží pro dodávku energie odběratelům

- uzel – kde jsou propojovány jednotlivé soustavy nebo vedení
- elektrická síť – je soubor všech galvanicky spojených částí vedení a stanic téhož napětí
- elektrický rozvod – souhrn všech vzájemně propojených sítí a stanic

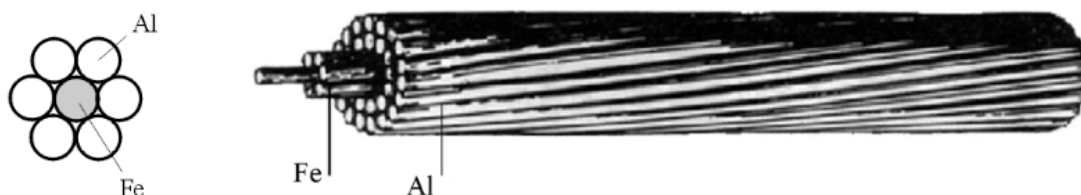
Rozdělení vodičů podle uložení a izolace:

- venkovní vedení
 - vně budov a nad zemí, umístěné na stožárech, střešnicích a konzolách
 - holé vodiče
 - ochranné pásmo
 - lesní průsek – 5m od stožáru
 - volný prostor -10-25m dle velikosti napětí (400kV – 25m)
- kabelové vedení
 - je uloženo v zemi nebo v kabelových kanálech
 - vždy plně izolované
 - ochranné pásmo 1m
- vnitřní vedení (instalace v budovách)
 - pod omítkou nebo na omítce (lišty)
 - izolované vodiče

5.6.1 Venkovní vedení

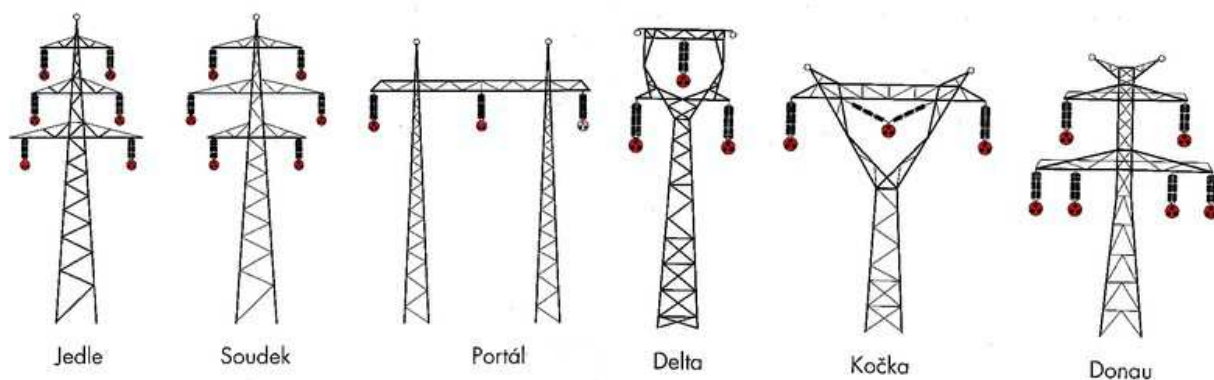
Materiály vodičů:

- vodiče kruhového průřezu – (Al, Cu, Fe)
- používáme lana pro lepší mechanickou pevnost, lepší rozložení proudu
- typický vodič, který se používá, je hliníkové lano s ocelovou duší - AlFe
- čím větší výkon, tím větší průřez, používají se vodiče do 25mm², lanka od 16mm², lana do 670mm²
- svazkové vodiče – pro 1 fázi použijeme 2 – 4 lana
- vyrábí se v délkách 0,5-1km a při montáži je spojujeme na tah a teplo



Stožáry:

- dřevěné
 - zhruba do 9m
 - krátkodobé a nevyhnutelné případy
 - nutná impregnace
 - jsou usazené na betonových patkách
- betonové
 - do 12m
 - duté, bezúdržbové, těžké
 - vyrábějí se na základě odstředivých účinků rotace formy
 - usazené přímo v zemi
- železné nebo ocelové
 - 1 kus do 20m, více kusů až do 45m
 - z profilu I,L,U
 - rezaví – nátěr nebo pokovení



Vedení na stožárech je připevněno pomocí izolátorů, které oddělují vodič od styku se stožárem – z porcelánu, skla, kameniny nebo umělé pryskyřice – závěsné nebo podpěrné.



5.6.2 Vnitřní vedení

Instalace v budovách, jejichž úkolem je rozvést energii od napájecího objektu ke všem spotřebičům.

Rozvod v obytné budově:

přívodní vedení → hlavní domovní skříň (HDS) → hlavní domovní vedení → odbočky k elektroměrům → vedení k bytové rozvodnici → obvody v bytě (světelné obvody 1-2, zásuvkové většinou 2-3, obvod pro pračku).

Rozvod v průmyslu:

Energie se dodává podle důležitosti jednotlivých provozoven a určují to dodávkové stupně:

- Zabezpečení za každých okolností (nemocnice, šachty)
- Zajištění s největším možným zabezpečením
- Bez zabezpečení

Elektrický rozvod obsahuje:

- Světelné okruhy
- Na rozdíl od domácností se dbá na rovnoměrnost pokrytí
- Z důvodu stroboskopického jevu se nevyužívají zářivky
- Okruh nouzového osvětlení
- Zásuvkové okruhy – na rozdíl od domácností jsou 1-3 fázové
- Okruh motorický

5.6.3 Kabelové vedení

- Pro kabelové vedení nebo venkovní vedení tam, kde není možno použít holé vodiče používané pro silnoproudé kabely
- Silnoproudý kabel se skládá z jednoho nebo více jader, jejich izolace, popřípadě dalších ochranných a konstrukčních prvků

Rozdělení:

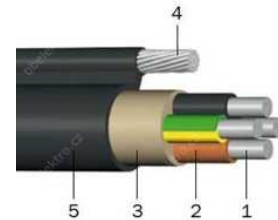
- Dle použití (topné, výtahové, instalační)
- Dle napětí (nn, vn, vvn)
- Dle materiálu izolace
 - S napuštěnou papírovou izolací a kovovým pláštěm
 - Celoplastové kabely
 - Pryžové
 - Pro vvn olejové se stlačeným plynem SF₆
- Dle počtu žil (1-5 žilové, mnohožilové)

Označení kabelů:

- První písmeno – materiál jádra (A = hliník, C = měď)
- Další písmena – materiál izolace (AYKY, CYKY)

Konstrukce:

- 1 Al jádro (RE)
- 2 Izolace (PVC), žíly jsou stočené do duše kabelu
- 3 Obal (výplňová guma)
- 4 Lano (stočené pozinkované ocelové dráty)
- 5 Plášť (PVC černý, odolný proti UV záření)



5.7 Poruchové stavy v sítích

Přetížení:

- Vzniká velkým zatížením sítě
- Vedením prochází proud vyšší než I_N , na který je vedení dimenzováno
- Chráníme pojistkou nebo jističem

Přepětí:

- Nastává, zvýší-li se napětí mezi fázemi nebo napětí mezi fází a zemí nad provozní napětí
- Vzniká v určitém místě soustavy a dále se šíří na vedení na obě strany v podobě postupných napěťových a proudových vln
- Ty se musí snížit na přípustnou mez, neboť při přepětí dochází k průrazu, což má za následek zmenšení izolačních vlastností až dojde k poškození izolace → zkrat
- Je nutné koordinovat izolaci v síti tak, aby bylo přepětí na vhodném místě svedeno do země
- Rozdělení:
 - Atmosférické
 - Úder blesku, elektrostatická indukce ve venkovních vedeních
 - Nebezpečnější je v tom, že nevíme kdy a kde
 - Trvá asi 100μs, napětí 300kV
 - Ochrana – svodiče přepětí
 - Provozní
 - Vznikne rezonancí sítě nebo vypínáním velkých zátěží na prázdno
 - Dají se částečně předvídat
 - Obecně dosahuje menších hodnot

Zkratky a zemní spojení:

Zkratky

- Je to chybné vodivé spojení mezi fázemi, nebo fází a zemí v soustavě s přímo uzemněným uzlem, neboje to spojení fází v soustavách izolovaných nebo nepřímo uzemněných uzlem.
- Příčiny:
 - Poruchy izolace (zestárnutí, nedostatečná kontrola)
 - Přepětí
 - Přímé poškození
- Následky:
 - Bezprostřední – zničení zařízení vlivem tepelných a dynamických účinků proudu
 - Provozní poruchy – přepětí, podpětí a narušení stability
- Ohrožení osob a materiálu
- Ochrana – jističe a pojistky

Zemní spojení

- Spojení fáze se zemí v soustavách s izolovaným nebo nepřímo uzemněným uzlem
- Způsobuje napěťovou nesouměrnost
- Soustavu je možné provozovat až do doby, kdy s ohledem na důležitost odběru je možné vadnou část odpojit
- Ochrana – zhášecí cívka, zhášecí transformátor