



Financováno
Evropskou unií
NextGenerationEU



NÁRODNÍ
PLÁN OBNOVY

Školení energetických poradců a manažerů

Tento projekt je financován Evropskou unií v rámci Národního plánu obnovy.

Podpora vzdělávání a zvyšování odborných kompetencí energetických poradců a manažerů poskytujících poradenské služby v oblasti energetiky, klimatu a renovací budov.



Ministerstvo životního prostředí



STÁTNÍ FOND
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
ČESKÉ REPUBLIKY



ŠKOLENÍ ENERGETICKÝCH PORADCŮ A MANAŽERŮ



Podpora vzdělávání a zvyšování odborných kompetencí energetických poradců a manažerů poskytujících poradenské služby v oblasti energetiky, klimatu a renovací budov.

Tento projekt je financován Evropskou unií v rámci Národního plánu obnovy.



Financováno
Evropskou unií
NextGenerationEU



NÁRODNÍ
PLÁN OBNOVY

Ministerstvo životního prostředí



STÁTNÍ FOND
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
ČESKÉ REPUBLIKY



Lektor: Ing. Hynek Beran

Školitel: Česká fotovoltaická asociace, Ústav Fotovoltaiky a Elektromobility, z.ú.

JUDr. PhDr. Petr Maule
Ing. Petr Maule, LL.M., MBA
Doc. Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.
Ing. Milan Hošek

Energetická bezpečnost



Tento projekt je financován Evropskou unií v rámci Národního plánu obnovy.

Energetická bezpečnost

Širší pojem **resilience**, není jenom technický

Technické základy

Výroba, přenos, distribuce, spotřeba, soudobost řízení soustav

Druhy soustav

- Dodávka energetických komodit
 - Elektrické
 - Napětí velmi vysoké VVN (400, 200 a 110 kV), vysoké VN (22 kV) a nízké NN 240 V
 - Teplárenské
 - Parovod, horkovod, teplovod
- Přísun a dodávka energetických surovin
 - Plynárenské
 - Vysokotlak, středotlak, nízkotlak
 - Ropovody, produktovody

Energetická odvětví

- Elektroenergetika
 - Teplárenství
 - Plynárenství
-
- Někdy se počítá i doprava, zejména ve spotřebě energetických surovin

Energetické potřeby

- Teplo
 - Pro domácnosti i pro průmysl, průmyslové teplo je obvykle tlaková pára
- Světlo, elektřina
 - Domácnosti, průmysl, služby ...

Energetické zdroje

- Ty větší (Temelín apod.) jsou většinou někde v polích
- Menší zdroje jsou naopak obvykle v továrnách nebo v městech
- V průmyslovém státě byly obvykle budovány tak, že jeden zdroj sloužil pro průmyslový podnik i přilehlé sídliště a vyráběl elektřinu a teplo
- **Tím získáváme i částečné samozásobení v případě výpadku soustav**
- O tuto vlastnost přicházíme tím, když namísto kogeneračních zdrojů na fosilní paliva stavíme výtopenské kotle na (fosilní) zemní plyn
- Důvod k tomu není technický ani doopravdy ekonomický, s výjimkou ideologie a deformovaného trhu (viz poslední dvě kapitoly)

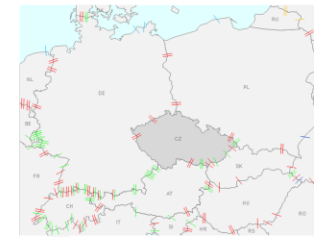
Energetické soustavy

- Plynárenské soustavy jsou tranzitní
- Elektrické soustavy jsou stavěny jako národní částečně propojené kvůli výpomoci a výměně
- Tepelné soustavy jsou lokální, ale v případě Mělníka, Temelína a Dukovan jsou i částečně dálkové, vedoucí teplo od velkého zdroje k velkému sídlišti
- Poznámka
 - V letech 2008 a 2012 (První a druhá odborná „Pačesova“ komise) jsme doporučovali nezvyšovat závislost ČR na dovozu zemního plynu, dokud nebudeme spolehlivě napojení nejenom na Východ, ale i Sever, Jih a Západ.
 - Namísto zbývajících tří světových stran nám Německo s EU a Gazpromem dostavěli další 3 plynovody do Ruska: Jamal, Nord Stream I a Nord Stream II.
 - Národohospodářsky uvažující občan si z tohoto učiní další závěry o energetické politice sousedního státu i celé EU samostatně.

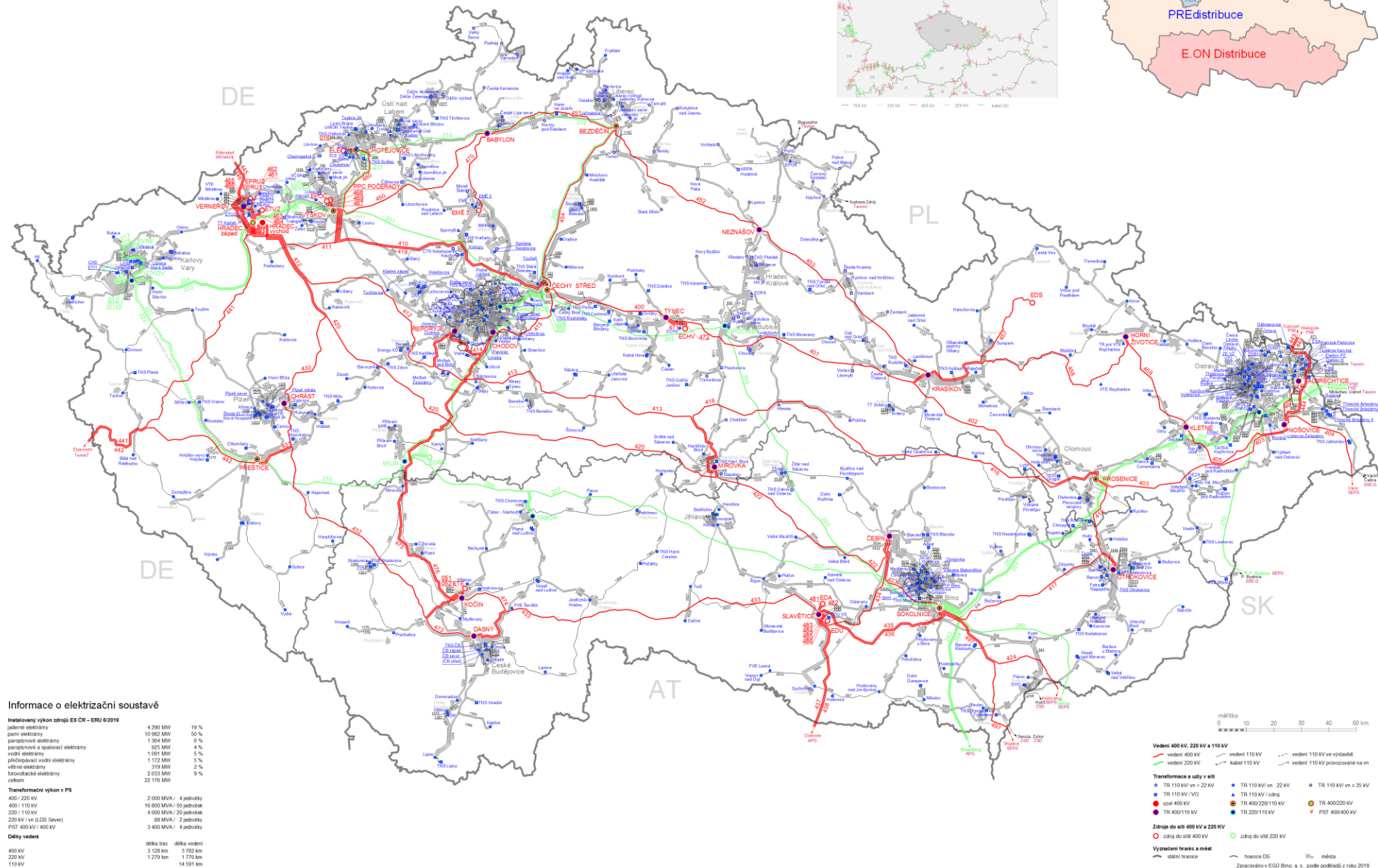
OTE Elektrizační soustava ČR

2020

Propojené elektrizační soustavy

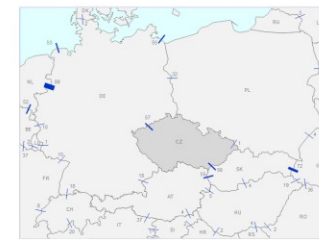


Působnost distribučních společností

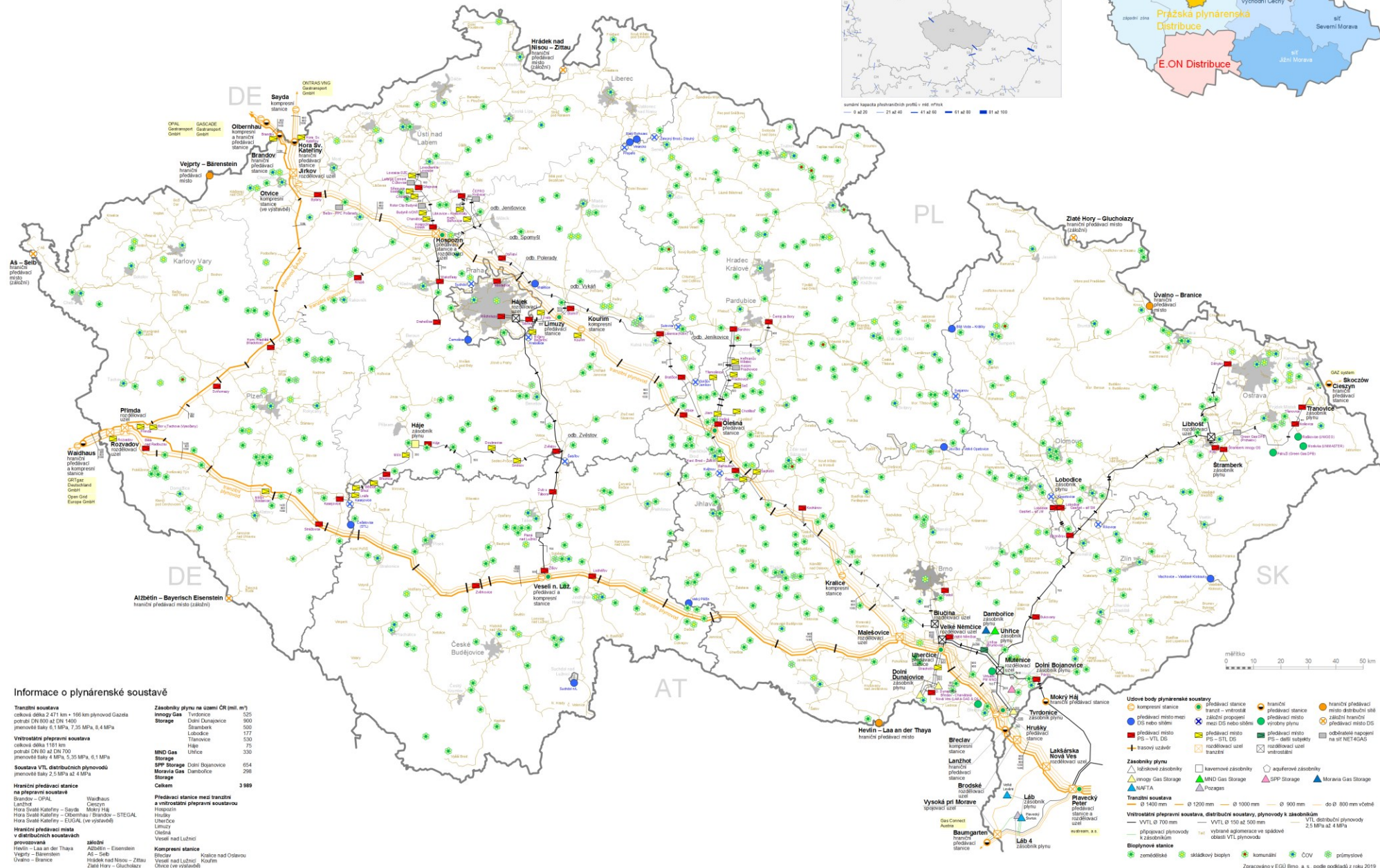


OTE Plynárenská soustava ČR 2020

Propojené plynárenské soustavy



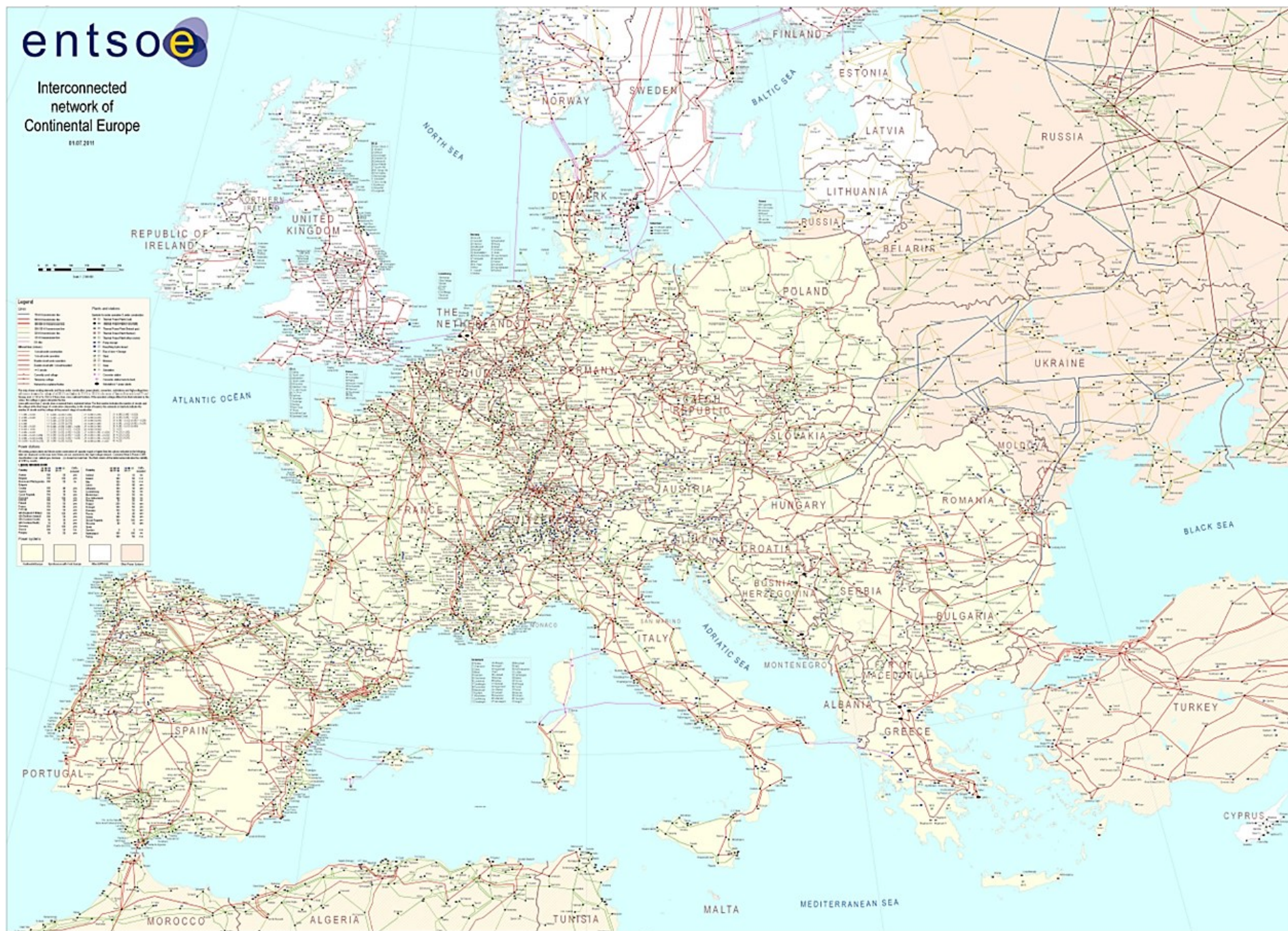
Působnost distribučních společností



Informace o plynárenské soustavě

Tranzitní soustava celková délka 2 471 km + 168 km plynovod Gazda potrubí DN 800 až DN 1400 jmenovité tlaky 6,1 MPa, 7,35 MPa, 8,4 MPa	Zásobníky plynu na území ČR (mil. m³) Imogy Gas Storage Tondice 525 Dolní Dvůrčovice 600 Stramberk 500 Lubozna 177 Tianovice 530 Háje 75 Uřetice 300
Vnitrostátní přepravní soustava celková délka 1 501 km potrubí DN 80 až DN 700 jmenovité tlaky 4 MPa, 5,35 MPa, 6,1 MPa	MND Gas Storage SPR Storage Dolní Bojanovice 654 Moravia Gas Storage Dědice 298 Celkem 3 989
Soustava VTL distribučních plynovodů jmenovité tlaky 2,5 MPa až 4 MPa	Převodní stanice mezi tranzitní a vnitrostátní přepravní soustavou Hospolín Huslíky Uřetice Limuz Olešná Veselí nad Lužnicí
Hranční převodní stanice na přepravní soustavě Brandov – GPNL Lanžhot – GPNL Horní Svata Kateřina – Sayda Horní Svata Kateřina – Olomouc – STEGAL Horní Svata Kateřina – ELIGAL (ve výstavbě)	Kompresní stanice Brandov Alžbětín – Eisenstein Hádek nad Hrou – Zittau Zlaté Hory – Glucholazy Olešná (ve výstavbě)
Hranční převodní místa v distribučních soustavách Brandov – GPNL Lanžhot – GPNL Horní Svata Kateřina – Sayda Horní Svata Kateřina – Olomouc – STEGAL Horní Svata Kateřina – ELIGAL (ve výstavbě)	zákazníci Alžbětín – Eisenstein Hádek nad Hrou – Zittau Zlaté Hory – Glucholazy

Uzlové body plynárenské soustavy kompresní stanice převodní místo mezi DS nebo systémem převodní místo PS – STL DS převodní místo PS – STL DS trasy uzávěr převodní stanice tranzitní stanice převodní místo mezi DS nebo systémem převodní místo PS – STL DS převodní místo PS – STL DS trasy uzávěr převodní stanice tranzitní stanice převodní místo mezi DS nebo systémem převodní místo PS – STL DS převodní místo PS – STL DS trasy uzávěr	Zásobníky plynu kavenné zásobníky MND Gas Storage NAFTA agregované zásobníky MND Gas Storage SPR Storage Moravia Gas Storage
Tranzitní soustava Ø 1400 mm Ø 1200 mm Ø 1000 mm Ø 900 mm do Ø 800 mm včetně	Vetrostátní přepravní soustava, distribuční soustavy, plynovody k zásobníkům VTL Ø 700 mm připojovací plynovody k zásobníkům výbrané agregace ve spádové oblasti VTL plynovodů
Distribuční stanice zemědělské skladby napájení komunální ČOV průmyslové	Legenda Zpracováno v EGO firmě, a. s. podle podkladů z roku 2019

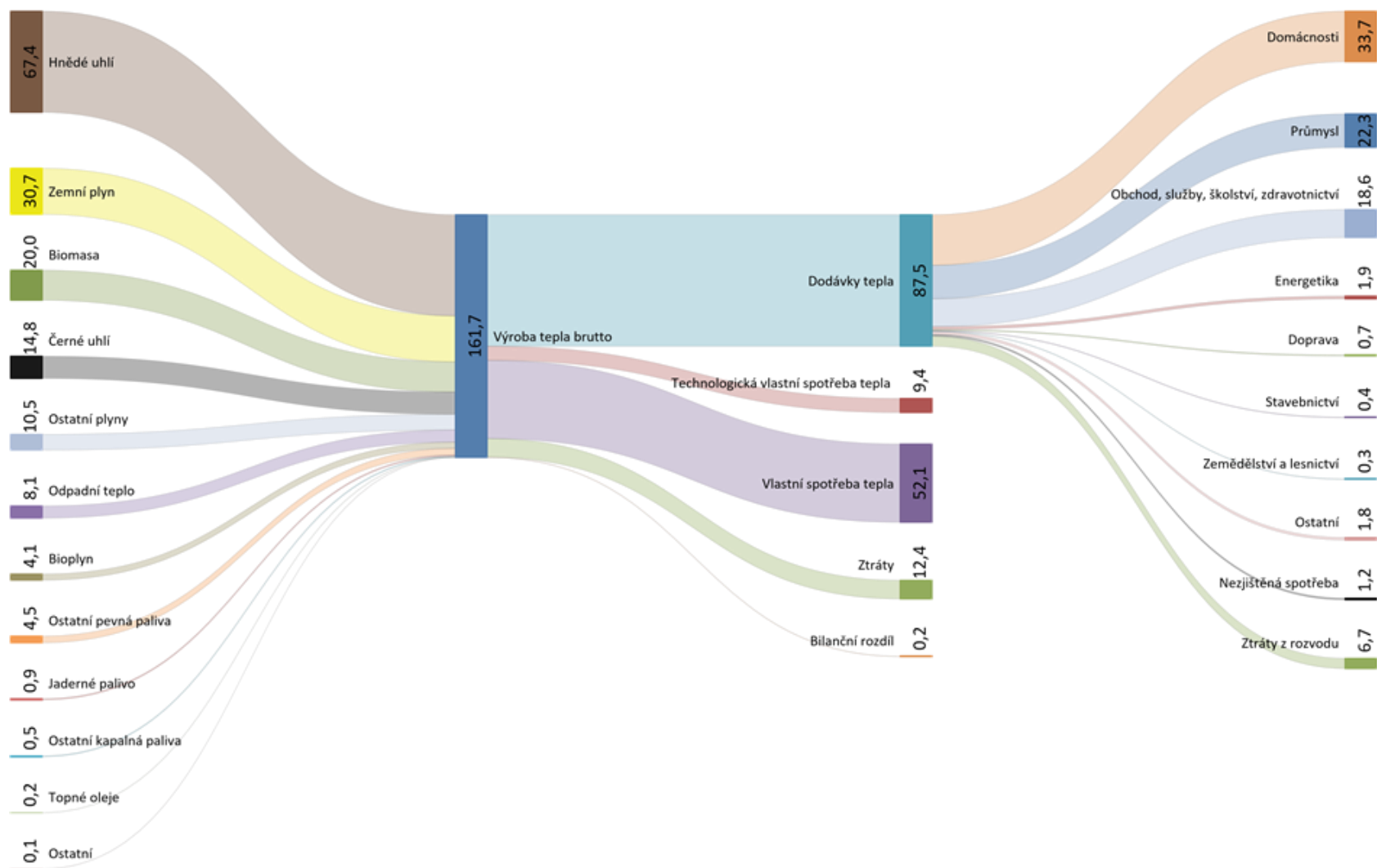


Elektřina a teplo

- Většinou řešíme elektřinu, ale v teple máme větší problém:
 - V zimě na topení jej potřebujeme 5x více, než v létě na ohřev teplé vody.
 - Na rozdíl od elektřiny, kde máme polovinu elektřiny jaderné, jsem v teple závislí na fosilních palivech.
 - V případě rozumného hospodaření by toto nevadilo, zejména pokud bychom fosilní zdroje užívali v zimě na společnou výrobu tepla a elektřiny a v létě jimi zbytečně neplýtvali.

Bilance tepla

na fosilním teple je závislý především průmysl a biomasy pro něj dost není, to bychom udělali z ČR Velikonoční ostrov



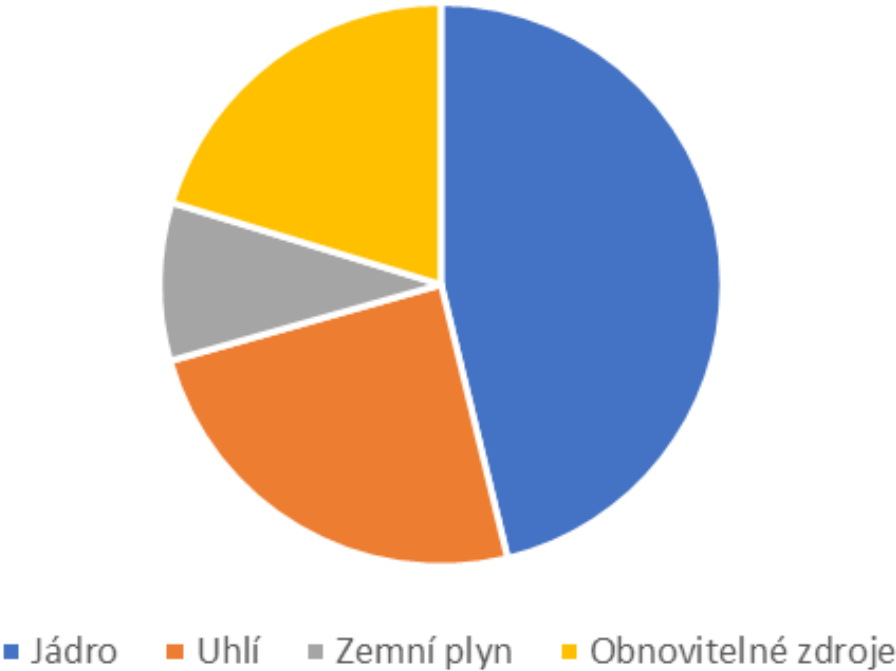
Druhy elektráren v ČR

- Bezemisní
 - Jaderné
 - Obnovitelné všeho druhu
- Fosilní
 - Uhelné
 - Plynové (více druhů)
- Metodická poznámka (vzoreček)
 - Metan (zemní plyn) je pro atmosféru 28x horší, než je samotné CO₂
 - Při spalování metanu dochází při stejné výrobě energie zhruba k poloviční úspoře CO₂
 - Při těžbě a transportu zemního plynu (včetně LNG) dochází k úniku zhruba 10%, některé zdroje udávají i více.
 - **Při výměně domácího uhlí za dovážený zemní plyn šetříme polovinu emisí při spalování, zatímco děláme planetě trojnásobnou škodu, než kdybychom dále doma pálili to uhlí a zemní plyn takto neekologicky nedováželi.**

Bilance elektřiny v ČR

Spotřeba elektřiny ČR	TWh	%
Průmysl z hladiny vn a vvn	29.7	49%
Samospotřeba lokální (výroba v areálu)	3.9	6%
Maloodběr podnikatelé (MOP)	7.5	12%
Domácnosti - maloodběr obyvatelstvo (MOO)	15.6	26%
Ztráty při dopravě elektřiny v přenosu a distribuci	3.9	6%
CELKEM SPOTŘEBA	60.6	100%
Výroba elektřiny pro zajištění spotřeby ČR		
Jádro	28.0	46%
Uhlí	14.8	24%
Zemní plyn	5.5	9%
Obnovitelné zdroje	12.3	20%
CELKEM	60.6	100%

Zdroje elektřiny v ČR pro spotřebu ČR v roce 2024

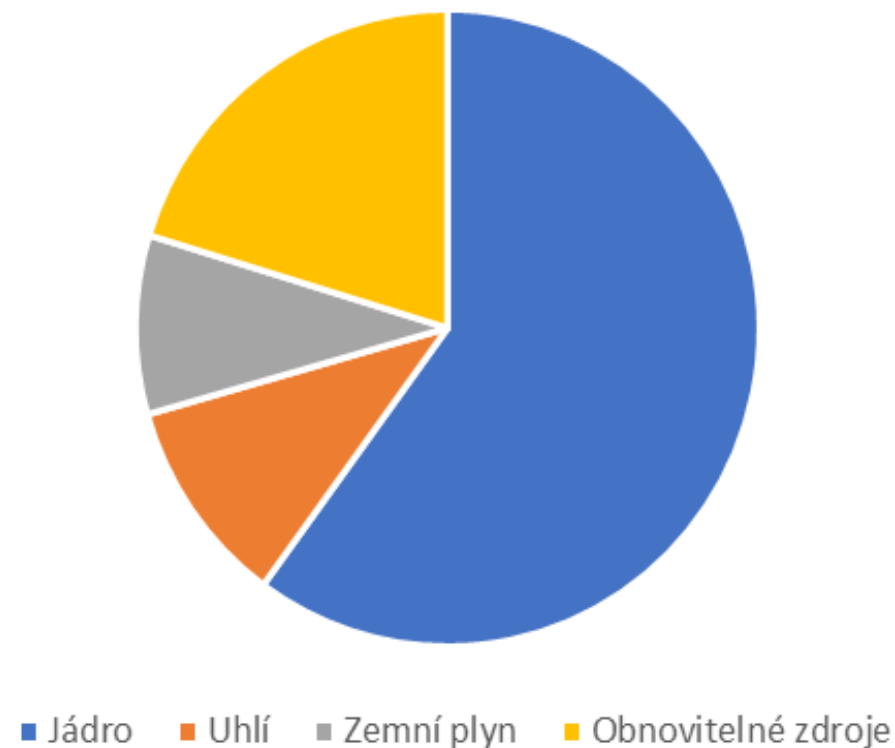


Bilance elektřiny v ČR

po dostavbě jaderného zdroje

Výroba po dostavbě jaderného zdroje	TWh	%
Jádro	36.4	60%
Uhlí	6.4	11%
Zemní plyn	5.5	9%
Obnovitelné zdroje	12.3	20%
CELKEM	60.6	100%

Bilance elektřiny ČR po dostavbě jaderného zdroje



Otevřené otázky k diskusi o bilanci

- Jaká bude další spotřeba v ČR? Co udělá během 10 až 20 let
 - Průmysl
 - Domácnosti a služby
 - Doprava (potřebujeme stavět fosilní plynové zdroje na „čistou mobilitu“?)



Vpravo
PPC Počerady



- Kolik plynových a obnovitelných zdrojů přibude přirozenou cestou, bez umělých dotací, aby na nich někdo vydělával na úkor spotřebitele?

Stabilita soustav

Zejména Elektrizační soustavy ČR

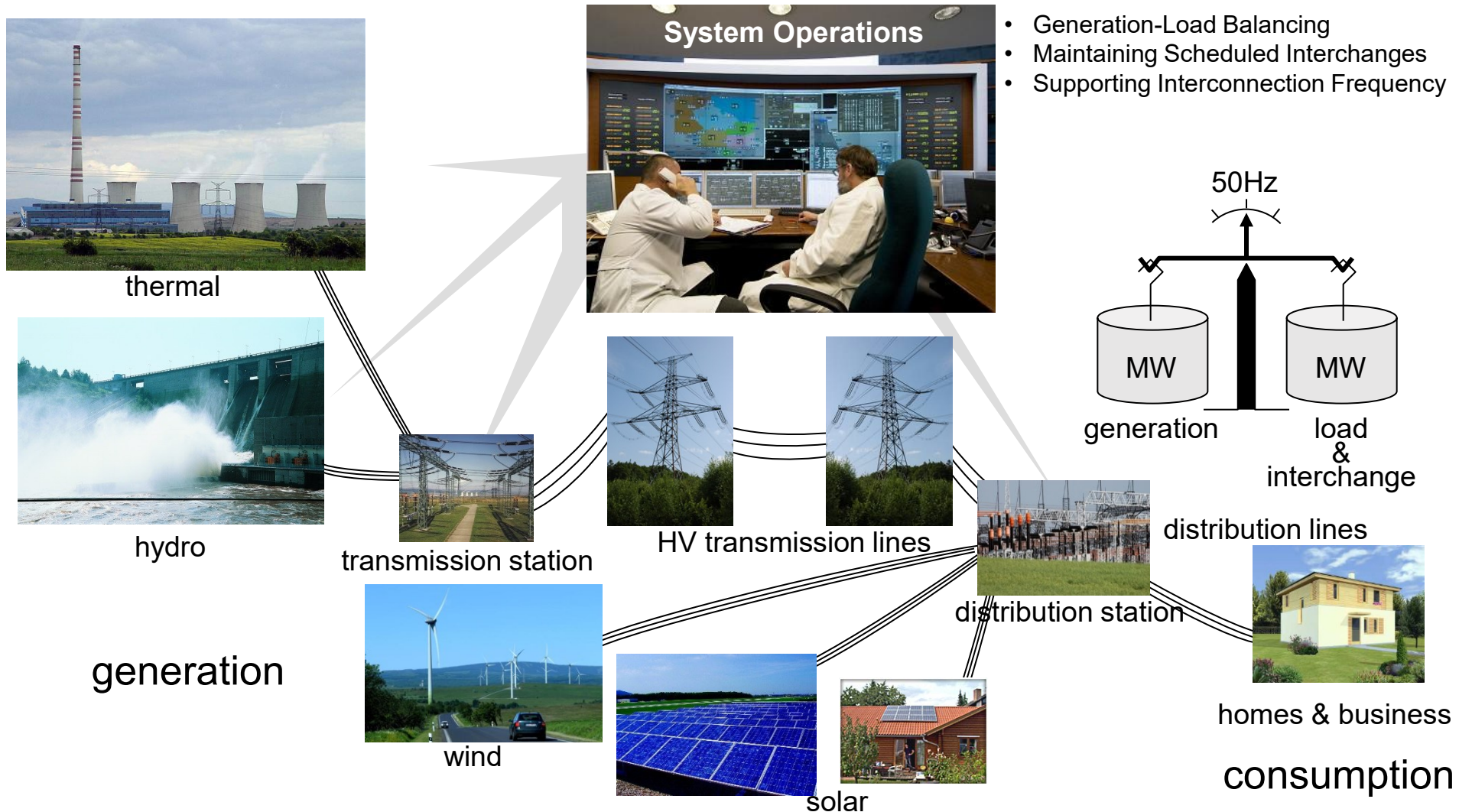
Jak vznikla soustava

- Továrny mají komín už od první průmyslové revoluce
- Ve druhé průmyslové revoluci se nahrazuje parní pohon elektrickým, komín zůstává. Například přehrada u Textilany v Liberci nemá vůbec vodní turbíny, sloužila pouze jako vodní rezervoár na vaření páry.
- Na venkově vznikají energetická družstva, lépe než si koupit dohromady parní mlátičku je postavit si společnou elektrárnu a mít každý vlastní elektrické pohony.
- Meziválečné období ... integrace, elektrifikace, dokonce i v Rusku GOELRO od roku 1920, u nás elektrisace od roku 1919.
- Poválečné a komunistické období ... velké elektrárny vytěsňují menší závodní zdroje, soustava přechází na velké zdroje centrální, napětí vyšších úrovní a všude jinde rozvodny.
- Současnost: vracíme se po 100 letech obloukem k původnímu konceptu závodní a komunitní energetiky, ale soustava zůstává jako jeden ze zdrojů
- **Energetická soustava je tu zhruba 100 let jako automobil a společnost ani průmysl se bez ní neobejde od poválečných let. V tomto smyslu je veřejným statkem a její výpadek (blackout) je vždy mimořádnou událostí.**

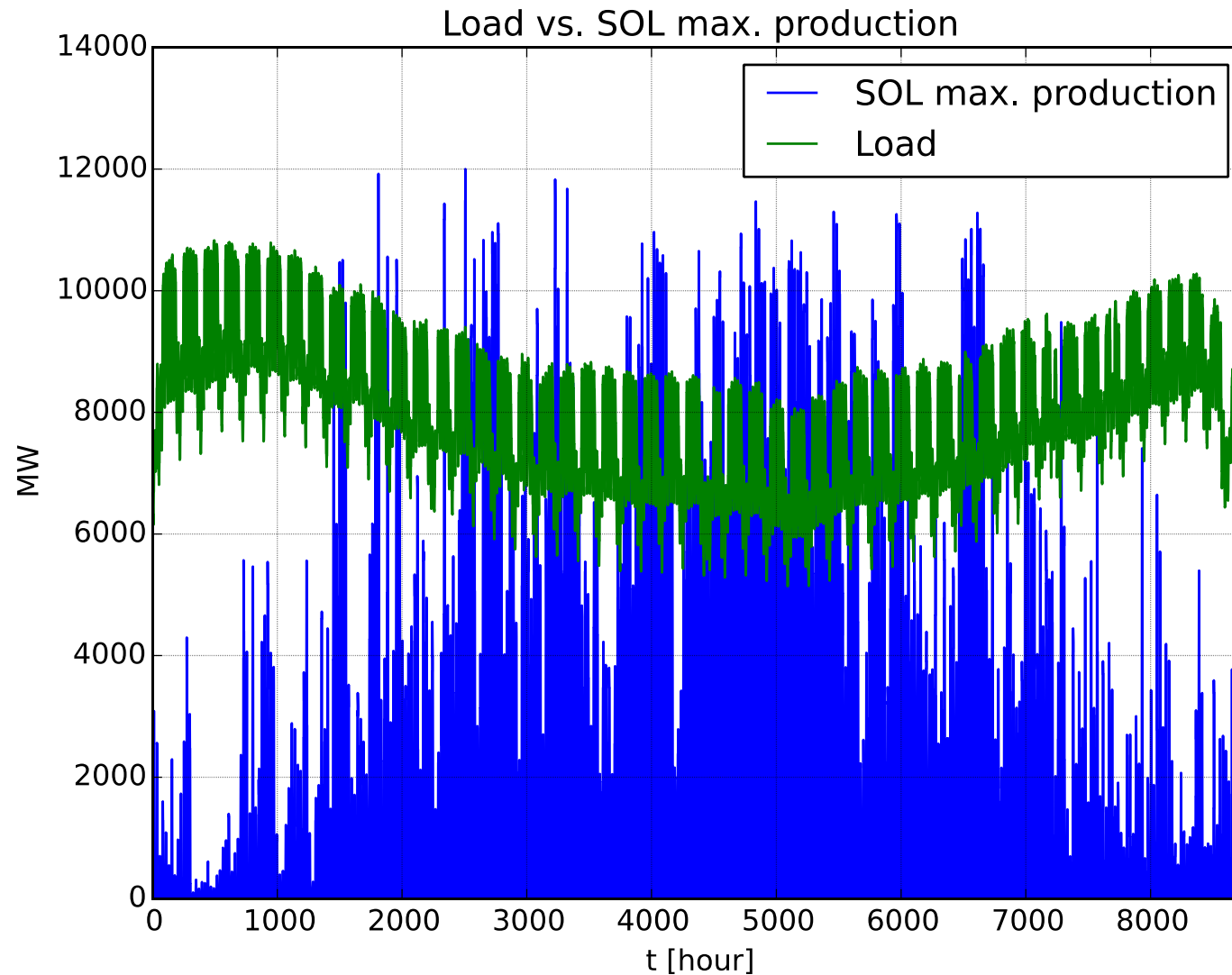
Současná role soustavy

- Plně integrovaná
- Nepřetržitý provoz
- Jedna ze zásadních závislostí a potřeb moderní společnosti
- Považována za veřejný statek
- Přes to před 20 lety částečně odstátněno, stát je pouze provozovatelem tranzitní sítě a tržního prostředí, ale státní společnost ČEPS zodpovídá za všechno
- **Nový rozvoj nových technologických prvků a masivní legislativní reformy**

Prvky elektrizační soustavy a jejich význam pro bilanci činných výkonů



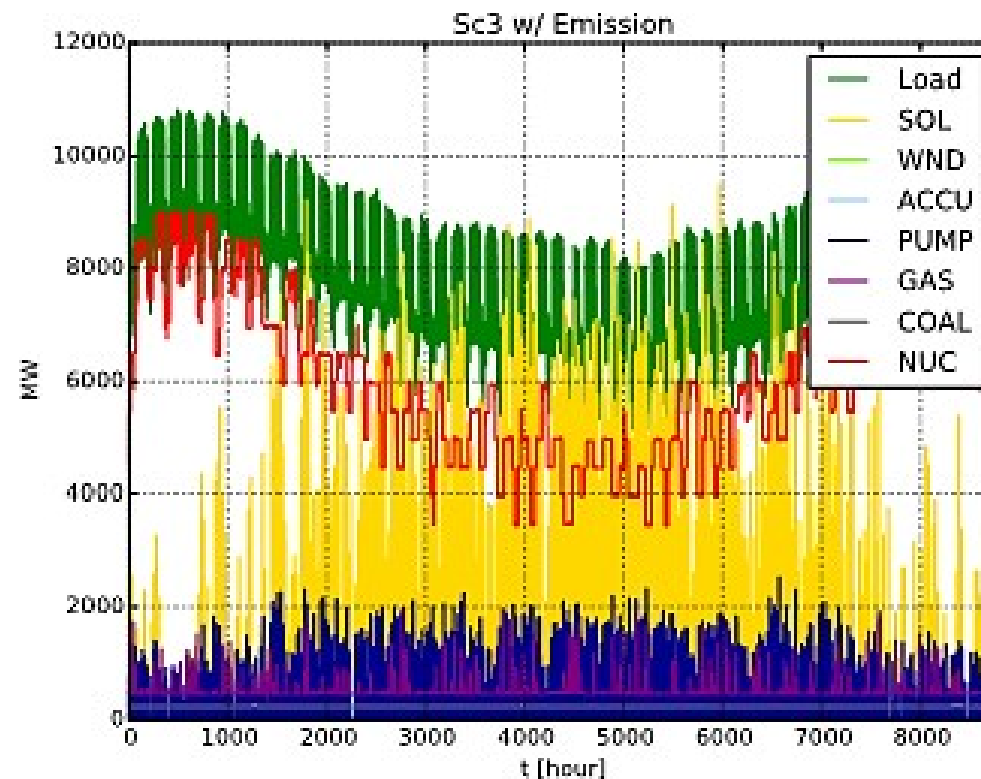
Porovnání spotřeby v ČR s rozsáhlou solární výrobou (kam s tím?)



Akumulace přesprávné solární energie na zítra se nevyplácí,
konkuruje čerstvě vyrobené

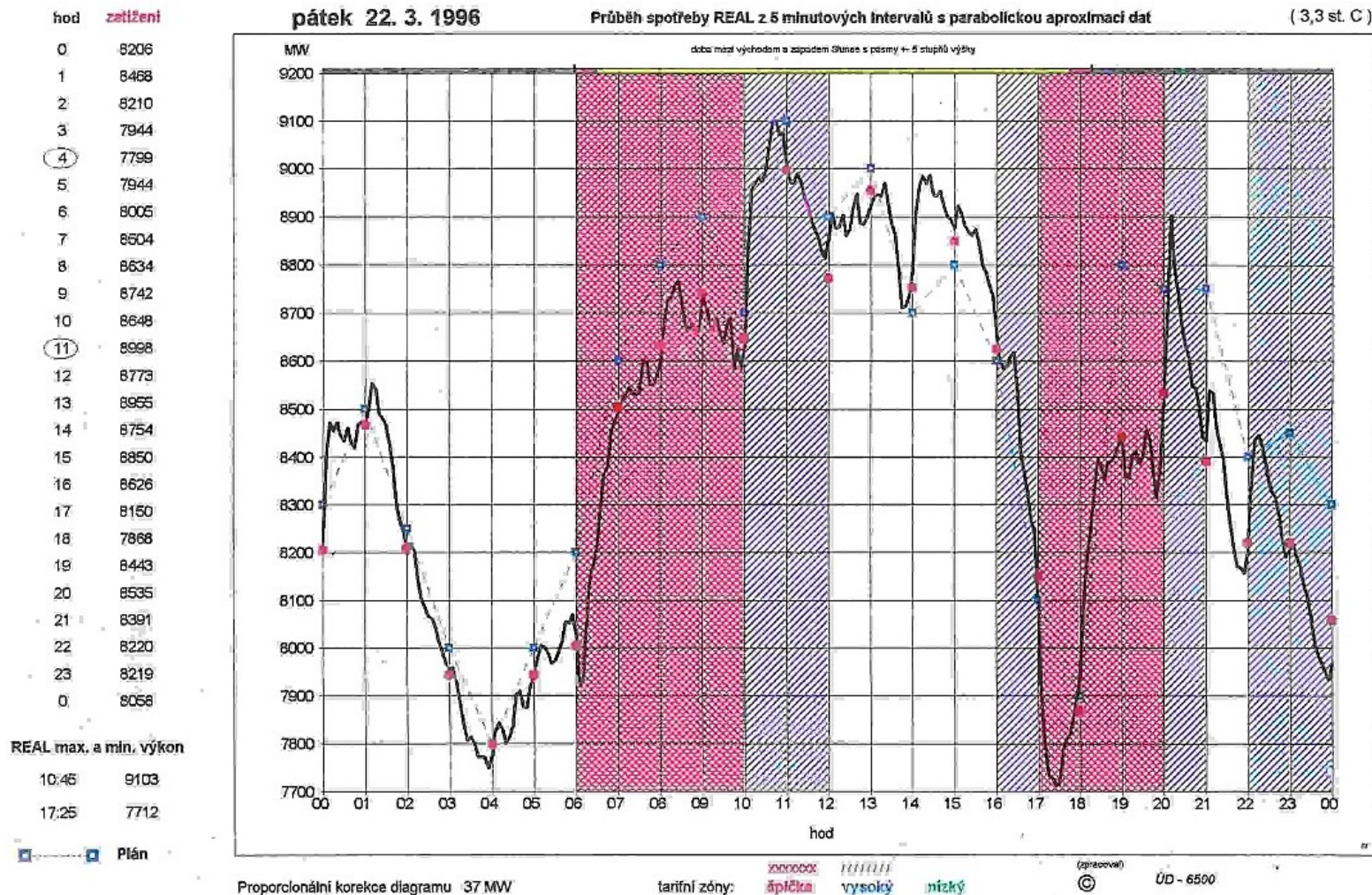
Koupíme a zaplatíme si mařiče?

Časové průběhy simulací Sc3



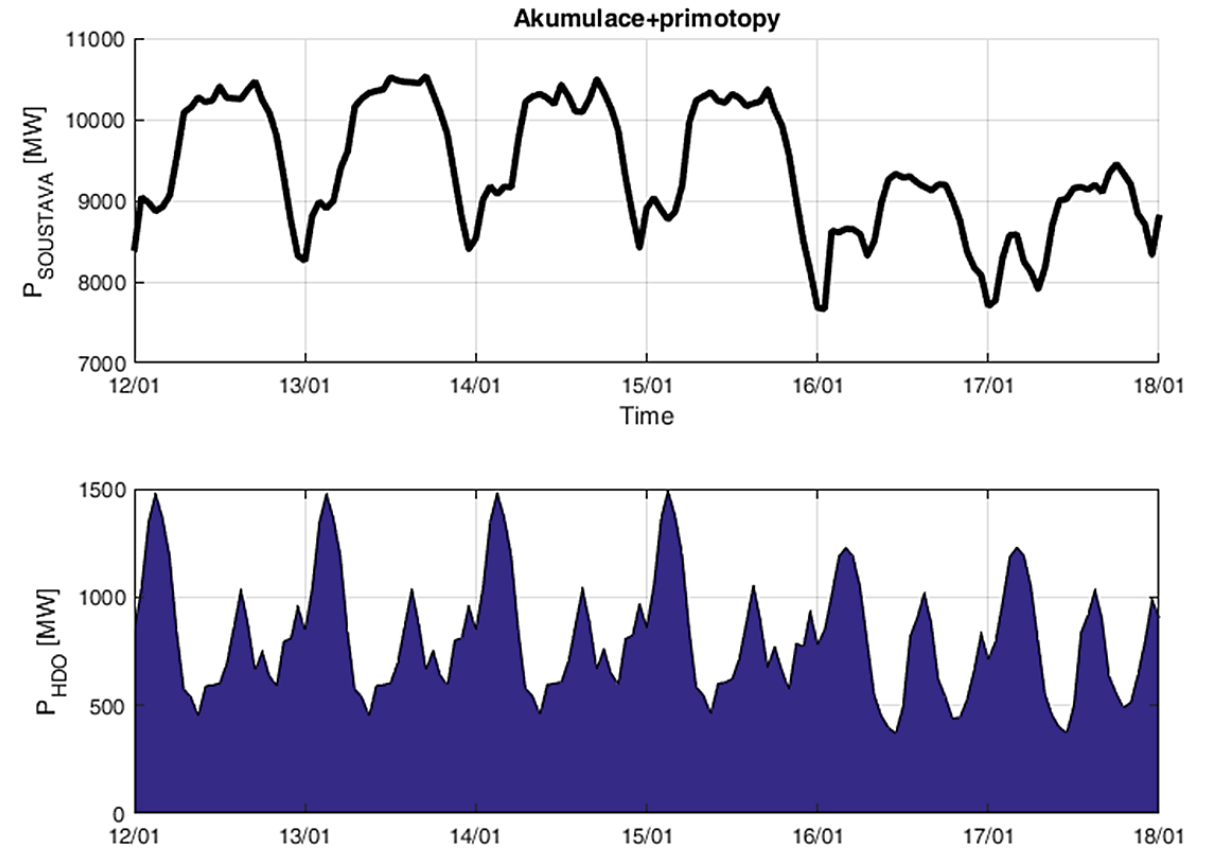
Flexibilita existuje už historicky

cenový signál je lepší než dotace baterek v polích – kde ho máme?



Příklad elektrotepla

- V centrálním teplárenství máme další regulovatelné výkony pro solární elektřinu.
- Problém je ale v tom, že v českém tarifním systému zaplatíme za dopravu elektřiny do sousedního domu nebo do teplárny o 50% více, než když si na ten samý ohřev koupíme z Ruska nebo odjinud zemní plyn.



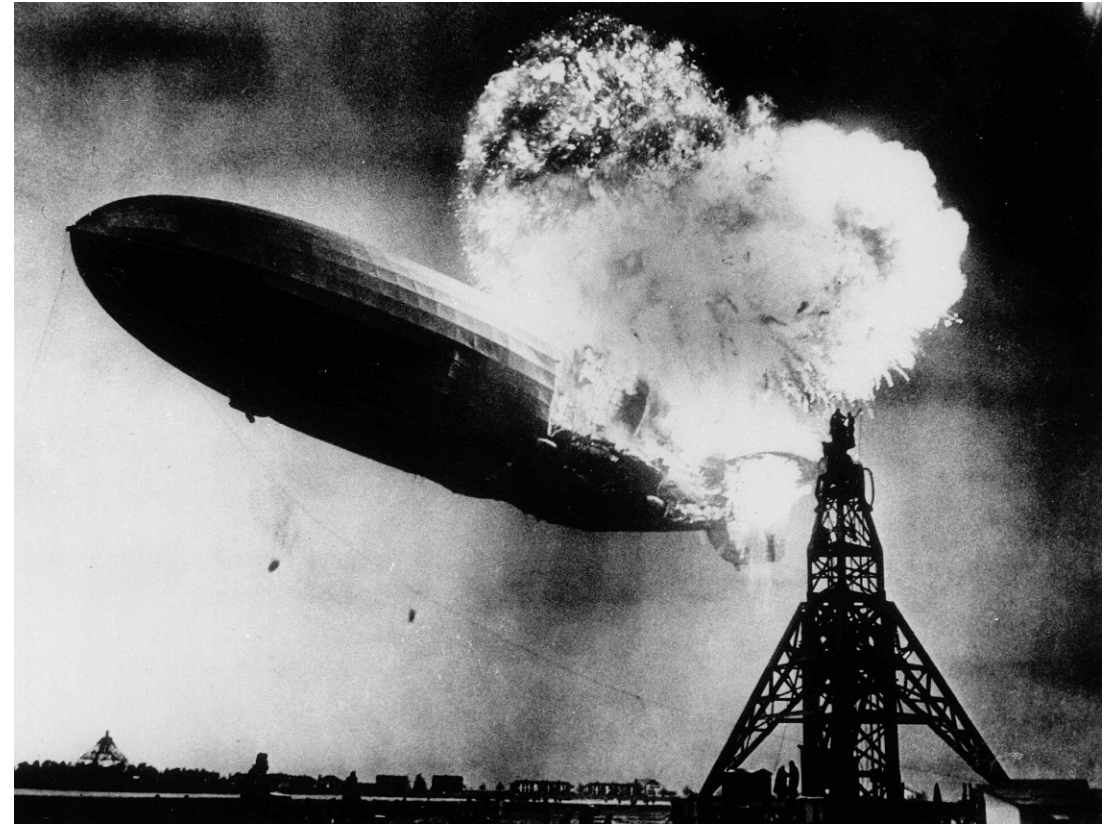
Bilanční rovnováha

- Závislost mezi výkonem a frekvencí
- Pokud je dodáván nižší výkon, poklesá i frekvence (podobně jako když jedeme na kole do kopce)
- Na tom je postavena i synchronní regulace propojených mezinárodních sítí

Co v současnosti energetika rutinně neumí

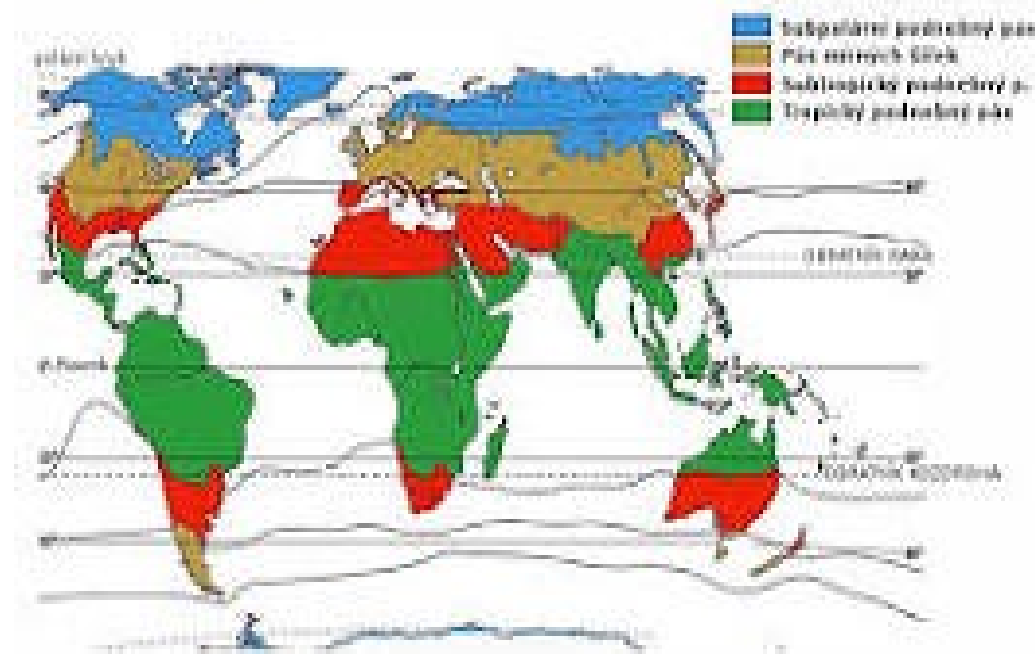
- Termojadernou fúzi
 - Zde ještě neudržíme reakci. Výkon budeme vyvádět pravděpodobně tepelně, ale neznáme vhodné materiály ani fyzikální poměry přeměny v elektřinu. Extrémně velký reaktor může vyvolat nové nároky na síť.
- Vodíkové hospodaření
 - Máme určité pilotní aplikace, většinou lokální. Nemáme logistiku, produktovody ani bezpečnost jako u jádra. Molekula je malá a agresivní, klasické metanové potrubí nelze použít, je o vysoce výbušný plyn. Střechu ve Fukušimě rozmetal právě vodíkový výbuch, nikoli jaderný.
- Skladování energie z léta na zimu
 - Nejde však o světový problém ve všech podnebných pásech, viz další obr.
- Stabilitu energetikách soustav tak, jak jsou v současnosti provozovány, řešit polovodiči a ne setrvačnou hmotou
 - Stabilitu tvoří ohromná setrvačnost všech evropských generátorů. Můžeme si představit, že se všechny otáčejí na jednom hřídeli s frekvencí 50 Hz.
 - Pomocí polovodičů, střídačů u solárních panelů a u baterií, a ani pomocí převodovek s proměnlivým momentem u větrných elektráren, neumíme toto v potřebné míře zatím ani simulovat.

LZ 129 Hindenburg



Podnebné pásy a fotovoltaika

- **Tropický:** doba využití maxima ke 3000 hodin / rok. Pravidelný den, 12 hodin slunečního svitu. Zdroj použitelný v pravidelném režimu jako jaderná elektrárna.
- **Subtropický:** doba využití maxima ke 2000 hodin / rok. Roční korelace spotřeby a výroby, v létě klimatizuje, v zimě netopí, ale i v zimě dodává část energie.
- **Mírný:** doba využití maxima cca 1000 hodin / rok. Roční NEGATIVNÍ korelace spotřeby a výroby, v zimě topí, ale energii prakticky nedodává.
- **Fyziku a podnebí nevyřeší ani evropské dotace, v zimě je u nás i v Německu prostě zima a sluce svítí (občas) jenom 8 hodin nízko nad obzorem.**



Stabilita elektrizační soustavy - regulace

- Primární regulace. Využívá závislosti mezi výkonem a frekvencí a v případě nepatrné odchylky frekvence sama přidá, aby ji dorovnala. Je provozována v celém propojeném systému ENTSO-E, celkový objem asi 3000 MW, u nás cca 100 MW.
- Sekundární regulace. Sleduje automaticky saldo na hranicích a v případě odchylky automaticky přidá. V současnosti u propojených soustav hlídá stavy, kdy má někdo přebytek a někdo nedostatek, a vzájemně je započítává. U nás cca 300 MW, v současnosti se dá i částečně dovážet.
- Pomalejší regulace (terciární apod.). Všechno, co „vypodloží“ automat terciární regulace, když se tento dostává ke krajním hodnotám. Podobně jako velký a malý šroub u mikroskopu.

Co se stane po výpadku Temelína

- V prvních okamžicích se k nám nahrne 1000 MW zvenku primární regulace.
- Aktivuje se automaticky regulace sekundární.
- Dispečer aktivuje další typy regulací.
- Dispečer aktivuje přečerpací vodní elektrárny (jednotky minut) a má zhruba jednotky hodin, než mu dojde voda a udělá jiné opatření.
- **Obvyklý způsob v současnosti v takovéto situaci je, že za drahou cenu vykupuje elektřinu exportovanou do zahraničí**

Přečerpací vodní elektrárny

Dalešice 4 x 120 MW



Dlouhé stráně 2 x 325 MW



Bateriová úložiště

- Fungují podobně jako přečerpací elektrárny (PVE), obojí má účinnost kolem 80% (nikoli neomezenou), ale PVE mají vyšší životnost a výkon.
- Dlouhodobá efektivita zapojení bateriových úložišť do vyšších napěťových úrovní je diskutabilní:
 - Přetoky a levná cena jsou vyvolány politickými rozhodnutími a dumpingem, nikoli fyzikou a skutečnou energetickou potřebou. Při revizi energetické politiky sousedního státu toto zmizí.
 - Jde především o jednoúčelová zařízení s funkcí velmi podobnou PVE.
- Naopak výhodná je integrace menších a domácích bateriových úložišť do podobné funkce:
 - Primárně slouží uložení domácí elektřiny bez nároku na energetické sítě.
 - V případě potřeby mohou posloužit potřebám energetické soustavy dodávkou výkonu, nebo naopak odebráním přebytečné energie.
- **Současná energetická politika ČR je nastavena ve prospěch dotovaných velkých úložišť, komunitní energetika, ke které patří ty menší domácí, je spíše potlačována (viz samostatný obr.)**

Ekologická realita

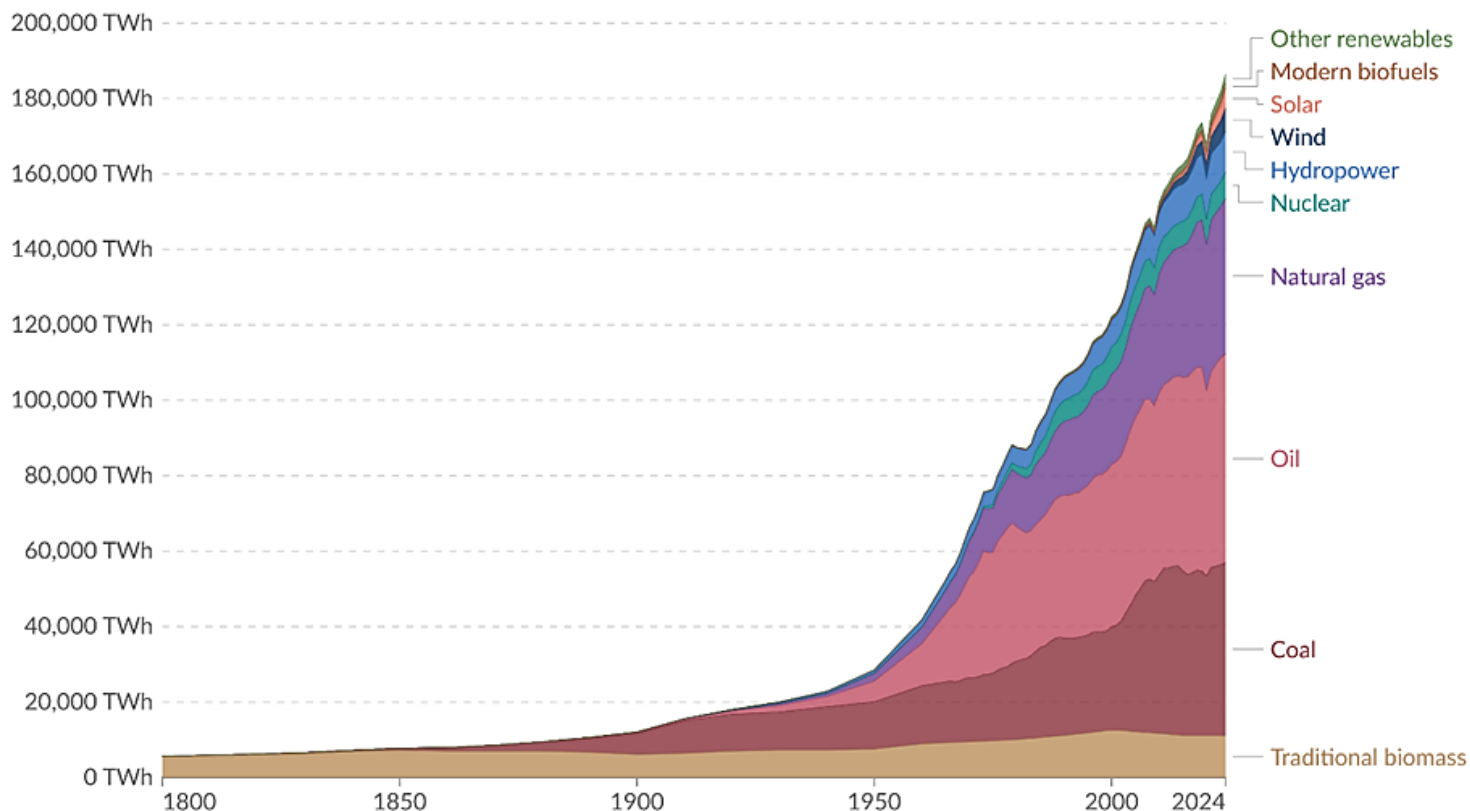
Skutečnost versus ideologie

Celková spotřeba energie ve světě podle primárních energetických zdrojů

Global primary energy consumption by source

Our World
in Data

Primary energy is based on the substitution method and measured in terawatt-hours.

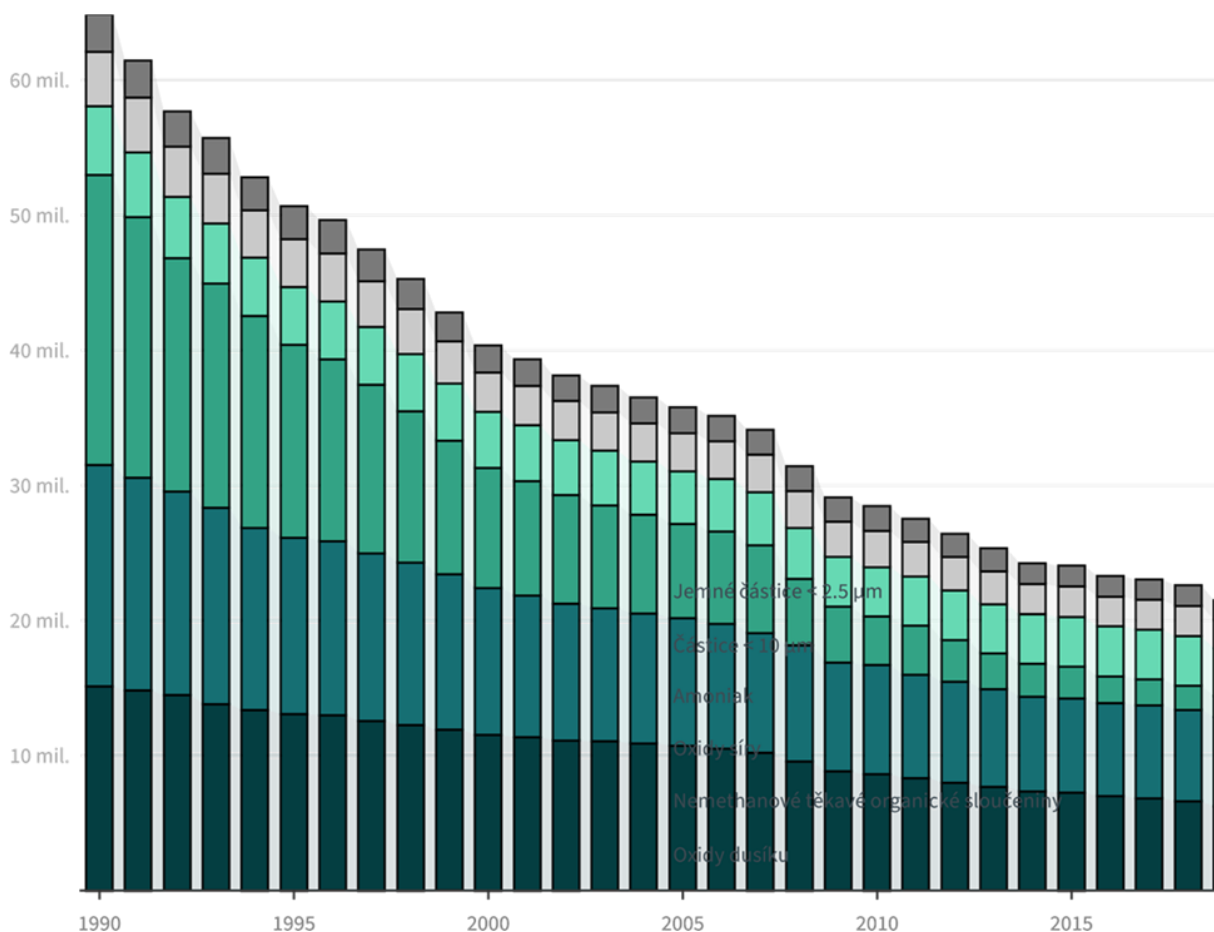


Data source: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2025); Smil (2017)

OurWorldinData.org/energy | CC BY

Note: In the absence of more recent data, traditional biomass is assumed constant since 2015.

Vývoj znečištění v ČR



Emise látek znečišťujících ovzduší se od roku 1990 snížily. Sloupcový graf znázorňující vývoj šesti hlavních látek znečišťujících ovzduší v letech 1990 až 2021 (odshora dolů):

- Tmavě šedá prachové částice PM10;
- Světle šedá prachové částice PM2,5;
- Tyrkysová amoniak;
- Světle zelená oxidy síry;
- Tmavě zelená nemethanové těkavé organické sloučeniny;
- Zelenočerná (dole) oxidy dusíku.

U všech těchto znečišťujících látek se emise výrazně snížily, a to z celkového počtu téměř 65 milionů tun v roce 1990 na přibližně 20 milionů tun v roce 2021. Největší pokles zaznamenaly emise oxidů síry, a to o více než 93 %.

Proč nemůžeme následovat Německo

jako příklad v české energetice?

1. Zbytečně zavřeli všechny bezemisní jaderné zdroje, které nyní prožívají v celém světě velkou renesanci v nové výstavbě;
2. Vsadili na geopolitickou závislost dovozu ruského zemního plynu, kterou chtěli v rámci společné investice s ruskou státní společností šířit v Evropě a vydělávat na ní, několika plynovody směrem na Východ a závislostí EU i vlastním na takovém dovozu destabilizovali evropské energetické hospodářství;
3. V oblasti obnovitelných solárních technologií nejsou schopni konkurovat globální Číně ani ve vlastní průmyslové zemi;
4. Graf na následujícím obrázku Německo ani Evropská unie neovlivní

K diskusi

- Jaké energetické zajištění bude česká společnost potřebovat od energetiky v průběhu dalších 10 až 20 let
- Jde o technické dotazy bez ideologie i bez umělých „závazků“, v případě, že jsou tyto konfrontační s fyzikální realitou, mohou být i nebezpečné.

Energetická resilience (odolnost)

jako imperativ doby

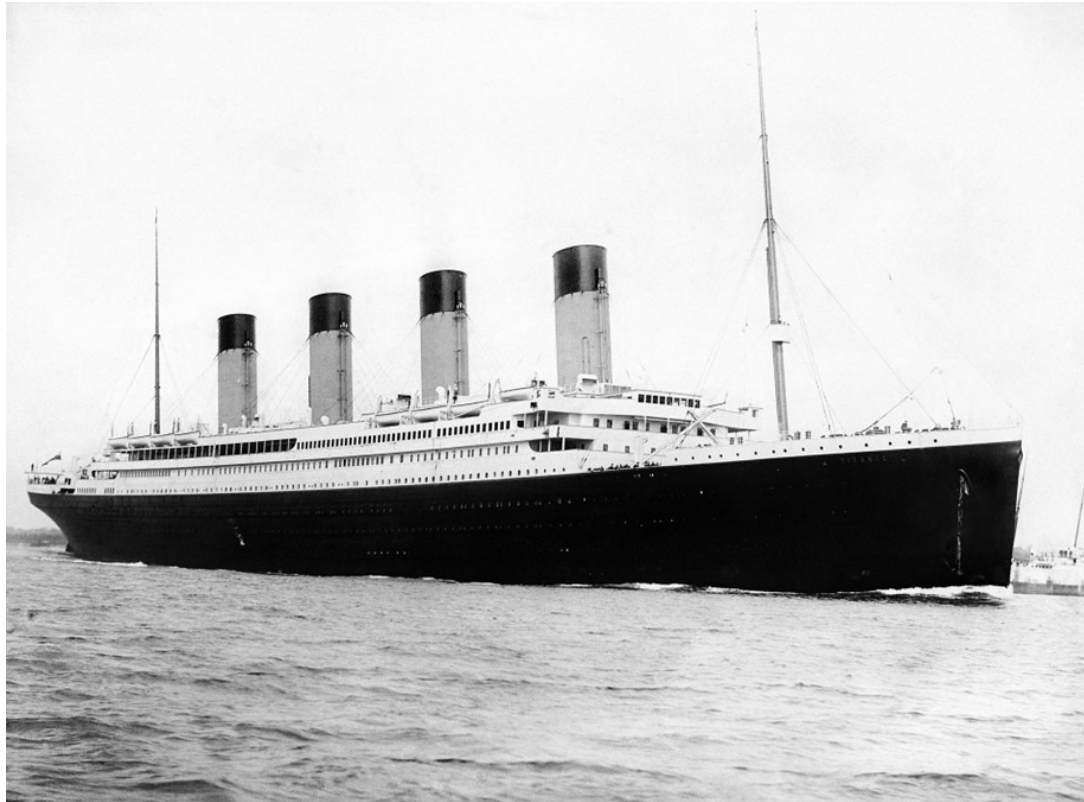
Spoluautor Václav Cílek

Základní paradigma

- Resilience je především společenská hodnota, nikoli pouhá technická vlastnost měřená procenty nebo fyzikálními jednotkami
- Minimální resilience začíná prostým přežitím společnosti, vyšší může znamenat vyšší komfort.
- Naše technická vyspělost je součástí naší kultury
- A musíme se starat o to, aby nám alespoň v základních rysech vydržela, jinak se ocitáme na prahu jiného společenského vývoje.

Seminář AV ČR 31.1.2018

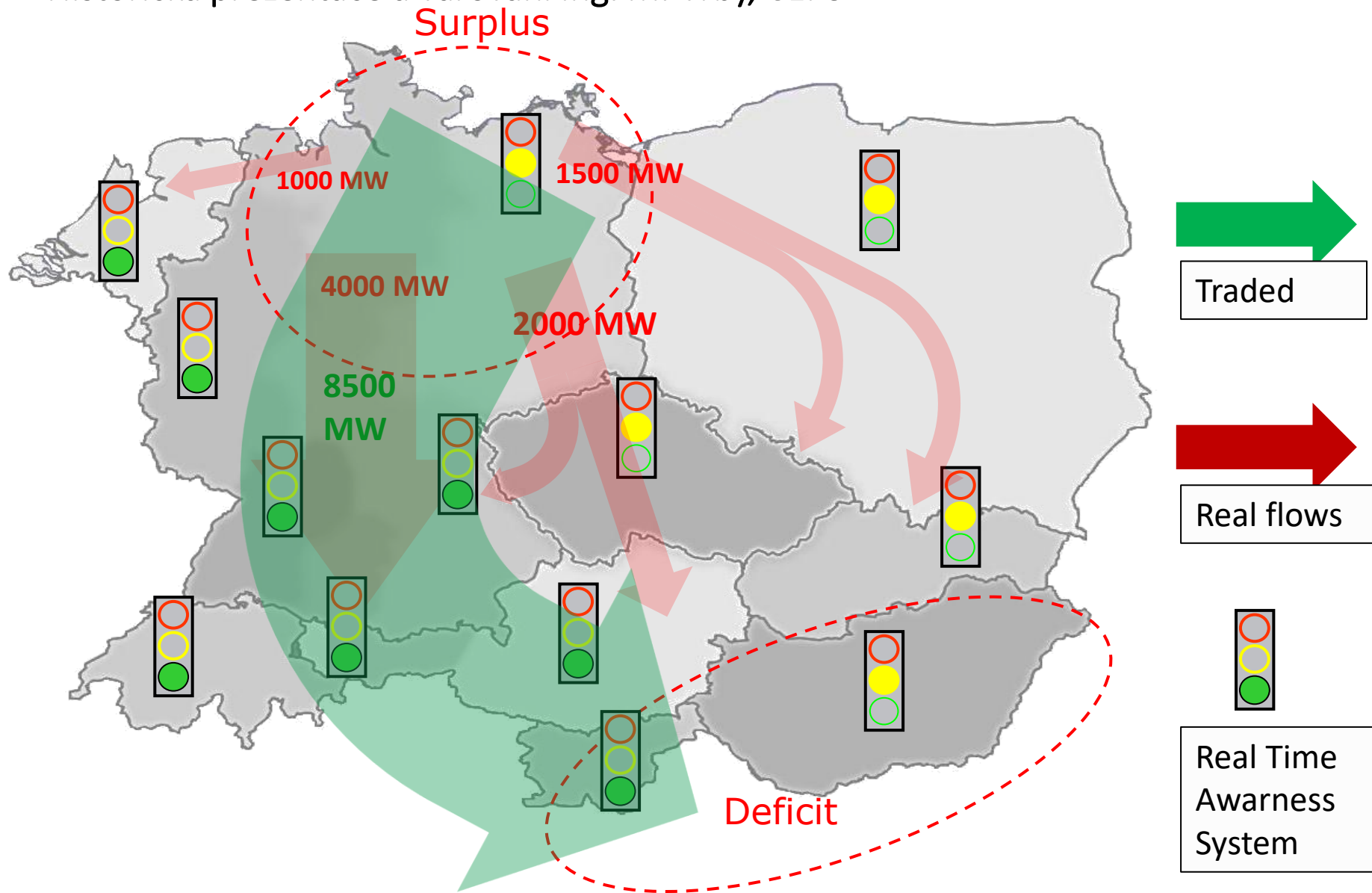
po něm odvolán tajemník komise pro energetiku



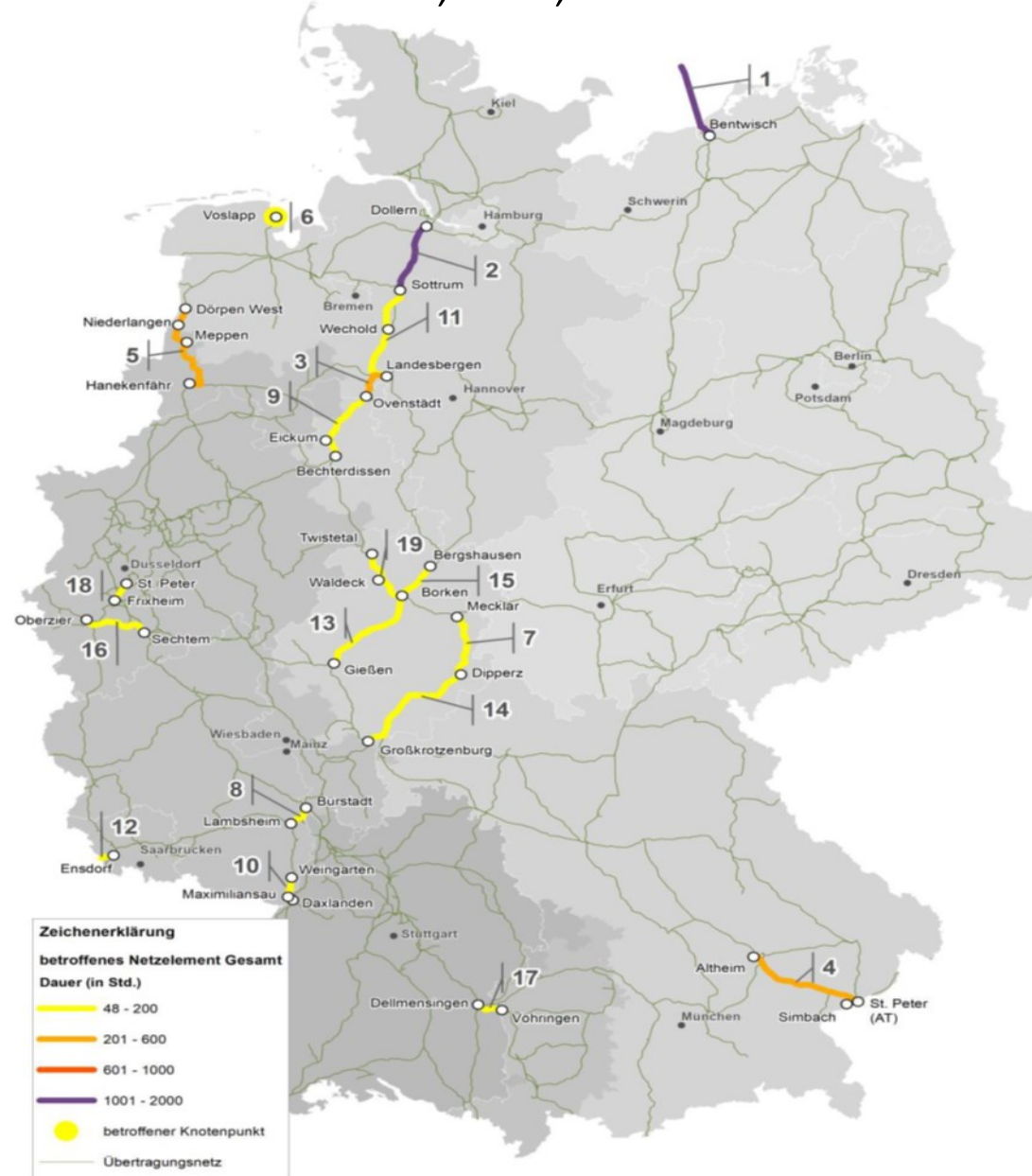
- Lod' stále pluje stejným směrem. Začíná však připlouvat do nebezpečných vod
- 5 let je v oboru krátká doba. Cílem není nová energetická politika, ale její realizace a také reakce na nové významné podněty, nikoli nečinnost. Tržní prostředí nás v době nedostatku neochrání, může přenést deficitní trh ze sousedního státu a násobné ceny
- **(stalo se 3 roky poté)**
- Jde v takové situaci o rizikový prvek, nikoli benefit levného nákupu výběrem dodavatele, kterých je méně než odběratelů.

Babičko, to je jen větríček

Historická prezentace a varování Ing. M. Vrby, ČEPS



Zdroj: Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen



Klimatická změna

Josef Lada by se divil. Na snímku kvetoucí sakury před budovou PRE 30. prosince 2015.

Nejsme světovým producentem CO₂. Ten vyrábějí v Asii a my jej produkujeme především přijetím konzumních výrobků z té končiny.

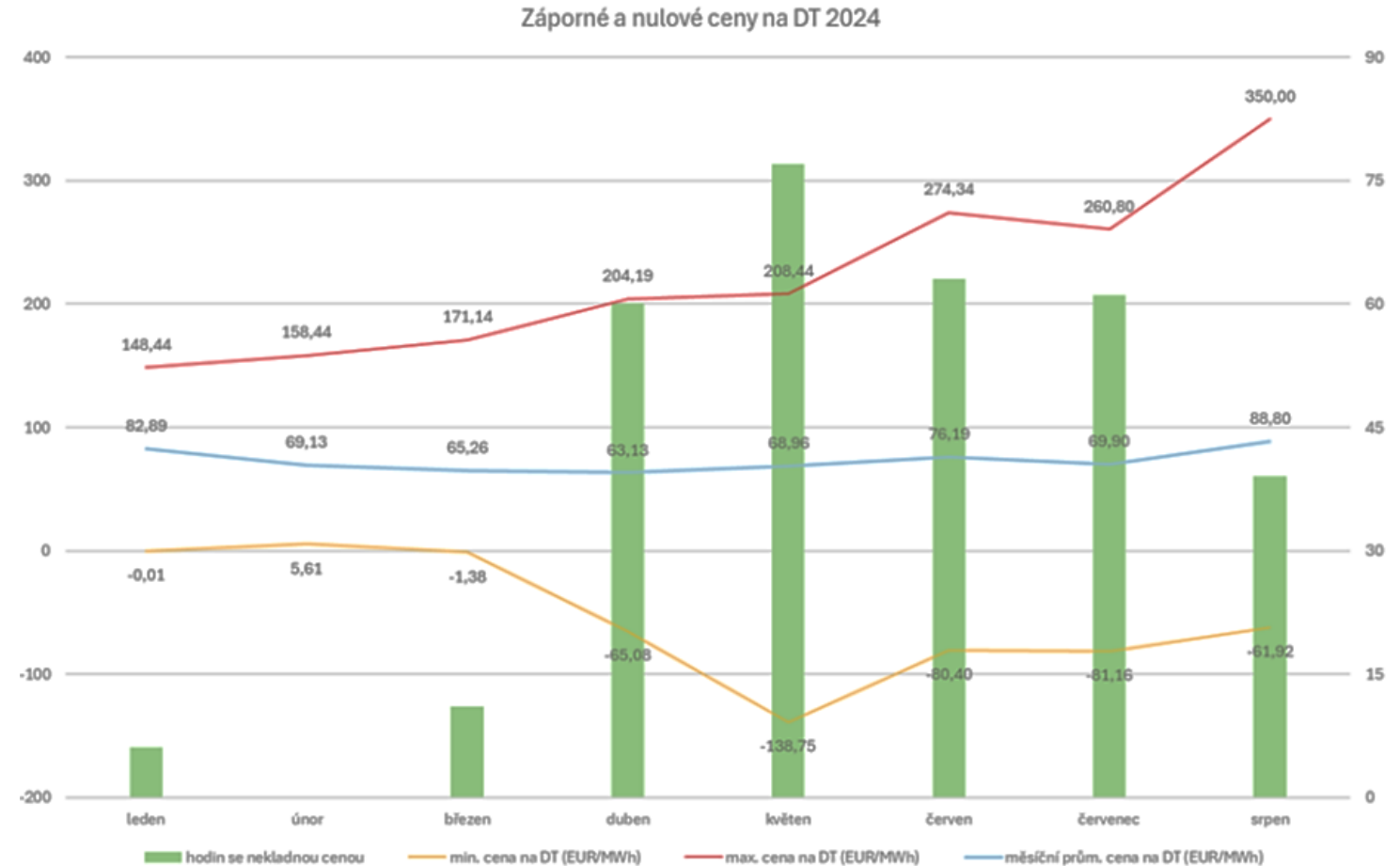
Naším hlavním problémem je volně poléťavý prach a mikročástice PM 10 a PM 2,5.



Záporné ceny elektřiny

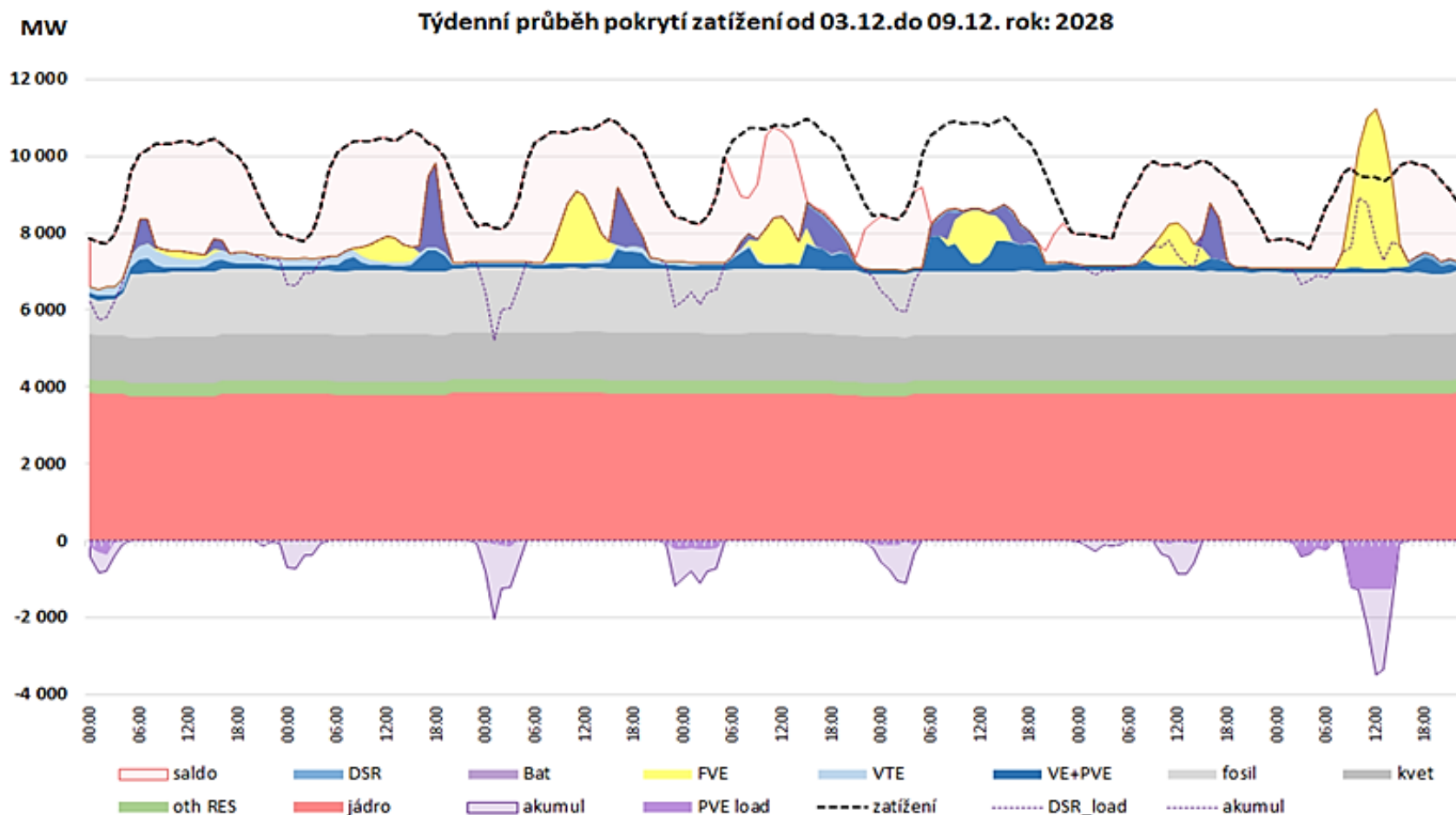
Zdroj: OTE

- V okamžicích, kdy je cena záporná, je cena distribuce stále drahá
- Řešením by byl dynamický tarif, který by pomohl i stabilitě soustavy; v takové situaci by distributor mohl své dlouhodobé investice lépe přizpůsobit technické realitě zejména v „net zero“ lokalitách
- Pro podporu takových řešení je možno v současnosti využít dotace



Zimní nedostatek elektřiny – chybí 3 Temelíny

(dle článku K. Vinklera – Energetika)



Kyberneticky zranitelný prvek distribuované soustavy

(definice H. Beran a kol.)

- Je elektronicky řízen technologiemi podobnými IoT (i méně vyspělými, avšak kyberneticky napadnutelnými)
- Nevhodným řízením může vyvolat nežádoucí stavy soustavy
- Je mimo dosah centrální politiky kybernetické bezpečnosti subjektu, který má zodpovědnost za soustavu a její stabilitu
- *Poznámka dnešní správci sítí se starají především o bezpečnost ovládání vlastní rozvodné sítě, které je také u dálkově ovládaných prvků napadnutelné, avšak vůbec se nestarají o cloud praček na sídlišti ovládaných wifi cloudem odněkud z Asie nebo Severní Ameriky*

Nezbytný základ tradičních společností

- Komodity / suroviny
 - Voda
 - Potraviny
 - Energie
 - Kritické a strategické materiály, kovy, stavební materiály, dnes vzácné zeminy
- Znalosti a dovednosti kritické technologie
 - Průmysl
 - Zemědělství (umíme ještě obdělávat půdu)
 - Součástí průmyslu je i výroba energie
 - OTÁZKA umíme ještě udělat jaderný reaktor, nebo si na něj vyděláváme v montovnách, abychom do nich měli energetické pohony na pásy?

Odolnost historicky

- Odolnost neboli resilience byla původně zkoumána v ekologii, kde se jednalo např. o studium návratu lesa zničeného požárem a obnovu jeho ekologických funkcí.
- Postupně se pojetí rozšiřovalo např. v Japonsku na zemětřesnou či v USA na hurikánovou resilienci.
- Jedná se přitom nejenom o rychlost postavení nové čtvrtě či sídla, ale také o obnovení sociálních vztahů.
- S koncem studené války se po určitém optimistickém mezidobí ukázala složitost světa, proměnlivost aliancí (např. možná účast Ruska v NATO) a nespecifická nebezpečí. Armády na situaci, kdy nevíme, kdo za pár let bude naším přítelem nebo nepřítelem, reagovaly rozpracováním konceptu resilience. Ta znamenala rychlou analýzu mezinárodní situace (získávání informací), rozvoj přepravních kapacit a strategií týkající se široké škály konfliktů včetně občanských válek a domácích povstání .
- **Vzhledem k tomu, že bezpečnost státu je za všech možných okolností od přírodní katastrofy až po násilný konflikt založená na zvládnutelné energetické situaci, stala se organizace a logistika kritické infrastruktury součástí národní bezpečnosti. Není totiž nutné vybojovat vítězství nad Armádou ČR, když k rozvrácení země stačí vyřadit elektrárny a přenosové soustavy. Začíná se pak hroutit zásobování vodou a potravinami a zároveň dochází k informačnímu blackoutu.**

Společenské zadání

- **Abychom mohli udržovat, rozvíjet či dotvářet naši energetickou soustavu, musíme mít především představu, v jakém státě chceme žít**
- Většina lidí se pravděpodobně shodne na tom, že potřebujeme, aby energie byly dostupné jak fyzicky, tak ekonomicky, abychom nebyli vydíratelní např. při nedostatku ropy či plynu a aby provoz soustavy byl poměrně plynulý bez extrémních stavů.
- Těm však není možné se vyhnout, protože např. síla a frekvence silných větrů zejména v severní polovině Evropy roste, ale i přístavy a obecně přístavní terminály jsou následkem vyšších vln a častějších bouří zranitelnější .
- Proto vyžadujeme, aby případné havárie byly rychle opraveny, jinými slovy, aby energetická soustava měla vyšší dynamickou odolnost neboli resilienci.

Koncept resilience – tři součástí (fáze)

- 1. Absorpční kapacita** je schopnost systému vyrovnávat se s šoky. Její součástí je analýza příčin („poučení z krizového vývoje“) a integrace získaných poznatků do nově uspořádané struktury.
- 2. Adaptační kapacita** umožňuje neustávající proměnu systému, a to prostřednictvím kolektivního učení jako reakci na proměňující se prostředí.
- 3. Transformační kapacita** spočívá ve schopnosti nově uspořádat a reorganizovat chod instituce, pokud dojde k hluboké, systémové proměně daného oboru.

Očekávané trendy

- Pokračující ekonomická nejistota a fragmentace obchodu, riziko přerušení dlouhých dodavatelských řetězců. Moc a vliv velkých firem bude stále větší.
- Poroste soutěžení mezi firmami, to vyústí v drsnější ekonomické prostředí včetně bezohledného lobismu či používání manipulativních mediálních technik.
- Sociální nerovnost a tím i polarizace společnosti bude stále napjatější.
- Porostou klimatické extrémny, a to včetně silných větrů, které mohou způsobit lokální blackoutu. Energetická chudoba v EU vzrostla během několika posledních let ze 7 na 10 % a dá se čekat další růst. Vysoké mandatorní výdaje omezí spotřebu domácností.
- Asi 80 % energie spotřebovávané v budovách slouží jako topení nebo chlazení. Vzhledem k vlnám veder bude v roce 2050 mít asi polovina bytů klimatizaci. Obecně se očekává růst energetické spotřeby, a to možná až o 30 % do roku 2050.
- Zásobování vodou a potravinami, bude, alespoň v některých měsících a některých státech, stále obtížnější.
- Ekonomický vliv Asie dále poroste.
- Stále častěji se budou objevovat paralelní či skupinová rizika (compound risks) složená z více problémů zároveň, což mnohem víc zatíží chod státní správy.
- Rostoucí urbanizace vede ke vzniku velkých, poměrně koncentrovaných megapolí s vysokou spotřebou vody a energií. V urbanizovaných prostorech žije nejméně 62 % obyvatel EU s výhledem 75 %. To zároveň vyžaduje strategii „chytrého zmenšování“ (smart dimishing) vylidňujících se oblastí. Migranti nepřicházejí na venkov, ale do měst (arrival city) typu pražského Jižního Města či Plzně.

Situace v ČR

1. Ropu a zemní plyn nebudeme nikdy pokrývat z domácích zdrojů, proto potřebujeme několik (nejméně dva a pokud možno z různých kontinentů) nezávislých zdrojů plynu a ropy.
 - a. Při správné energetické diplomacii a pokud nebudeme počítat s velkým mezinárodním konfliktem, je tento cíl poměrně snadno dosažitelný. Ověřené zásoby zemního plynu dostačují na nejméně 200 let .
 - b. Zásoby konvenční ropy by při současné spotřebě měly dostačovat na 40-50 let, ale lehká vázaná ropa (LTO) je podstatně navyšuje.
 - c. V každém případě se problémy s ropou očekávají dříve než problémy s plynem, a proto je nutné počítat s přechodem na plyn , který může být dotován např. doma vyrobeným vodíkem.
2. Pokud jsme téměř plně závislí na dovozu ropy a plynu, neměli bychom být závislí na dovozu elektřiny.
 - a. Můžeme snad navrhnout, že naše elektrárny by měly pokrývat 90 % (10 % se dá ušetřit) domácí spotřeby v zimním období a to včetně týdnů, kdy slunce svítí málo a panuje bezvětří. Tato období v minulých letech typicky trvala 2-3 týdny a bylo během nich obtížné, nákladné nebo dokonce nemožné dovést elektřinu z okolních států.
 - b. Z hlediska energetického mixu se jedná o kombinaci jaderné energetiky a fosilních paliv. Z fosilních paliv připadá v úvahu jenom zemní plyn a hnědé uhlí jako domácí zdroj a určitá bezpečnostní pojistka.
 - c. Střetává se zde požadavek na snížení emisí s energetickou bezpečností. Za optimální řešení je možné považovat domácí výrobu elektřiny z hnědé uhlí na zhruba 10 % spotřeby s možností navýšení v krizových obdobích na 20 % domácí spotřeby .
3. V teplárenství jsou možné úspory a využívání dalších zdrojů paliv, ale v zásadě zůstáváme stále závislí na spalování uhlí a rychlý přechod např. na plyn je nákladný a zdlouhavý.
4. Cena energií pro průmyslové i domácí využití by se neměla pohybovat nad průměrem EU a při použití lacinější domácí produkce by mohla být i nižší, což by pomohlo průmyslové výrobě (viz dále).

Možný scénář vývoje

Nejpozději po roce 2010 se ocitáme v rychle proměnlivém, evolučním a zároveň konfliktním prostředí, ve kterém je nezbytné se zajímat o hlavní trendy, které ovlivňují a někdy i řídí ekonomické, politické a společenské procesy. Za hlavní události a z nich vyplývající nejenom rizika, ale i možnosti dalšího rozvoje můžeme považovat tyto procesy:

- Spotřeba energie pravděpodobně dále poroste do roku 2050 možná o 30 %.
 - Stále více se budou uplatňovat nestabilní, alternativní zdroje, jako je fotovoltaická energie zejména z jihu a větrná energie zejména ze severu.
 - Dojde k posunu roční spotřeby zejména následkem využití klimatizace v teplé části roku. *Řešení:* nové technologie a chytré řízení provozu přenosové soustavy.
- Ekonomické prostředí se bude ocítat pod významným vlivem velkých technogigantů, které se prostřednictvím manipulativních zpráv a lobismu budou snažit ovlivnit politické, tedy dotační prostředí. To pak může přijímat jak z hlediska ostatního průmyslu, tak i domácností zbytečně drahá rozhodnutí, která podvážejí průmyslovou konkurenceschopnost a zvýšením mandatorních výdajů i spotřebu domácností, což se časem projeví na ochotě či schopnosti utrácet v dalších ekonomických sektorech.
 - Zbytečně drahá energie nepovede k sociálnímu smíru.
 - *Řešení:* dobrá nezávislá informovanost o nejlepší praxi v cizině, pečlivá filtrace lobistických dat, vytvoření sítě expertů, kteří jsou schopni problematiku prezentovat veřejnosti (popularizace technických disciplín včetně jaderné energetiky a chemie).
- Začínáme se ocítat ve stádiu společnosti, které díky stárnutí populace a odklonu od technického vzdělání začínají scházet klíčové dovednosti, jak zacházet s hmotným světem a jeho energiemi.
 - *Řešení:* školství.
- S rozvojem digitalizace a nových technologií rostou nároky na kyberbezpečnost. V případě konfliktu např. mezi Čínou a USA můžeme očekávat můžeme jako tranzitní země NATO očekávat útok na infrastrukturu země.
 - *Řešení:* schopnost odpojit se od sítě a energetická zařízení obsluhovat manuálně. Na klíčová místa např. dispečerů mít připravené např. pro případ chřipkové pandemie náhradníky. Revidovat krizové plány a provádět cvičení.
- Integrovat kritickou infrastrukturu, tak aby její jednotlivé části (voda, teplo, informace, elektřina, zdravotnictví) vytvořily celou odolnou síť.
 - *Řešení:* přistupovat ke kritické infrastruktuře ne jako ke konglomerátu institucí s vlastními cíli, ale jako k jednomu soběpodpůrnému celku.
- Zelená politika EU nemusí být reálná, ale klimatické změny jsou skutečné a lidé se jich začnou stále víc obávat.
 - *Řešení:* vytvoření dlouhodobé environmentální praxe bez ohledu na převládající politiku, ale citlivé na možné ekonomické dopady.

Blackout v Čechách 4.7.2025

- Pracovní studie České společnosti v pro energetiku
- Některé závěry jsou důvěrné:
 1. Energetická bezpečnost státu
 2. Není ukončeno šetření nezávislých expertů v EU
 3. Profesní etika oboru, podobně jako anatomicko patologický seminář ve zdravotnictví, závažné celospolečenské téma nelze politizovat ani ideologizovat či bulvarizovat. Jde o bezpečnost a komfort nás všech.

Kritérium (n-1)

- Pokud vypadne jeden prvek soustavy, například Temelín, soustavy musí fungovat dále
- Vypadlo vedení a Ledvice 2 minuty po něm. Kdyby Ledvice nevypadly tak brzy, mohl dispečink Čeps během 10 minut obnovit (n-1) a k rozsáhlému blackout by pravděpodobně nedošlo
- V kritický den jela elektrárna Ledvice na snížený poloviční výkon proto, že ČEZ další energii dokupoval za zahraničí.
- Celkový dovoz a přetok byl v té době 12 x vyšší, než chybějící výkon po výpadku ledvické elektrárny. Soustava je v nepřetěžovaném stavu dimenzována na výpadek Temelína a toto by bez problému přečkala.

Proč se České republice nevyplatí investovat do zvyšování kapacity přeshraničních vedení?

- **Naše sítě mají v současnosti dva režimy: zimní a letní. Nebezpečný je pro nás zimní nedostatek i letní přebytek.**
- Nejde o navyšování možného celoročního dovozu, v zimě, kdy máme dvojnásobné energetické potřeby oproti létu, mají v zahraničí také nedostatek.
- Problém neřeší stabilitu domácí sítě, jak ukázal nedávný blackout.
- Evropská unie stanovila kapacitu přeshraničních přenosů na 15 % špičkového zatížení soustavy členského státu. Tento závazek máme na všech hranicích splněný, není důvod jej navyšovat.
- Přetoky se v mezinárodních obchodech počítají „flop base“ metodou, síťový model rozdělí obchodovanou energii a přidělí kapacity. Kdo si takové kapacity dobrovolně navýší, získá další povinnost tyto kapacity poskytovat ve prospěch obchodování komerčních a zahraničních subjektů.
 - Jinými slovy, naše státní společnost ČEPS by takto získala více povinností z našich peněz ve prospěch služeb poskytovaných třetím subjektům, nikoli na zvyšování kvality domácí soustavy, která je potřebná.
- Podle výsledků zde uvedených musíme zpřísnit kritéria pro stávající přetoky a investovat do odolnosti a modernizace domácí sítě.
- V případě, že se Česká republika rozhodla jít cestou jaderné energetiky, nejde o trvalý stav. Podobně nejde podle názorů zde uvedených a trvalý stav předotovanosti v sousedním státě. Stavěli bychom tedy dlouhodobé investice do vlastních zdrojů a nikoli do dálnic pro dovoz zboží, který by jim ve svém důsledku konkurovalo. Podobně i vlastním obnovitelným zdrojům energie.

Blackout – závěry odborníků

- Přetěžování systému vede zejména k tomu, že se i z nekritických prvků stávají prvky kritické. Z uvedeného dedukujeme, že nezávisle na hodnocení výpadku jednoho prvku by naše soustava při normálním provozování přečkala současně výpadek vedení i polovičního výkonu elektrárny v Ledvicích.
- V tomto smyslu musíme více dbát na zajištění vlastní bezpečnosti a spolehlivosti než na sezónní dovozy, zahraniční přebytky a krátkodobé zisky obchodníků, ze kterých navíc český průmysl ani domácnosti velký podíl na profitu nemají.

Zásadní doporučení pro ČR

- Změna priorit investic společnosti ČEPS z přeshraničních sítí na sítě pro interní potřebu a posílení domácí sítě. Na proběhnuvším příkladu je vidět, že mohou nastávat takové příklady, že se domácí síť rozpadne a přetoky fungují dál, v zájmu české energetiky i obyvatel a ekonomiky je však prioritou opačná.
- Dostavba jaderného zdroje namísto „investice“ do obnovitelných zdrojů, které jsou nestálé a na celkové investice do jedné kWh zhruba 10x dražší, avšak díky deformovanému trhu s vyšší návratností pro spekulativní skupiny investorů.
- Neuzavírat předčasně uhelné zdroje v době, kdy nejsou plánovaným novým zdrojem spolehlivě nahrazeny (jinými slovy, jaderná elektrárna v plném provozu).
- Dostavba nebo udržení vlastních menších zdrojů v infrastruktuře, které jsou schopny samozásobení elektřinou, případně i teplem, a regulace elektrizační soustavy.
- U obnovitelných zdrojů energie se soustředit nikoli na rozsáhlé parky způsobující nestabilitu celého systému, ale na samozásobení průmyslových a urbánních infrastruktur a možnost bezpečného řízení takovéto spotřeby moderními prostředky.
- Důležité jsou transformátory, je zde nedostatečná výrobní kapacita v EU, vlastní jsem pozbyli, a velký odběr na Ukrajině. Jedním z možných doporučení je investice do obnovení výroby transformátorů v ČR, nejde o prodělkové odvětví.

Závěrem k resilienci

- Neztratit energetickou samostatnost / soběstačnost v disciplínách, které máme zajištěny
 - Elektřina
 - Teplo (částečně), tepelné čerpadlo = elektřina
- Neztratit říditelnost / ovladatelnost ES ČR
 - Včetně schopnosti startu ze tmy po blackoutu