

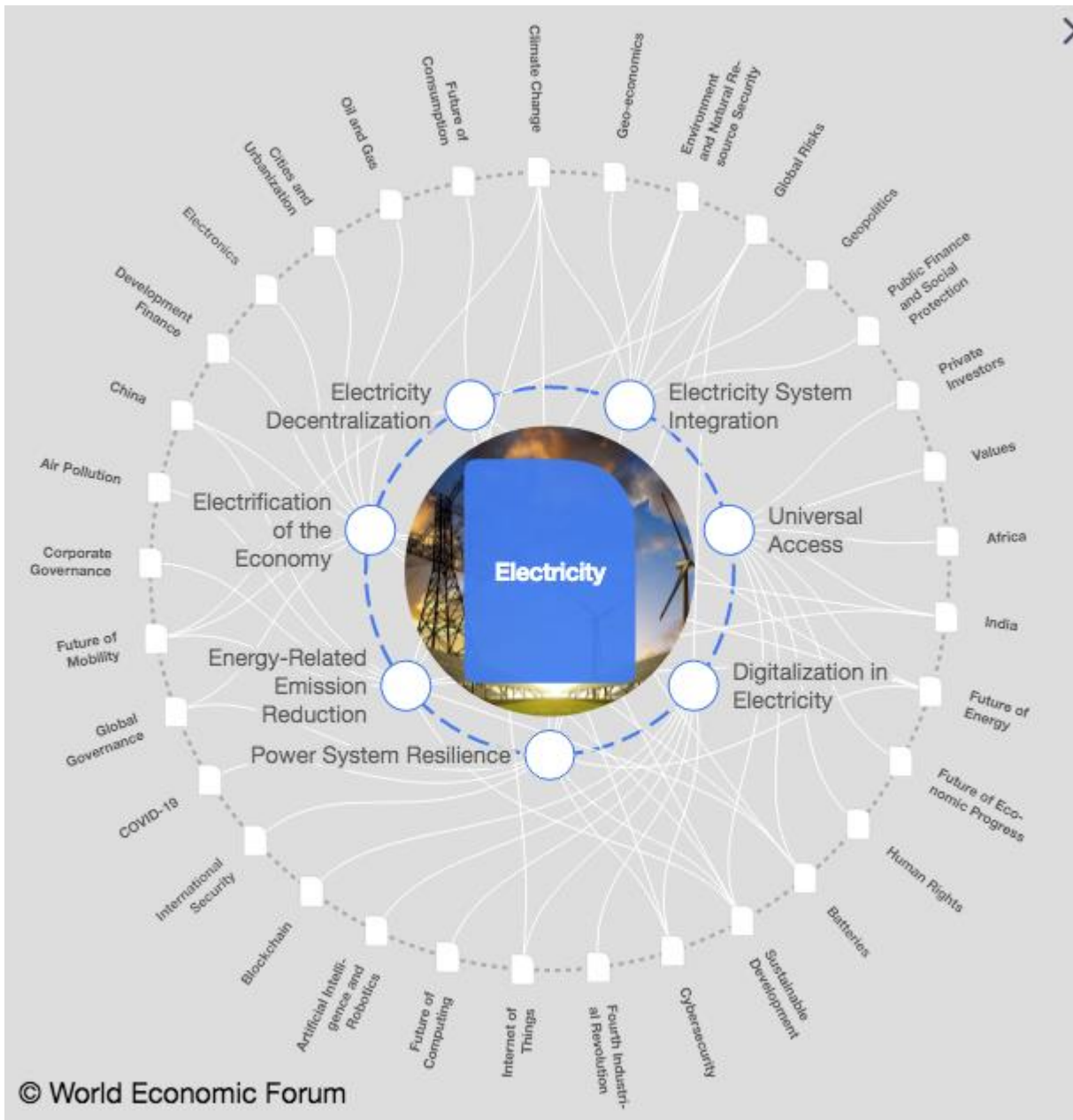
Elektrina

Globálne elektrické systémy prechádzajú najhlbšími zmenami od otvorenia Thomas Edisonovej stanice Pearl Street Station, prvej komerčnej elektrárne na svete v roku 1882.

V rozvinutých ekonomikách distribuované energetické zdroje a digitálne technológie transformujú plánovanie a prevádzku systému. Tieto technológie tiež vytvárajú príležitosti na dodávku elektriny pre viac ako 1,1 miliardy jednotlivcov, ktorým stále chýba prístup k základnej komodite.

Hrozba zmeny klímy vyvolala tlak na dekarbonizáciu elektrickej energie a podnietila úsilie o elektrifikáciu priemyslu a dopravy.

Medzitým sa vyvíja úsilie o rozšírenie regionálnych trhov a vytvorenie väčšieho geografického prepojenia a zabezpečenie bezpečnosti dodávok v prípade počítačových hrozieb a prírodných katastrof.



Integrácia elektrizačného systému

Regionálne trhy s elektrinou zdieľajú zdroje, znižujú náklady a zvyšujú bezpečnosť dodávok

Existuje globálny trend smerom k integrácii národných, štátnych a miestnych elektrických energetických systémov s cieľom vytvoriť nadnárodné alebo regionálne energetické subjekty.

Tieto subjekty sa označujú ako „***združenia***“, „***prepojenia***“ alebo „***regionálne trhy***“ v závislosti od ich organizácie.

Zatiaľ čo ***decentralizované energetické zdroje*** (akýkoľvek zdroj pripojený k distribučnej sústave, ktorý je schopný poskytovať služby v oblasti elektrickej energie) sa stále viac vyskytujú v energetických systémoch, samotné systémy sa stávajú stále viac vzájomne prepojené fyzicky aj z hľadiska vlastníckych a riadiacich štruktúr naprieč rozsiahlymi územiami.

Efektívne využívanie zdrojov na výrobu elektrickej energie, ktoré sú príliš veľké pre jednu krajinu, ako je to v prípade niektorých vodných projektov, alebo sú príliš prerušované, ako sú *veľké solárne* alebo *veterné farmy*, je možné vytvorením dostatočných regionálnych trhov, aby sa využili úspory z rozsahu a zriedená *intermittencia*.

Regionálne trhy tiež umožňujú rozšíriť využívanie prírodných zdrojov, ako sú vietor alebo slnečné žiarenie, ktoré sa vyskytujú na niektorých územiach, ale nie na iných územiach, vo väčších zemepisných oblastiach.

Integrácia elektrizačného systému

Energetické združenia v USA, ktoré boli vytvorené v 70. rokoch 20. storočia, boli prvými regionálnymi organizáciami tohto druhu a neskôr sa zmenili na skutočné regionálne trhy.

Nasledoval národný trh s elektrinou (NEM) v Austrálii, európsky vnútorný trh s elektrinou (IEM), regionálny trh s elektrickou energiou (regionálny trh Mercado Eléctrico alebo MER) v Strednej Amerike, energetický bazén v južnej Afrike (SAAP) a ďalšie.

Niektoré dosiahli pokročilú úroveň zrelosti a integrácie, zatiaľ čo iné sú stále v ranom štádiu.

Regionálny obchod s energiou a efektívne využívanie projektov veľkej výroby si vyžadujú silné cezhraničné sieťové prepojenia.

Regionálny obchod si tiež vyžaduje starostlivý návrh trhu a jasné pravidlá plánovania investícií do prenosu, rozdelenia nákladov a riadenia preťaženia.

Trhy musia byť podporené technickými, ekonomickými a inštitucionálnymi analýzami súčasných systémov a pravdepodobných budúcich iterácií.

*Vytvorenie regionálnych trhov a výstavba drahých cezhraničných prepojení, ktoré si v niektorých prípadoch môžu zaslúžiť klasifikáciu „**supergridy**“, si vyžaduje značné množstvo **politckej vôle a starostlivé posúdenie kompromisov** regionálne trhy s elektrinou sú zvyčajne iba jednou súčasťou **širších regionálnych dohôd**, ktoré **zahŕňajú ďalšie hospodárske odvetvia**.*

Univerzálny prístup

Univerzálny prístup k energii do roku 2030 sa nestane na základe súčasnej elektrifikačnej cesty

V roku 2015 Organizácia Spojených národov stanovila ciele trvalo udržateľného rozvoja (SDG), medzi ktoré patrí zabezpečenie prístupu k cenovo dostupnej, spoľahlivej a modernej energii pre všetkých do roku 2030.

Od roku 2016 však **1,1 miliardy ľudí stále nemá prístup k elektrine**, a mnoho ďalších má nedostatočnú a nespoľahlivú ponuku predovšetkým vo vidieckych oblastiach subsaharskej Afriky, Indie a juhovýchodnej Ázie.

Podľa *Medzinárodnej agentúry pre energiu* súčasné úsilie o elektrifikáciu nebude držať krok s rastom populácie v subsaharskej Afrike. K tejto situácii prispeli chýbajúce investície do výrobných zariadení a sieťovej infraštruktúry, dotované tarify, ktoré nepokrývajú náklady na dodávku, zlá správa vecí verejných a nedostatočná právna bezpečnosť.

Až donedávna to robili takmer všetci tí, ktorí získali prístup k elektrine na celom svete prostredníctvom nového pripojenia do siete, a asi **70% tých**, ktorí dostali energiu od roku 2000, tak **urobilo prostredníctvom fosílnych palív**.

V posledných rokoch však boli rozsiahle obnoviteľné zdroje energie (najmä vodné a geotermálne) zdrojom viac ako jednej tretiny nových pripojení do siete, zatiaľ čo decentralizované zdroje, ako napríklad solárne systémy pre domácnosť a mikro mriežky, poskytovali zvýšený prístup k elektrine. Očakáva sa, že tento trend sa zrýchli.

Univerzálny prístup

Technologické zlepšenia vytvárajú príležitosti na dosiahnutie pokroku v oblasti univerzálneho prístupu k elektrine, znižujúce sa náklady na *solárne, lacnejšie a účinnejšie osvetlenie* a prístroje a nové obchodné modely, ktoré využívajú digitálne a mobilné platformy, rozšírili riešenia dostupné tým, ktorí sa venujú týmto problémom.

Aby sa využili širšie spoločenské a ekonomické výhody elektrifikácie, bude si to vyžadovať pozornosť nad rámec pripojení domácností a zohľadnenie elektriny používanej na podnikanie a poľnohospodárstvo.

Očakáva sa, že krátkodobý vplyv univerzálneho prístupu k elektrickej energii na emisie skleníkových plynov a zmenu klímy bude minimálny, pretože celkový nárast dopytu bude relatívne malý (*hoci dlhodobé vplyvy budú závisieť od presných spôsobov elektrifikácie*).

Podľa správy z roku 2017 uverejnenej *Medzinárodnou energetickou agentúrou* by si poskytovanie elektrickej energie pre všetkých do roku 2030 vyžadovalo ročné investície vo výške **52 miliárd dolárov** alebo viac ako dvojnásobok toho, čo sa doteraz mobilizovalo podľa súčasných a plánovaných politík. Podľa správy musí byť **95% z ďalších potrebných investícií smerovaných do subsaharskej Afriky**.

Zvýšenie investícií do prístupu k elektrine si vyžaduje správne politiky a investičné rámce a budú potrebné prístupy, ktoré spájajú existujúce, ale nekoordinované iniciatívy.

Digitalizácia v elektrine

Digitalizácia vytvára nové príležitosti, ale tiež vytvára riziká počítačovej bezpečnosti

Sektor energetiky sa stále viac digitalizuje, pretože výpočtové a kontrolné technológie sú súčasťou systémov na celom svete.

Toto urýchľuje vytváranie hodnôt a vytvára riziká počítačovej bezpečnosti.

Digitálne technológie uľahčujú presnejšie oznamovanie hodnoty elektroenergetických služieb, pretože zákazníci sa stávajú čoraz citlivejšími na ceny a sú zapojení. Medzitým senzory a meracie technológie poskytujú nový prehľad o podmienkach energetických systémov a digitálne výkonná elektronika a infraštruktúra poskytujú operátorom rozvodnej siete schopnosť konať podľa novo dostupných informácií.

Digitálne podporované zdroje dopytu, ako sú *vykurovacie a klimatizačné jednotky a ohrievače vody*, sú v súčasnosti aktívnymi účastníkmi trhu PJM, ktorý **je najväčším trhom s elektrickou energiou v USA**. Takmer 11 gigawattov zdrojov na strane dopytu poskytovalo služby elektrickej energie na trhu PJM v rokoch ^{2015 a 2016} a ^{v roku 2015} boli zdrojom príjmov približne **825 miliónov dolárov**.

Medzitým spoločnosti vrátane spoločností *Amazon a Google* predali viac ako **4,5 milióna digitálnych „inteligentných“** termostátov v USA a Európe ^{v roku 2016}, čo umožní majiteľom domov a podnikov prevziať väčšiu kontrolu nad ich využívaním elektrickej energie, takto zvýšená účasť poskytuje prípadovú štúdiu o možnom vplyve internetu vecí, ktorý spája domáce zariadenia spolu s pripojením online.

Digitalizácia v elektrine

Väčšia digitalizácia tiež rozširuje zavádzanie vyspelej meracej infraštruktúry.

Viac ako *60 miliónov inteligentných metrov* teraz meria spotrebu *viac ako 40% budov v USA*. Očakáva sa, že v roku 2020 bude mať inteligentné meracie zariadenia v Európskej únii **72% spotrebiteľov**, zatiaľ čo v Číne ^{od roku 2016} bolo nasadených zhruba **350 miliónov inteligentných meracích prístrojov**.

Infraštruktúra digitálnej siete a zber údajov medzitým umožňujú aktívnejšiu správu siete, v Spojenom kráľovstve vyvinula spoločnosť *UK Network* program na *aktívne riadenie výroby veterných elektrární*, ktorý jej umožní rýchlejšie a hospodárnejšie prepojiť výrobcov a dopyt.

Zvýšená digitalizácia energetického systému však priniesla aj **nové zraniteľné miesta**, čo dokazuje kybernetický útok na ukrajinskú energetickú sieť v roku 2015.

Keďže digitálne technológie zbierajú cenné údaje, vytvára potrebu pravidiel týkajúcich sa bezpečného spravovania týchto údajov a nové nariadenia, ktoré zabezpečujú, aby verejnoprospešné služby a ďalšie zainteresované strany v energetickom sektore boli primerane pripravené na počítačové hrozby.

Odolnosť napájacieho systému

Je potrebné sprísniť systémy proti hrozbám, ako sú prírodné katastrofy a kybernetické útoky

Podľa správy uverejnenej na Svetovom ekonomickom fóre v roku 2019 extrémne poveternostné udalosti, potenciálne zlyhanie úsilia o zmiernenie zmeny klímy, kybernetické útoky a prírodné katastrofy patria ***medzi desať najväčších globálnych rizík*** z hľadiska ***pravdepodobnosti a vplyvu*** dostupnosti dostupnej energie.

Hmatateľné vplyvy zmeny klímy sú čoraz zreteľnejšie a rozvoj primeraných reakcií v oblasti energetickej bezpečnosti si vyžaduje nové formy spolupráce medzi verejným a súkromným sektorom a sú potrebné aj preventívne opatrenia v prípade potenciálnych kybernetických útokov a terorizmu.

Tieto hrozby predstavujú riziko pre kritickú infraštruktúru a pre celé ekonomiky a spoločnosti.

V priebehu posledného desaťročia hurikány, požiare, záplavy a kybernetické útoky znásobili naliehavú potrebu zvýšiť odolnosť elektrických sietí, aby sa otupili potenciálne devastujúce sociálne a ekonomické dôsledky.

Šesťhodinový zimný výpadok elektrickej energie vo Francúzsku by mohol presiahnuť viac ako 1,5 miliardy EUR v súvisiacich nákladoch pre domácnosti, podniky a nevyhnutné inštitúcie.

Odolnosť napájacieho systému

Medzitým katastrofy v ázijsko-tichomorskom regióne, podľa Ázijskej rozvojovej banky za **posledných 40 rokov**, ktoré stáli asi **1,3 bilióna dolárov** a každý deň utrpí región priame fyzické straty vo výške **126 miliónov dolárov** z dôvodu

extrémnych poveternostných udalostí a geofyzikálnych rizík, ako sú povodne.

Finančné náklady na hrozby, ako sú napríklad kybernetické útoky, tiež rastú (**celkové náklady podnikov na počítačovú kriminalitu v nasledujúcich piatich rokoch by mali dosiahnuť 8 biliónov dolárov**).

Okrem okamžitých finančných nákladov narušili kybernetické útoky na ransomware spoločnosti **WannaCry** v roku 2017, narušili **kritickú a strategickú infraštruktúru** na celom svete vrátane ministerstiev a energetických spoločností. **WannaCry** zdôraznil rastúci trend kybernetických útokov zameraných na strategické priemyselné odvetvia a vyjadril obavy, že v najhoršom prípade by útočníci mohli spustiť zlyhanie systémov, ktoré udržiavajú fungovanie celej spoločnosti.

Budovanie skutočnej odolnosti znamená tvrdenie globálneho energetického systému proti silným a nízkofrekvenčným udalostiam a posilnenie schopnosti rýchlo sa zotaviť z týchto udalostí čo môže ohroziť životy a zničiť výrobu, prenos a rozvod elektrickej energie, nehovoriac o súvisiacich systémoch ako sú plynovody na zemný plyn a telekomunikačné siete, podľa Výskumného ústavu pre elektrickú energiu.

Zníženie emisií súvisiacich s energiou

Úplná dekarbonizácia elektriny je kľúčom k dosiahnutiu nízkouhlíkového hospodárstva

Spotreba energie potrebná na podporu ľudskej činnosti je zodpovedná **za približne tri štvrtiny svetových emisií skleníkových plynov**, ktoré zase spôsobujú zmenu podnebia.

Dopyt po energii rastie spolu s rastom populácie a so zvyšujúcou sa životnou úrovňou, zlepšenia energetickej účinnosti medzitým pôsobia ako protiváha.

Časť globálneho dopytu po energii, ktorú poskytuje elektrina, je už značná a ďalej sa rozširuje. Existuje preto jednoznačná ***potreba dekarbonizovať samotný sektor elektrickej energie***, aby sa pomohlo zaručiť udržateľnosť ľudského rozvoja. Ako a kedy sa to dosiahne, bude mať dôležité dôsledky pre širší proces dekarbonizácie svetového hospodárstva.

Existujú dobré dôvody na uprednostnenie dekarbonizácie elektriny pred ostatnými nosičmi energie, napríklad vodíkom, elektrina môže ***byť ľahšie dekarbonizovaná*** a môže sa vyrábať mnohými rôznymi spôsobmi s nízkymi pridruženými emisiami skleníkových plynov.

Je technicky realizovateľné a ekonomicky prijateľné vyrábať elektrinu z obnoviteľných zdrojov energie, ako sú slnečné, veterné, geotermálne, vodné a biomasa. Jadrová výroba elektriny je ďalšou osvedčenou a silnou alternatívou hoci je často spojená s problémami, ako je šírenie jadrových zbraní, jadrový odpad a nehody.

Zníženie emisií súvisiacich s energiou

Elektrina je úžasne univerzálna a môže nahradiť využitie fosílnych palív v mnohých oblastiach.

Mobilita je jedným sľubným príkladom vo forme elektrických vozidiel vrátane ľahkých cestných vozidiel a železníc. Ďalším je chladenie alebo vykurovanie budov pomocou tepelných čerpadiel.

Na dekarbonizáciu môžu mať významný vplyv ďalšie trendy, napríklad ***decentralizácia a digitalizácia***. Narušujúci pokrok v oblasti technológií ukladania, ako sú batérie, môže byť napríklad kľúčovým faktorom úplnej dekarbonizácie elektriny, pretože môže zmierniť *intermittentné účinky* niektorých obnoviteľných zdrojov energie. Rozsah, v akom sa budú vyžadovať technológie ukladania v dekarbonizovaných energetických systémoch, je však oblasťou aktívneho výskumu.

Dekarbonizácia ekonomík je globálnym úsilím. Krajiny musia spolupracovať, najmä tie tri, ktoré najviac prispievajú k emisiám skleníkových plynov: USA, Čína a India.

Na usmernenie trhových síl a súkromných investícií smerom k dekarbonizácii budú nevyhnutné krátkodobé politické opatrenia vypracované s primeranými regulačnými prístupmi, zatiaľ čo inovačné obchodné modely môžu prispieť k tomuto transformačnému procesu.

Elektrifikácia hospodárstva

Najslubnejšie príležitosti na elektrifikáciu sa nachádzajú medzi najväčšími znečisťovateľmi

S cieľom dosiahnuť ciele v oblasti emisií oxidu uhličitého stanovené v parížskej dohode o zmene klímy z roku 2016 bude rozhodujúce elektrifikovať využívanie energie, ktorá je v súčasnosti využívaná fosílnymi palivami.

Podľa správy *Medzinárodnej agentúry pre energiu* z roku 2017 (IEA) by energetický sektor mohol dosiahnuť uhlíkovú neutralitu (*odstránenie nových emisií*) do roku 2060 prostredníctvom kombinácie elektrifikácie a energetickej účinnosti.

Samotné trhové sily nebudú dostatočne tlačiť na súvisiaci technologický rozvoj a budú sa musieť doplniť verejnou politikou a jasnými pravidlami. Iba niekoľko energetických technológií má priaznivú politickú podporu, napríklad **fotovoltaika** (*solárna fotovoltaika*), **veterná energia na mori**, **elektrické vozidlá** a **skladovanie energie**.

Medzi oblasti s nevyužitým potenciálom patria *energetická účinnosť, bioenergia a zachytávanie a ukladanie uhlíka*. Na vybudovanie silnejšej a inteligentnejšej infraštruktúry vrátane prenosových technológií je potrebná zvýšená finančná podpora. Podľa správy IEA v súčasnosti predstavuje vykurovanie a chladenie v budovách a priemyselná činnosť približne **40% konečnej spotreby energie**. **Budovy preto môžu hrať hlavnú úlohu pri transformácii globálneho energetického systému**, zvýšená účinnosť, pokiaľ ide o *vykurovanie, chladenie, osvetlenie a materiály*, by mohla podstatne uľahčiť dopyt, čo by zase znížilo zaťaženie systému ako celku.

Elektrifikácia hospodárstva

Elektrifikácia odvetvia dopravy by mohla významne ovplyvniť globálny energetický systém, aj keď ešte stále je pred nami ešte dlhá cesta, aby mala skutočný vplyv na zníženie emisií oxidu uhličitého.

Urýchlenie elektrifikácie v sektore dopravy prostredníctvom zlepšeného mestského plánovania a zvýšenej verejnej dopravy, ako aj integráciou technológií na okraji siete si bude vyžadovať významný technologický rozvoj, investície a politickú podporu.

Podľa správy IEA by sa do roku 2060 mal podľa očakávaní zvýšiť priemyselný dopyt po energii asi o dve tretiny a osobitný dôraz by sa mal klásť na strategické odvetvia, ako je železo, oceľ a chemikálie.

Okrem zavádzania elektrickej energie do priemyselných procesov vždy, keď je to možné, existuje veľa príležitostí na obmedzenie rastu dopytu, ***zvýšenie efektívnosti výroby a optimalizácia lokálne dostupných zdrojov a materiálov.*** Vnútroštátne aj globálne politiky musia podporovať inováciu energetických technológií vo všetkých fázach, od výskumu po komerčné nasadenie, aby sa mohli využívať výhody transformácie energetických systémov z hľadiska bezpečnosti, životného prostredia a hospodárstva.

Globalizácia umožňuje rýchlejšie zavádzanie osvedčených súvisiacich technológií a môže súkromnému sektoru umožniť vytváranie udržateľných obchodných modelov, ktoré podporujú ***elektrifikáciu globálneho energetického systému*** a zmierňujú zmenu klímy.

Decentralizácia elektrickej energie

Distribuované zdroje energie menia spôsob, akým sú elektrické systémy plánované, prevádzkované a využívané

*Distribuované energetické zdroje, ako solárne fotovoltaické systémy (PV), ktoré premieňajú svetlo na energiu, akumuláčn é jednotky energie, elektrické vozidlá a mikrozriežky **transformujú elektrické systémy.***

Aj keď tieto zdroje stále zohrávajú relatívne malú úlohu pri poskytovaní elektroenergetických služieb, ich rozmiestnenie sa zvyšuje a pociťuje sa ich vplyv. Nemecký energetický systém je jedným z najvýraznejších príkladov decentralizácie.

Podľa správy uverejnenej v roku 2017 výskumnou organizáciou Fraunhofer je *98% solárnych fotovoltaických zdrojov v krajine pripojených k distribučnej sieti a 85% tejto kapacity pochádza zo zariadení, ktoré sú menšie ako 1 megawatt.* Medzitým jeden z piatich zákazníkov na Havaji a jeden z 10 domácností v Kalifornii majú teraz strešný solárny PV systém.

V USA predstavovala distribuovaná solárna fotovoltaika od roku 2016 takmer **13% všetkých prírastkov výrobnéj kapacity** v USA. Decentralizovaná sila však nie je vždy čistá; rovnaké trendy, ktoré poháňajú rozmiestnenie distribuovanej slnečnej energie, ovplyvňujú ďalšie zdroje energie.

Kombinované tepelné a energetické jednotky a palivové články poháňané zemným plynom predstavovali od roku 2015 8% všetkých výrobných kapacít USA a podľa prieskumu GTM poskytli viac ako trojnásobok kapacity solárnej energie v krajine.

Decentralizácia elektrickej energie

Distribuované zdroje na skladovanie energie sa používajú na odloženie investícií do prepravných a distribučných sietí, výmenu „špičkových“ elektrární na zemný plyn a ropu a na zníženie účtov zákazníkov.

Decentralizácia sa neobmedzuje iba na rozvinutý svet.

Mikro siete a energetické zdroje mimo siete sú elektrizujúce oblasti Indie a subsaharskej Afriky, ktoré centralizované podniky nemôžu dosiahnuť. Decentralizácia umožňuje spotrebiteľom lepšie vyjadriť svoje preferencie, zlepšiť výrobu a dodávku energie a privádza elektrinu do komunít, ktoré to skutočne potrebujú.

Ak sa však distribuované zdroje energie nepoužijú opatrne, môžu viesť k dramaticky zvýšeným nákladom na energetický systém a k posilneniu nerovnosti medzi vlastníkami a vlastníkami zdrojov. Okrem toho v dôsledku straty energie pri nabíjaní a vybíjaní môžu zdroje na skladovanie energie skutočne zvýšiť emisie. Vyžaduje si to stabilný regulačný rámec, ktorý zahŕňa systém stanovovania cien a poplatkov, ktorý presne odráža hodnotu spotreby alebo výroby energie v rôznych časoch a miestach a ktorý tiež mení spôsob odmeňovania distribučných spoločností, čo im umožňuje plne využívať výhody distribuovaných energetických zdrojov.

Organizované trhy s elektrinou sa musia zreformovať, aby tieto zdroje mohli účinne konkurovať a odrážať realitu nového energetického sektora.

ZDROJE

- Táto inštruktáž vychádza z názorov širokej škály expertov zo siete expertov Svetového ekonomického fóra a je kurátorom v spolupráci s profesorom Ignaciom Perezom Arriagom (riaditeľom odbornej prípravy v oblasti energetiky, ***Florentská škola regulácie pri Európskom univerzitnom inštitúte***; hosťujúci profesor na ***Centrum pre výskum v oblasti energetickej a environmentálnej politiky***, MIT a profesor a riaditeľ predsedníctva BP pre energetiku a udržateľnosť na ***Pontskej univerzite v Comillas*** (ICADE)) a jeho tím.