

ŠTĚPÁN BERKA

ELEKTROTECHNICKÁ SCHÉMATA A ZAPOJENÍ V PRAXI

1

ZÁKLADNÍ
PRVKY
A OBVODY

computer
press

Štěpán Berka

Elektrotechnická schémata a zapojení v praxi 1

**Computer Press
Brno
2015**

Elektrotechnická schémata a zapojení v praxi 1

Štěpán Berka

Obálka: Martin Sodomka

Odpovědný redaktor: Roman Bureš

Technický redaktor: Jiří Matoušek

Tisk: FINIDR, s. r. o.

Objednávky knih:

<http://knihy.cpress.cz>

www.albatrosmedia.cz

eshop@albatrosmedia.cz

bezplatná linka 800 555 513

ISBN 978-80-251-4598-2

Vydalo nakladatelství Computer Press v Brně roku 2015 ve společnosti Albatros Media a. s.
se sídlem Na Pankráci 30, Praha 4. Číslo publikace 23 069.

© Albatros Media a. s. Všechna práva vyhrazena. Žádná část této publikace nesmí být kopírována
a rozmnožována za účelem rozšiřování v jakékoli formě či jakýmkoli způsobem bez písemného
souhlasu vydavatele.

1. vydání

 **ALBATROS** MEDIA a.s.

Obsah

Co je dobré vědět, než začnete pracovat s elektrickým proudem **11**

Úraz elektrickým proudem **11**

První pomoc při úrazu elektrickým proudem **12**

Vyproštění postiženého 12

Zjištění zdravotního stavu 12

Neodkladná resuscitace 12

Laické ošetření případných zranění 13

Přivolání lékaře 14

Ohlášení úrazu 14

Pro práci pod napětím a v blízkosti částí s napětím platí obecné zásady **14**

KAPITOLA 1

Rozvod elektrické energie **17**

Výroba elektrické energie **17**

Klasická tepelná elektrárna 18

Jaderná tepelná elektrárna 19

Vodní elektrárny – hydroelektrárny 19

Vodní turbíny 20

Přečerpávací elektrárny 21

Alternativní zdroje elektrické energie 22

Z elektrárny po zásuvku 22

Přenosová soustava 23

Distribuční síť 24

Jednotlivé druhy elektrických sítí nn **25**

Sítě TN 25

Sítě TT 28

Sítě IT 29

Schéma silového rozvodu obytného objektu **30**

Rozdělení elektrického rozvodu v objektu 30

Materiál pro elektrické rozvody **32**

Vodiče 32

Úložný materiál 33

Spojovací materiál 34

Upevňovací materiál 35

Pomocný materiál 36

Jištění a kontrola provozního stavu	36
Pojistky	36
Jističe	39
Měření izolačního odporu elektrické instalace	41
Měření izolačních odporů všech vodičů oproti ochrannému vodiči PE	41
Měření izolačních odporů mezi vodiči L1, L2, L3 a N	41
Měření izolačních odporů jednotlivých rozpojených vinutí na svorkovnici motoru	42
Měření odporu uzemnění pomocí přístroje PU 430	43
Sdělovače a ovladače (ČSN EN 60073)	44
Sdělovače – optické	44
Ovladače – optické	45
Neprosvětlené ovladače	46

KAPITOLA 2

Spínače nízkého napětí	47
Jednopolový vypínač – řazení č. 1	48
Základní zapojení jednopolového vypínače	48
Montážní schéma elektroinstalace	49
Prováděcí schéma jednopolového vypínače	49
Dvoupolový vypínač – řazení č. 2	50
Základní zapojení dvoupolového vypínače	51
Montážní schéma zapojení	51
Prováděcí schéma dvoupolového vypínače	52
Trojpolový vypínač – řazení č. 3	52
Základní zapojení trojpolového vypínače	53
Montážní schéma elektroinstalace	54
Prováděcí schéma trojpolového vypínače	54
Trojpolový vypínač s vypínáním středního vodiče – řazení č. 03	56
Základní zapojení trojpolového vypínače č. 03	56
Montážní schéma elektroinstalace	57
Prováděcí schéma trojpolového vypínače č. 03	58
Skupinový přepínač – řazení č. 4	60
Základní zapojení skupinového přepínače	60
Montážní schéma elektroinstalace	61
Prováděcí schéma skupinového přepínače	61
Sériový vypínač (lustrový) – řazení č. 5	63
Základní zapojení sériového vypínače	63
Montážní schéma elektroinstalace	64
Prováděcí schéma sériového vypínače	64

Střídavý přepínač (schodišťový) – řazení č. 6	65
Základní zapojení střídavého přepínače	66
Montážní schéma elektroinstalace	66
Prováděcí schéma střídavého přepínače	67
Křížový přepínač – řazení č. 7	68
Základní zapojení křížového přepínače	69
Montážní schéma elektroinstalace	69
Prováděcí schéma křížového přepínače	70
Sériový přepínač střídavý – řazení č. 5A	72
Základní zapojení sériového přepínače střídavého	72
Montážní schéma elektroinstalace	73
Prováděcí schéma sériového přepínače střídavého	73
Dvojitý přepínač střídavý – řazení č. 5B	75
Základní zapojení dvojitého přepínače střídavého	75
Montážní schéma elektroinstalace	76
Prováděcí schéma dvojitého přepínače střídavého	76
Zářivkové svítidlo	78
Základní zapojení zářivkového svítidla	78
Schéma zapojení	79
Zapínací tlačítkový ovladač – řazení č. 1/0, 1/0S, 1/0So	81
Montážní schéma elektroinstalace tlačítek	82
Schodišťový automat mechanický – SA10	82
Schodišťový automat elektronický – PS-3C1o	85
Schodišťový automat elektronický – SA10E	86
Paměťové impulzní relé	86
Prováděcí schéma paměťového impulzního relé	87
Paměťové – impulzní relé	88
Cvičná zapojení spínačů	89
Zásuvky a vidlice	91
Zapojování zásuvkových obvodů v jednotlivých elektrických sítích	92
Elektroinstalační zásuvky v síti TN – C	92
Schematické značky zásuvek	92
Montážní schéma elektroinstalace zásuvek	93
Prováděcí schéma zásuvkového obvodu (podle zrušené ČSN 34 10 10)	93
Elektroinstalační zásuvky v síti TN – S	94
Prováděcí schéma zásuvkového obvodu (dle ČSN 33 2000-4-41 ed.2)	94
Elektroinstalační zásuvky v síti TT	95
Zapojení zásuvky mn v síti SELV do 50 V	95
Praktické provedení na výukovém panelu, síť TN-S	96

KAPITOLA 3

Domácí telefony 97**Domácí dorozumívací audio- a videosystémy 97**

Obsluha	97
Vstupní tabla	97
Domácí telefony	97
Interkomy	98
Zdroje	98
Elektrické zámky	98
Houkačky a zvonky	98

KAPITOLA 4

Elektroměrové rozváděče 103**Základní typová schémata elektroměrových rozváděčů 103**

Provedení elektroměrových rozváděčů	104
Dimenzování vodičů u přímého měření	105
Dimenzování vodičů u nepřímého měření	106
Zkušební svorkovnice	106
Neměřené odběry	106
Zapojení měření s jednofázovým jednosazbovým elektroměrem v síti TN-C	108
Zapojení měření s třífázovým jednosazbovým elektroměrem v síti TN-C	109
Zapojení měření s třífázovým jednosazbovým elektroměrem v síti TT	110
Zapojení měření s jednofázovým dvousazbovým elektroměrem s jednopovelovým přijímačem HDO v síti TN-C	111
Zapojení měření s třífázovým dvousazbovým elektroměrem s jednopovelovým přijímačem HDO v síti TN-C	112
Zapojení měření s třífázovým dvousazbovým elektroměrem s jednopovelovým přijímačem HDO v síti TT	113
Zapojení měření s třífázovým dvousazbovým elektroměrem a třípovelovým přijímačem HDO pro blokování přímotopného vytápění a ohříváčů TUV v síti TN-C	114
Zapojení měření s třífázovým dvousazbovým elektroměrem a třípovelovým přijímačem HDO pro vytápění tepelným čerpádem a s blokováním přímotopného vytápění a ohříváčů TUV v síti TN-C	115
Zapojení měření s třífázovým dvousazbovým elektroměrem a třípovelovým přijímačem HDO s blokováním přímotopného vytápění a ohříváčů TUV a pro vytápění tepelným čerpádem u odběratelů kategorie C v síti TN-C	116

Zapojení nepřímého třífázového měření proudu nad 80 A třífázovým elektroměrem a spínačem sazby v síti TN-C	117
Zapojení jednosazbových elektroměrů ve vícebytovém domě v síti TN-C	119
Zapojení dvousazbových elektroměrů ve vícebytovém domě v síti TT	120
Zapojení měření s třífázovým jednosazbovým elektroměrem v síti TN-S	121
Zapojení měření s třífázovým dvousazbovým elektroměrem s jednopovelovým přijímačem HDO v síti TN-S	122
Základní typová schémata bytových rozváděčů	123
Bytový rozváděč jednofázový v síti TN-C-S	126
Bytový rozváděč jednofázový v síti TN-S	128
Bytový rozváděč jednofázový v síti TT	130
Bytový rozváděč jednofázový v síti TN-C-S s použitím přepětové ochrany	132
Bytový rozváděč třífázový v síti TN-C-S	134
Bytový rozváděč třífázový v síti TN-S	136
Bytový rozváděč třífázový v síti TN-C-S	138
Bytový rozváděč třífázový v síti TN-C-S, zapojení se dvěma proudovými chrániči (selektivně)	140
Bytový rozváděč, dálkové spínání stykače pomocí přijímače HDO umístěného v elektroměrovém rozváděči v síti TN-C-S	142
Bytový rozváděč, dálkové spínání stykače pomocí přijímače HDO umístěného v elektroměrovém rozváděči v síti TN-S	144
Bytový rozváděč třífázový v síti TN-C-S s použitím přepětové ochrany	146
Bytový rozváděč třífázový v síti TN-S s použitím přepětové ochrany a pojistkového odpínače	148

KAPITOLA 5

Základní zapojení stykačových kombinací **151****Spouštění elektromotoru** **151**

Spouštění třífázového asynchronního elektromotoru pomocí stykače ovládané tlačítky	151
Spouštění dvou třífázových asynchronních elektromotorů pomocí vzájemně blokových stykačů ovládané tlačítky	154
Reverzace třífázového asynchronního elektromotoru pomocí stykačů ovládané tlačítky	156
Spouštění třífázového asynchronního elektromotoru pomocí reverzace ovládaného dvěma trojitými tlačítky	158
Reverzace třífázového asynchronního elektromotoru s blokováním okamžitého zpětného chodu	160
Spouštění třífázového asynchronního elektromotoru pomocí stykače ovládaného tlačítky ze třech míst	162

Postupné spouštění tří asynchronních elektromotorů přes stykače pomocí tlačítek	164
Spouštění dvou asynchronních třífázových elektromotorů pomocí stykačů, druhý s reverzací, ovládané tlačítkem na výdrž	166
Ovládání dvou asynchronních třífázových elektromotorů, druhý se zpožděním a reverzací tlačítkem na výdrž	168
Postupné zapínání čtyř třífázových asynchronních elektromotorů s použitím stykačů ovládané jedním tlačítkem	170
Brzdění třífázového asynchronního elektromotoru protiproudem přes rezistory a pomocí časového relé ovládané tlačítky	173
Spouštění třífázového asynchronního elektromotoru přepínáním vinutí hvězda-trojúhelník přes stykače ovládané dvěma tlačítky na výdrž	175
Spouštění třífázového asynchronního elektromotoru přepínáním vinutí hvězda-trojúhelník přes stykače ovládané tlačítky	177
Spouštění třífázového asynchronního elektromotoru přepínáním vinutí hvězda-trojúhelník přes stykače a časové relé ovládané tlačítky	179
Spouštění třífázového asynchronního elektromotoru hvězda-trojúhelník s použitím stykačů a brzděním DC proudem ovládané tlačítkem na výdrž	181
Spouštění třífázového asynchronního elektromotoru přepínáním vinutí hvězda-trojúhelník ovládané tlačítky a s brzděním DC proudem	184
Spouštění třífázového asynchronního elektromotoru hvězda-trojúhelník s použitím stykačů, časového relé a brzdění DC proudem tlačítkem na výdrž	187
Spouštění třífázového asynchronního elektromotoru hvězda-trojúhelník s použitím stykačů a časových relé, brzdění DC proudem	190
Spouštění třífázového asynchronního elektromotoru přepínáním vinutí hvězda-trojúhelník s použitím stykačů a s reverzací ovládané tlačítky na výdrž	193
Spouštění třífázového asynchronního elektromotoru hvězda-trojúhelník pomocí stykačů a časového relé s reverzací ovládanou tlačítky	196
Ovládání stavebního výtahu ze dvou míst pomocí dvou trojtlačítkových ovládačů, který je poháněn třífázovým asynchronním elektromotorem	199
Cyklické opakování reverzace třífázového asynchronního elektromotoru pomocí časového relé	202
Cyklické opakování reverzace s vypnutím třífázového asynchronního elektromotoru pomocí časového relé	204
Zapínání, vypínání a brzdění třífázového asynchronního elektromotoru pomocí stykačů ovládané jedním tlačítkem	206

KAPITOLA 6

Přílohy 209**Schematické elektrotechnické značky 209**

Zásuvky	209
Svítlidla	210
Spínače	210
Krabice rozvodné	211
Elektrické přístroje	211
Elektrické spotřebiče	212
Elektrická zařízení	213
Hromosvody	213
Způsoby uzemnění	213
Označení vodičů	214
Uložení vodičů	214
Elektrické přístroje	215
Kontakty	217
Tlačítka	217
Motory	217
Měřicí přístroje	218
Polovodiče	219
Elektrické stanice	219
Bleskojistky	219
Stožáry elektrického vedení	220
Konzoly	220
Zdivo	221
Popisy, tabulky	221

Značení vodičů 222

Elektrická střídavá soustava – AC	222
Elektrická stejnosměrná soustava – DC	222
Barevné označení žil vodičů	223
Úplná písmenová značka kabelového vodiče	223

Jističe (značení, průřez, charakteristiky) 223

Přehled požadované praxe pro pracovníky podle jednotlivých paragrafů vyhlášky č. 50/78 Sb.	226
---	------------

Rejstřík 227

Co je dobré vědět, než začnete pracovat s elektrickým proudem

Úraz elektrickým proudem

Úraz elektrickým proudem vzniká přímým působením elektrického proudu na lidský organismus dotykem nebo nežádoucími účinky způsobenými elektrickým proudem.

Úraz elektrickým proudem při dotyku může vzniknout:

- dotykem nebezpečných živých částí proti zemi
- dotykem nebezpečných živých částí různé polarity
- dotykem neživých částí elektrických zařízení, kde v případě poruchy může vzniknout nebezpečné napětí



Symbol varující před rizikem úrazu elektrickým proudem

Reakce lidského organismu na vzrůstající střídavý elektrický proud protékající lidským tělem:

- při intenzitě elektrického proudu (AC) do 0,5 mA a (DC) do 2 mA obvykle bez reakce
- při intenzitě elektrického proudu (AC) od 0,5 do 5 mA a (DC) od 2 do 25 mA vyvolává příjemné pocity brnění – tento pocit nazýváme **mez vnímání**
- při intenzitě elektrického proudu (AC) od 5 mA a (DC) od 25 mA nastává křeč, která postiženému znemožní vlastní vyproštění – překročí se **mez uvolnění**
- při intenzitě elektrického proudu (AC) od 30 mA a (DC) od 120 mA nastává ochrnutí srdečního svalu (chvění srdečních komor) – tzv. **hranice fibrilací**

V každé periodě srdečního tepu je obsažena tzv. **vulnerabilní** (zranitelná) **fáze**, trvající asi 0,2 s, která značně ovlivňuje vznik fibrilace srdečních komor.

Účinky impulzních proudů vznikajících při přeskoku jiskry z živé části vysokého napětí na člověka nebo při výboji kondenzátoru nazýváme **mez bolestivosti**.

První pomoc při úrazu elektrickým proudem

Laická pomoc při úrazu elektrickým proudem (postup):

1. Vyproštění postiženého
2. Zjištění zdravotního stavu
3. Neodkladná resuscitace
4. Laické ošetření případných zranění
5. Přivolání lékaře
6. Ohlášení úrazu



Vyproštění postiženého

Vypnutí rozvaděče. Při úrazu nízkým napětím lze vyprostit postiženého i odtažením za suchý oděv. Při úrazu vysokým napětím se zachránce k postiženému přibližuje drobnými krůčky (krokové napětí) a snaží se jej vyprostit buď odsunutím spadlého vodiče pomocí izolačního předmětu (suchá dřevěná hůl), nebo odtažením postiženého tak, aby jeho vzdálenost k postiženému byla co nejkratší (co nejmenší potenciálový rozdíl).

Zjištění zdravotního stavu

Ověříme, zda je postižený při vědomí a zda jsou u něj zachovány základní životní funkce (ventilace plic a krevní oběh).

Neodkladnou resuscitaci nezahajujeme, jsou-li spolehlivé známky smrti (posmrtné skvrny, posmrtná ztuhlost a mrtvolný zápach).

Postiženého v bezvědomí, který tyto známky nejeví, položíme na znak a podložením umožníme záklon hlavy, abychom uvolnili dýchací cesty.

Zástava krevního oběhu vzniká při fibrilaci srdečních komor nebo při úplné zástavě srdce.

Je nutné ihned zahájit nepřímou srdeční masáž.

Neodkladná resuscitace

Umělé dýchání z plic do plic.

Postup při umělém dýchání z plic do plic:

Hlavu postiženého zakláníme dozadu jednou rukou pod krkem a tlakem druhé ruky na čelo. Palcem a ukazovákem této ruky stlačujeme nosní dírky postiženého. Zhluboka se ústy nadechneme a překryjeme svými ústy ústa postiženého. Vydechneme vzduch do postiženého a pozorujeme, zda se zvedá jeho hrudník. Oddálíme ústa a necháme postiženého pasivně vydechnout, přičemž pozorujeme pokles hrudníku.

Při úplné zástavě dechu se doporučuje provést nejprve několik rychlejších vdechů a pak zpomalit do normálního dechového rytmu (jeden cyklus za 3 až 4 vteřiny).

Postup při nepřímé srdeční masáži:

Vyhmatáme rukou spodní okraj hrudního koše. Spojení obou rukou položíme na spodní okraj hrudního koše, přičemž ramena zachránce jsou přímo nad hrudníkem a lokty narovnané, aby tlak působil kolmo dolů. Stlačujeme hrudník pravidelně, plynule a nepřerušovaně v rytmu 80 stisků za minutu. Stlačení hrudní kosti musí být asi 3 až 5 cm.

Provádějí-li umělé dýchání i nepřímou srdeční masáž současně dva zachránci (totéž platí i pro jednoho zachránce), zařazují se 2 umělé vdechy za každým 30. stlačením hrudníku.

Laické ošetření případných zranění

Při úrazech elektrinou to bývá:

- popálení elektrickým obloukem při zkratu
- zevní krvácení z řezné nebo tržné rány
- pádem z výšky způsobené zlomeniny, vykloubení, vnitřní zranění
- následný šok

Popáleniny

Chladíme čistou studenou vodou po dobu asi 15 až 20 minut. Po chlazení popáleninu volně pokryjeme sterilním obvazem a další ošetření přenecháme lékaři.

Zevní krvácení

Při krvácení většího rozsahu, zejména tepenném, lze vždy použít stlačení krvácející cévy prsty, dlaní nebo sterilním tampónem přímo v ráně nebo stlačení přírodní tepny v tlakovém bodě (tlakový obvaz nebo zaškrcovadlo).

Zlomeniny

Nenapравujeme je. Provedeme znehybnění klasickými nebo improvizovanými dlahami nebo přitážením k tělu.

Šokový stav

Vzniká snížením krevního oběhu v důsledku ztráty krve.

Rozvinutý šok se projevuje nejčastěji těmito příznaky:

- pocit slabosti, závratě, neostře vidění, netečnost, ospalost
- úzkost a neklid
- nutkavý pocit žízně
- nevolnost až zvracení

Dovolíme postiženému, aby zaujal polohu, kterou považuje za nejpohodlnější. Nepodáváme mu tekutiny a při čekání na zdravotnickou pomoc trvale kontrolujeme jeho stav. Při větší ztrátě krve uložíme postiženého tak, aby měl dolní končetiny zdviženy asi 30 cm nad podložkou.

Řivolání lékaře

Lékař po příjezdu na místo úrazu použije účinnější resuscitační postupy.

Ohlášení úrazu

Úraz elektrickým proudem hlásíme svému přímému nadřízenému (vedoucímu). Postup při hlášení úrazu popisují příslušné předpisy právní povahy.

Nezbývá než připomenout, že pro každého elektrotechnika je znalost první pomoci při úrazech elektrinou potřebná nejen z právního, ale i etického hlediska, protože mu umožňuje, aby v kritické chvíli zachránil lidský život.

Dvakrát měř, než sáhneš na živou část elektrického zařízení, která může být pro tebe osudnou.

Pro práci pod napětím a v blízkosti částí s napětím platí obecné zásady

Pracující musí být v dobrém fyzickém i psychickém stavu a nesmí být pod vlivem alkoholu nebo drog.

Pracující musí mít na sobě suchý a upnutý oděv. Prádlo a oděv nesmí být ze snadno vznětlivých látek. Zakazuje se pracovat s vyhrnutými rukávy. Rukávy musí být v zápěstí zapnuty.

Pracující nesmí mít na těle kovové předměty (prsteny, řetízky, hodinky, náramky, náušnice, pearcingy, kovové obroučky brýlí, štítky nebo jiné kovové součásti).



Upozornění: Neposkytnutí první pomoci osobě v nebezpečí smrti nebo vážně ohrožené na zdraví je trestné.

Tísňová volání

- 112** Integrovaný záchranný systém
- 150** Hasiči
- 155** Záchranná služba
- 156** Městská policie
- 158** Policie

Osoba seznámená dle § 3 vyhlášky č.50/78 Sb.

Pracovníci (žáci), kteří v organizaci ovládají nebo obsluhují elektrická zařízení a jsou bez elektrotechnické kvalifikace, musí organizace proškolit podle § 3 „Osoba seznámená“ nebo §4 „Osoba poučená“.

Každý z výše jmenovaných paragrafů popisuje činnosti, které může pracovník (žák) provádět během práce či výuky v dílnách na elektrickém zařízení.

Pověřený pracovník organizace (učitel odborného výcviku) provede patřičná školení, kdy pracovníky (žáky) seznámí s elektrickým zařízením, především s obsluhou a údržbou elektrického zařízení, dále s nebezpečími, která mohou vzniknout v důsledku nepozornosti během obsluhy nebo ovládání elektrického zařízení atd.

Po provedeném školení následuje vyhotovení zápisu, který podepíší všichni proškolení pracovníci nebo žáci a také pověřený školitel.

Pracovníci (žáci) mohou provádět podle § 3 „Osoba seznámená“ především ovládání a obsluhu elektrických zařízení.

Mohou provádět opravy a úpravy elektrického zařízení bez napětí.

Nesmí používat elektrická zařízení, která jsou viditelně poškozena nebo jeví známky poškození.

Pracovníci (žáci) se nesmí k živé části elektrického zařízení, která není pod krytem, přiblížit na menší vzdálenost než 1 m.

Pracovníci organizace mohou sami manipulovat s prodlužovacími šňůrami, vyměňovat pojistky, žárovky a provádět běžné čisticí a udržovací práce při vypnutém elektrickém zařízení.

Bližší informace lze získat z normy „Obsluha a práce na elektrických zařízeních, ČSN EN 50 110-1 ed.2“, s účinností od 1. 8. 2005.

Rozvod elektřiny

Výroba elektrické energie

Stále rostoucí potřebu elektrické energie pro průmysl, dopravu i domácnosti mohou uspokojit jen dostatečně výkonné elektrárny. Na elektrickou energii se v nich přeměňuje teplo, energie proudící vody, jaderná energie, využívá se energie větru, slunečního záření nebo mořského přílivu. V České republice patří k dostupným zdrojům pro výrobu elektrické energie:

- tepelné elektrárny (červená)
- jaderné elektrárny (žlutá)
- vodní elektrárny (modrá)

V této kapitole:

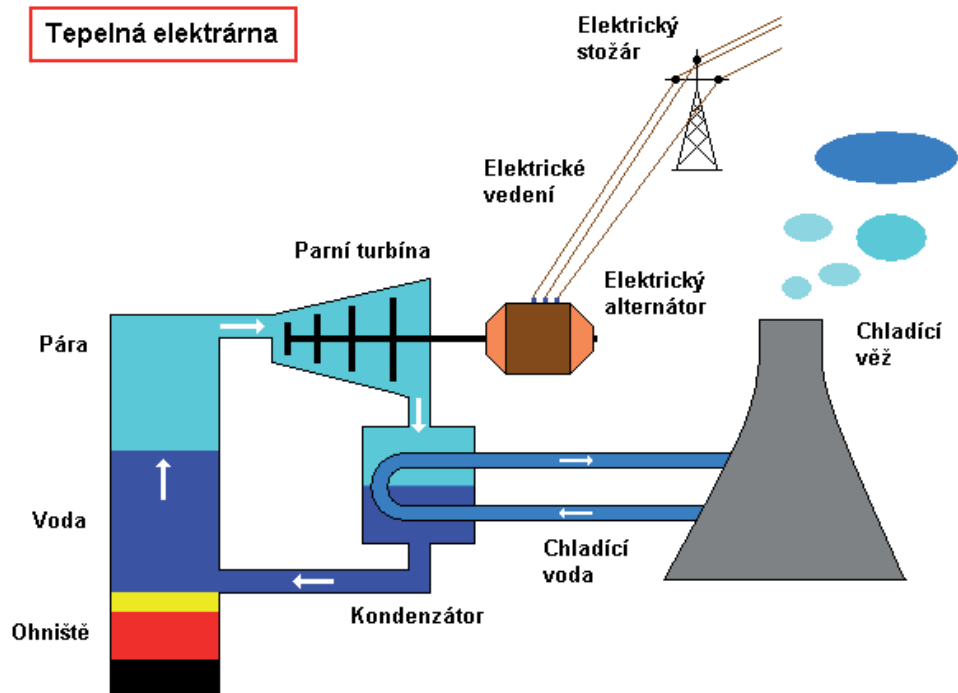
- Výroba elektrické energie
- Jednotlivé druhy elektrických sítí nn
- Schéma silového rozvodu obytného objektu
- Materiál pro elektrické rozvody
- Jištění a kontrola provozního stavu
- Měření izolačního odporu elektrické instalace
- Měření odporu uzemnění pomocí přístroje PU 430
- Sdělovače a ovladače (ČSN EN 60073)



Obrázek 1.1 Přehled elektráren ČR

Klasická tepelná elektrárna

Tepelná elektrárna

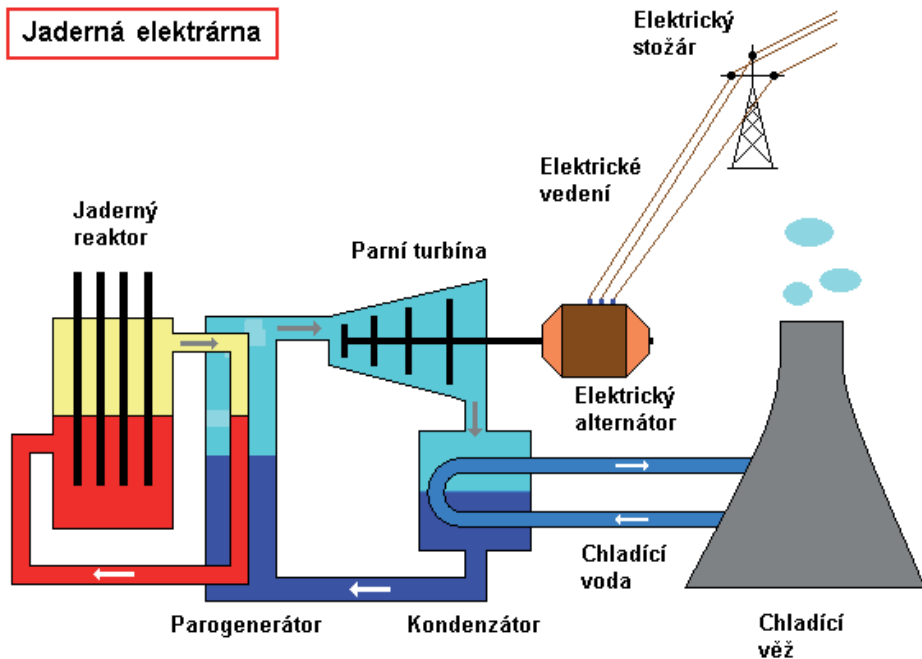


Obrázek 1.2 Schéma tepelné elektrárny

Spalováním fosilního paliva, obvykle hnědého energetického uhlí, se uvolňuje teplo, kterým se v parním kotli zahřívá voda, a vzniká pára o vysoké teplotě a tlaku. Pára proudí na lopatky parní turbíny, ve které se část energie páry přemění na kinetickou energii turbíny. Na společné ose s turbínou je generátor elektrického proudu. Tomuto soustrojí se říká turbogenerátor nebo turboalternátor. Pára se po průchodu turbínou odvádí do kondenzátoru, kde se chladí velkým množstvím chladicí vody. Zkapalněná pára se čerpadlem vhání zpět do parního kotle a celý koloběh se opakuje. U každé tepelné elektrárny stojí obrovské betonové chladicí věže (obr. vlevo), nad kterými se neustále vznášejí bílé obláčky vodní páry.

V chladicích věžích se proudem vzduchu ochlazuje chladicí voda, která v kondenzátoru ochlazovala páru a tím se sama zahřála. Kromě výše popsané elektrárny vyrábějící pouze elektrickou energii (tzv. kondenzační elektrárna) jsou dnes běžně v provozu i elektrárny, ve kterých probíhá kombinovaná výroba elektřiny a tepla. K výrobě elektřiny se nevyužívá veškerá dostupná energie páry, ale část energie se využívá k dálkovému vytápění bytů a průmyslových objektů. Elektrárna slouží jako **kombinovaný zdroj** elektrické energie a tepla.

Jaderná tepelná elektrárna



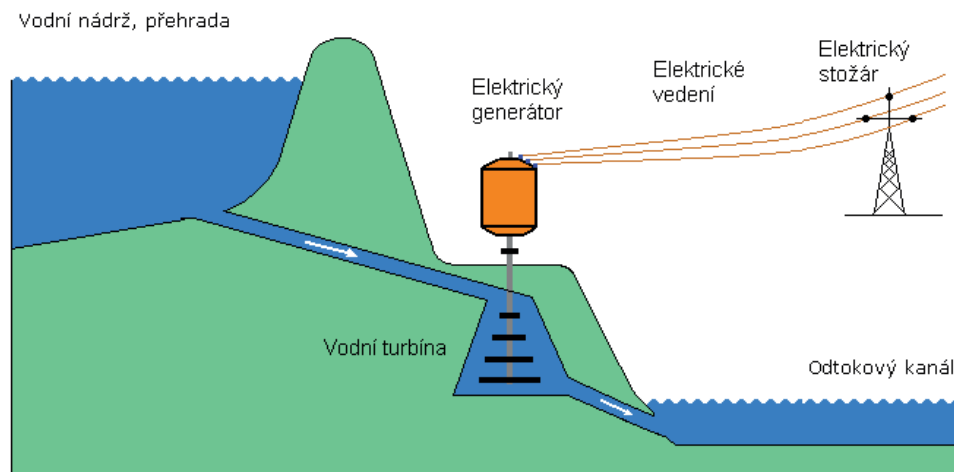
Obrázek 1.3 Schéma jaderné elektrárny

Liší se od klasické tepelné elektrárny v podstatě jen zdrojem tepla potřebného ke vzniku páry. Tímto zdrojem je jaderný reaktor, ve kterém se teplo získává štěpením jader uranu 235. Kvůli ochraně před radioaktivním zářením je tepelný systém jaderné elektrárny dvouokruhový. Voda v primárním okruhu proudí aktivní zónou reaktoru a odebírá teplo vzniklé štěpením a v parogenerátoru (tepelném výměníku) se pak tímto teplem zahřívá voda sekundárního okruhu. Vzniklá pára pohání turbínu stejně jako v klasické tepelné elektrárně.

Vodní elektrárny – hydroelektrárny

U nás jsou v provozu tři druhy vodních elektráren: průtočné, akumulční a přečerpávací. V hydroelektrárnách voda roztáčí lopatky vodních turbín (Francisova, Kaplanova, Peltonova), které pohánějí generátor elektrického proudu.

Vodní elektrárna



Obrázek 1.4 Schéma vodní elektrárny

Vodní turbíny

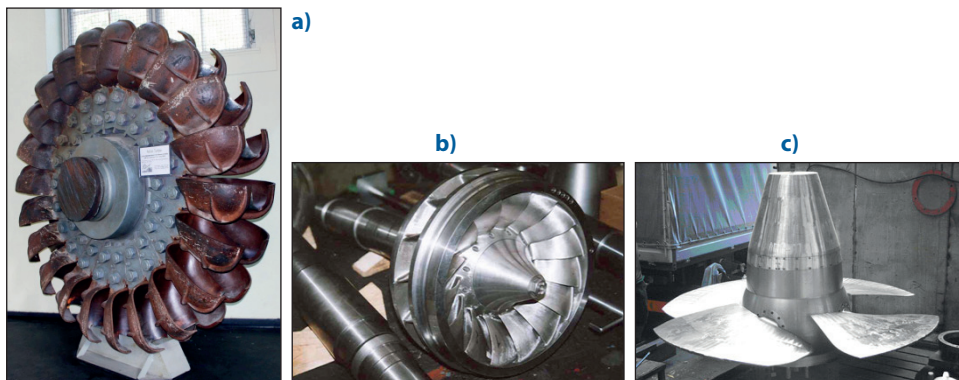
Typ turbíny určuje způsob, jakým se energie vody přeměňuje na kinetickou energii vodní turbíny. Nejčastěji používanými typy turbín v současné době jsou:

- **Peltonova** – používá se pro větší výkony, velký spád a menší průtok vody. Voda se přivádí hubicí ve směru tečny k obvodu kola a dopadá na lopatky rotoru. Výkon se reguluje kuželem v hubici.
- **Francisova** – používá se pro velký rozsah spádů i průtoků a je dnes nejrozšířenější přetlakovou turbínou. Voda proudí do spirálové skříně turbíny, protéká rozváděcím kolem, naráží na lopatky oběžného kola a odtéká sací troubou. Výkon se reguluje natáčením lopatek rozváděcího kola.
- **Kaplanova** – je to vrtulová turbína, která má natáčivé lopatky rozváděcího i oběžného kola. Je vhodná pro vodní elektrárny s kolísavým průtokem a spádem. Předností tohoto typu jsou vysoké otáčky, což umožňuje používat generátory jednodušší konstrukce.
- **Dériazova** – jedná se o diagonální upravenou Kaplanovu turbínu.

Z energetického hlediska jsou nejvýznamnější elektrárny akumulární, využívající potenciální energii vody zadržené přehradními hrázemi. Odtok vody z přehrady – a tím i výroba elektrické energie – se reguluje podle časového zatížení energetického systému. Tyto elektrárny vyrábí energii převážně jen v době energetických špiček, kdy dochází k největší spotřebě elektrické energie.

Výkon jaderných elektráren se během provozu prakticky nemění, takže v době snížené spotřeby (např. v noci) je v **energetické síti** energie přebytek. Přecherčovací elektrárny tohoto nočního

přebytku elektrické energie z jaderných elektráren využívají. Vodní turbína může pracovat i v obráceném režimu jako čerpadlo (tzv. reverzní turbína) a generátor se po připojení napětí stane **elektromotorem**. Ve dne voda z horní nádrže proudí na turbínu a roztočený generátor produkuje elektřinu. V noci elektromotor pohání čerpadlo, které čerpá vodu z dolní nádrže zpět do horní nádrže, aby mohla ve dne znovu pohánět turbínu.

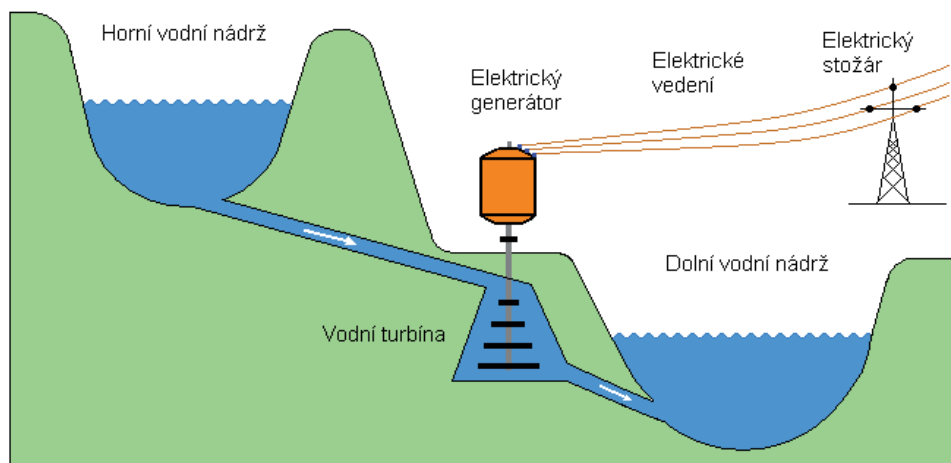


Obrázek 1.5 Turbíny: a) Peltonova, b) Francisova, c) Kaplanova

Přečerpávací elektrárny

Přečerpávací elektrárna

Provoz během dne



Obrázek 1.6 Schéma přečerpávací elektrárny

V naší republice jsou v provozu tři přečerpávací vodní elektrárny: Štěchovice II, Dlouhé stráně v Jeseníkách a Malešice u Dukovan. Vodní dílo Dalešice z let 1970–1978 je součástí vodních děl zajišťujících provoz nedaleké Jaderné elektrárny Dukovany. 100 metrů vysoká hráz zadržuje 127 milionů m^3 vody. U paty hráze je přečerpávací elektrárna se čtyřmi reverzními Francisovými turbínami pro spád 90 m s celkovým výkonem $4 \times 112,5$ MW. Pro výrobu energie i jako pohon čerpadel jsou použity synchronní generátory s výstupním napětím 13,8 kV. Toto napětí se pro dálkový přenos transformuje na 420 kV. Elektrárna má svým výkonem 450 MW a rychlostí uvedení do plného výkonu za 30 sekund nezastupitelnou úlohu při regulaci výkonu celostátního energetické soustavy i jako okamžitá poruchová rezerva.

Alternativní zdroje elektrické energie

Ze zdrojů, využívajících k výrobě elektřiny obnovitelné zdroje energie mají kromě vodních elektráren největší význam a perspektivu solární (sluneční) a větrné elektrárny. V našich podmínkách se solární a větrná energie podílí na dodávkách elektrické energie jen minimálně. Kromě technických problémů a vysokých pořizovacích nákladů je problém také v tom, že solární a větrná energie mají v porovnání s ostatními zdroji velmi malou výkonovou hustotu (jednotka kWh/m^2). Jde o to, že na výrobu určitého množství energie musí mít technické zařízení určité rozměry. Následující tabulka ukazuje, že z tohoto hlediska (a tím i z hlediska ekonomického) jsou na tom obnovitelné zdroje velmi špatně:

■ větrná elektrárna	0,13 kWh/m^2
■ solární elektrárna	0,25 kWh/m^2
■ vodní elektrárna	108 kWh/m^2
■ uhelná elektrárna	500 kWh/m^2
■ jaderná elektrárna	650 kWh/m^2

Z obnovitelných zdrojů má pro velkovýrobu význam jenom energie vodní, zatímco solární a větrné elektrárny najdou využití zejména v místech, kde není k dispozici energie z rozvodné sítě.

Z elektrárny po zásuvku

Elektrická energie je pro svou univerzálnost, relativně jednoduchou výrobu, „přepřavu“ od zdroje k místu spotřeby i přeměnu na jiné formy energie považována za nejušlechtlejší druh energie. Dá se technicky poměrně snadno a s velkou účinností měnit na jiný druh energie:

- **mechanická** – elektromotory (účinnost přes 90 %)
- **teplo** – tepelné spotřebiče, chladničky (účinnost přes 90 %)
- **elektrická** – transformátory, usměrňovače, měniče (účinnost až 98 %)
- **zářivá** – žárovky (účinnost do 8 %), zářivky a výbojky (účinnost až 40 %)
- **chemická** – galvanické články, elektrolýza (účinnost kolem 90 %)
- **jaderná** – urychlovače částic (účinnost asi 50 %)