

VÝROBA ENERGIE

Energie, jak ji vyrobíš - navazujeme na předcházející téma... (str. 2)

ENERGETICKÝ MIX

Jak jsme na tom ve výrobě elektřiny v rámci EU? (str. 4)

POROVNÁNÍ ZDROJŮ

Další porovnání zdrojů výroby elektřiny (str. 8)



ENERGIE, JAK JI VYROBÍŠ

ÚVOD

Ve 12. vydání zpravodaje Q-Info navazujeme na předcházející téma využívání primárních energetických zdrojů. Výběr těch „správných“ zdrojů pro výrobu elektřiny je zdánlivě jednoduchý. Ve skutečnosti jde o složité strategické rozhodnutí, které nelze během doby jednoduše měnit. Elektrická síť v Evropě je propojená, přeshraniční přetoky probíhají oběma směry a rozhodování v jedné zemi má dopad na situaci v zemích okolních. Elektřinu nelze jednoduše a dlouhodobě skladovat, optimální je vyrobit ji právě tolik jaká je její okamžitá spotřeba. Do hry tak vstupuje energetický mix primárních zdrojů, ze kterých elektřinu vyrobíme. Pro posouzení skladby takového mixu je důležité jednotlivé zdroje mezi sebou porovnat s pomocí srovnávacích kritérií.

GRAFY

Proč tolik grafů? Jednoduše proto, že popisují situaci lépe než slova seřazená do textu. Slovy umíme popsat situaci přesně, důležitý však je přesný výběr vhodných slov a schopnost čtenáře z takových slov vytvořit tomu odpovídající „obraz“. Graf na rozdíl od slov nemůže být cíleně korektní a tím dobře přijímaný, ani asertivní, přijímaný negativně. Graf je vždy objektivní, protože je obrazem použitých dat. Nutným předpokladem je, aby data byla objektivní, k tématu relevantní. Čtení grafu vyžaduje pozornost vyšší

než čtení textu, také více zatěžuje mysl, nicméně informace z něj vyplývající je uložena hlouběji a v souvislostech. Univerzálnost grafu z hlediska vnímání dokladuje jeho schopnost detailně zobrazit jak krátkodobý jev, tak i vývoj v dlouhém časovém období. Naše mysl lépe, než slova vnímá obrazy, správně vytvořený graf takovým obrazem je.

TERMINOLOGIE

Green Deal je politický projekt jako soubor dílčích iniciativ definovaný a řízený Evropskou komisí. Projekt směřuje k dosažení klimaticky neutrální Evropy, a to v roce 2050. Projekt byl zveřejněn v prosinci 2019, svým dopadem je nad oborový, plošně zahrnuje životní prostředí, ekonomiku, energetiku, průmysl, dopravu, působí na členské země Evropské unie jako celek, stejně tak jako na jednotlivé státy, firmy, domácnosti i jednotlivce.

Dovozní závislost vyjadřuje míru, do jaké daná země spoléhá na zahraniční dovoz primárních zdrojů, surovin, komodit nebo energií, pro uspokojení svých potřeb. Udává, jak velká část spotřeby energie nebo surovin je kryta dovozem. Vysoká dovozní závislost představuje riziko pro ekonomiku země a také pro její energetickou bezpečnost.

Energetickou bezpečnost můžeme definovat jako dostupnost dodávek energií v dostatečné míře a za přijatelné ceny. Podrobnější definice zahrnuje dosažitelnost energií jako její fy-

zickou disponibilitu, spolehlivost dodávek včetně rezervních kapacit, cenovou dostupnost s transparentní cenotvorbou a nízkou volatilitou ceny, udržitelnost energetické komodity nebo zdroje v čase s ohledem na legislativu.

Energetická komodita je zboží, které je na trhu obchodováno bez rozdílů v kvalitě. Dodávky od různých dodavatelů jsou vzájemně zastupitelné a jsou obchodovány za jednotnou cenu na globálních trzích – komoditních burzách. Mezi energetické komodity patří ropa, zemní plyn, topný olej, elektřina, uran a podobně.

Energetická hustota, případně výkonová hustota je množství energie obsažené v daném objemu, nebo hmotnosti energetické komodity, nebo i v celém zdroji výroby elektřiny. V případě paliv se obvykle udává v megajoulech na litr (MJ/l) nebo megajoulech na kilogram (MJ/kg). Vyšší energetická hustota znamená, že daná látka nebo zařízení může uchovat více energie v menším objemu nebo hmotnosti. Používá se k porovnání množství energie v různých látkách a celých systémech, mimo jiné k porovnání různých zdrojů výroby elektřiny.

Emise jsou látky znečišťující okolí. Vznikají lidskou činností v průmyslové výrobě, dopravě, energetice a spalováním fosilních paliv. Vykazovanou ekvivalentní jednotkou skleníkových plynů je tuna oxidu uhličitého CO₂, která zohledňuje rozdílný dopad různých vůči čistotě ovzduší škodlivých plynů.





Emisní faktor je hodnota, která vyjadřuje množství emisí znečišťujících látek nebo skleníkových plynů vypouštěných do atmosféry na jednotku aktivity. Jedná se o klíčový nástroj pro kvantifikaci emisí z různých zdrojů při výrobě elektřiny, spalování paliv, v průmyslových procesech, v dopravě a podobně.

Emisní faktor výroby elektřiny vyjadřuje množství oxidu uhličitého CO_2 uvolněného do ovzduší při výrobě 1 MWh elektřiny. Je definován váženým podílem emisních faktorů jednotlivých zdrojů výroby elektřiny, obsažených v jejím energetickém mixu.

Energetický mix výroby elektřiny vyjadřuje jednotlivé podíly primárních zdrojů energie, které se používají k výrobě elektřiny, přičemž jednotlivé zdroje mají různé emisní faktory.

Zelená elektřina je označení elektřiny vyrobené výhradně obnovitelnými zdroji. Může jít o elektřinu vyrobenou pro vlastní spotřebu nebo elektřinu dodanou do sítě. Emisní faktor zelené elektřiny je nulový.

MAF - Midterm Adequacy Forecast, je společností ČEPS, a.s. každoročně zpracováván analytický dokument, který s výhledem do budoucna hodnotí zdrojovou přiměřenost elektrizační soustavy a v jednot-

livých scénářích zobrazuje možné trajektorie budoucího vývoje české energetiky. Je zpracován v souladu s Nařízením Evropského parlamentu a Rady Evropské unie. Společným výstupem všech členských zemí je report **ERAA - European Resource Adequacy Assessment**, představující posouzení přiměřenosti zdrojů členských zemích v Evropě jako celku.

znázorňuje závislost vyrobeného množství elektřiny v čase. Graf zobrazuje, jak se mění výroba elektřiny v časovém období, kdy je výroba nejvyšší, případně nejnižší. Slouží k plánování výroby, optimalizaci energetického mixu a přenosové síti a také ekonomickému vyhodnocení provozu.

Stabilita zdroje výroby elektřiny je schopnost zdroje vyrábět elektřinu takovým způsobem,



Využití zdroje výroby elektřiny je hodnota, která udává, jakou část roku daný zdroj vyráběl elektřinu v hodnotě instalovaného výkonu. Jde o podíl množství skutečně vyrobené elektrické energie v roce a instalovaného výkonu.

Diagram zatížení zdroje výroby elektřiny

aby byla dosažena rovnováha mezi výrobou a spotřebou. Nestabilní zdroje jsou takové zdroje, které jsou závislé na přírodních podmínkách neovlivnitelných člověkem.

Návratnost nákladů zdroje ROI - Return on Investment je finanční ukazatel, který měří ziskovost investice, vyjadřuje se v procentech a udává jakou část investice získáme zpět formou zisku. Ukazatel umožňuje porovnat efektivitu různých investic a tedy i různých zdrojů výroby elektřiny.

Vyrovnané náklady na výrobu elektřiny LCOE - Levelized Cost of Energy, je ekonomický ukazatel, který vyjadřuje průměrné celkové náklady na výrobu jednotky elektřiny z určitého zdroje energie během celé jeho životnosti. Umožňuje srovnání různých technologií výroby elektřiny a posouzení efektivnosti investic do energetických projektů. **LCOE** zahrnuje všechny náklady spojené s výstavbou, provozem a údržbou zdroje, včetně nákladů na palivo, ale také zohledňuje budoucí náklady na demontáž a likvidaci.

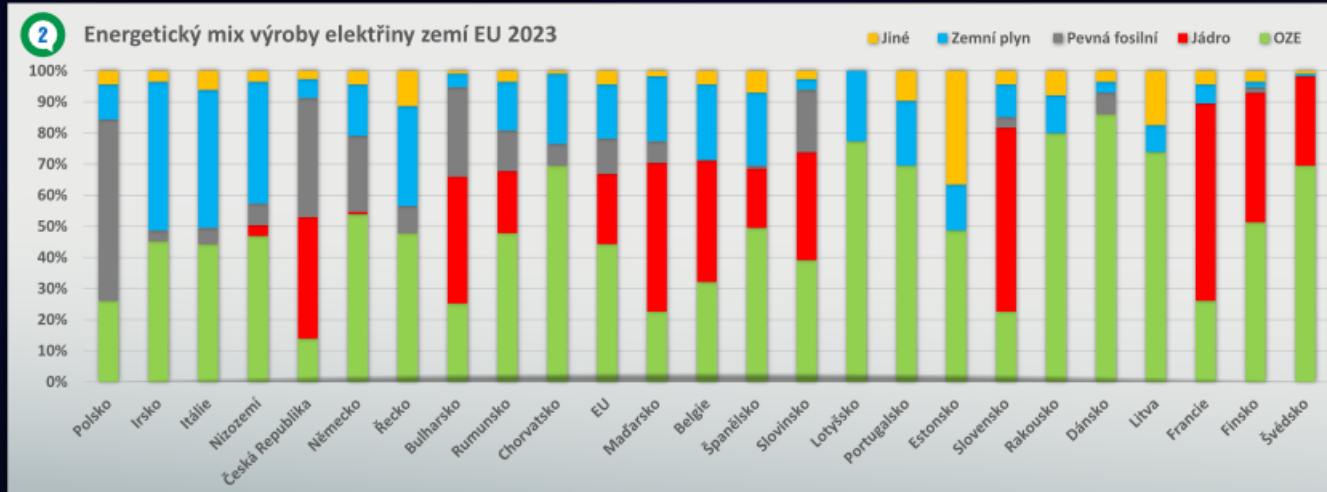
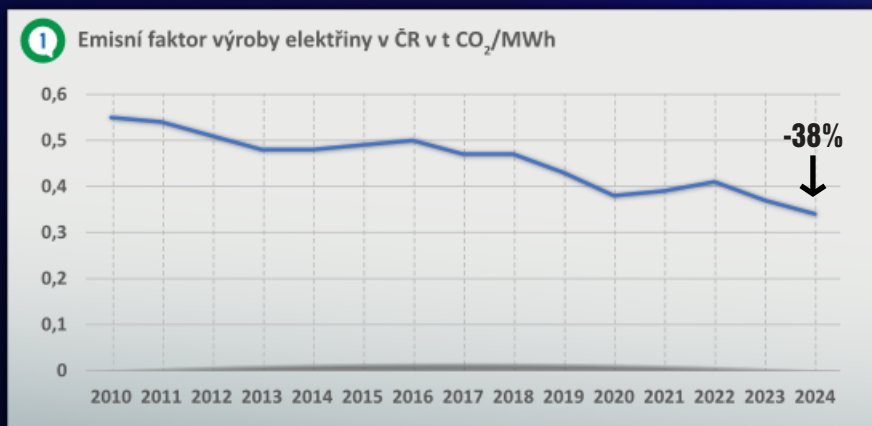


ENERGETICKÝ MIX – JAK JSME NA TOM

Elektřinu vyrábíme v jednotlivých různých zdrojích, které jako celek vytváří energetický mix. Optimální volba energetického mixu má zásadní dopad nejen na emisní faktor, jako jeden z cílů projektu Green Deal, ale i na stabilitu dodávky a přenosu vyrobené elektřiny. Energetický mix ovlivňuje množství vyrobené elektřiny, saldo jejího dovozu a vývozu a v konečném důsledku má dopad na její cenu. Pro posouzení současného, ale i do budoucna plánovaného energetického mixu výroby

elektřiny v České republice v letech 2010 až 2024 udává graf **č.1**, aktuální hodnoty jednotlivých zdrojů dle informace Ministerstva průmyslu a obchodu z března 2025 tabulka **č.1** uvedená na straně 9. Z grafu **č.1** je zřejmé, že za 15 let došlo ke snížení hodnoty emisního faktoru o dvě třetiny současné hodnoty. Pokud bychom postupovali stejným tempem, za 15 let, v roce 2040 dosáhneme třetinové hodnoty současného stavu. Pokud bychom všechny uhelné zdroje nahradili plynovými, dosáhli bychom přibližně poloviny současné hodnoty. Cesta k nulovým emisím v našich podmínkách je a bude dlouhá a drahá.

druhým největším dovozcem. Zatímco Francie vyrábí elektřinu převážně z jádra, Německo s velkým podílem obnovitelných zdrojů a po likvidaci jaderných zdrojů, se musí spoléhat na uhlí a plyn. Saldo dovozů a vývozu je z pohledu celku vyrovnané. Stabilita celku je však křehká, jakýkoliv výpadek Francie a jejich jaderných zdrojů vlivem nedostatku chladící vody, nebo výskytem poruch a pokračující uzavírání stabilních uhelných zdrojů v jednotlivých zemích tuto křehkou stabilitu významně naruší. Ze 24 analyzovaných zemí všechny pro výrobu elektřiny využívají obnovitelné zdroje a zemní plyn, 16 z nich využívá uhelné zdroje a 12 jaderné zdroje. Zajímavou informací přináší graf **č.5** znázorňující podíl dovozů na vlastní výrobě. Největší nedostatek vlastních zdrojů má Litva, z velkých ekonomik Itálie a Belgie. Graf **č.6** udává kolik v členských zemích Evropské unie platí domácnosti za elektřinu. Pozice České republiky ve srovnání s ostatními zeměmi není optimální. Po Polsku máme největší podíl elektřiny vyrobené z uhlí a současně máme nejnižší využití obnovitelných zdrojů. Aktuální stav, s ohledem na společné cíle definované projektem Green Deal, je vůči ostatním zemím velkou nevýhodou. Z pohledu spotřebitele a páté pozice v žebříčku zemí Evropské unie



elektřiny v České republice, stojí za to provést obecnější srovnání jednotlivých zdrojů obsažených v energetickém mixu.

EMISE JAKO PARAMETR

Bezemisní ekonomika a tím i energetika je jedním z cílů Evropské unie. Bezemisní výroba elektřiny znamená využití energetického mixu, jehož emisní faktor je roven nule. Kromě obnovitelných zdrojů splňují tuto podmínku také zdroje jaderné. Vývoj emisního faktoru energetického mixu použitého pro výrobu

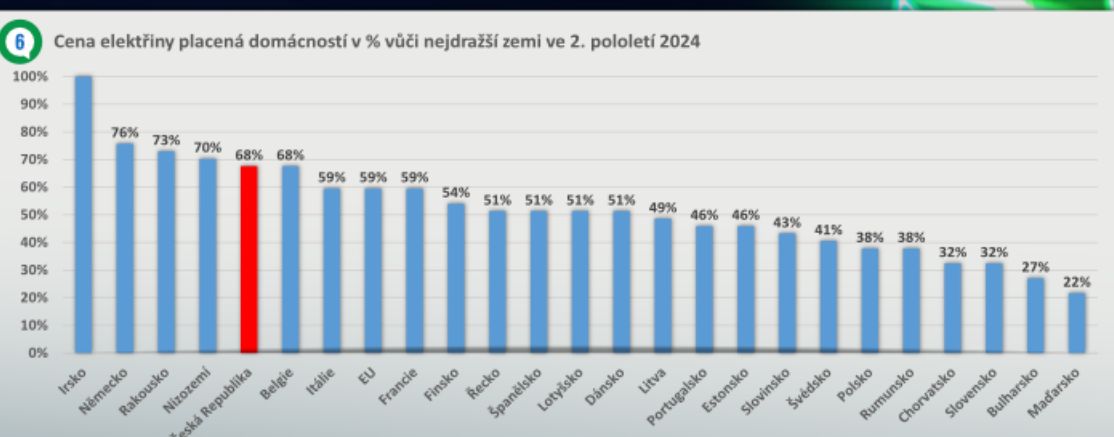
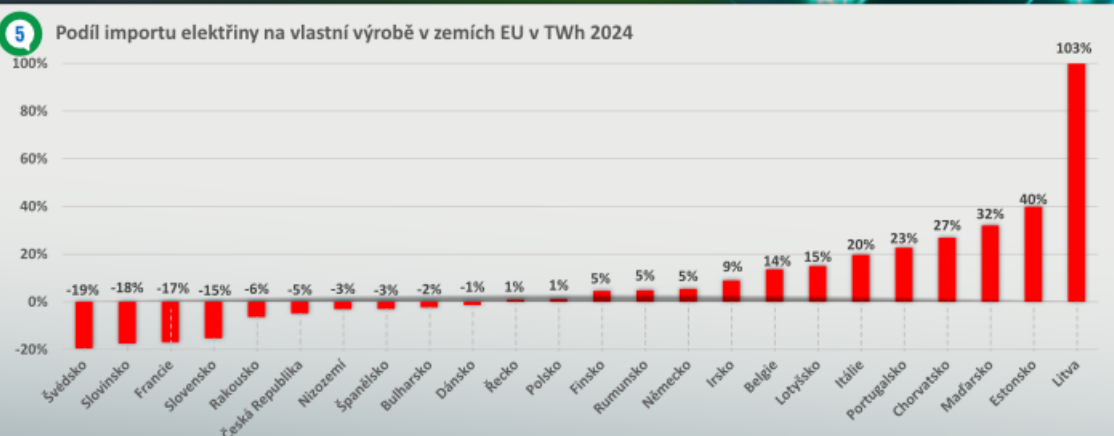
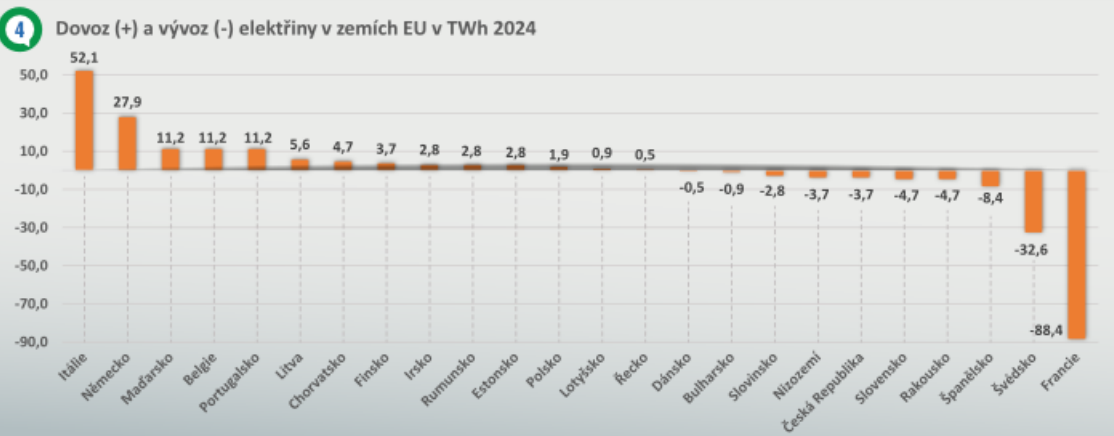
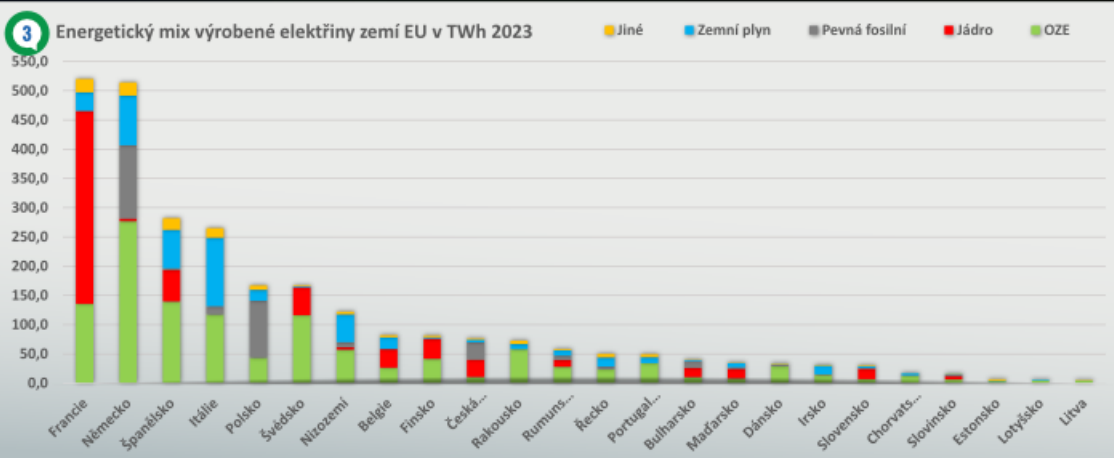
POZICE ČESKÉ REPUBLIKY MEZI ZEMĚMI EVROPSKÉ UNIE

Na grafu **č.2** je znázorněn energetický mix zemí Evropské unie. Stejný mix je uveden na grafu **č.3**, zohledňujícím i množství vyrobené elektřiny. Největšími výrobci jsou země s nejsilnějšími ekonomikami, Francie a Německo. Z grafu **č.4** je patrné, že Francie byla v roce **2024** největším vývozcem a Německo

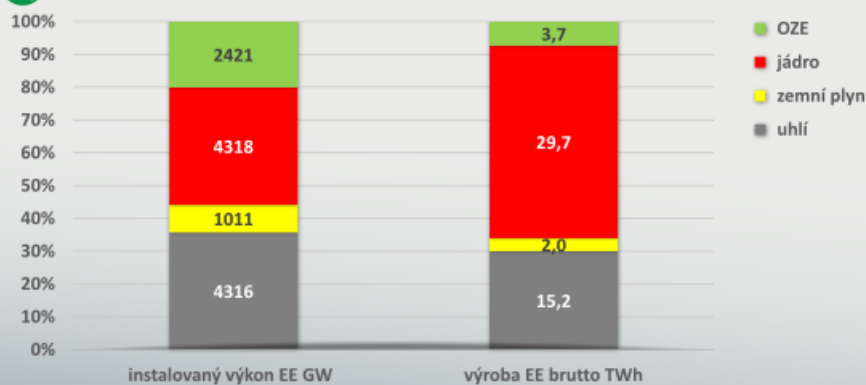
v ceně placené za elektřinu, je likvidace uhelných zdrojů, intenzivní rozvoj obnovitelných zdrojů a pozice čistého dovozce velkým rizikem pro její budoucí nedostatek a tím i další růst ceny.

SOUČASNÝ STAV A BUDOUCÍ CÍLE V ČESKÉ REPUBLICCE

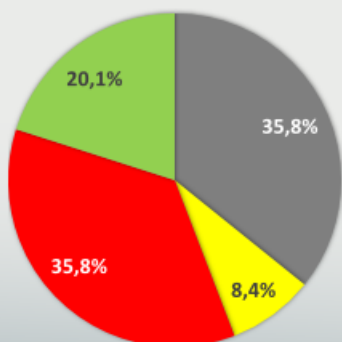
Pro analýzu stavu vycházíme z informací, které byly publikovány zástupci společnosti **ČEZ, a.s.** na investorské prezentaci požádané



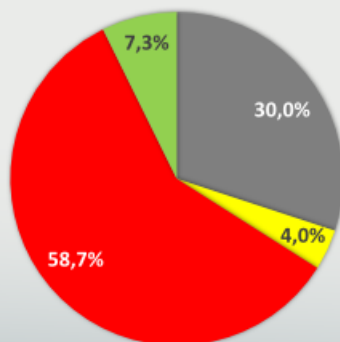
7 ČEZ instalovaný výkon zdrojů elektřiny a její výroba 2024



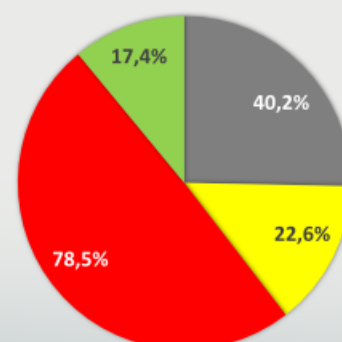
■ uhlí ■ zemní plyn ■ jádro ■ OZE



8 Podíl na instalovaném výkonu

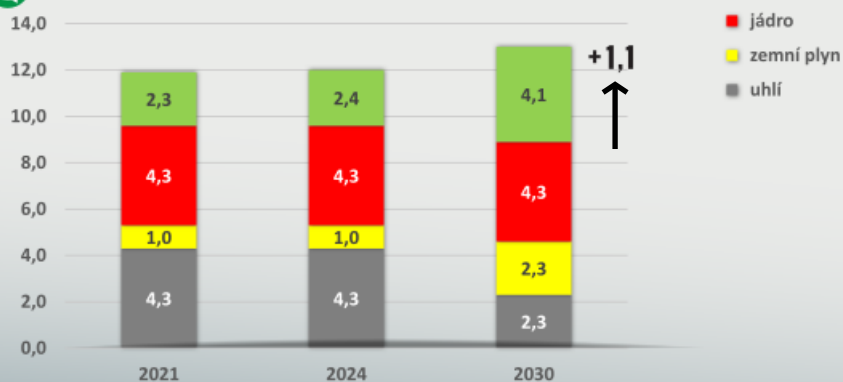


9 Podíl na výrobě

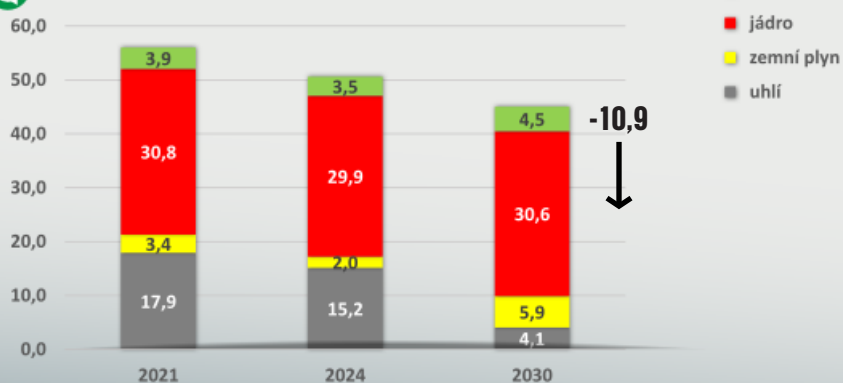


10 Poměr ročního využití zdrojů

11 Instalovaný výkon zdrojů elektřiny ČEZ v GW



12 Výroba elektřiny ČEZ v TWh



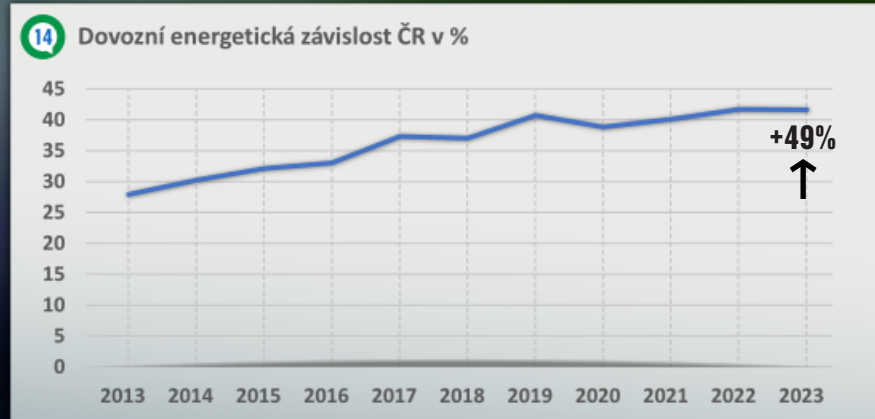
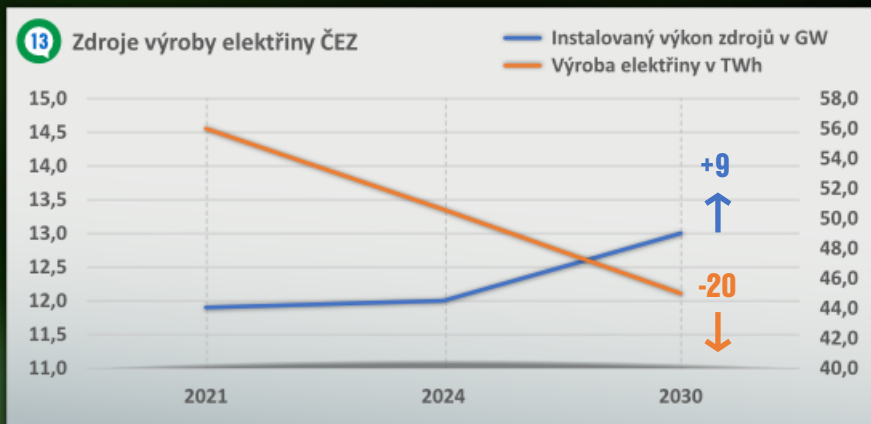
v květnu tohoto roku. **Společnost ČEZ** je nezpochybnitelnou autoritou v energetice. Její aktivity zahrnují obchod s energiemi i distribuci elektřiny, ve výrobním portfoliu má zdroje jaderné, obnovitelné i fosilní, zabývá se těžbou uhlí a vlastní uhelné doly. Většinovým akcionářem společnosti je stát prostřednictvím Ministerstva financí, s podílem téměř 70 %. **Skupina ČEZ** zahrnuje desítky společností a působí na trzích Evropy, mimo jiné v Bulharsku, Rumunsku, Polsku, Maďarsku, Turecku, Německu a Velké Británii. Jako společnost se státní účastí a dominantním podílem na domácím trhu je leaderem, který určuje trend vývoje naší energetiky.

Graf **č. 7** ukazuje instalovaný výkon a množství vyrobené elektřiny zdroji ČEZ v roce 2024. Z grafu lze jednoduše odvodit podíl jednotlivých zdrojů na instalovaném výkonu, podíl na množství vyrobené elektřiny a roční využití jednotlivých zdrojů. Hodnoty jsou uvedené v grafech **č. 8, 9 a 10**. Výroba elektřiny v ČEZ je postavena na jaderných zdrojích, největší podíl vyrobené elektřiny z jádra je dán nejen

Srovnání minulého, současného a budoucího energetického mixu ve výrobě elektřiny společností ČEZ je patrné z grafu **č. 11 a 12**. ČEZ plánuje do roku 2030 podstatně navýšit instalovaný výkon obnovitelných zdrojů téměř na úroveň jádra a současně při snížení instalovaného výkonu uhelných elektráren na polovinu více než zdvojnásobit instalovaný výkon plynových elektráren. ČEZ plánuje v roce 2030 výrobou obnovitelných zdrojů

č. 13. Přestože v období let 2021 až 2030 dojde za cenu významných investic a zatížení státního rozpočtu a také spotřebitelů k celkovému navýšení instalovaného výkonu, v samotné výrobě dojde k téměř 20 % propadu množství vyrobené elektřiny. Díky tomu se se z naší země, která byla vývozcem elektřiny se tak stane čistý dovozce.

Uzavíráním uhelných elektráren a budováním plynových navíc dojde ke zvýšení dovozní zá-

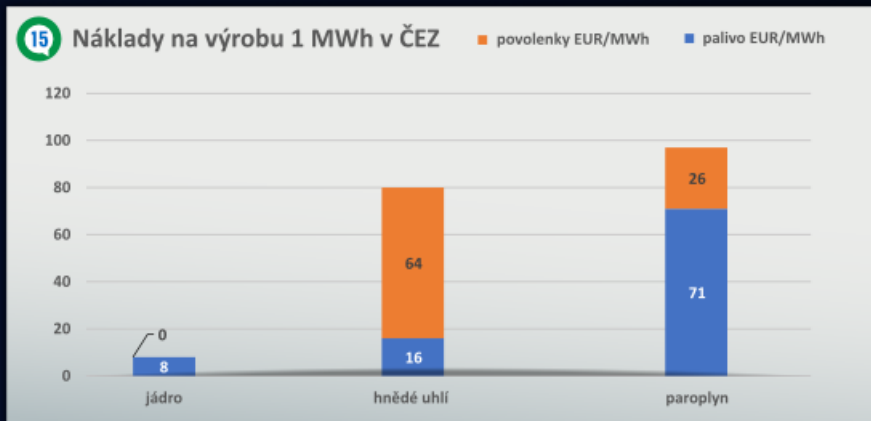


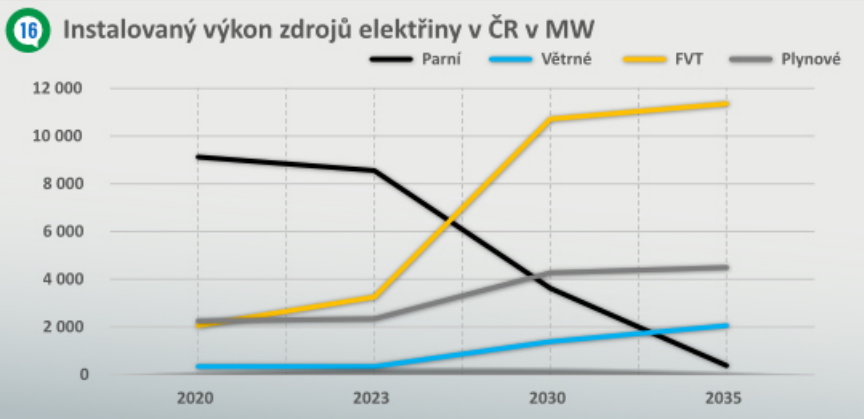
největším instalovaným výkonem, ale především hodnotou maximálního ročního využití. Rozvíjené obnovitelné zdroje mají instalovaný výkon oproti jádru více než poloviční, podíl na výrobě celkem byl v roce 2024 pouhých 7,3 %, což je dáno omezeným využitím zdrojů v roce, které dosáhlo jen 17,4 %. Další rozvoj obnovitelných zdrojů je sice politicky podporován, společensky a ekologicky vítán, reálný přínos v množství výrobě elektřiny je však omezen jejich nestabilitou způsobenou přírodními podmínkami. Likvidované uhelné zdroje, přestože vyráběly přibližně poloviční dobu z maximálního možného ročního využití, vyrobily čtyřnásobek elektřiny oproti obnovitelným zdrojům. Rychlá náhrada uhlí s podílem na výrobě 30% zemním plynem, který měl v roce 2024 podíl pouhých 4 % není v podmínkách ČEZ reálně možná.

překonat výrazně poníženou úroveň uhelných zdrojů a pokles výroby z uhlí navíc kompenzovat zvýšenou výrobou v plynových elektrárnách. Změny jsou zřetelné v grafu

vislosti. Domácí hnědé uhlí, které se v roce 2024 podílelo na instalovaném výkonu uhelných elektráren 73 % a na elektřině vyrobené v uhelných elektrárnách 89 % bude nahrazeno plynem, který však musíme dovážet. Průběh dovozní závislosti za posledních 10 let, dle dat publikovaných Ministerstvem průmyslu a obchodu, je uveden v grafu **č. 14**.

Výše zmíněná prezentace společnosti **ČEZ** přináší informace o nákladech na výrobu elektřiny ve třech typech elektráren, které vlastní a provozuje. V grafu **č. 15** je uvedeno porovnání výrobních nákladů u jádra, hnědouhelných a paroplynových elektráren. Jaderné elektrárny jsou provozné i ekonomicky nejvýhodnější. Jejich výroba není zatížena povolenkami a náklady na dovážené palivo, kterým je obohacený uran, jsou poloviční než náklady na vlastní hnědé uhlí. Náklady na zemní plyn

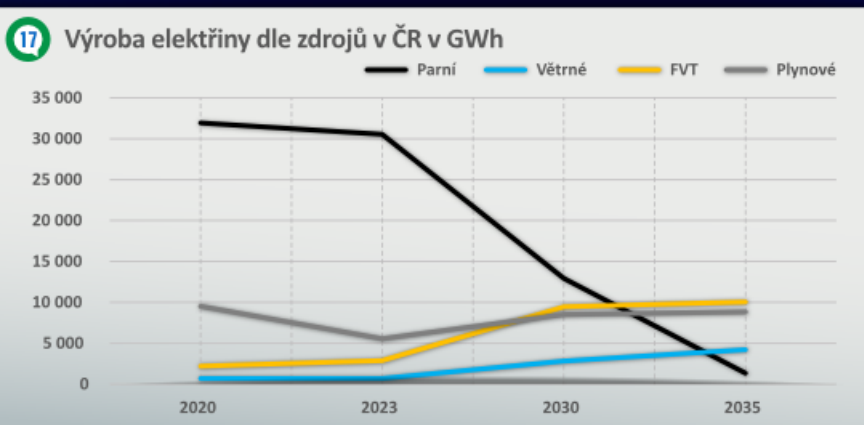




spalovaný v paroplynových elektrárnách jsou oproti jádru devítinásobně. Z grafu je zřejmé, jak významně cenu vyrobené elektřiny zdražují emisní povolenky obchodované v systému ETS. Náklady na 1 MWh elektřiny vyrobené

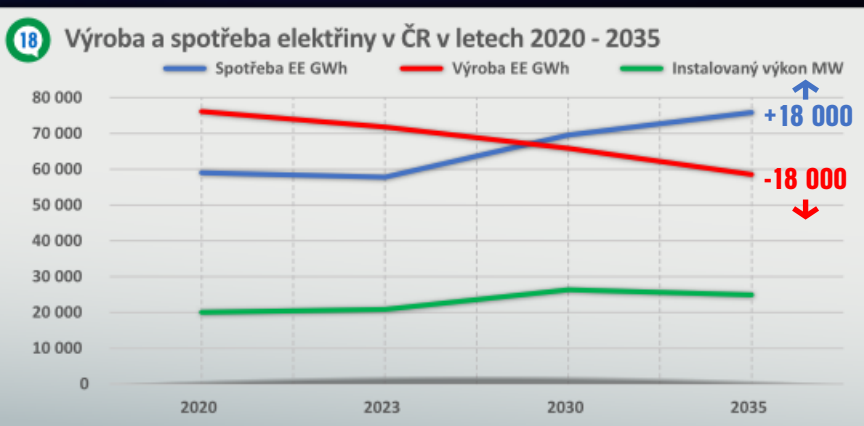
vyplývající z její prezentace zcela platné i pro Českou republiku jako celek.

Pro ověření takových závěrů za celou republiku můžeme použít **dokument MAF**, zpra-



v hnědouhelných elektrárnách zdražují povolenky čtyřikrát. U paroplynových elektráren je vliv povolenek menší, celkové náklady na výrobu 1 MWh elektřiny jsou u paroplynových elektráren o 20 % vyšší než u hnědouhelných.

covaný **společností ČEPS, a.s. za rok 2023**, publikovaný v roce 2024. Dokument obsahující hodnocení zdrojové přiměřenosti v elektroenergetice, s výhledem až do roku 2040 je poslední aktualizací tohoto dokumentu. Zpra-



Závěr je zřejmý, náhrada uhlí plynem se promítne do ceny vyrobené elektřiny jejím navýšením. Protože ČEZ zajišťuje více než dvě třetiny u nás vyrobené elektřiny, jsou závěry

covatel dokumentu, společnost **ČEPS**, zajišťuje rovnováhu výroby a spotřeby elektřiny v každém okamžiku, provozuje elektroenergetickou přenosovou soustavu, zajišťuje přenos elektřiny mezi výrobci a distributory a úzce spolu-

pracuje s ostatními provozovateli přenosových soustav v Evropě. Stoprocentním akcionářem je Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky.

Dle jednotlivých typů je na grafech **č.16 a 17** znázorněna změna instalovaného výkonu zdrojů výroby elektřiny v České republice a mění se vyrobené množství elektřiny podle typů zdroje, v období let 2020 až 2035. Pro zvýšení přehlednosti, grafy publikované v tomto zpravodaji neobsahují data týkající se jaderných a vodních zdrojů, protože v uvedeném období u nich nedochází ke změnám. Z grafů je zřejmá probíhající likvidace parních uhelných zdrojů, jejich instalovaný výkon je nahrazován zdroji obnovitelnými a plynovými. Nárůst instalovaných fotovoltaických zdrojů je plánován významně, mezi lety 2023 a 2030 se má navýšit třikrát. Nárůst instalovaného výkonu větrných zdrojů je ve stejném období plánován také trojnásobný, mezi lety 2023 a 2035 dokonce pětinašobný. Již realizované a připravované významné investice do instalovaného výkonu obnovitelných zdrojů se ale vlivem přírodních podmínek neprojeví v odpovídající míře v množství vyrobené elektřiny. Z grafu **č.18** zobrazujícím období let 2020 až 2035 je zřejmý celkový růst instalovaného výkonu všech zdrojů výroby elektřiny a současně významný propad množství vyrobené elektřiny, a to v kontextu s rostoucí předpokládanou spotřebou. Plánované nové obnovitelné a plynové zdroje ve výrobě nepokryjí výpadek likvidovaných uhelných elektráren a důsledkem bude závislost na dovozu elektřiny ze zahraničí. Budování nových ekologických zdrojů a závislost na dovozu bude logicky podporovat cenu budoucího mixu doma vyrobené a ze zahraničí dovezené elektřiny. Dosažený výsledek tak zcela popírá definici energetické bezpečnosti.

DALŠÍ POROVNÁNÍ ZDROJŮ VÝROBY ELEKTŘINY

V předchozí části již bylo provedeno srovnání zdrojů výroby elektřiny podle jejich **emisního faktoru, podílu na energetickém mixu, podílu na vyrobeném množství elektřiny, ročního využití** jako faktoru stability zdroje a **nákladů na výrobu elektřiny**. Existují další srovnání, která mohou přinést překvapující závěry. Protože vývoj ve využívání všech zdrojů výroby elektřiny se nezastavil, jsou jednotlivá srovnání platná době, kdy byla provedena. S ohledem na různé podmínky v celosvětovém měřítku je zřejmé, že závěry vztahované ke konkrétním

Tab. č. 1

Emissní faktor v t CO₂/MWh

OZE	0
Jádro	0
Zemní plyn	0,4
Ropa a ropné produkty	0,8
Hnědé a černé uhlí	1

zdrojům v jedné části světa nemusí být všeobecně platné i v jiných oblastech. Přesto je zajímavé některá srovnání provést.

Energetická hustota zdroje případně výkonová hustota zdroje, jsou pojmy, které udávají kolik energie, případně jaký výkon vyrobí zdroj vůči množství spotřebovaného paliva. Obdobně je možné porovnávat množství plochy zastavěné zdrojem, vztažené na jednotku vyrobené energie. Energetická hustota slunce v ideálních podmínkách dopadajícího na plochu je 1.000 W/m², tedy 1 kW/m² plochy. Fotovoltaický panel s účinností 20 % vyrobí z jednoho metru čtverečního 200 W, pokud elektřinu nespotřebujeme a elektrolyzou s účinností 50 % vyrobíme vodík, zůstává nám 100 W energie k dispozici, zpětným získáním elektřiny s účinností 50 % z původní tisícovky zůstává pouhých 5 % tedy 50 W. Je zřejmé, že v našich podmínkách výroba vodíku z elektřiny pro její uskladnění a zpětná přeměna nedává smysl. Z 1 m² plochy pokryté benzinem získáme jeho hořením teoreticky až 1 MW energie. Tento rozdíl představující hodnotu tisíckrát větší si jednoduše můžeme představit. Zatímco sluneční paprsky nás na povrchu těla příjemně hřejí, ploše hořícího benzínu se zdaleka vyhneme. Jezdci FI jsou proti účinkům ohně chráněni bezpečnostními overaly, které musí splňovat standardy automobilové federace FIA a které zajišťují odolnost proti ohni pouhých několik desítek sekund. Jiným porovnáním množství energie vázané v černém uhlí a sluneční energii za jeden osvitově průměrný den, dojdeme k závěru, energie získaná z 1 kg černého uhlí je srovnatelná s energií získanou ze 3 m² horizontální plochy fotovoltaického panelu. Podle kalkulací provedených na energetickém centru Indian Point, **Úřadu pro ekonomickou geologii na univerzitě v Texasu** je **plošná výkonová hustota** ethanolu vyrobeného z kukuřice 0,1 W/m². Stejný parametr větrných elektráren dosahuje hodnoty 1 W/m², u solárních elektráren činí 10 W/m², u plynových elektráren 1.000 W/m² a u jaderných elektráren až 10.000 W/m². Rozdíly v koncentraci energie u různých používaných

zdrojů výroby elektřiny jsou zcela zásadní, při výběru vhodného zdroje je nelze opomenout, významně ovlivňují investiční náklady zdroje i cenu vyrobené elektřiny.

Efektivita zdroje souvisí s ročním využitím jeho provozu. Data týkající se využití zdrojů společnosti ČEZ, jsou uvedena v grafu **č.10**. Můžeme je porovnat s využitím zdrojů ve Spojených státech amerických. Podle zprávy zpracované Investičním výborem pro výzkum banky **Bank of America - BofA** jsou neefektivnějšími zdroji jaderné. Z hodnot uvedených v tabulce **č.2** jsou ve srovnání se zdroji provozovanými u nás patrné rozdíly. U všech

Tab. č. 2

Zdroj výroby elektřiny	Využití zdroje v %
Jaderný	93 %
Geotermální	74 %
Plynový	57 %
Uhelný	42 %
Vodní	40 %
Větrný	35 %
Solární	25 %

srovnatelných zdrojů, s výjimkou uhlí, jsou hodnoty využití zdroje v USA vyšší. Zatímco u jadra a plynu nelze jednoznačně rozdíly identifikovat, u obnovitelných zdrojů jde o optimální výběr místa instalace. Jak u fotovoltaiky, tak i u větrných zdrojů mohou být místní podmínky v USA podstatně příznivější.

Materiálová náročnost v kontextu energetické hustoty je další parametr, kterým můžeme jednotlivé zdroje porovnat mezi sebou. Z výzkumu mezinárodní energetické agentury **IEA - International Energy Agency** vyplývá nepřímá úměra mezi energetickou případně výkonovou hustotou zdroje a jeho materiálovou náročností. Z údajů uvedených v tabulce **č.3** vyplývá největší materiálová náročnost u větrných elektráren, přičemž materiálově náročnější

Tab. č. 3

Zdroj výroby elektřiny	Materiálová náročnost v kg/MW
Větrný off shore	15 403
Větrný on shore	10 422
Solární	6 800
Jaderný	5 273
Uhelný	2 479
Plynový	1 148

jsou ty postavené na hladině moře. Materiálovou náročností se v tomto případě rozumí spotřeba kovových a minerálních materiálů. Materiálovou náročnost také srovnává již zmíněný výzkum **Bank of America - BofA**, jehož výsledky jsou uvedeny v tabulce **č.4**. Z hlediska

Tab. č. 4

Zdroj výroby elektřiny	Materiálová náročnost v t/Twh
Solární	16 435
Vodní	13 826
Větrný	10 174
Geotermální	5 217
Uhelný	1 304
Jaderný	1 043
Plynový	783

množství vyrobené elektřiny jsou materiálově nejnáročnější solární, vodní a větrné zdroje. Na spotřebu materiálů jsou nejméně náročné zdroje plynové, jaderné a uhelné. Solární zdroje spotřebují nejvíce kovových materiálů, u vodních a větrných zdrojů je dominantní spotřeba betonu, beton jako stavební materiál je významným použitým materiálem u všech zdrojů.

Návratnost investic je důležitá u každého projektu, platí to i pro energetické projekty. Pro objektivní srovnání však projekty musí mít stejné podmínky, protože u energetických projektů může porovnání ovlivnit státní podpora, podporující obnovitelné zdroje. Porovnání návratnosti investic, provedené podle metody **ROI - Return of Investment**, uvedené v tabulce **č.5** je opět analýzou zpracovanou **Bank of America - BofA**. S ohledem na nejvyšší energetickou hustotu a dlouhou životnost vy-

Tab. č. 5

Zdroj výroby elektřiny	ROI
Jaderný	75
Vodní	49
Uhelný	30
Plynový	28
Solární	19
Větrný	16

chází nejlépe jaderné zdroje, následované vodními zdroji. Na opačném konci žebříčku se nachází větrné a solární zdroje. Podle citované analýzy mají jaderné elektrárny až 5x vyšší návratnost investic než zdroje větrné.

Analýza **celkových nákladů na výrobu elektřiny** **Levelized Cost of Energy - LCOE** je k dispozici v globálním výzkumu **Bank of America - BofA**, provedeném v roce 2022. Analýza zobrazuje průměrné celkové náklady na výrobu jednotky elektřiny zdroje energie během celé doby jeho životnosti. Výsledky uvedené v tabulce **č.6** jsou uvedeny poměrem k nejdražšímu zdroji, u jednotlivých zdrojů jsou poměrně vyrovnané, nezohledňují však stabilitu konkrétního zdroje. Porovnání projektů realizovaných v americkém

Tab. č. 6

Zdroj výroby elektřiny	LCOE %
Plynový	40 %
Uhelný	80 %
Biomasa	100 %
Jaderný	86 %
Větrný	42 %
Větrný	38 %

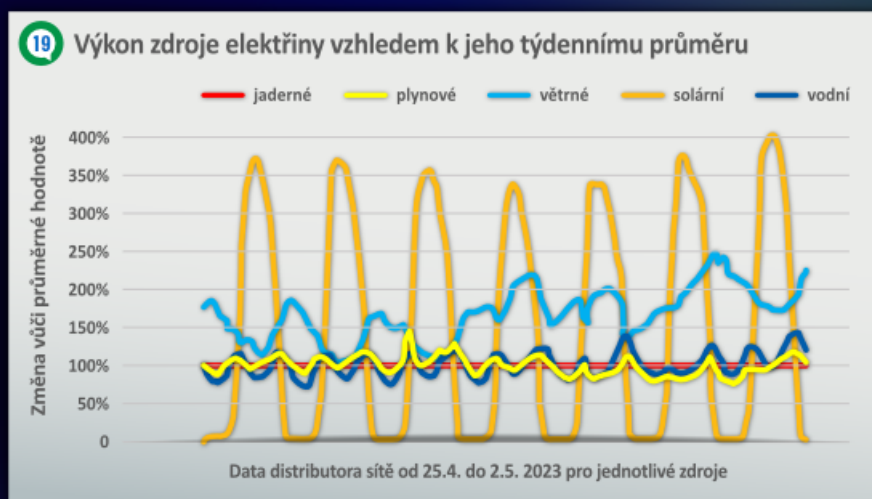
Texasu a v Německu ukazuje, že u stabilních zdrojů využívajících plyn, uhlí, biomasu, nebo jádro jsou náklady v Německu mírně nižší, a naopak u nestabilních větrných a solárních zdrojů jsou náklady na výrobu elektřiny v Německu výrazně vyšší než v Texasu. Je zřejmé, že přírodní podmínky v americkém Texasu jsou pro výrobu elektřiny z větru a ze slunce vhodnější než přírodní podmínky, ve kterých pracují větrné a solární elektrárny v Německu.

Přímé porovnání **nákladů na výstavbu** a porovnání instalovaného výkonu a množství vyrobené elektřiny umožňuje největší solární elektrárna **Noor-Quarzazate**, která se nachází v Maroku, v saharské poušti, v ideálních podmínkách na využití slunečního svitu. Solární park s plánovaným instalovaným výkonem 580 MW, polovičním, než má jeden nově budovaný blok jaderné elektrárny v **Dukovanech**, se rozkládá na ploše 30 km². Náklady projektu budovaného v Maroku jsou předpokládány ve výši 9 mld. USD. Tyto náklady jsou obdobné, jako náklady na vybudování jednoho bloku v Dukovanech ve výši 200 mld. Kč. Za stejné peníze se v Maroku získá poloviční instalovaný výkon. Protože ani na Saharě nesvítí slunce 24 hodin denně, je zřejmé, že množství elektřiny vyrobené v solárním parku v Maroku bude v ideálním případě čtvrtinové než množství elektřiny vyrobené v jednom bloku v Dukovanech. Stávající 4 bloky v Dukovanech zabírají plochu 126 ha, což je 1,2 km², oba nové bloky zabírají plochu přibližně 1 km², tedy plochu 30x menší než

projekt v Maroku, a to při čtyřnásobném instalovaném výkonu.

Stabilitou zdroje rozumíme jeho schopnost dodávat konstantní výkon. Ke stabilním zdrojům řadíme zdroje tradiční jako jsou jaderné, uhelné a plynové. Stabilita vodního zdroje je závislá na potřebném stavu vody, při splnění této podmínky jde o zdroj stabilní. Větrné a solární zdroje jsou nestabilní, protože jsou závislé na přírodních podmínkách. Graf **č.19**, publikovaný energetickou agenturou **Energy International Agency - EIA** zobrazuje diagram zatížení zdroje výroby elektřiny, tedy průběh stability jednotlivých zdrojů v konkrétním kalendářním týdnu. Z provedeného výzkumu je zřejmý naprosto stabilní průběh výkonu ja-

směrem dolů a naopak. Jmenovitý výkon předstává nejvyšší trvalý elektrický výkon, kterého je elektrárna schopna za definovaných podmínek dodávat do sítě. U **uhelných elektráren** lze množstvím spáleného uhlí měnit množství tepla a také měnit tlak páry využívaný pro pohon turbín. Rychlost náběhu uhelných elektráren je spíše pomalejší, proto se využívají jako základní zdroje výroby elektřiny. Regulace výkonu u **plynových a paroplynových elektráren** probíhá změnou průtoku paliva a vzduchu do spalovací komory. Vzhledem k rychlému náběhu výkonu řádově v minutách a plynulé regulaci se plynové elektrárny často používají jako vyrovnávací, vykrývací výkyvy v dodávkách větrných a solárních zdrojů. U **jaderných**



derného zdroje. Mírné kolísání výkonu plynového a vodního zdroje nelze považovat za nestabilitu, jde o regulaci výkonu a diagramu zatížení zdroje s ohledem na výkyvy výkonu větrných a solárních zdrojů. Průběh výkonu solárního zdroje je typický, každý den stejně oscilující od nuly ke čtyřnásobku svého průměru. Průběh výkonu větrného zdroje je nepravidelný a závislý na konkrétních větrných podmínkách, vysoká poloha křivky s rozptylem 100 % až 250 % ukazuje na velmi větrný týden.

Regulace zdrojů podle jednotlivých typů souvisí s provozní stabilitou zdroje. Hlavním cílem regulace je zajistit spolehlivý a bezpečný provoz a udržovat stabilní frekvenci a napětí v síti. Je zřejmé, že ke stabilitě frekvence sítě významně přispívají točivé zdroje výroby elektřiny, kterými jsou zdroje jaderné, uhelné, plynové, vodní a větrné, tedy všechny, které obsahují rotující turbínu. U stabilních zdrojů lze plynule regulovat jejich okamžitý výkon z hodnoty nejvyšší, kterou je jmenovitý výkon

elektráren je princip regulace podobný, výkon lze korigovat využitím jaderného paliva. Změna polohy, tedy zasouvání, případně vysouvání regulačních tyčí mění výkon zdroje. Rozsah změny výkonu jaderných elektráren je nižší než u elektráren uhelných a plynových. Technicky i ekonomicky nedává smysl provozovat jaderné elektrárny jinak než jako základní zdroje. Výkon **vodních elektráren** lze regulovat také. Podle typu použité turbíny lze řídit průtok vody roztáčejí turbíny. Natáčením lopatek rozvodného kola turbíny dochází k optimalizaci účinku proudící vody. Vodní elektrárny jsou však závislé na mase protékající vody, pokud je stav vody nižší než jmenovitý, lze výkon elektrárny pouze snižovat. Regulace **větrných elektráren** je omezená na maximální využití účinku větru a přizpůsobení se frekvenci sítě. Slouží k tomu řízení polohy lopatek a otáček rotoru. Pokud vítr nefouká dostatečně, nebo vůbec větrná elektrárna nevyrábí, je v režimu vypnuto. O regulaci výkonu **solárních elektráren** se v podstatě nedá mluvit, nachází se pouze v režimu zapnuto, nebo vypnuto.

Pokračování tématu příště v následujícím zpravodaji Q-Info s názvem „**Elektrina, jak ji zaplatíš**“.



KONTAKTY

Zákaznické oddělení Brněnská, Vyškov

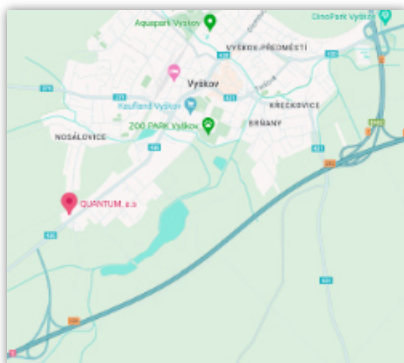
QUANTUM, a.s.
Brněnská 122/212
682 01 Vyškov

Provozní doba

Pondělí 7:00–15:30
Úterý 7:00–15:30
Středa 7:00–17:00
Čtvrtek 7:00–15:30
Pátek 7:00–13:00
Sobota Zavřeno
Neděle Zavřeno

plyn@quantumas.cz

Tel. zákaznické oddělení: **517 302 838**



Zákaznické oddělení Vysočina, Třebíč

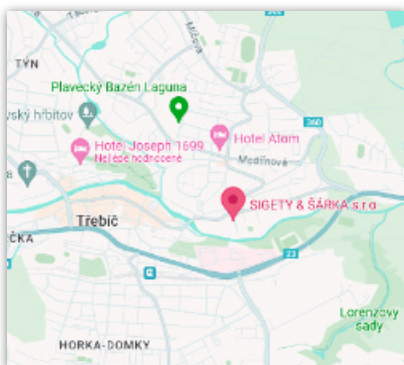
QUANTUM, a.s.
Cyrilometodějská 593/28
674 01 Třebíč

Provozní doba

Pondělí 7:00–11:30, 12:30–15:30
Úterý 7:00–11:30, 12:30–15:30
Středa 7:00–11:30, 12:30–17:00
Čtvrtek 7:00–11:30, 12:30–15:30
Pátek 7:00–13:00
Sobota Zavřeno
Neděle Zavřeno

vysočina@quantumas.cz

Tel. zákaznické oddělení: **517 302 856**



Hlášení poruch na sítích QUANTUM

 **517 333 800**

Cítíte plyn? Volejte havarijní linku 517 333 800. Kotel ani sporák Vám havarijní služba neopraví. V případě problému se sporákem, nebo kotlem, volejte Vašeho servisního technika. Na havarijní lince vám pomůžeme s poruchou dodávek zemního plynu, únikem anebo závadou na venkovním potrubí. O plynovody v námi spravovaných obcích se staráme až k hlavnímu uzávěru (HUP). Za spotřebiče a domovní plynové rozvody odpovídá jejich majitel.

Na této nepřetržitě havarijní lince hlase následující události:

- veškeré úniky zemního plynu
- poruchy dodávky zemního plynu do místa spotřeby
- závady nebo úniky na plynoměru
- poruchy a závady na zařízení v majetku či užívání společnosti QUANTUM, a.s.

