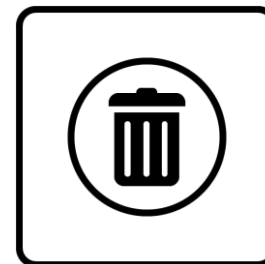
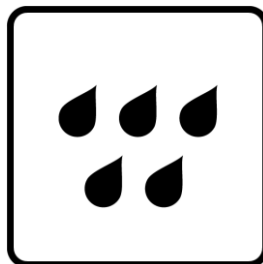
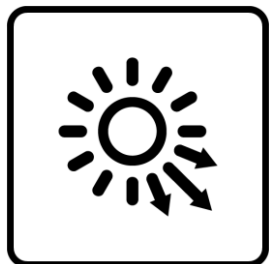
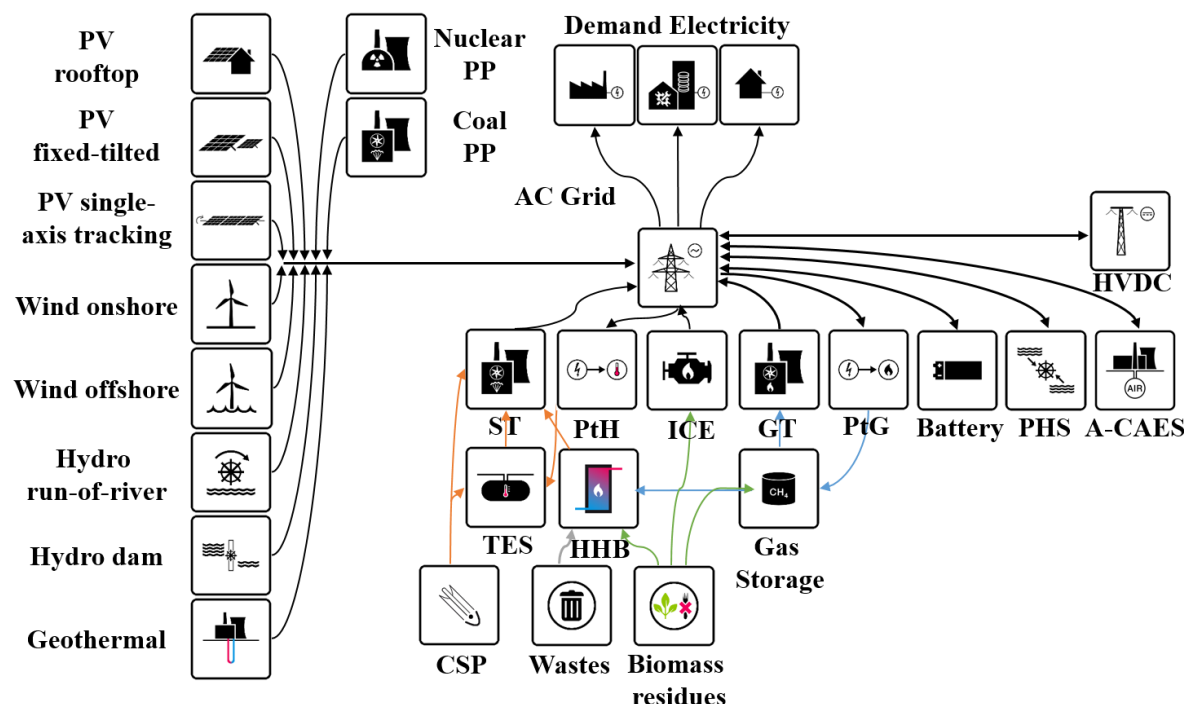


Globální energetický systém založený na 100% obnovitelných zdrojích energie – oblast elektřiny Česká republika a Slovensko



Study financována
German Federal Environmental Foundation (DBU) a
Stiftung Mercator GmbH

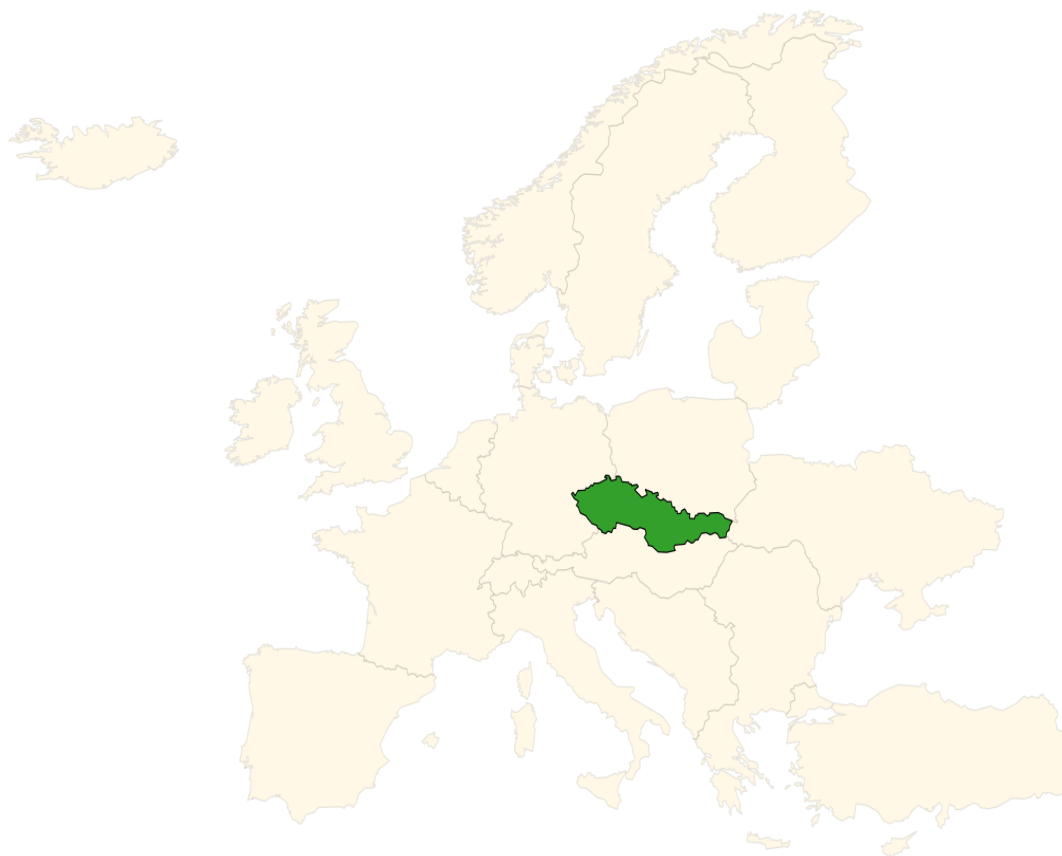
LUT Model elektroenergetického systému



- Technologie použité pro optimalizaci elektroenergetického systému zahrnují výrobu, skladování a přenos elektřiny
- Model funguje v rozlišení na jednotlivé hodiny během celého roku
- Pro solární, větrné a vodní zdroje energie jsou použity skutečné údaje o počasí
- LUT Model je zatím jediný, který zohledňuje hodinové rozlišení v globálně-lokálním měřítku
- LTU Model bude v následující studii rozšířen o ostatní spotřebu energie (+ teplo a doprava)



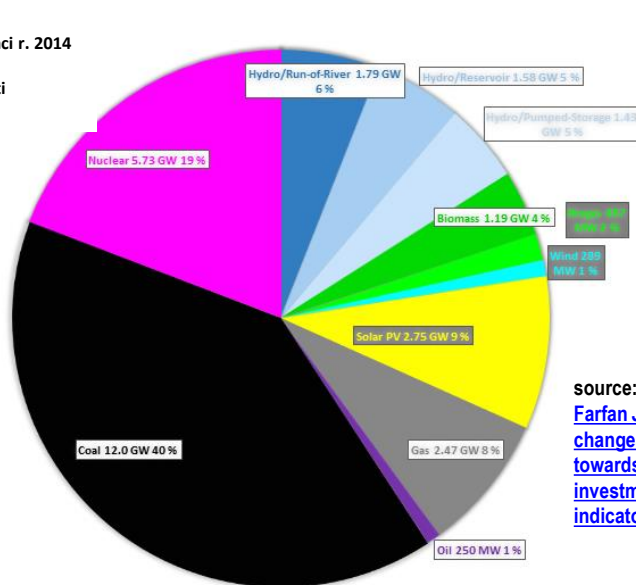
Česká republika, Slovensko - Přehled



- Česká republika a Slovensko byly pro tuto analýzu elektroenergetické transformace sloučeny do jednoho regionu
- Současný elektrárenský systém dominují elektrárny na fosilní paliva a jaderné elektrárny

Ceská republika, Slovensko – Infrastruktura elektráren

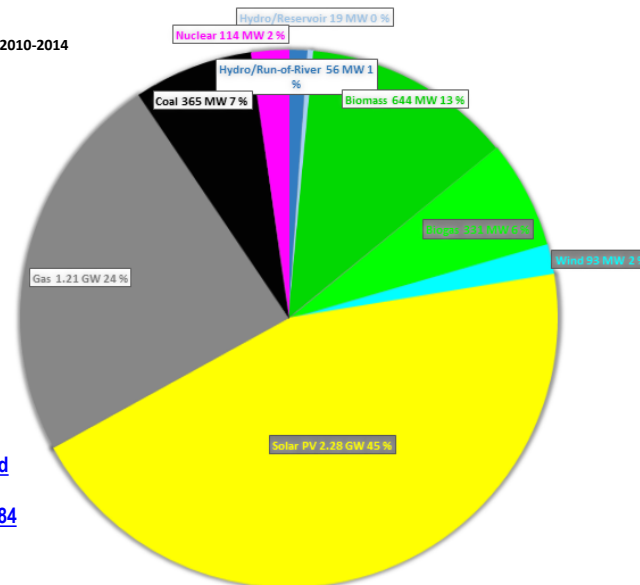
Celkový výkon ke konci r. 2014
29,9 GW
Indikátor udržitelnosti
-26%



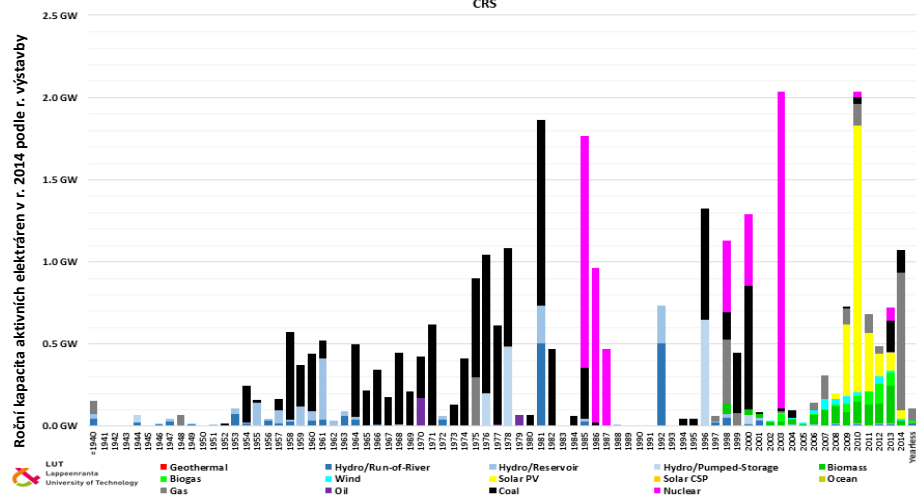
source:

Farfan J. and Breyer Ch., 2017. [Structural changes of global power generation capacity towards sustainability and the risk of stranded investments supported by a sustainability indicator](#); J of Cleaner Production, 141, 370-384

Nárůst celkové kapacity 2010-2014
5,1 GW
Indikátor udržitelnosti
64%



CRS



Klíčové poznatky:

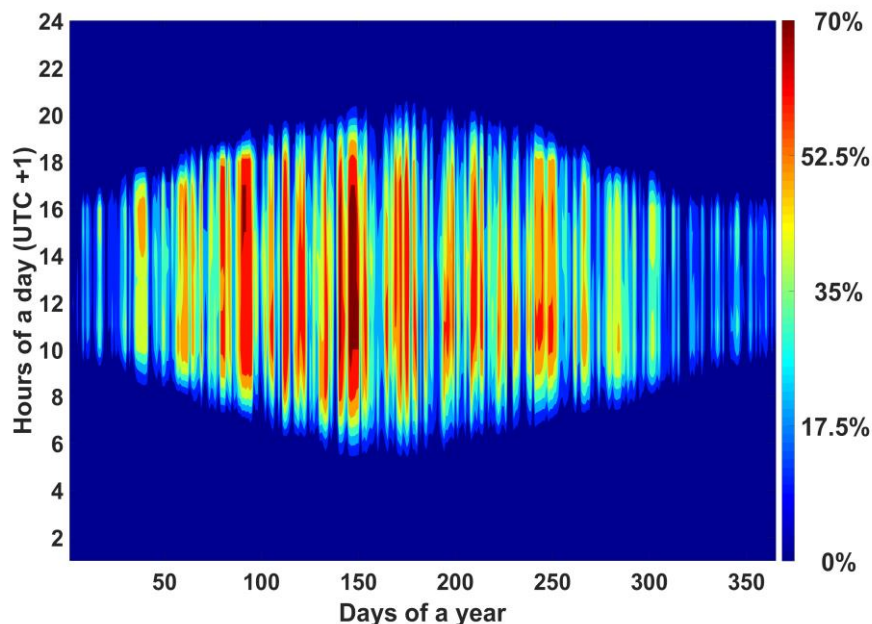
- Při výrobě elektřiny je ve výrobním mixu významný podíl jaderných a uhelných elektráren
- OZE zaznamenaly v posledních letech výrazný nárůst podílu na výrobním mixu a to zejména FVE (45%) a biomasa



Česká republika, Slovensko (Slunce, Vítr)

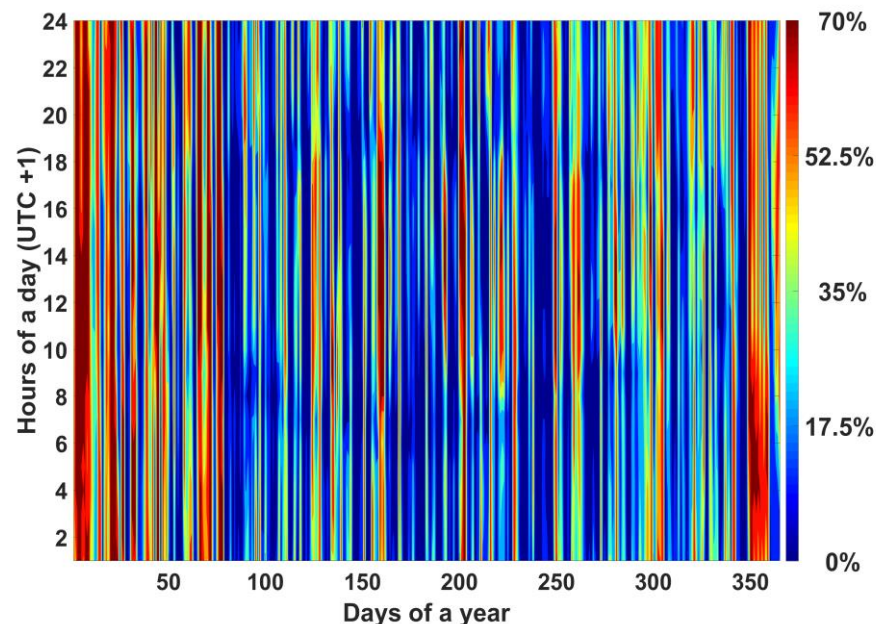
Profil výroby elektřiny z fotovoltaiek
Agregovaný vážený průměr výroby elektřiny z FVE

PV single-axis tracking profile (2050)



Profil výroby elektřiny z větru
Agregovaný vážený průměr výroby elektřiny z VTE

Wind profile (2050)

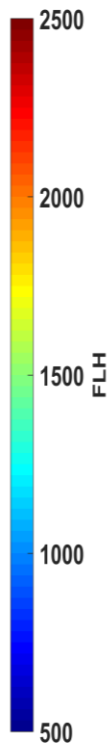
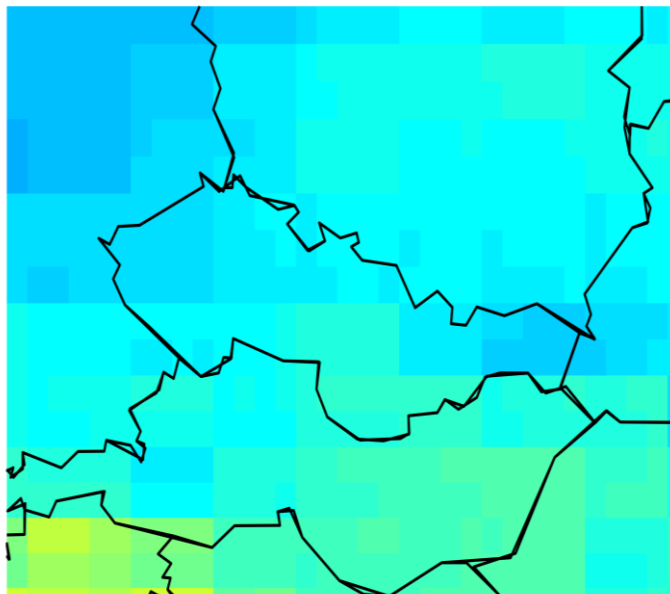


Klíčové poznatky:

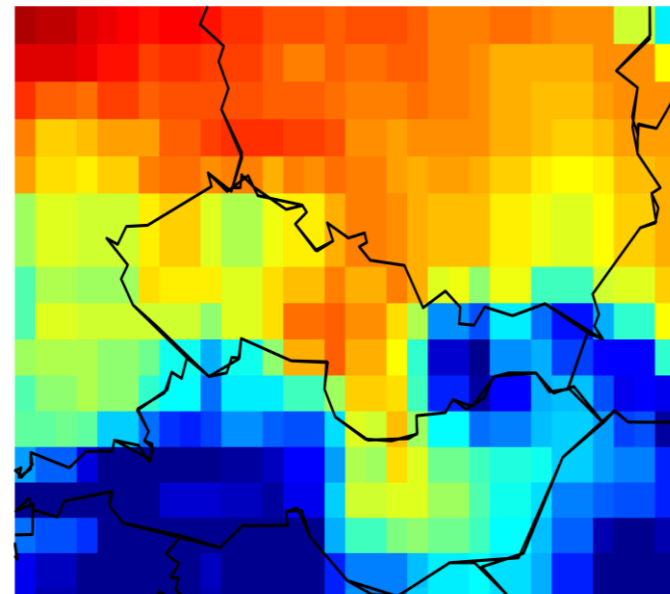
- **Vítr:** Sezónní výkyvy a celkové rozložení výroby je nerovnoměrné, vysoké množství vyrobené elektřiny na začátku a na konci roku (v zimních měsících)
- **FVE:** Velmi nízký solární svit během zimních měsíců

Česká republika, Slovensko – Hodiny plného výkonu

FVE hodiny plného výkonu



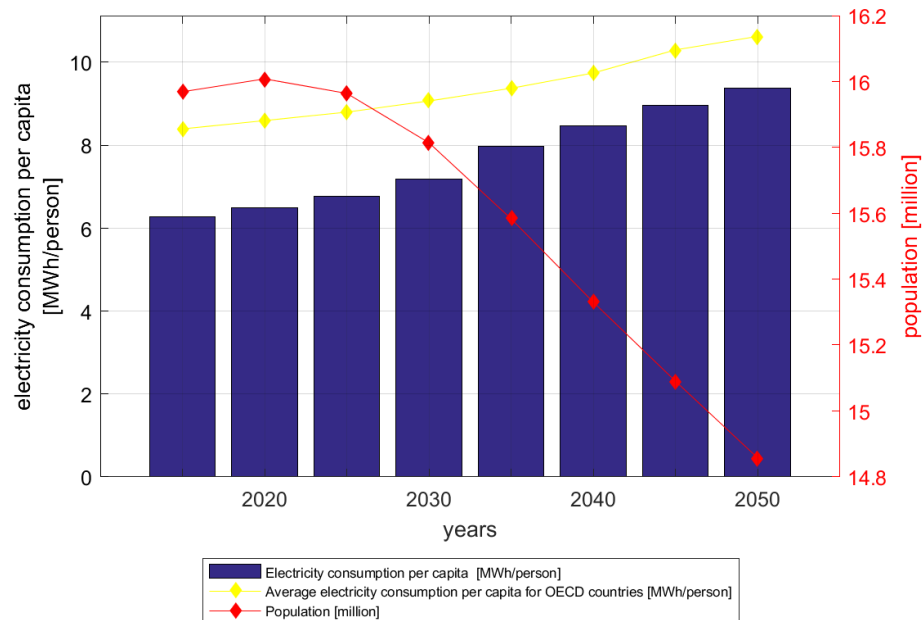
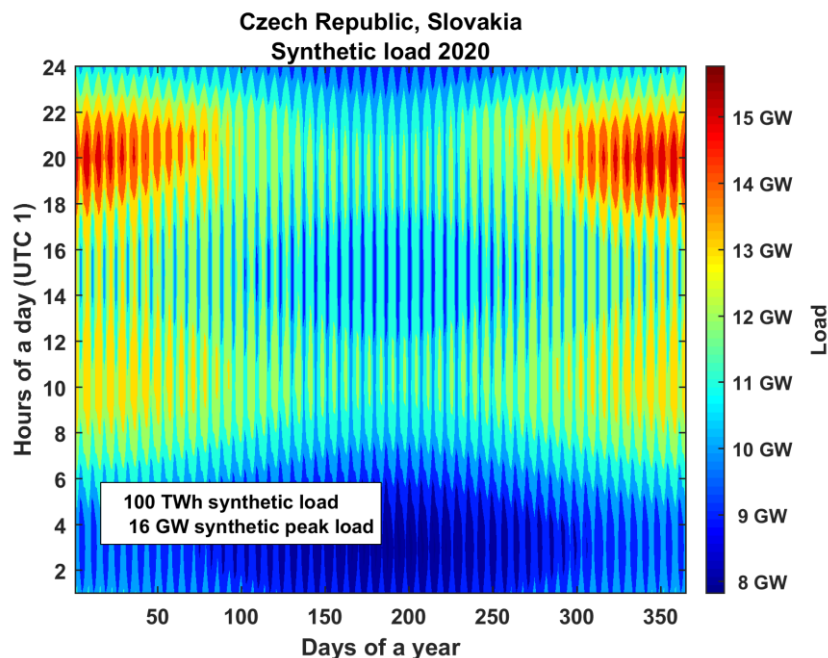
Vítr na pevnině (E101 ve 150m) hodiny plného výkonu



Klíčové poznatky:

- Vítr: Dobré podmínky pro větrné zdroje, zejména v České republice. Podmínky jsou nerovnoměrně rozděleny
- FVE: Podmínky jsou v regionu středně vhodné

Hodinová a dlouhodobá poptávka

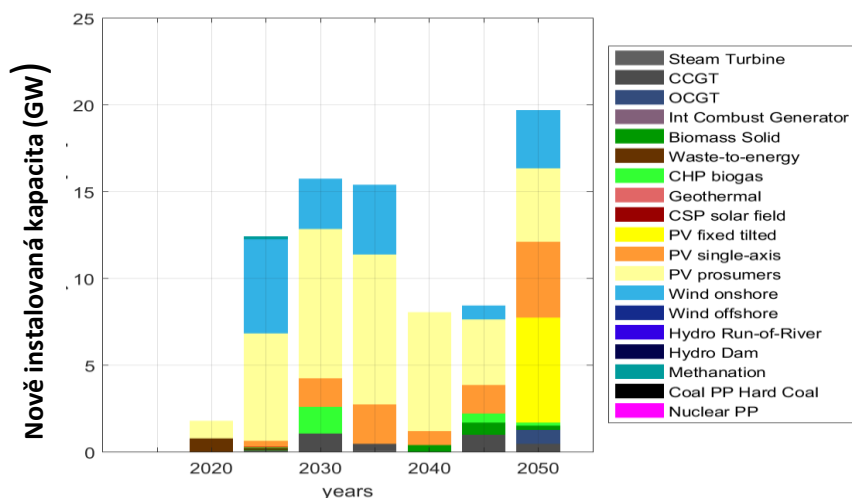
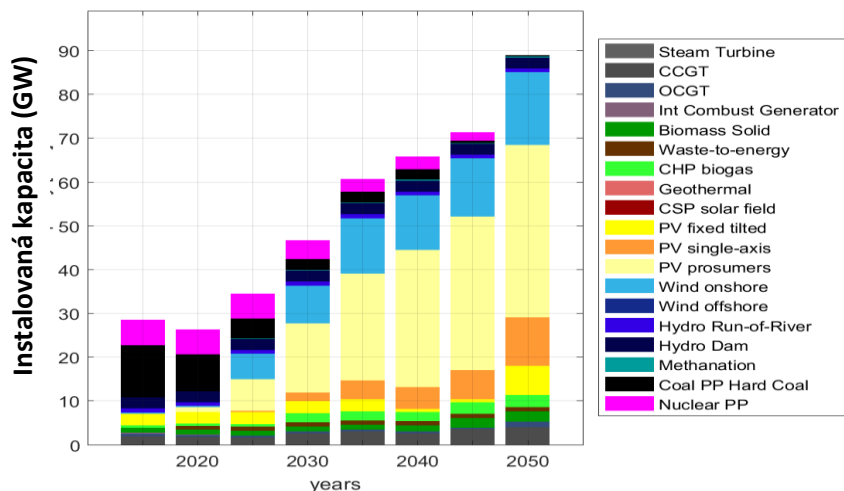


Klíčové poznatky:

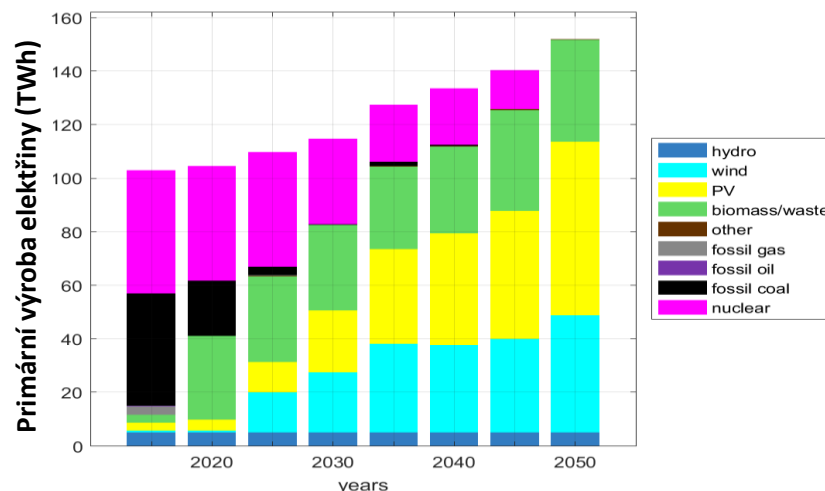
- Předpokládá se s nárůstem průměrné spotřeby elektřiny o 1,0% ročně během celého období elektroenergetické transformace
- Očekává se mírný pokles celkové populace v České republice a na Slovensku z 15,9 na 14,9 milionu obyvatel, přičemž se průměrná spotřeba elektřiny na obyvatele zvýší z 6,3 na 9,4 MWh
- Předpokládá se s nárůstem celkové spotřeby elektřiny ze 100 TWh v roce 2015 na 139 TWh v roce 2050

Elektroenergetická transformace v kapacitě a výrobě

Instalovaná kapacita



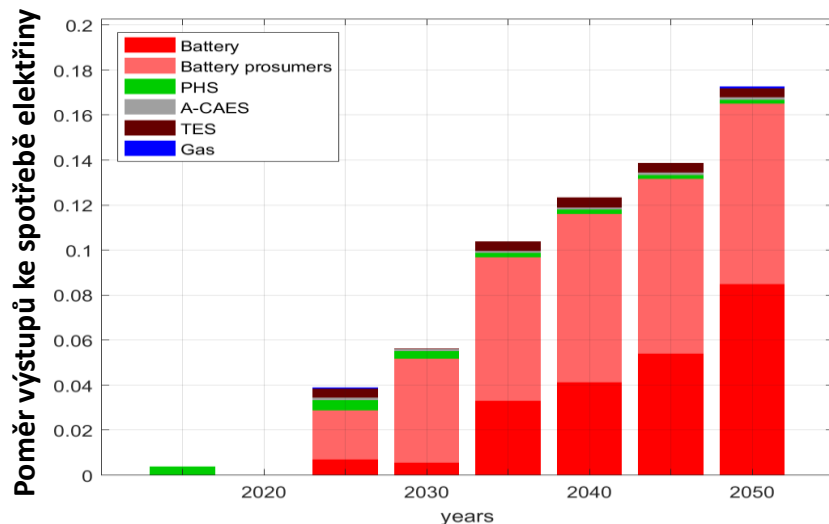
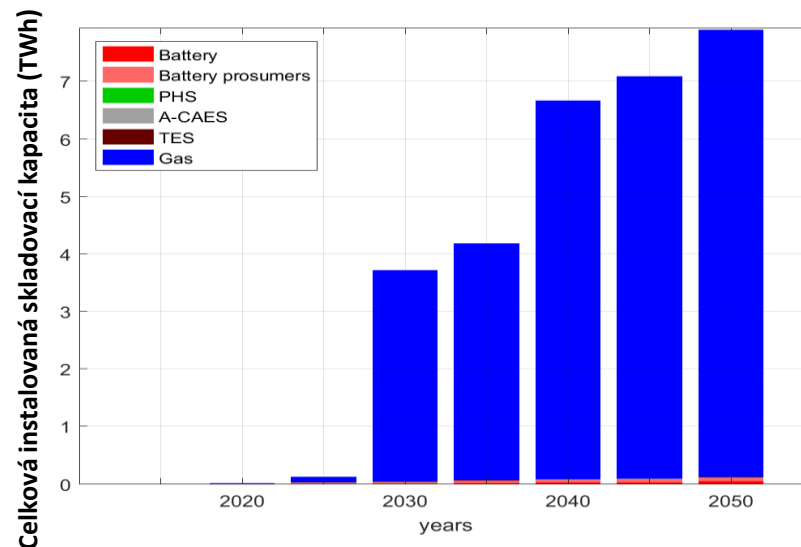
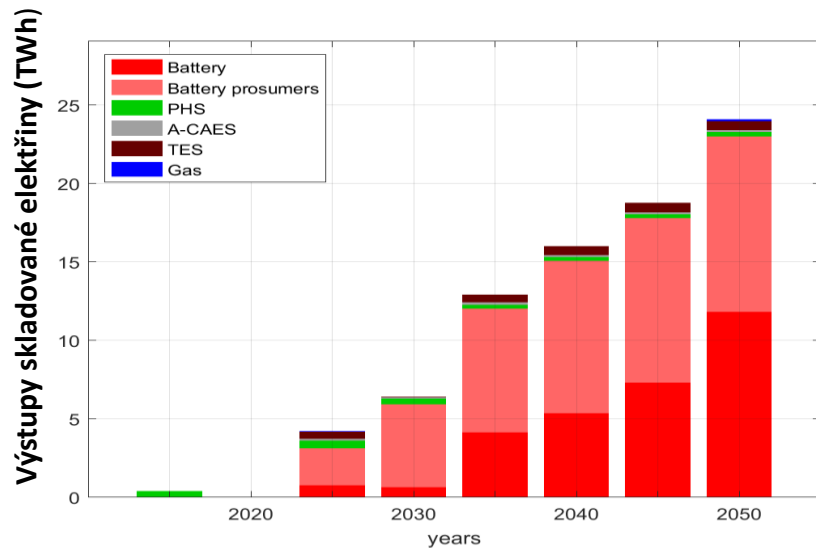
Výroba elektřiny



Klíčové poznatky:

- Většina elektřiny pochází z FVE, větru a biomasy, zatímco vodní energie je jen doplňuje
- V roce 2050 se v elektrárenském systému velice dobře doplňují různé druhy obnovitelných zdrojů
- FVE, vítr a bioenergie přispívají v roce 2050 na celkovou výrobu elektřiny 43%, 29% a 18%

Požadavky na skladování

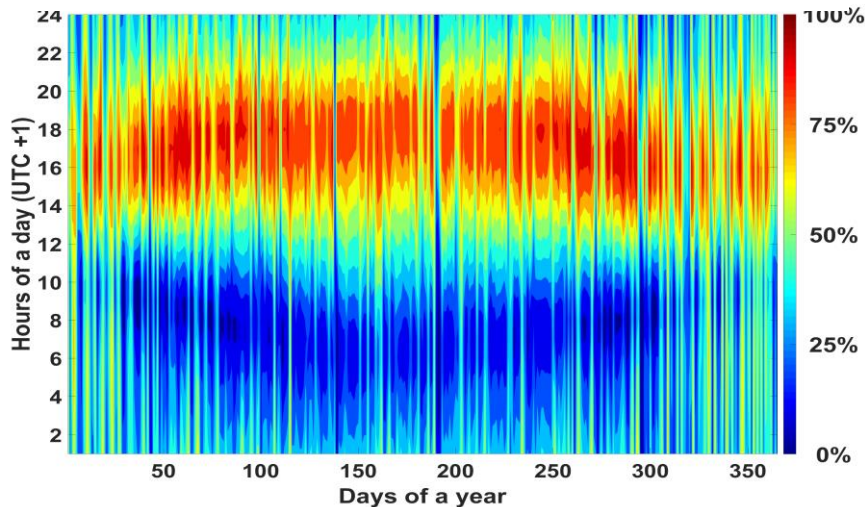


Klíčové poznatky:

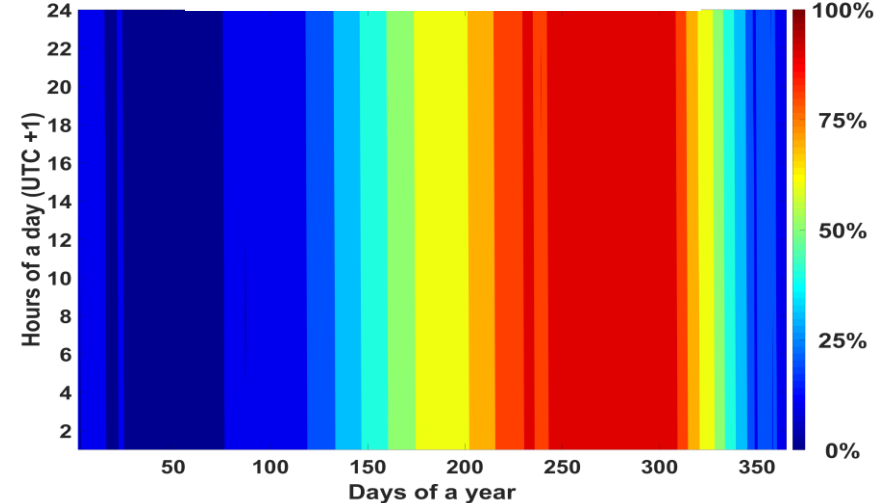
- Baterie jsou nejdůležitější podpůrné technologie pro solární panely
- Pro sezonní uskladňování energie je instalován významný podíl zásobníků na plyn
- Významnou roli v ukládání elektřiny do baterií hrají prosumer
- Skladování plynu má nejvyšší objemy, jedná se téměř zcela o bio-metan, který není uveden jako výstup ze zásobníků plynu v grafech, ale jako zdroj výroby z biomasy (bioenergie)

Provozní režim skladování (2050)

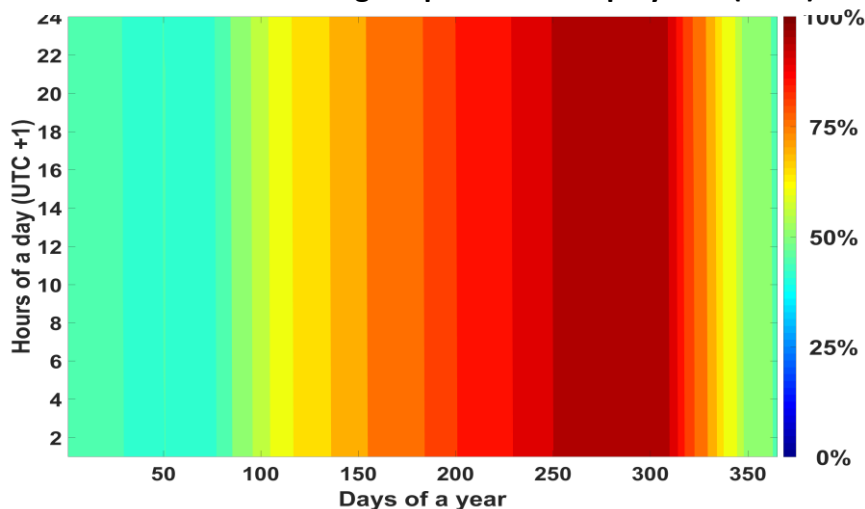
Celková kapacita uskladněná v bateriích – plný stav (2050)



Uskladnění plynu – plný stav (2050)



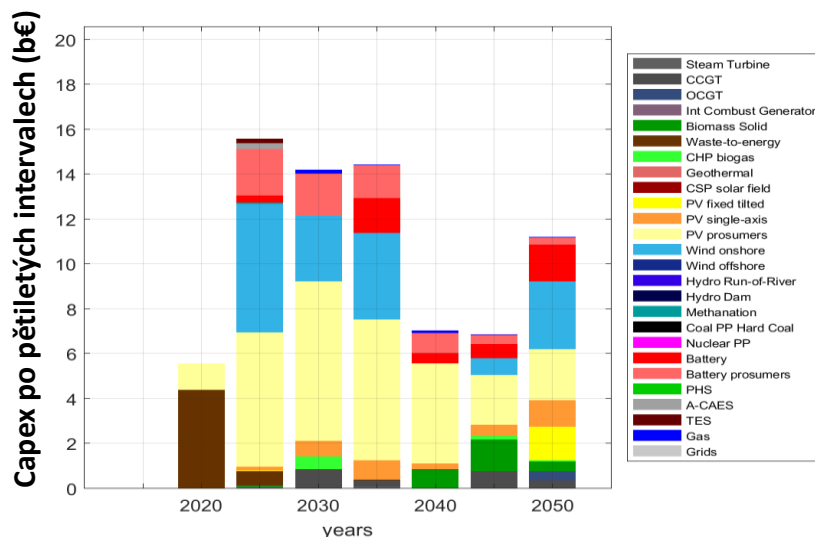
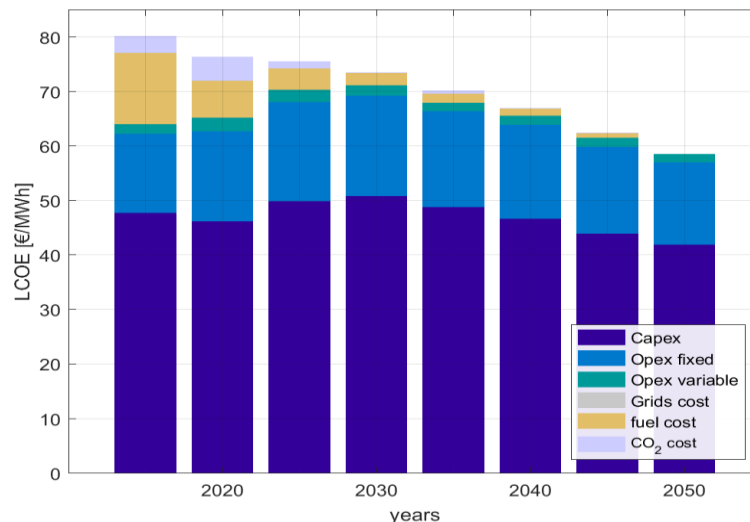
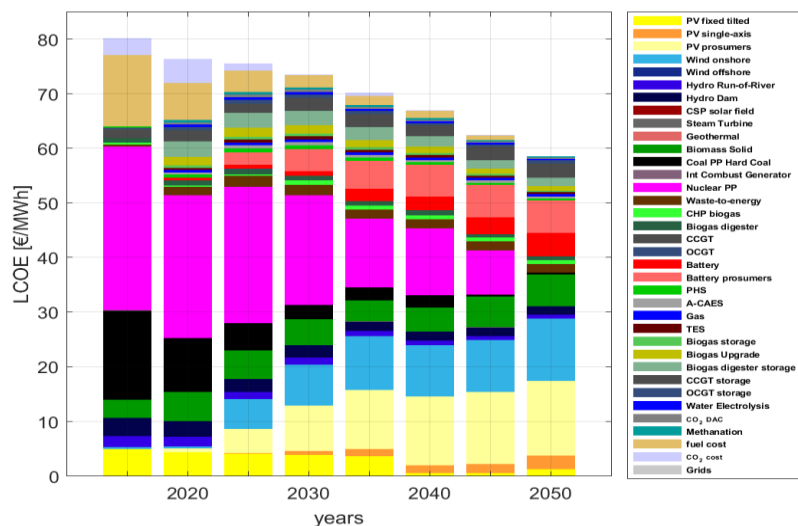
Uskladnění vodní energie v přehradách – plný stav (2050)



Klíčové poznatky:

- Baterie vyrovnávají spotřebu na denní bázi
- Skladovaný plyn reaguje velice přizpůsobivě
- Vodní nádrže se doplňují se solární a větrnou energií, ale jsou používány také na sezónní skladování

Náklady na elektrárenský systém během transformace

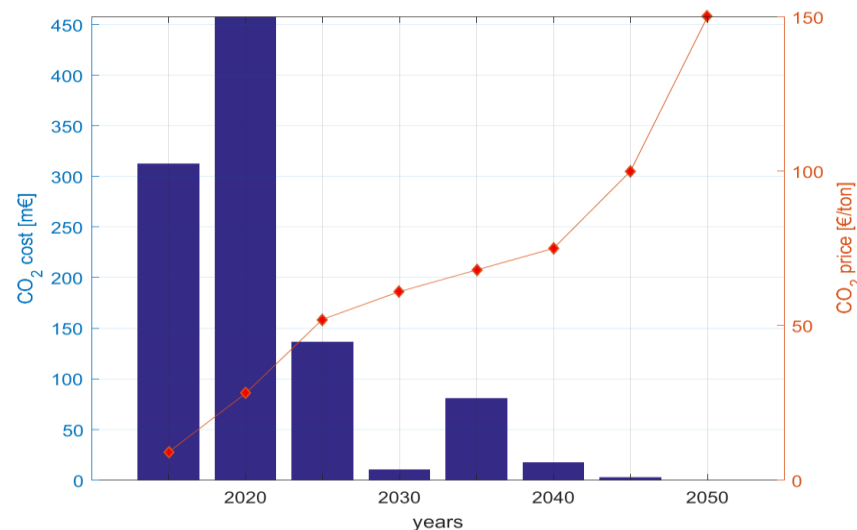
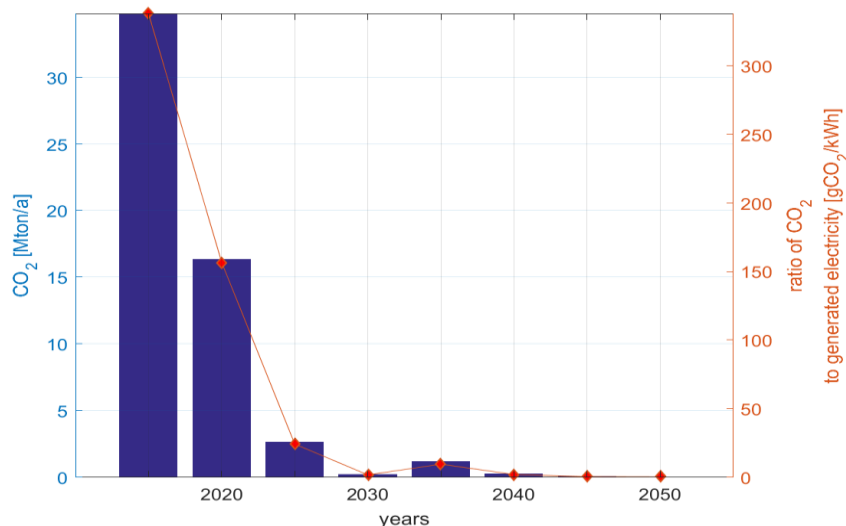


Klíčové poznatky:

- Náklady na elektrárenský systém LCOE (Levelised Cost of Electricity) poklesnou z 80,20 €/MWh v roce 2015 na 58,50 €/MWh do roku 2050, včetně všech forem výroby, skladování, omezení a části rozvodné sítě
- Po roce 2030 do 2050 poklesnou LCOE náklady na 58,50 €/MWh na základě navýšení kapacity OZE
- Po počátečním nárůstu investičních nákladů se požadavky na investice ustálí mezi roky 2025 - 2035, poklesnou začátkem 2040 let a porostou opět do 2050



Snížení emisí CO₂



Klíčové poznatky:

- Emise skleníkových plynů mohou být sníženy z 35 MtCO_{2eq} v roce 2015 na nulu do roku 2050, zatímco celkové LCOE náklady elektroenergetického systému klesnou
- Emise skleníkových plynů poklesnou s tím, jak budou elektrárny na fosilní paliva vyřazovány z provozu
- Co je ještě důležitější, že podstatnou dekarbonizaci o 82% na 1,2 MtCO_{2eq} je možné docílit již do roku 2035 a o 84% na 0,2 MtCO_{2eq} do 2040 což je podstatně dříve než 2050, zatímco celkové LCOE náklady elektroenergetického systému budou postupně klesat
- Výsledky studie také ukazují, že elektroenergetický systém založený na 100% OZE je výrazně efektivnější ve srovnání se stávajícím elektroenergetickým systémem

Shrnutí I – Elektroenergetická transformace

- Česká Republika a Slovensko mohou dosáhnout elektroenergetického systému ze 100% OZE a nulové emise skleníkových plynů do roku 2050
- Náklady (LCOE) pro plně udržitelný čistý elektroenergetický systém budou 58,50 €/MWh v roce 2050
- FVE se jeví jako nejvýznamnější zdroje dodávek elektřiny s přibližně 43% z celkových dodávek elektřiny do roku 2050
- Větrná energie se bude podílet na celkových dodávkách elektřiny 29 procenty a bioenergie 18 % v roce 2050
- Baterie se stane klíčovou technologií s 97% z celkové dodávky elektřiny z akumulace energie
- Náklady na skladování podstatně zvyšují celkové náklady na kompletní elektroenergetický systém LCOE, a to s 31%
- Emise skleníkových plynů je možno zredukovat z 35 MtCO_{2eq} na nulu v roce 2050
- Systém se 100% OZE je efektivnější a nákladově konkurenceschopnější než varianta spočívající na fosilních palivech



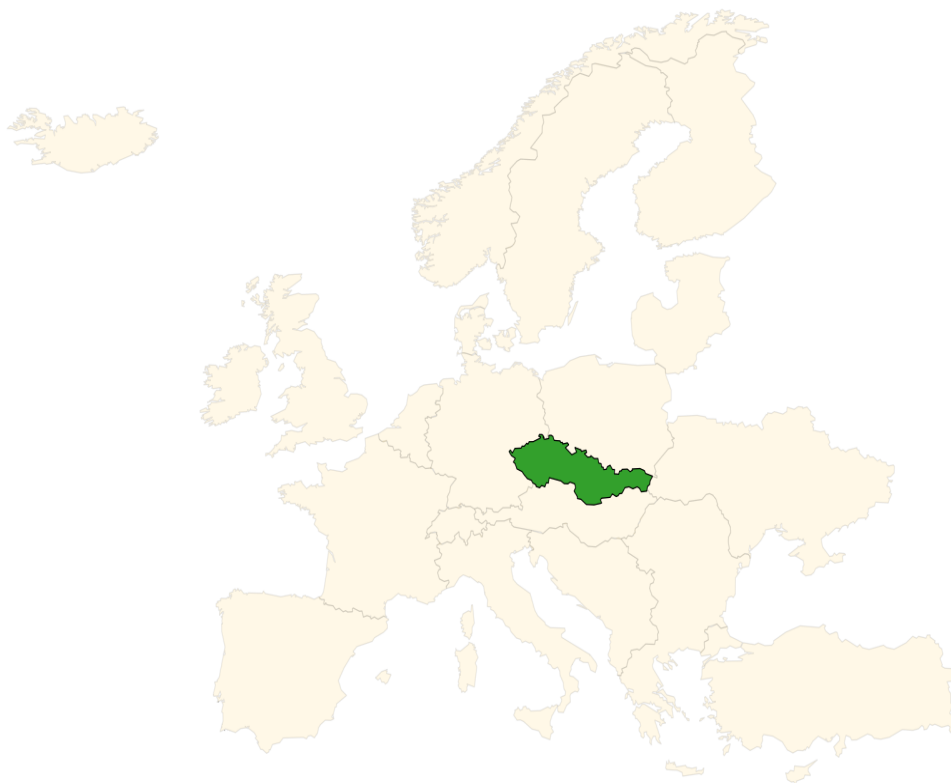
Shrnutí II – Elektroenergetický systém 2050

- Existující technologie pro výrobu elektřiny z OZE může generovat dostatek elektřiny k pokrytí veškeré poptávky po elektřině v roce 2050
- Celkové průměrné náklady LCOE klesnou na 58.5 €/MWh při 100% OZE do roku 2050 (včetně všech forem výroby, skladování, omezení a části rozvodné sítě) v porovnání s celkovými náklady LCOE ve výši 80.2 €/MWh v roce 2015
- Hlavní zdroje OZE se budou podílet na dodávkách elektřiny v roce 2050 následovně:
 - 43% FVE
 - 29% větrná energie
 - 18% bioenergie
 - 3% vodní energie
- FVE a větrné elektrárny jsou nejvýznamnějšími technologiemi při transformaci elektroenergetického systému
- Sezónní výkyvy a dobré podmínky pro větrné zdroje jsou klíčové podněty pro význam větrné energie

Další informace

Výsledky pro celou Evropu jsou dostupné na:

- Europe <http://bit.ly/2zonZ6a>



Použité anglické výrazy a zkratky v obrázcích 1

zkratka	anglický výraz	český výraz
A-CAES	adiabatic compressed air energy storage	uskladnění energie ve stlačeném vzduchu
AC	alternating current	střídavé napětí
	AC grid	síť střídavého napětí
	battery prosumers	baterie pro vlastní potřebu
	battery	baterie pro uskladnění elektřiny
	biogas	biomasa
	biomass solid	pevná biomasa
	biomass residues	odpadová, zbytková biomasa
CCGT	combined cycle gas turbine	paroplynové elektrárny
CHP biogas		bioplynové kogenerační jednotky
CO ₂ DAC	direct air capture	jímání a uskladňování CO ₂
CSP	concentrating solar thermal power	koncentrovaná solární energie
	demand electricity	požadavky na elektřinu
	fossil coal PP	fosilní uhelná elektrárna
	fossil oil	fosilní nafta
	fossil gas	fosilní zemní plyn
	geothermal	geotermální energie
GT	gas turbine	plynová turbína
	gas storage	uložiště plynu
GHG	greenhouse gas	skleníkové plyny
	hydro run-of-river	vodní elektrárny na řekách
	hydro dam	vodní elektrárny na přehradách



Použité anglické výrazy a zkratky v obrázcích 2

zkratka	anglický výraz	český výraz
HVDC	high voltage direct current	vysoké napětí stejnosměrného proudu
HHB	hot heat burner	vysokoteplotní spalování
	int combust generator	teplárna
ICE	internal combustion engine	teplárna
LCOE	livelised cost of electricity	vyhodnocené náklady pro výrobu elektřiny v roce výstavby podle Lazard
	methanation	výroba syntetického metanu
	nuclear PP	jaderná elektrárna
	ocean	energie z rozdílu přílivu a odlivu
OCGT	open cycle gas turbine	plynová turbína s otevřeným cyklem
PP	power plant	elektrárna
PtH	power to heat	elektrické vytápění
PtG	power to gas	výroba plynu z elektřiny
PV prosumer	PV producer + consumer	FVE pro vlastní spotřebu (výrobce a spotřebitel)
	PV rooftop	střešní FVE
	PV fixed -tilted	FVE fixní naklonění
	PV single-axis tracking	FVE otáčející se kolem jedné osy
PHS	pumped hydro storage	přečerpávací stanice
RE	renewable energy	obnovitelné zdroje energie
ST	steam turbine	parní turbína
TES	thermal energy storage	uskladnění tepelné energie
	wastes to energy	spalování odpadu na výrobu energie
	wind onshore	VTE pozemní
	wind offshore	VTE mimo pevninu



Autoři s díky oceňují finanční podporu projektu od společností Stiftung Mercator GmbH a Deutsche Bundesstiftung Umwelt.

Další informace a všechny publikace jsou k dispozici na:

www.energywatchgroup.org

[www.researchgate.net/profile/Christian Breyer](http://www.researchgate.net/profile/Christian_Breyer)