

Diplomová práce roku 2014 – Cena ČEPS

Společnost ČEPS vyhlašuje třetí ročník soutěže **Diplomová práce roku – Cena ČEPS**. Soutěž je zaměřena na podporu vysokého školství, zvýšení atraktivity odvětví energetiky a elektroenergetických oborů a na podporu perspektivních studentů.

Ocenění získá student s nejlépe vyhodnocenou diplomovou prací v každé kategorii. O vítězi rozhodne komise složená z odborníků společnosti ČEPS. Hodnotit se bude celková úroveň diplomové práce, originalita přístupu k řešení daného tématu, praktický přínos...

Kategorie a témata:

1. Elektroenergetické zaměření

- 1.1 Výpočet chodu sítě s větrnými elektrárnami
- 1.2 Kontrola dynamické bezpečnosti provozního stavu elektrizační soustavy
- 1.3 Optimalizace diskrétních korekčních zásahů (rekonfigurace) při řízení bezpečnosti provozu ES
- 1.4 Optimalizace rozsahu modelu sledované PS pro různé výpočetní funkce
- 1.5 Výpočty ustálených a poruchových stavů elektrizačních soustav, metody řešení, jejich porovnání a užití
- 1.6 Optimalizace spojitých korekčních zásahů (redispečink) při řízení bezpečnosti provozu ES
- 1.7 Lokalizace poruch na vedení s využitím synchronních měření fázorů napětí
- 1.8 Monitorování stability napětí
- 1.9 Šetření závislosti činných a jalových ztrát transformátoru na velikosti indukovaného proudu při geomagnetické bouři
- 1.10 Studie MVE u jezu Přívaz na řece Odře v Ostravě, řkm 11, 824
- 1.11 Studie PVE na řece Březné u Hoštejna (okr. Šumperk)

2. Ekonomické zaměření

- 2.1 Varianty financování rozvoje přenosové soustavy z externích zdrojů
- 2.2 Vývoj integrace trhů s elektřinou v Evropě
- 2.3 Rozbor souvislostí mezi cenami silové elektřiny, cenami PpS a RE, cenami CO₂ a komodit

3. Ochrana kritické infrastruktury

- 3.1 Ochrana kritické infrastruktury v podmínkách provozovatele přenosové soustavy

Do soutěže je možné navrhnout k přihlášení rovněž další témata, která se týkají přenosové soustavy.

Odměna pro vítěze z každé kategorie činí 15. 000,- Kč.

Slavnostní vyhlášení výsledků soutěže proběhne 11. 9. 2014

Do soutěže se mohou přihlásit studenti, kteří budou diplomovou prací obhajovat v akademickém roce 2013/14.

Soutěžící musí předložit:

- Přihlášku – v termínu do 30. 11. 2013
- Obhájenou diplomovou práci (v elektronické podobě) - v termínu do 30. 6. 2014
- Spolu s diplomovou prací posudek vedoucího diplomové práce a oponentský posudek

Kontaktní adresa:

PhDr. Miroslava Bajzíkova

ČEPS, a.s.

Elektrárenská 774/2

101 52 Praha 10

tel.: +420 211 044 867

mobil: +420 725 584 148

e-mail: bajzikova@ceps.cz

Příhláška do soutěže Diplomová práce roku 2014 - CENA ČEPS

Jméno a příjmení	
Kontaktní údaje (telefon, e-mail)	
Vysoká škola a fakulta	
Kategorie	
Název práce	
Anotace	
Vedoucí diplomové práce	

V

.....

dne.....

podpis soutěžícího

Anotace k jednotlivým tématům

1. Elektroenergetické zaměření

1.1 Výpočet chodu sítě s větrnými elektrárnami

Cílem práce je: Doplnit algoritmus výpočtu chodu sítě (např. metodou Newton-Raphson) o proměnnou výrobu ve VtE v závislosti na rychlosti větru a napětí sítě. V současné době se při výpočtech chodu sítí neuvažují specifické vlastnosti jednotlivých obnovitelných zdrojů energie (OZE zejména malých vodních, větrných a fotovoltaických elektráren). Jelikož však jejich instalovaný výkon roste, začínají mít vliv na provoz zejména distribučních sítí. Je tedy vhodné zpřesnit výpočet jejich vlivu na napěťové a přenosové poměry v sítích. OZE přitom mohou pracovat v různém režimu podle použité technologie vyvedení výkonu – od asynchronních generátorů s kotvou nakrátko, přes dvojité napájené asynchronní generátory až po použití plno výkonových měničů. Každý z těchto zdrojů se pak chová při změnách napětí sítě jinak, tyto rozdíly by měl vzít v úvahu inovovaný algoritmus výpočtu chodu sítě. Další vylepšení pak představuje doplnění vstupních veličin výpočtu chodu o rychlost větru a intenzitu slunečního svitu.

Odborný konzultant: Ing. Karel Máslo (maslo@ceps.cz)

1.2 Kontrola dynamické bezpečnosti provozního stavu ES (Dynamic security assessment)

V současné době se běžně na dispečincích přenosových soustav provádí kontrola statické bezpečnosti provozního stavu ES metodou tzv. kontingenční analýzy neboli „kritérium n-1“ (Contingency analysis, Static security assessment). K aktuálnímu stavu se simulují výpadky přenosových a výrobních zařízení a po výpočtu výsledného ustáleného stavu se kontroluje výsledný stav na proudové přetížení větví sítě a na dodržení mezí napětí v uzlech.

Tuto kontrolu bude třeba rozšířit o kontrolu dynamické bezpečnosti, tj. výpočet následků simulovaných událostí v soustavě na jimi vyvolané elektromechanické procesy (dynamická stabilita, oscilace a jejich tlumení, stabilita napětí...). Do množiny simulovaných událostí budou kromě obvyklých výpadků zařazeny i další události ovlivňující dynamické procesy v soustavě (zkratky, spínací rázy...). Následky budou zjišťovány na SW dynamickém modelu ES včetně systémů ochrany a regulací. Tento model bude pro účely práce nutno vytvořit využitím některého dostupného simulačního SW a parametrů vybrané testovací sítě.

Cílem práce je:

- Provést rešerši metod kontroly dynamické bezpečnosti a posoudit jejich vhodnost pro praktické použití na dispečinku přenosové soustavy v režimu off-line a v režimu on-line.
- Rozpracovat vybranou metodu kontroly dynamické bezpečnosti (např. simulace v časové oblasti, analytické metody typu Ljapunovova kritéria, metody strojového učení) do úrovně experimentálního SW modulu.
- Ověřit vybranou metodu na dynamickém modelu vhodné testovací sítě.

Odborný konzultant: RNDr. Bohumil Sadecký (sadecky@ceps.cz)

1.3 Optimalizace diskrétních korekčních zásahů (rekonfigurace) při řízení bezpečnosti provozu ES

Účinnou metodou pro korekci provozního stavu ES nesplňujícího podmínky bezpečného provozu je rekonfigurace sítě a rozvoden. Je tedy třeba navrhnout diskrétní korekční zásah – změnu zapojení sítě a rozvoden vedoucí k návratu do oblasti bezpečného provozu. Součástí návrhu korekčního zásahu má být:

- optimalizace výsledného stavu podle zvoleného kritéria
- zajištění bezpečnosti výsledného provozního stavu, tj. jeho odolnosti vůči předpokládaným výpadkům (splnění kritéria „n-1“).

Pro řešení této úlohy se obvykle využívají metody třídy „Security constrained optimal corrective switching“. Úloha optimalizace topologie sítě a rozvoden je při tomto pojetí oddělena od hledání spojitých korekčních zásahů, protože v ní vystupují diskrétní proměnné (stavy zapojení) a příslušná optimalizační úloha se musí řešit jinými matematickými metodami (mixed integer programming). Kromě toho je nutno pracovat s podrobnějším modelem ES – tzv. „breaker oriented“ model s návazností na bezpečné dispečerské postupy manipulací v rozvodnách.

Cílem práce je:

- Provést rešerši metod pro návrh a optimalizaci diskrétních korekčních zásahů při různých kritériích optimalizace, a to včetně metod zahrnujících spojitě i diskrétní proměnné do jedné optimalizační úlohy.
- Navrhnout algoritmus vhodné optimalizační metody pro použití v rozsáhlé síti. Algoritmus určí nový ustálený stav ES, který bude optimální ve smyslu zadaných optimalizačních kritérií a bude splňovat definované podmínky bezpečného provozu a další stanovená omezení.
- Rozpracovat algoritmus do úrovně experimentálního SW modulu a ověřit jej na vhodné testovací síti. Pro řešení optimalizační úlohy možno využít některého z volně dostupných SW optimalizačních solverů.

Odborný konzultant: RNDr. Bohumil Sadecký (sadecky@ceps.cz)

1.4 Optimalizace rozsahu modelu sledované PS pro různé výpočetní funkce

Jedná se o zjištění optimálního rozsahu modelu PS pro simulace manipulací v rozvodnách (zejména rekonfigurace) a výpadků větví sítě. Současný model PS nyní pokrývá naši PS 400 a 220 kV, část paralelních propojení sítě 110 kV s PS, vyvedení generátorů poskytujících podpurné služby do PS přes síť 110 kV a část sousedních zahraničních PS.

Cílem práce je:

- Provést rešerši stávajících metod určení nutného rozsahu monitorované sítě, rešerši užití různých výpadkových s distribučních faktorů.
- Provést analýzu rozsahu vlivu najetí a výpadků velkých zdrojů a výpadků větví ve sledované PS.
- Provést analýzu výpadkových a distribučních faktorů během rekonfigurací a manipulací v PS.
- Ověřit výsledný rozsah sítě na výpočtech kontingenční analýzy, rekonfigurace a redispečinku.

Odborný konzultant: Ing. Miloslava Chladová (chladova@ceps.cz)

1.5 Výpočty ustálených a poruchových stavů elektrizačních soustav, metody řešení, jejich porovnání a užití

Odborný konzultant: Ing. Miloslava Chladová (chladova@ceps.cz)

1.6 Optimalizace spojitých korekčních zásahů (redispečink) při řízení bezpečnosti provozu ES

Po zjištění provozního stavu ES nesplňujícího podmínky bezpečného provozu, např. při aktuálním nebo hrozícím přetížení vedení, je třeba navrhnout spojitý korekční zásah – změnu vyráběných výkonů na zdrojích vedoucí k návratu do oblasti bezpečného provozu. Součástí návrhu korekčního zásahu má být:

- optimalizace výsledného stavu podle zvoleného kritéria
- zajištění bezpečnosti výsledného provozního stavu, tj. jeho odolnosti vůči předpokládaným výpadkům (splnění kritéria „n-1“).

Pro řešení této úlohy se obvykle využívají metody třídy „Security constrained optimal power flow“.

Cílem práce je:

- Provést rešerši metod pro návrh a optimalizaci spojitých korekčních zásahů při různých kritériích optimalizace.
- Navrhnout algoritmus vhodné optimalizační metody pro použití v rozsáhlé síti. Algoritmus určí nový ustálený stav ES, který bude optimální ve smyslu zadaných optimalizačních kritérií a bude splňovat definované podmínky bezpečného provozu a další stanovená omezení.
- Rozpracovat algoritmus do úrovně experimentálního SW modulu a ověřit jej na vhodné testovací síti. Pro řešení optimalizační úlohy možno využít některého z volně dostupných SW optimalizačních solverů.

Odborný konzultant: Ing. Miloslava Chladová (chladova@ceps.cz)

1.7 Lokalizace poruch na vedení s využitím synchronních měření fázorů napětí

S pomocí měření synchronních fázorů napětí a proudů na koncích vedení je možno identifikovat impedanci a následně vzdálenost k místu poruchy (zejména třífázového a jednofázového zkratu) na vedení.

Cílem práce je:

- Provést rešerši metod lokalizace poruch na vedení na základě měřených průběhů napětí a proudů.
- Rozpracovat metodu lokalizace poruch na vedení do úrovně experimentálního SW modulu, využívajícího měření synchronních fázorů U, I na koncích vedení.
- Ověřit metodu na modelu vedení s využitím vhodného modelovacího SW a simulovaných průběhů synchronních fázorů.
- Provést analýzu vlivu počtu použitých fázorů a jejich chyb na přesnost lokalizace poruch různého typu a impedance.

Odborný konzultant: Ing. Ladislav Haňka (hanka@ceps.cz)

1.8 Monitorování stability napětí

S pomocí měření synchronních fázorů napětí a proudů na koncích vedení je možno vypočítat aktuální rezervu činného výkonu na vedení nebo koridoru z hlediska stability napětí. Je to velikost dodatečného činného výkonu, který ještě lze po vedení nebo koridoru přenést bez narušení stability napětí. Závislost napětí na přenášeném činném výkonu znázorňuje P/U křivka.

Cílem práce je:

- Provést rešerši metod pro monitorování stavu stability napětí na vedení nebo koridoru s využitím měření synchronních fázorů, metod identifikace P/U křivky a kritických bodů na této křivce.
- Rozpracovat metodu monitorování a prezentace aktuálního stavu stability napětí, včetně detekce blížícího se kolapsu napětí.
- Ověřit metodu na modelu vedení s využitím vhodného modelovacího SW a simulovaných průběhů synchronních fázorů.

- Provést analýzu vlivu chyb fázorů na výsledky monitoringu.

Odborný konzultant: Ing. Ladislav Haňka (hanka@ceps.cz)

1.9 Šetření závislosti činných a jalových ztrát transformátoru na velikosti indukovaného proudu při geomagnetické bouři

Geomagneticky indukované proudy (GIC) se uzavírají přes uzemněné neutrály transformátorů a připojená vedení, superponují se na provozní střídavé proudy 50Hz a následkem jednosměrného vysokého přesycení železa transformátoru mohou vyvolat vysoká oteplení transformátoru, vývin vyšších harmonických a výrazné zvýšení ztrát transformátoru. Následkem toho hrozí nebezpečí napěťového kolapsu sítě případně poškození transformátoru. Míra ohrožení nepříznivými vlivy závisí na velikosti proudů GIC a době trvání průtoku proudů GIC přes transformátory.

Cílem práce je: Vzhledem k tomu, že proudy GIC jsou v rámci Evropy počítány při určitých daných geoelektrických napětích, daných poměrech vodivosti země a výsledky jsou známy, je potřebné vyhodnotit jejich nepříznivý vliv na provoz transformátorů:

- vyšetřit a matematicky odvodit závislost činných a jalových ztrát transformátoru na velikosti superponovaného proudu GIC
- vybrat a stanovit vhodný model transformátoru pro jeho chování při superponovaném proudu GIC
- vyhodnotit vliv zvýšení ztrát transformátoru na hladinu primárního a sekundárního napětí a na přenos činného a jalového výkonu přes transformátor.

Odborný konzultant: Ing. Ladislav Haňka (hanka@ceps.cz)

1.10 Studie MVE u jezu Přívoz na řece Odře v Ostravě, řkm 11, 824

Technická zpráva vč. návrhu technického řešení stavební a technologické části MVE, posouzení vlivu na ŽP vč. návrhu opatření, stanovení investičních a provozních nákladů vč. jednoduchého ekonomického vyhodnocení

Hydrotechnické a hydroenergetické výpočty

Výkresová dokumentace:

- situace širších vztahů
- celková situace stavby
- katastrální situace
- půdorysný řez MVE
- podélný řez MVE
- příčný řez MVE
- 3D model se zakreslením nové MVE

Fotodokumentace lokality

Odborný konzultant: Dr. Ing. Vladimír Skoumal (skoumal@cepsinvest.cz), Ing. Jan Höll (holl@cepsinvest.cz)

1.11 Studie PVE na řece Březné u Hoštejna (okr. Šumperk)

Technická zpráva vč. návrhu technického řešení stavební a technologické části PVE, posouzení vlivu na ŽP vč. návrhu opatření a stanovení investičních a provozních nákladů vč. jednoduchého ekonomického vyhodnocení

Hydrotechnické a hydroenergetické výpočty (umístění a velikost nádrží)

Hydrotechnický výpočet přívodu vody (přivaděč)

Výkresová dokumentace:

- situace širších vztahů
- celková situace stavby
- příčný řez hrází horní a dolní nádrže
- podélný řez hydraulického obvodu
- půdorysný řez strojovnou PVE
- příčný řez strojovnou PVE
- 3D model území se zakreslením PVE

Fotodokumentace lokality

Odborný konzultant: Dr. Ing. Vladimír Skoumal (skoumal@cepsinvest.cz), Ing. Jan Höll (holl@cepsinvest.cz)

2. Ekonomické zaměření

2.1 Varianty financování rozvoje přenosové soustavy z externích zdrojů

Cílem práce je navrhnout varianty modelů dlouhodobé strategie financování investičního plánu společnosti ČEPS, včetně nákladové kalkulace, se zohledněním:

- vazby na úlohu Energetického regulačního úřadu a vlivu regulačního rámce na hospodaření společnosti ČEPS a vývoj jejího zadlužení, včetně srovnání s jinými provozovateli přenosových soustav,
- významu ratingu společnosti pro získání pozice emitenta na mezinárodních kapitálových trzích a úlohy bank v rámci tohoto procesu,
- optimálního poměru použitých finančních nástrojů (struktura, časové hledisko),
- vlivu míry zadlužení na cenu externího kapitálu a dopad do hospodářských výsledků společnosti,
- ekonomických nástrojů nutných k realizaci strategie financování investičního plánu (modely cashflow, dlouhodobé podnikatelské plány).

Odborný konzultant: Ing. Jiří Vrba (vrba@ceps.cz)

2.1 Vývoj integrace trhů s elektřinou v Evropě

Trhy s elektřinou prošly v poslední době rapidním vývojem. EU se v rámci vytváření jednotného trhu zaměřila i na integraci trhů s elektřinou.

Cílem práce je popsat teoretický koncept vnitřního trhu s elektřinou, prostředky EU k jeho dosažení, současnou situaci na trzích s elektřinou v EU a analyzovat možné dopady integrace. Práce by měla pokrýt následující oblasti:

- Rozvoj trhů s elektřinou v EU
 - Liberalizace
 - Současný stav
- Popis trhu s elektřinou
 - Organizace trhů s elektřinou, specifika trhů (velkoobchod, maloobchod, ostatní trhy – PpS, VT)
 - Subjekty na trhu (TSO, Ministerstvo, NRA, PX, obchodník, Výroba/spotřeba, konečný zákazník)
 - Typy trhů a burzy v ČR a v EU (brokerské platformy, burzy, OTC, způsob jištění)
- Teoretický rámec integrace trhů s elektřinou
 - Modely propojení trhů (market coupling a market splitting)

- Rozbor funkcí a jejich zajištění při integraci trhů (role provozovatelů přenosových soustav, role energetických burz apod.)
- Integrace trhů s elektřinou v EU (popis jednoho nebo více trhů – LT, DA či ID)
 - Požadavky a cíle EU
 - Vývoj legislativy a cílů, implementace legislativy
- Souhrnný popis stavu integrace trhů v EU
 - Popis jednotlivých projektů spojování trhů, vývoj, aktuální stav, odhad dalšího vývoje
 - Shrnutí vývoje jednotlivých projektů, srovnání
- Dopady integrace trhů (různé možnosti k výběru)
 - Dopad na ceny elektřiny
 - Dopad na obchodníky s elektřinou
 - Dopad na bezpečnost soustavy
 - Porovnání cílového modelu EU s trhy v USA
 - Dopad na OTC obchody
 - Definice a analýza důvodů pro zakázání explicitní alokace kapacit ve prospěch implicitní na vnitrodenní úrovni

Odborný konzultant: Ing. Jiří Strnad (strnad@ceps.cz)

2.2 Rozbor souvislostí mezi cenami silové elektřiny, podpůrných služeb, regulační energie, emisních povolenek CO₂ a primárních zdrojů energie

Subjekty na trhu s elektřinou svou činnost vykonávají s cílem maximalizovat zisk s co nejnižší mírou rizika (případně přesněji zvyšovat hodnotu společnosti). Při vytváření strategie vycházejí z analýzy pohybu cen komodit (primární zdroje energie, emisní povolenky CO₂ a výnosy za výstupní komoditu - silovou elektřinu), které jsou mezi sebou úzce provázané.

Mimo trh se silovou elektřinou mohou výrobci uplatnit své výrobní kapacity i na dalším trhu – trhu s podpůrnými službami. Ze znalosti obou trhů pak mohou výrobci vytvářet ekonomické scénáře simulující výnosy z prodeje silové elektřiny, podpůrných služeb, případně kombinace obojího.

Práce by měla pokrýt následující oblasti:

- Principy obchodování s komoditami, organizace a tržní místa:
 - Primární zdroje energie (uhlí, ropa, plyn) a silová elektřina
 - CO₂ emisní povolenky
 - Vazba mezi primárními zdroji energie, silovou elektřinou a CO₂ emisními povolenkami (principy obchodování, charakteristické vlastnosti)
 - Obchodování s elektřinou v ČR
- Ekonomický model tvorby ceny silové elektřiny
 - Rozbor typů zdrojů (elektráren) z pohledu investičních nákladů
 - Rozbor typů zdrojů (elektráren) z pohledu variabilních nákladů
 - Analýza spotřeby elektřiny v ČR a související poptávky na trzích s elektřinou
 - Rozbor portfolia zdrojů nad 50 MW v ČR, sestavení křivky nabídky
 - Sestavení modelu nabídky a poptávky v ČR, rozbor cenové elasticity
- Obchodní model trhu s podpůrnými službami v ČR (a případně další okolní země)
 - Charakteristika trhu (podmínky účasti, forma organizace, subjekty, předmět obchodování, faktory ovlivňující účast subjektů na trhu)
 - Definice a popis kategorií podpůrných služeb
 - Vliv způsobu nákupu (výběrové řízení, denní trh) na cenu podpůrných služeb
 - Strukturu trhu s podpůrnými službami v ČR (poskytovatelé, zdrojová základna)

- Princip stanovení ceny regulační energie provozovatelem přenosové soustavy, respektive poskytovateli podpůrných služeb
- Simulace výnosů z poskytování podpůrných služeb a dodávky regulační energie oproti výnosům z prodeje silové elektřiny
 - Rozbor substituce prodeje podpůrných služeb a silové elektřiny, stanovení oportunitních nákladů pro jednotlivé typy zdrojů (elektráren), porovnání výnosů z dodané regulační energie a možného výnosu z prodeje silové elektřiny na trhu
 - Analýza vlivu ceny silové elektřiny na cenu podpůrných služeb (úspora primárních zdrojů energie a CO₂ emisních povolenek)
 - Scénáře pohybu cen primárních zdrojů energie, CO₂ emisních povolenek s dopadem na cenu podpůrných služeb, regulační energie a ceny silové elektřiny, odhad budoucího vývoje cen podpůrných služeb, regulační energie a ceny silové elektřiny

Odborný konzultant: Ing. Richard Kabele (kabele@ceps.cz)

3. Ochrana kritické infrastruktury

3.1 Ochrana kritické infrastruktury v podmínkách provozovatele přenosové soustavy

Legislativně právní rámec ochrany kritické infrastruktury; postavení a odpovědnost subjektu kritické infrastruktury; struktura a význam plánu bezpečnosti subjektu kritické infrastruktury; základní bezpečnostní principy v jednotlivých oblastech bezpečnosti; spolupráce a partnerství při zajišťování bezpečnosti se soukromým a státním sektorem.

Odborný konzultant: PhDr. Martin Bílek (bilek@ceps.cz)