

Nezbytné technické inovace distribuční soustavy pro omezení rizik souvisejících se změnou výrobního spektra elektrické energie

Prezentace pro 13. ročník konference
„ENERGETICKÉ FÓRUM ÚSTECKÉHO KRAJE 2023“
konané 19. 10. 2023 v Hotelu Cascade, Most

doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.

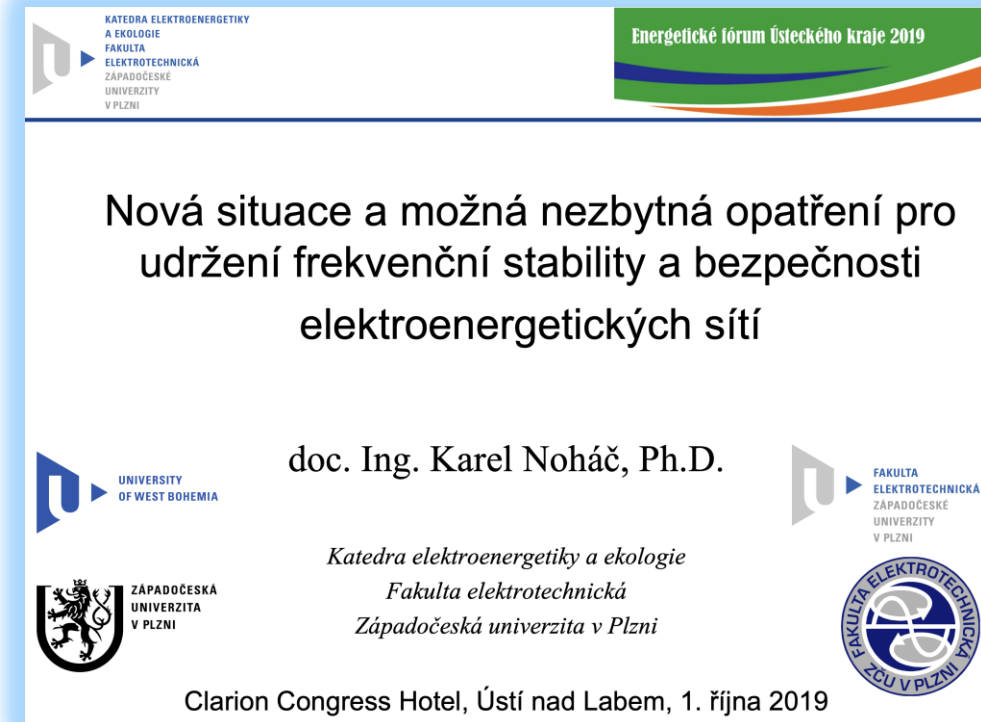


FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ
ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY
V PLZNI

Energetické fórum Ústeckého kraje 2023

Úvod

- Tento příspěvek konference je rekapitulací různorodých dopadů na změny a nezbytná opatření v elektrizační soustavě (ES), především v její distribuční části, přičemž téma v mnohém navazuje na předchozí příspěvky autora ve starších ročnících konference:



Změna spektra výrobních jednotek

Nové typy výrobních jednotek a prosazované úpravy technologie stávajících:

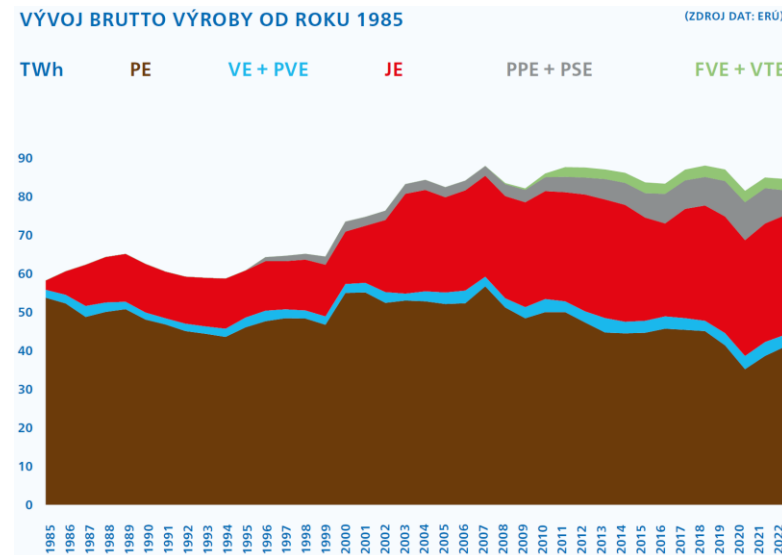
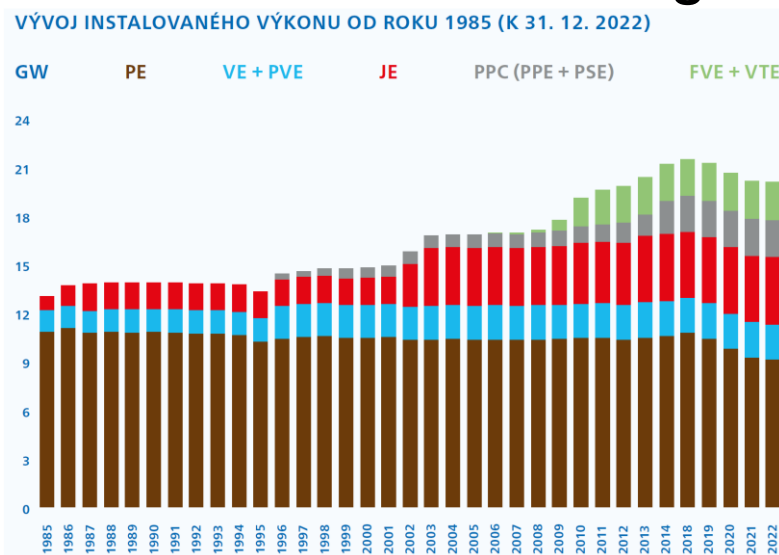
- Omezování zdrojů elektrické energie založených na termodynamické přeměně s vysokou spolehlivostí dodávky, velikostí jednotkového výkonu, centralizovanou topologií a přirozenou podporou výkonové stability: Jaderných elektráren a uhelných elektráren.
- Masivní nárůst podílu OZE na celkovém instalovaném výkonu a částečně i vyrobené elektrické energii.



Změna spektra výrobních jednotek

Nové typy výrobních jednotek a prosazované úpravy technologie stávajících:

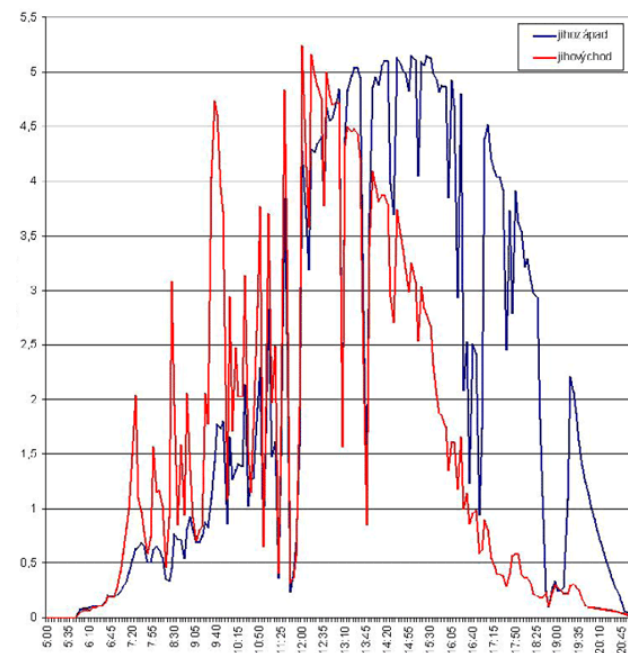
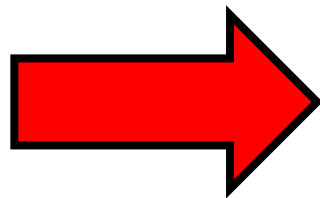
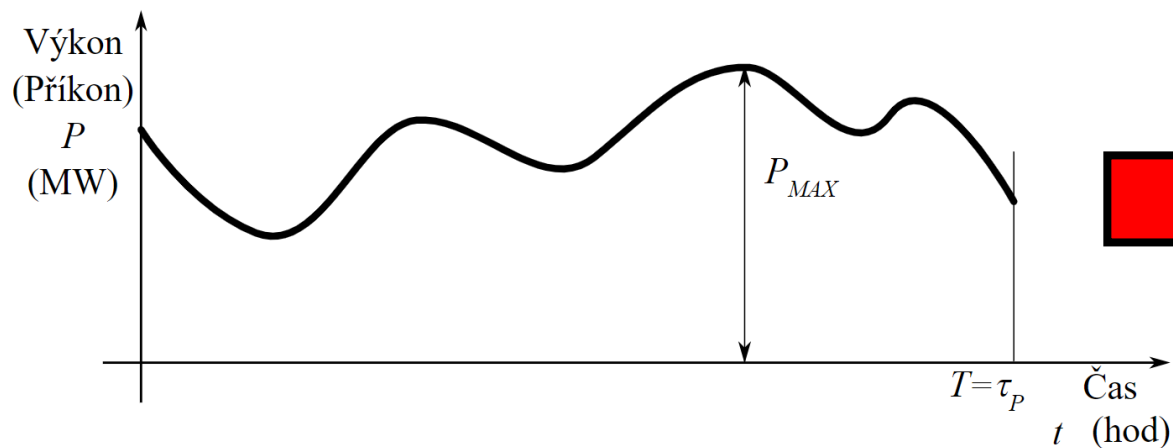
- Omezování zdrojů elektrické energie založených na termodynamické přeměně s vysokou spolehlivostí dodávky, velikostí jednotkového výkonu, centralizovanou topologií a přirozenou podporou výkonové stability: Jaderných elektráren a uhelných elektráren.
- Masivní nárůst podílu OZE na celkovém instalovaném výkonu a částečně i vyrobené elektrické energii.



Změna spektra výrobních jednotek

Nové typy výrobních jednotek a prosazované úpravy technologie stávajících:

- V rámci OZE nového typu je významný podíl jednotek s extrémně obtížnou direktivní regulací výkonu a současně komplikovanou predikcí.

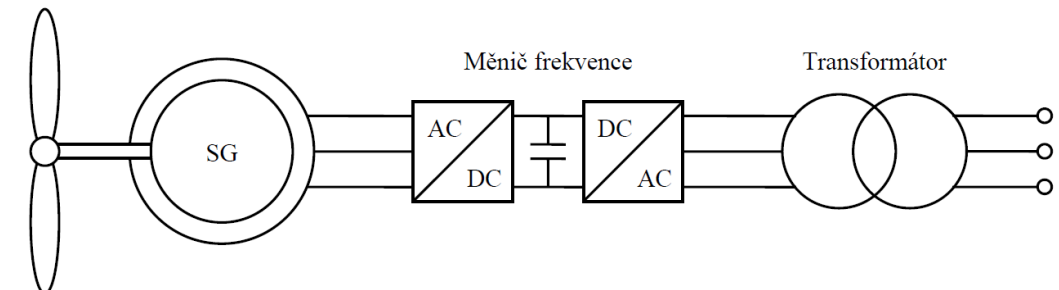
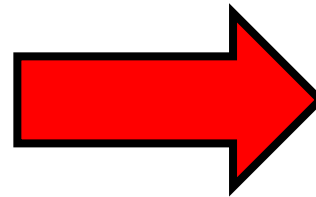
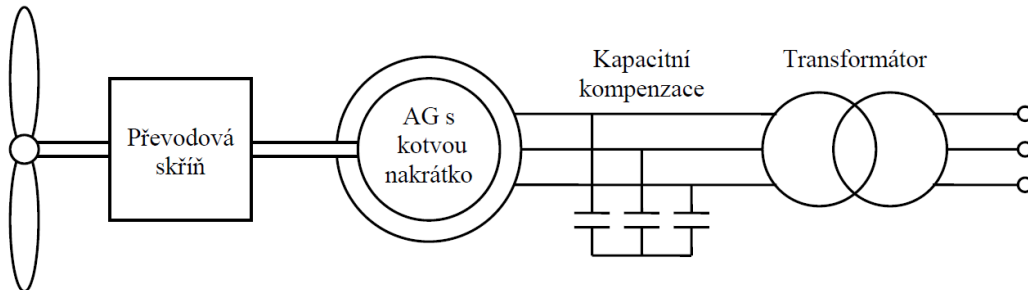
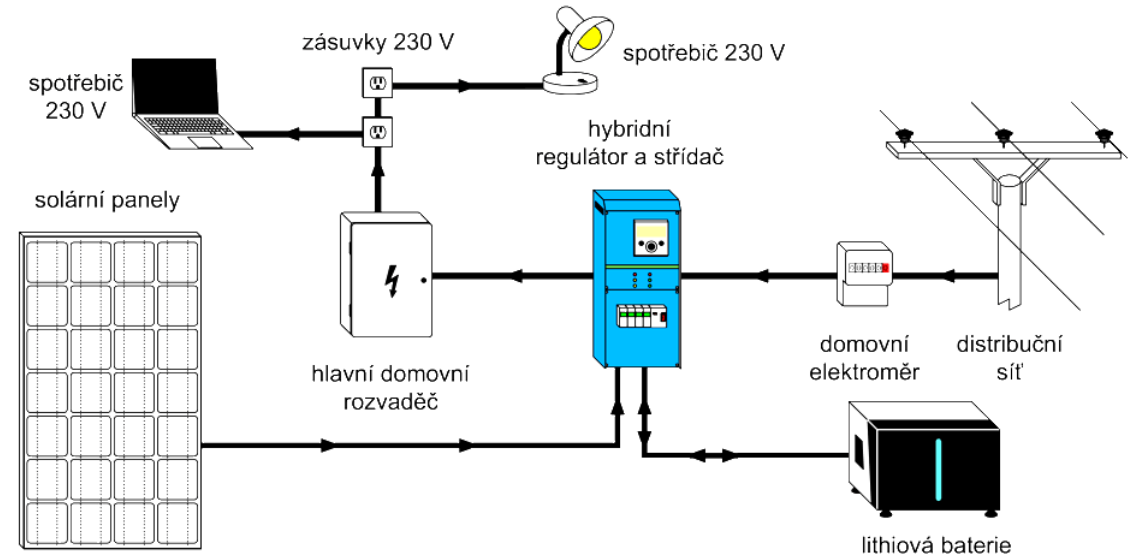
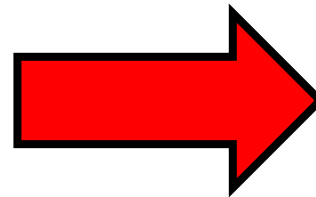
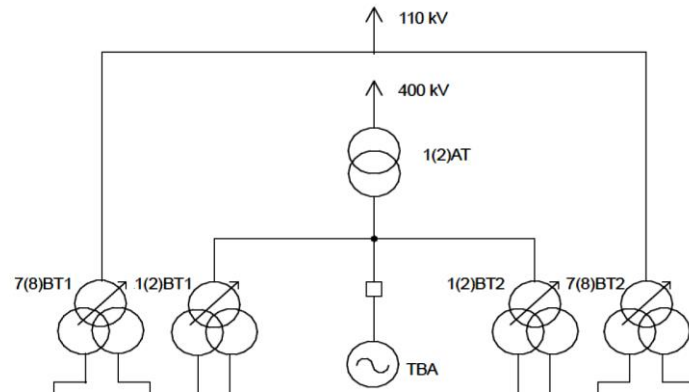


Změna spektra výrobních jednotek

Nové typy výrobních jednotek a prosazované úpravy technologie stávajících:

- Obdobně narůstá podíl tzv. nesynchronních výrobních jednotek se sníženou podporou stability soustavy.

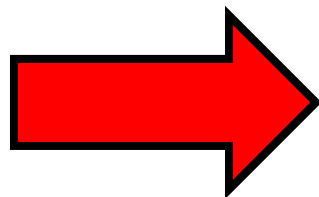
Schéma JE Temelín



Změna spektra výrobních jednotek

Nové typy výrobních jednotek a prosazované úpravy technologie stávajících:

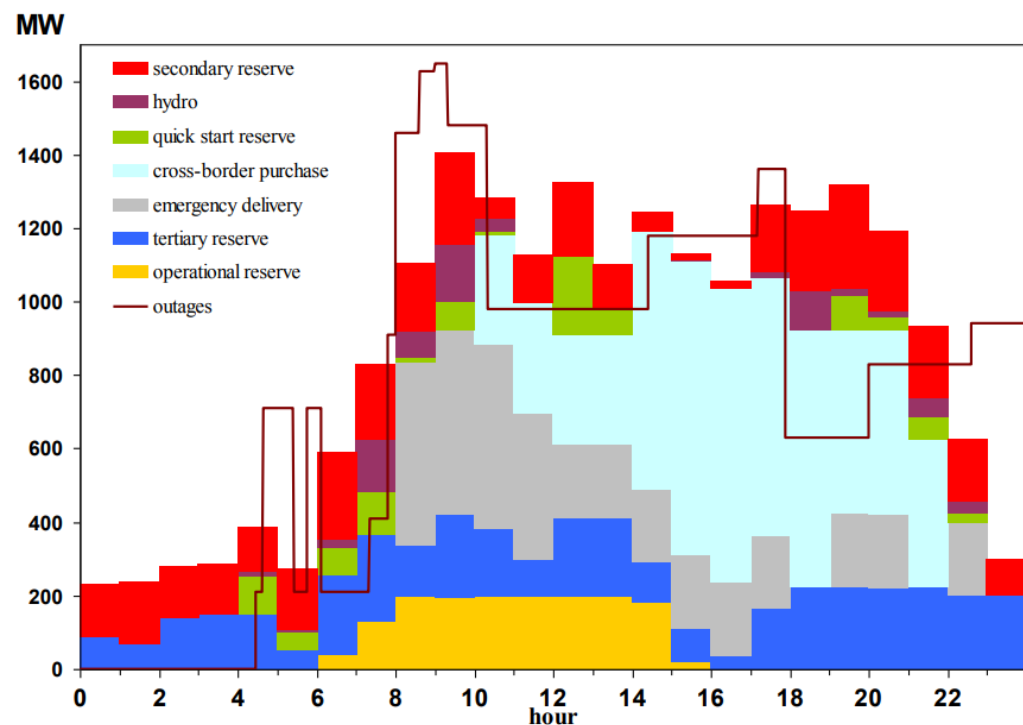
- Uspořádání topologie se překlápí od centrálních zdrojů (elektrárenských bloků připojených do přenosové soustavy - PS) přes tzv. distribuované (pracující do distribuční soustavy - DS) až po jednotky vyrábějící přímo u malospotřebitelů (kteří se stávají „prosumery“).
- V závěsu jako projev časové a místní nevyváženosti výroby a spotřeby vyplyne nutnost nárůstu objemu jednotek alternativních, založených na akumulaci.



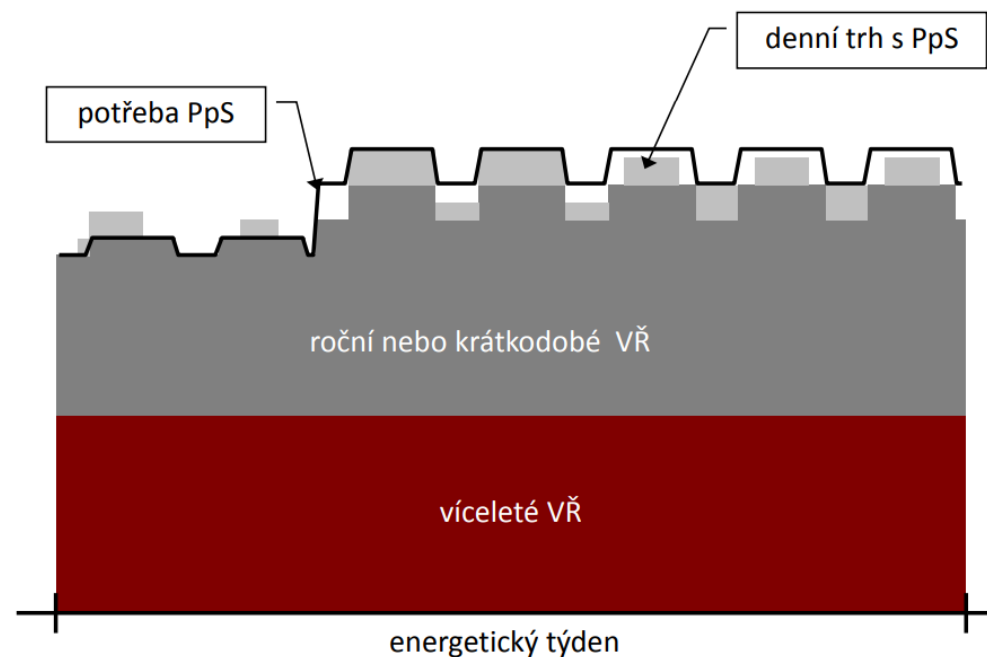
Změna spektra výrobních jednotek

Nové typy výrobních jednotek a prosazované úpravy technologie stávajících:

- Organizačně – ekonomickým resultátem turbulentnosti dostupného výkonu průběžně dochází k navyšování poptávky po podpůrných regulačních službách jak na straně výrobců, tak i u spotřebitelů.



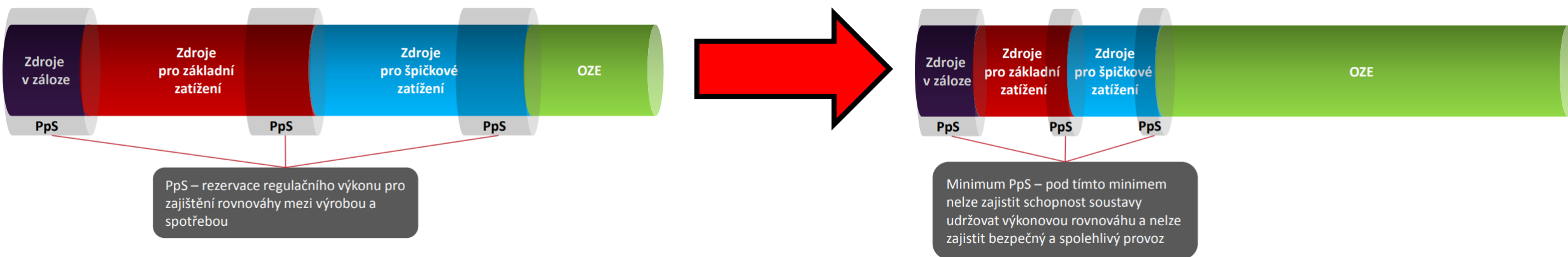
Typický průběh nákupu PpS



Změna spektra výrobních jednotek

Nové typy výrobních jednotek a prosazované úpravy technologie stávajících:

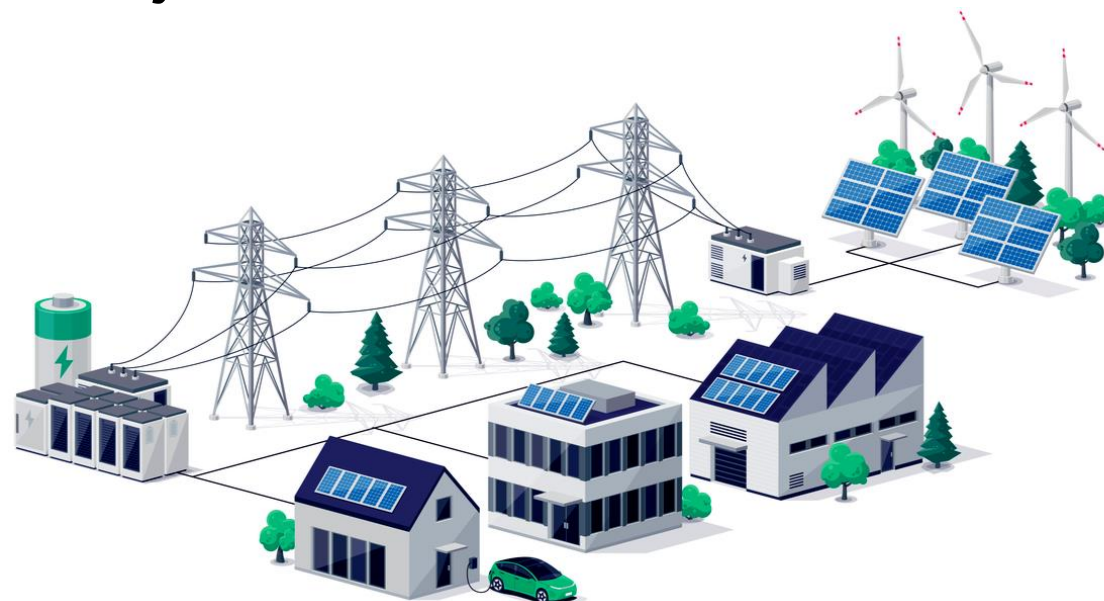
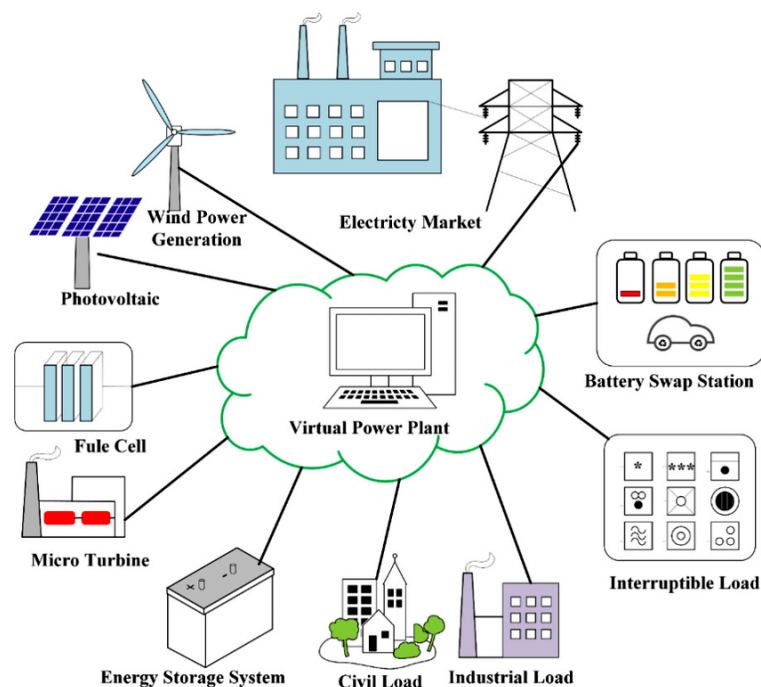
- Organizačně – ekonomickým resultátem turbulentnosti dostupného výkonu průběžně dochází k navyšování poptávky po podpůrných regulačních službách jak na straně výrobců, tak i u spotřebitelů.



Změna spektra výrobních jednotek

Nové typy výrobních jednotek a prosazované úpravy technologie stávajících:

- Důsledkem komplikací s jistotou dodávky velkého množství jednotek relativně malého instalovaného je fenomén agregace do vyšších celků ať již technicky nebo spíše jen organizačně a ekonomicky do virtuálních elektráren.



Změna spektra výrobních jednotek

Nové typy výrobních jednotek a prosazované úpravy technologie stávajících:

- Organizaci a optimalizaci řízení na technické úrovni komplikuje nutnost podléhat stále složitějšímu a korigovanému trhu s elektrickou energií (emisní povolenky, evropský trh a burza, ...).

Cena za tunu vypuštěného CO₂ v eurech



Cena elektrické energie na burze

Cena ročního kontraktu elektřiny za MWh



Změna spektra výrobních jednotek

Nové typy výrobních jednotek a prosazované úpravy technologie stávajících:

- Jsou kladeny nové náročnější požadavky na výrobní jednotky a jejich podpůrné systémy motivované snížením negativních dopadů probíhajících změn a vyššími nároky na kvalitu a zabezpečení dodávek elektrické energie:
 - V kontextu „Nařízení Komise (EU) 2016/631“ alias „RfG“ a „Nařízení Komise (EU) 2016/1388“ alias „DCC“ propsaných do národních pravidel provozování PS a DS (Kodex PS, PPDS).
 - Rozšíření co nejvyšší zabezpečení a ostrovní autonomie na různých úrovních stávající hierarchické struktury s následným plynulým a rychlým zpětným obnovením synchronizace do původních či jiných celků.

Technické dopady projevující se v distribuční soustavě (DS)

- Proměnlivost velikosti přenášeného výkonu (činného i jalového) v mnohem širších mezích přirozeně způsobuje vyšší výkyvy velikosti napětí napříč DS.
- Regulaci a zabezpečení sítí komplikuje budoucí zcela běžná provozní obousměrnost toku výkonu v sítích původně koncipovaných s jednoznačnou orientací přenosu.
- Nové nástroje pro regulaci velikosti napětí (založené na výkonové elektronice) bohužel paradoxně mohou způsobovat snížení jiných atributů kvality elektrické energie (zejména podíl vyšších harmonických napětí a proudů).

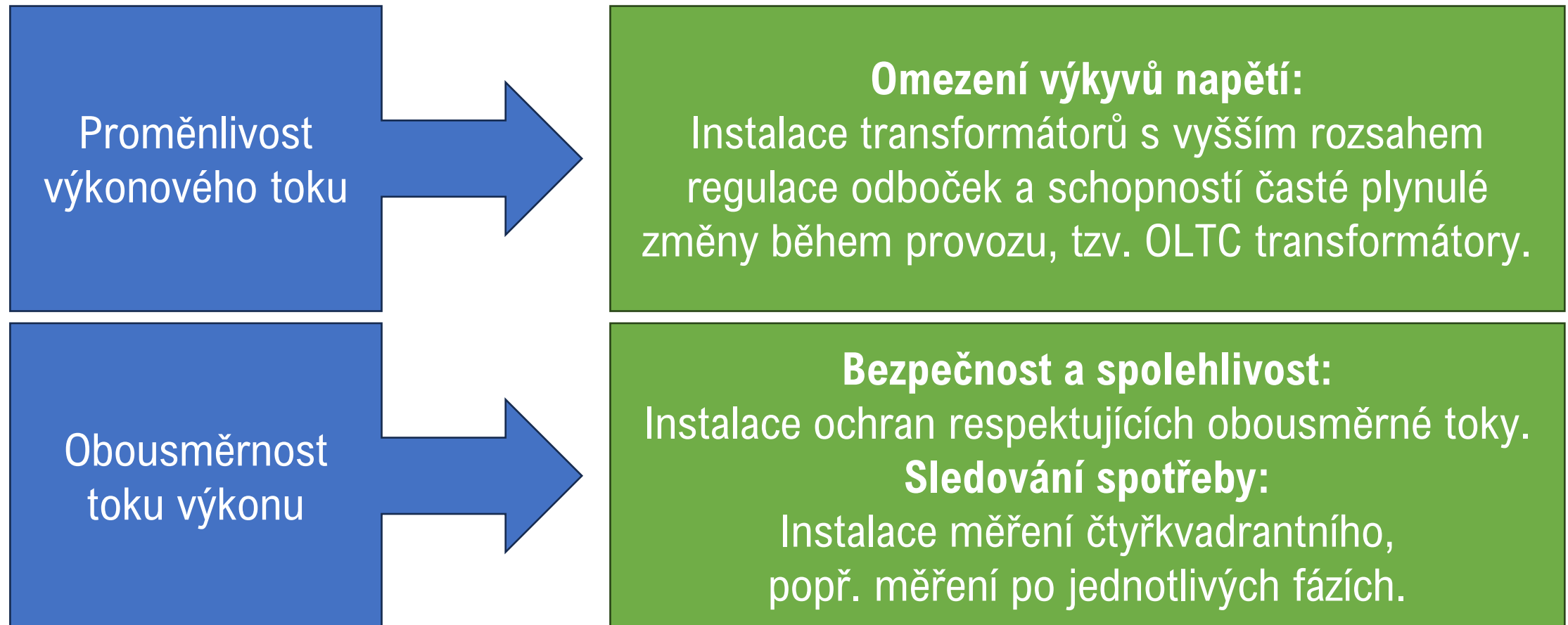
Technické dopady projevující se v distribuční soustavě (DS)

- Vzniká všeobecná potřeba po širším pásmu dostupného přenášeného výkonu po linkách, transformátorech a ostatních prvcích DS s negativními dopady na spolehlivost a životnost všech prvků ES (alternativou je plošné posílení technické odolnosti za nepřijatelných ekonomických nákladů).
- Souběžně je v uzlech pro navýšení připojitelnosti distribuovaných zdrojů požadován předem obtížně plánovitě předvídatelný potřebný zkratový výkon určující přirozenou odolnost DS proti výkonovým oscilacím.

Technické dopady projevující se v distribuční soustavě (DS)

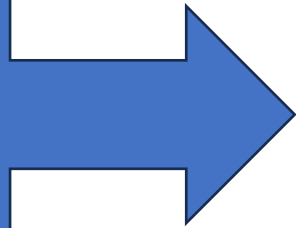
- Nutnost poskytovat řízení a regulaci v nové úrovni vyžaduje vysokou míru komunikace měření a aktivních jednotek, což snižuje spolehlivost a vytváří kruciální závislost na datové infrastruktuře.
- Mnohé dříve zmíněné dopady (obtížné zajištění místně proměnlivé expandující výkonové kapacity, akumulace velkých objemů) jsou vyostřeny v souvislosti s předpokládanou nekompromisní podporou elektromobility v širokém měřítku.

Technické inovace a opatření pro snížení důsledků v distribuční soustavě (DS) *



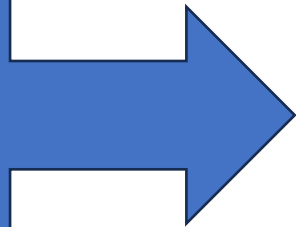
Technické inovace a opatření pro snížení důsledků v distribuční soustavě (DS) *

Potřebná mnohem vyšší časově ojedinelá výkonová přenosová kapacita než jmenovitá



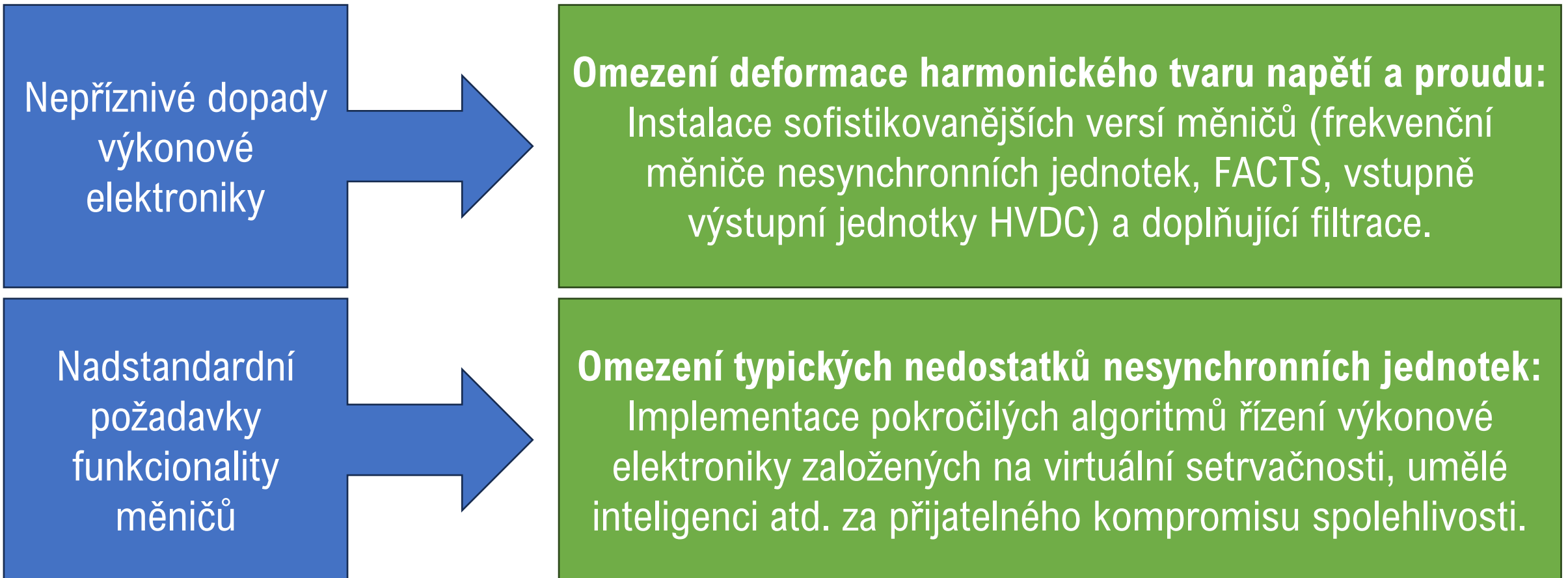
Omezení přetěžování prvků nebo naopak uživatelů:
Instalace výkonově předimenzovaných prvků (vedení, kabelů, transformátorů, měničů, ...) nebo jejich variant odolávajících snadno systematickému přetěžování.

Nejasný plánovitý potřebný zkratový výkon

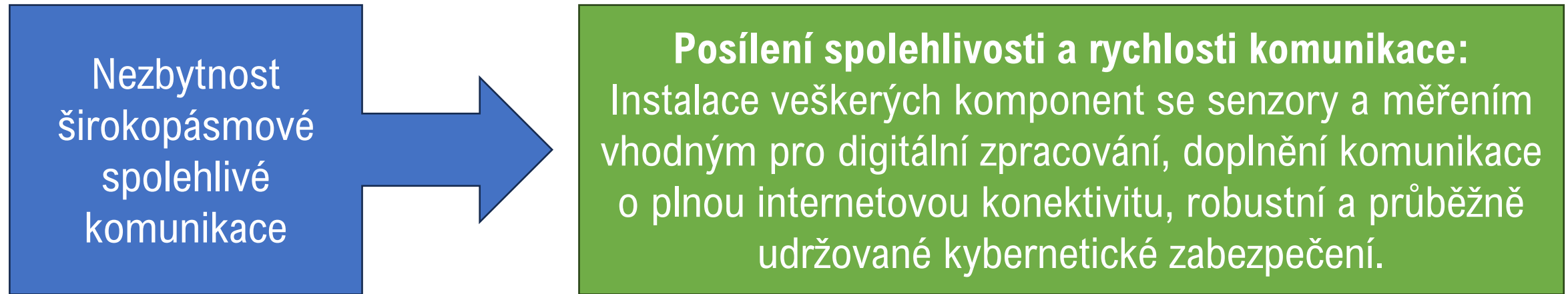


Omezení destabilizace napětí včetně úhlové:
Instalace předimenzované infrastruktury všeobecně, nebo dodatečné „Smart“ jednotky podporující stabilitu založené na výkonové elektronice a akumulaci (klasické kompenzace pouze jalového výkonu nejsou dostatečné).

Technické inovace a opatření pro snížení důsledků v distribuční soustavě (DS) *



Technické inovace a opatření pro snížení důsledků v distribuční soustavě (DS) *



Děkuji za pozornost

doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.

Katedra elektroenergetiky
Fakulta elektrotechnická
Západočeská univerzita v Plzni

a: Univerzitní 26, 301 00 Plzeň
p: +420 37763 4343
e: nohac@fel.zcu.cz
w: fel.zcu.cz

Příspěvek vznikl s využitím podpory
studentského projektu SGS-2021-018.