



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STROJNÍ

*Ekonomické aspekty využití obnovitelných
zdrojů energie zejména v průmyslových
podnicích*

Bakalářská práce 2021

Albert Caban

Studijní program: B2343 Výroba a ekonomika ve strojírenství

Studijní obor: 2303R014 Technologie, materiály a ekonomika strojírenství

Vedoucí práce: Ing. Barbora Stieberová, Ph.D.

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Caban** Jméno: **Albert** Osobní číslo: **482400**
Fakulta/ústav: **Fakulta strojni**
Zadávající katedra/ústav: **Ústav řízení a ekonomiky podniku**
Studijní program: **Výroba a ekonomika ve strojírenství**
Studijní obor: **Technologie, materiály a ekonomika strojírenství**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Ekonomické aspekty využití obnovitelných zdrojů energie zejména v průmyslových podnicích

Název bakalářské práce anglicky:

Economic aspects of the use of renewable energy resources, especially in industrial enterprises

Pokyny pro vypracování:

1. Charakterizujte problematiku a trendy v oblasti využití obnovitelných zdrojů v energetice.
2. Analyzujte příklady současných realizací a plánovaných projektů v této oblasti.
3. Uveďte hlavní výhody a nevýhody studovaných řešení a charakterizujte optimální podmínky pro využití konkrétních technologií v oblasti obnovitelných zdrojů.
4. Vyhodnoťte ekonomickou návratnost konkrétního projektu do obnovitelných zdrojů v případě průmyslového podniku.
5. Shrňte klíčové faktory ovlivňující rozhodování o investici do obnovitelných zdrojů energie.

Seznam doporučené literatury:

1. VALACH, Josef. Investiční rozhodování a dlouhodobé financování. 2., přeprac. vyd. Praha: Ekopress, 2006. ISBN 80-869-2901-9.
2. Renewable Energy in Europe: Markets, Trends and Technologies, edited by Renewable Energy Council, European Renewable European, Taylor & Francis Group, 2010.
3. SONNENSCHHEIN, Jonas a Peter HENNICKE. The German Energiewende: A transition towards an efficient, sufficient Green Energy Economy. Lund: Media-Tryck, Lund University, 2015. ISBN 978-91-87357-18-3.
4. FICHTER, Klaus a Yasmine OLTEANU. Green Startup Monitor 2018. Berlin: Borderstep Institut, 2019.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Barbora Stieberová, Ph.D., ústav řízení a ekonomiky podniku FS

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **30.04.2021**

Termín odevzdání bakalářské práce: **23.07.2021**

Platnost zadání bakalářské práce: **28.02.2022**

Ing. Barbora Stieberová, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

Ing. Miroslav Žilka, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací.
Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Anotační záznam

| | |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Jméno autora: | Albert Caban |
| Název práce: | Ekonomické aspekty využití obnovitelných zdrojů energie zejména v průmyslových podnicích |
| Anglický název: | Economic aspects of the use of renewable energy resources, especially in industrial enterprises |
| Rozsah práce: | 78 stran 19 obrázků 12 tabulek 5 grafů |
| Akademický rok: | 2020/2021 |
| Ústav: | 12 138 Ústav řízení a ekonomiky podniku |
| Studijní program: | B2343 Výroba a ekonomika ve strojírenství |
| Vedoucí práce: | Ing. Barbora Stieberová, Ph.D. |
| Klíčová slova: | Obnovitelná energetika, ekonomické zhodnocení, energetická transformace, klimatická změna, hodnocení investic, solární energie, větrná energie, geotermální energie, vodík, baterie, syntetická paliva, |
| Key words: | Renewable energy, economical evaluation, energy transformation, climate change, investment evaluation, solar energy, wind energy, geothermal energy, hydrogen, batteries, synthetic fuels |

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: “Ekonomické aspekty využití obnovitelných zdrojů energie zejména v průmyslových podnicích” vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu zdrojů, jenž tvoří poslední kapitolu této práce.

V Praze dne:

.....

(podpis autora)

Poděkování

Rád bych poděkoval zejména své vedoucí, doktorce Barboře Stieberové, za vedení práce, za skvělou komunikaci, vstřícnost a trpělivost. Její přístup mi byl silnou oporou nejen z hlediska konzultací, ale také ve formě poskytování pracovních a studijních materiálů, které mi významně pomohly. Dále bych rád poděkoval Jindřichu Čejkovi a Davidu Chodovi, kteří mi věnovali velké množství svého osobního času. V rámci něj mi poskytli informace a souvislosti, ke kterým bych se jinak z veřejně dostupných zdrojů nedostal.

Abstrakt

Bakalářská práce se skládá ze dvou částí. První popisuje současnou energetickou situaci, jakým výzvám čelí, jaké jsou v současnosti dostupné technologické možnosti a kam směřuje vývoj. Součástí jsou i příklady zrealizovaných projektů, základní popis technologických možností a shrnutí současných trendů a přístupů vybraných zemí a firem. V rámci druhé části jsem provedl kalkulaci ekonomické návratnosti fotovoltaické elektrárny s bateriovým uložištěm instalované modelovým podnikem. Její součástí bylo i porovnání různých variant a popsání klíčových indikátorů při návrhu obdobného projektu.

Abstract

The bachelor thesis is divided into two parts. The first one describes current energy situation, what challenges does it face, what are the currently available possibilities and where the research and development is heading. The thesis also includes examples of real projects, basic description of technological solutions and a summary of current trends, concerning certain countries and companies. Within the second part, I have done calculation of return on investment for a solar system project with battery storage, installed by a model company. Its part was also a comparison of different versions and a description of key factors to consider while planning cognate project.

Obsah

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. ÚVOD | 9 |
| 2. CHARAKTERISTIKA SOUČASNÝCH A BUDOUCÍCH PROJEKTŮ ENERGETICKÉ TRANSFORMACE | 10 |
| 2.1. <i>OBECNĚ</i> | 10 |
| 2.2. <i>PŘÍKLADY NEJPOKROČILEJŠÍCH SOUČASNÝCH ENERGETICKÝCH TRANSFORMACÍ</i> | 10 |
| 2.2.1. <i>Příklady využití obnovitelných zdrojů ve vybraných státech</i> | 10 |
| 2.2.2. <i>Příklady využití obnovitelných zdrojů ve vybraných firmách</i> | 13 |
| 2.3. <i>ZÁVĚR</i> | 16 |
| 3. KLÍČOVÉ ASPEKTY PRO ÚSPĚCH ENERGETICKÉ TRANSFORMACE | 17 |
| 3.1. <i>STÁTNÍ PODPORA</i> | 17 |
| 3.2. <i>ROZVOJ START-UPŮ</i> | 19 |
| 3.3. <i>PODPORA A VÝVOJ DÍKY ROPNÝM SPOLEČNOSTEM</i> | 20 |
| 3.4. <i>ŠIROKÁ PROPOJENÁ ENERGETICKÁ SÍŤ</i> | 22 |
| 3.4.1. <i>Úvod</i> | 22 |
| 3.4.2. <i>ENTSO-E</i> | 22 |
| 3.4.3. <i>Problematika národní bezpečnosti</i> | 22 |
| 3.5. <i>NEZBYTNÉ POLITICKO-EKONOMICKÉ PODMÍNKY PRO REALIZACI VĚTŠÍCH PROJEKTŮ</i> | 23 |
| 4. ÚSKALÍ SOUČASNÁ A OČEKÁVANÁ Z POHLEDU ROZSÁHLÉ IMPLEMENTACE OBNOVITELNÉ ENERGETIKY | 25 |
| 4.1. <i>ÚVOD</i> | 25 |
| 4.2. <i>NESOUHLAS OBYVATEL S PROMĚNOU KRAJINY</i> | 25 |
| 4.3. <i>ODPOR URČITÝCH POLITICKÝCH SUBJEKTŮ</i> | 26 |
| 4.4. <i>ROSTOUCÍ SPOTŘEBA ELEKTRINY SPOJENÁ S ROZVOJEM ELEKTROMOBILITY</i> | 26 |
| 4.5. <i>RECYKLACE A LIKVIDACE</i> | 27 |
| 5. UKLÁDÁNÍ ENERGIE | 29 |
| 5.1. <i>ÚVOD</i> | 29 |
| 5.2. <i>BATERIE</i> | 30 |
| 5.2.1. <i>Technické limity</i> | 31 |
| 5.2.2. <i>Problematika těžby dílčích materiálů</i> | 33 |
| 5.3. <i>VODÍK</i> | 34 |
| 5.3.1. <i>Výroba</i> | 34 |
| 5.3.2. <i>Efektivita</i> | 34 |
| 5.3.3. <i>Skladování a transport</i> | 35 |
| 5.3.4. <i>Bezpečnost</i> | 35 |
| 5.4. <i>SYNTETICKÁ PALIVA – FIRMA SUNFIRE</i> | 36 |
| 5.5. <i>ZÁVĚR</i> | 37 |

| | | |
|------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 6. | EKONOMICKÉ POSOUZENÍ INVESTICE DO OBNOVITELNÉHO ZDROJE ENERGIE..... | 38 |
| 6.1. | ÚVOD..... | 38 |
| 6.2. | STANOVENÍ VÝCHOZÍCH PARAMETRŮ | 39 |
| 6.3. | ZHODNOCENÍ INVESTICE – ÚVODNÍ ÚVAHA | 42 |
| 6.4. | ZHODNOCENÍ INVESTICE-POUŽITÍ AKUMULÁTORU | 43 |
| 6.5. | ZHODNOCENÍ INVESTICE – BEZ POUŽITÍ AKUMULÁTORU | 50 |
| 6.6. | ZÁVĚR..... | 52 |
| 6.7. | KALKULACE PRO PŘESNĚ DIMENZOVANÝ PROJEKT V ČESKÝCH PODMÍNKÁCH | 53 |
| 6.8. | SHRNUTÍ PRAKTICKÉ ČÁSTI | 59 |
| 7. | CELKOVÉ ZHODNOCENÍ..... | 60 |
| 8. | CITACE | 61 |
| 9. | ZDROJE OBRÁZKŮ | 75 |
| 10. | SEZNAM GRAFŮ | 78 |
| 11. | SEZNAM TABULEK..... | 78 |

1. Úvod

V současnosti se naše planeta a společnost nachází v nelehké době. Technologický pokrok, neustálý tlak na růst HDP, zvyšující se extenzifikace zemědělství, zvyšující se spotřeba energií, rostoucí objem přepravovaného zboží a další podobné jevy mají vedle nezpochybnitelných pozitivních efektů i řadu velmi problematických.

Vlivem rozsáhlého využívání fosilních paliv, plýtvání, či uplatňováním neefektivních procesů dochází ke změně globálního klimatu v rozsahu, který může být zanedlouho nevratný a mít kritické důsledky. Mezi tyto důsledky lze řadit extrémní sucha, rozsáhlé požáry, nedostatek pitné vody, zvyšování hladin oceánů, úbytek pastvin a lesů a v neposlední řadě zhoršení kvality ovzduší.

Tyto jevy pocítujeme již několik let, zatím však v relativně nízké míře, pakliže si však většinová společnost nepřizná existenci problému a nebude odhodlána se mu postavit čelem, rozvine se jejich míra do skutečně kritických rozměrů.

Cílem mé práce je představit cesty a možná řešení jak s tímto problémem, alespoň v určitých oblastech bojovat. Pro udržení klimatické změny „pod kontrolou“ bude třeba celá řada opatření a celková změna v našem přístupu k životu. V rámci rozsahu své práce se proto chci zaměřit na cesty, jak snížit závislost na fosilních zdrojích a jak snížit naši energetickou spotřebu. První část mé práce se věnuje popisu současné situace a dostupných řešení a technologií v oblasti obnovitelné energetiky. Snažil jsem se vysvětlit klíčové problémy, které stojí v cestě rychlejšímu rozvoji tohoto odvětví a uvést nadějná řešení a vize do budoucna. Pro ilustraci současné technologické i ekonomické reality jsem v praktické části analyzoval situaci průmyslového podniku investujícího do obnovitelné energetiky zejména z hlediska ekonomické návratnosti. Je posouzena ekonomická návratnost solární elektrárny s bateriovým uložištěm a bez bateriového uložiště realizovaná průmyslovým podnikem.

Práce má poměrně široké spektrum záběru a některé kapitoly tak jsou stručné. Mým cílem nebylo vysvětlit dopodrobna každou z nich, ale spíše vykreslit mnou vnímanou skutečnost, že poměrně zásadní problém naší doby lze řešit a že vzniká a funguje mnoho firem a řešení, která mají šanci tento nepříznivý vývoj zvrátit.

2. Charakteristika současných a budoucích projektů energetické transformace

2.1. Obecně

Již v současné době existuje mnoho nadějných projektů a vizí, jak s klimatickou změnou bojovat. V této kapitole se zaměřím na nejnadějnější příklady z oblasti energetiky, které slouží jako inspirace a zároveň je můžeme vnímat jako ilustrativní příklady na kterých lze pozorovat v jakých podmínkách a s jakými problémy se dané projekty potýkaly a jak se z nich můžeme poučit a posunout dál.

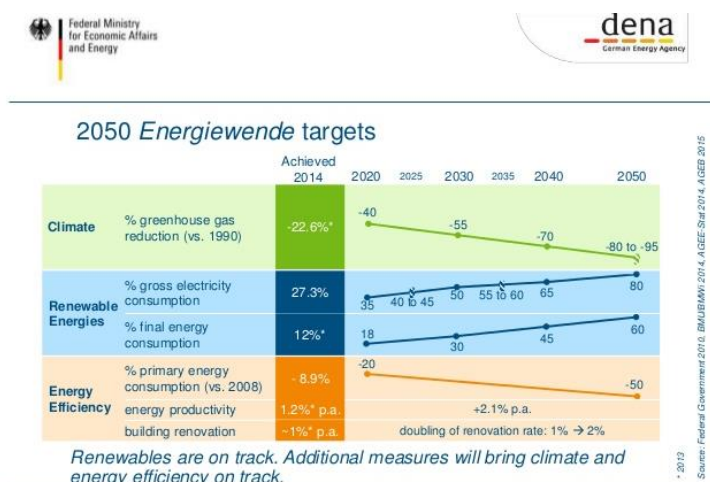
2.2. Příklady nejpokročilejších současných energetických transformací

2.2.1. Příklady využití obnovitelných zdrojů ve vybraných státech

Německo

Německo představuje velmi zajímavou ukázkou využití obnovitelných zdrojů, z toho důvodu se mu v rámci této práce věnuji i formou samostatné kapitoly.

Tato evropská země si stanovila jedny z nejdůležitějších cílů k dosažení uhlíkové neutrality. Plán byl schválen již v roce 2010 a dostal název *Energiewende* (volně přeloženo jako energetický přechod). Jak lze vidět z následujícího obrázku 1 – *2050 Energiewende targets* jedná se hlavně o snížení skleníkových plynů o 80 až 95% do roku 2050. K této procentuální hodnotě by zároveň měl vzrůst poměr zastoupení obnovitelné energetiky v německém národním energetickém mixu. Cílem plánu není jen navyšování zdrojů obnovitelné energetiky, ale také snižování spotřeby a investování do technologicky dokonalejších řešení, takto lze dosáhnout vyšší energetické efektivity. [3]

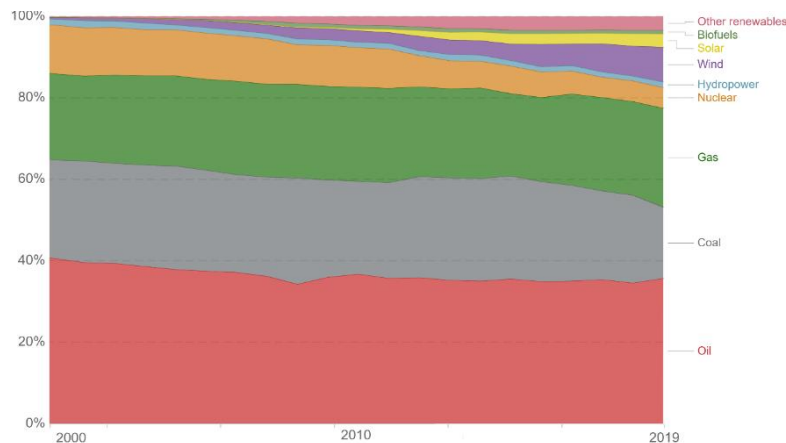


Obrázek 1 - 2050 Energiewende targets [153]

Jedná se o plán mimořádně nákladný a potýkající se s nemalými problémy. Za jeden z pozitivních efektů však můžeme brát vzestup start-upů zabývajících se související problematikou a s tím spojený rychlý vývoj technologií. Německo je nyní z hlediska technologií a jejich implementace jednou z nejpokročilejších zemí světa. Po havárii jaderné elektrárny v japonské Fukušimě byla jaderná energetika z plánu vyškrtána, jakožto nebezpečný energetický zdroj a Německo místo jaderných, staví elektrárny uhelné. Ty sice nepředstavují potenciální jednorázové nebezpečí jako jaderné, avšak emitují významné množství CO₂ a jsou tak častým terčem kritiky ekologických organizací i odborné veřejnosti. [3,4]

Německo má výhodu v tom, že je velmi průmyslově vyspělou zemí a disponuje na svém území možností spolupráce s nejlepšími firmami ve svých oborech. To jak z hlediska mobility (VW, Daimler), chemického průmyslu (BASF), těžkého zpracovatelského průmyslu (Salzgitter) či v oblasti elektroniky a robotiky (Siemens, Bosch).

Na uvedeném energetickém mixu za posledních cca. 20 let lze pozorovat, že Německo masivně navyšuje instalovanou kapacitu v rámci větrných elektráren, a to zejména na úkor uhlí a jaderných elektráren. Plynule, byť pomaleji také vzrůstá zastoupení solární energetiky.

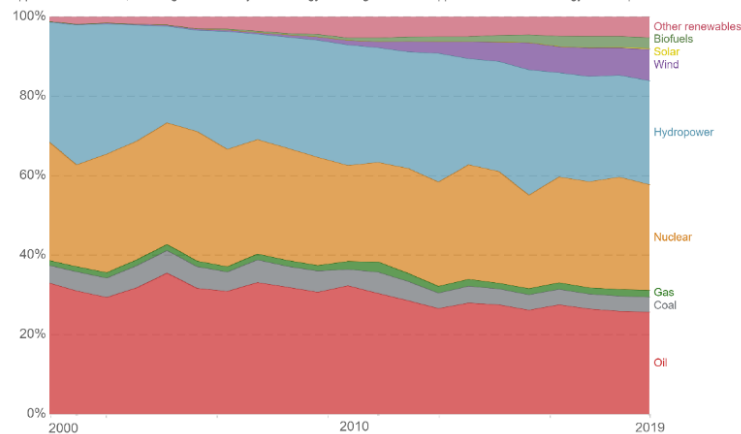


Obrázek 2 - Energetický mix Německa [154]

Švédsko

Skandinávské země jsou obecně známé svou inklinací k obnovitelným zdrojům energie. Ať už to jsou norské vodní elektrárny, dánské větrné farmy či finské elektrárny na biopaliva. Švédsko je však podle studie IEA dokonce globálním lídrem v přechodu na nízko-emisní ekonomiku. Země si stanovila za cíl uhlíkovou neutralitu do roku 2045. Je však třeba říct, že jí v cestě za tímto cílem do velké míry pomáhá jaderná energetika, u které se očekává provoz v horizontu následujících několika desítek let. Švédsko těží z velké provázanosti skandinávského energetického trhu, kdy v případě přebytku vyráběné energie prodává energii svým sousedům a naopak jí nakupuje v případě nedostatku produkce vlastní. Tento přístup je klíčový pro další rozvoj obnovitelných zdrojů. Země také využívá ve velké míře biopaliva a je domovem několika firem vyvíjející technologie využívající geotermální energii. [6,7]

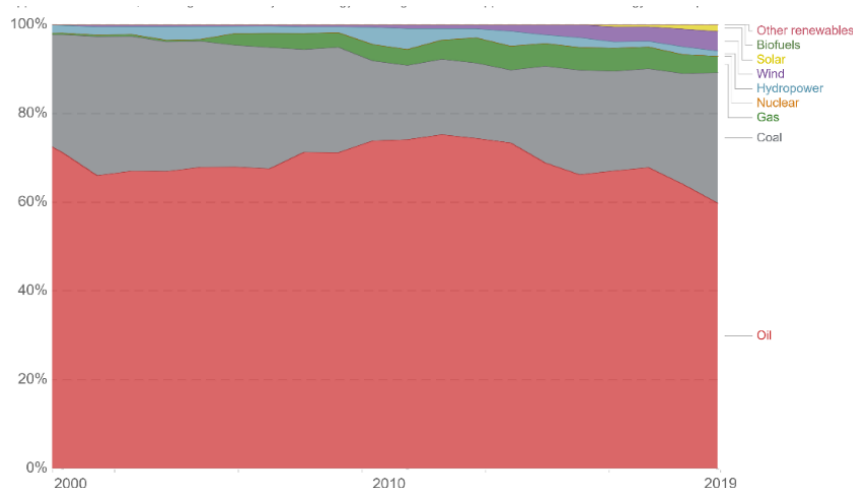
Z přiloženého energetického mixu je zřejmé, že dominantními zástupci jsou v případě Švédska jádro a hydroelektrárny. Stejně jako v případě Německa je však vidět, že v posledních letech rychle narůstá počet větrných elektráren a také energie získané z biopaliv.



Obrázek 3 - Energetický mix Švédska [155]

Maroko

Pro mnohé bude jistě zmínka o tomto severoafrickém státu překvapením, je k tomu však velmi dobrý důvod. Maroko je arabskou jedničkou ve využívání obnovitelných zdrojů energie. Směřovalo k 42 % využití v roce 2020, zatím těchto hodnot nedosáhlo, ale je velmi blízko. Za tímto velmi vysokým poměrem stojí vysoké investice do solární energie, včetně vybudování největší koncentrované solární farmy světa Noor Ouarzazate. Tato farma je zajímavá nejen svou velikostí, ale zejména použitou technologií CSP (Concentrated Solar Power) na jedné ze dvou svých částí. Na rozdíl od klasických solárních elektráren neabsorbuje energii přímo do elektrické sítě, ale slouží jako zrcadlo/a, které sluneční paprsky navádí na centrální věž, kde zahřívají sůl, dosahující teplot až 550 °C. Pára z této soli následně roztáčí turbínu a generuje elektřinu. Výhodou této technologie je její elektrická produkce i po západu slunce, protože vypařená sůl slouží jako zásobník energie. Po smíchání s vodou se začne uvolňovat pára a roztáčení turbíny tak generuje zpětně elektřinu. [1,2]



Obrázek 4 - Energetický mix Maroka [156]

I přes obrovskou dominanci ropy a uhlí můžeme sledovat poměrně rychlý nárůst solární energetiky, což je vzhledem ke geografické poloze této severoafrické země logické a výše uvedený projekt se na tomto nárůstu nemalou mírou také podílí.

2.2.2. Příklady využití obnovitelných zdrojů ve vybraných firmách

Díky pokročilým technologiím je možné využívat obnovitelnou energii i při udržení poměrně nízkých nákladů, stále však platí, že nejviditelnějšími jsou právě velké firmy, disponující dostatečným kapitálem na stavbu a provozování skutečně průlomových řešení. Velké firmy mají také výrazně větší vliv a spotřebu energie, proto jsou jejich kroky logicky sledovány více.

Spouště malých firem, obchodů či servisů se daří přecházet na obnovitelnou energetiku využitím solárních panelů či větrných turbín, obvyklejším a často také ekonomicky a technicky smysluplnějším řešením je v případě menších a středně velkých podniků nákup elektřiny od energetických dodavatelů využívající obnovitelné energie. Například německá společnost E.ON a mnoho dalších nabízí firmám i jednotlivcům garanci, že dodávky jejich elektřiny jsou z obnovitelných zdrojů. Pro malé firmy sídlící v hustě obydlených lokacích, či v regionech s nevelkým energetickým potenciálem je to často jediná a zřejmě i nejvhodnější možnost. Samozřejmě je žádoucí, když se firma snaží vyrábět část energie i samostatně, nebo alespoň energii uchovávat v bateriích pro domácí použití a decentralizací tak pomoci vyvážit energetickou poptávku v daném regionu. Například síť hotelů Melia využívá ve spolupráci s dodavateli A2A a Endesa 100 % obnovitelné energie ve svých španělských a italských hotelech, díky této skutečnosti je uvedený mezinárodní řetězec na žebříčku nejekologičtějších hotelů na třetím místě. První příčku zaujímá řetězec Hilton, jehož ekologicky orientované aktivity popisují dále v této kapitole. [32,33,34]

Intel

Jeden z největších výrobců procesorů na světě, americká firma Intel, v přechodu na obnovitelné zdroje hojně využívá svých technologií pro stanovení nejefektivnějších míst a řešení pro dané oblasti produkce a vývoje. Prostřednictvím IoT (Internet of Things) technologií je možné lépe sledovat a analyzovat jak vnitropodnikovou, tak i regionální energetickou síť a dosahovat tak větší stability a efektivity při současném snížení nákladů. Jedním z mnoha cílů

pro období do roku 2030 je i vývoj počítače s co nejlepší energetickou efektivitou. Cílem tohoto kroku je nasměrování vývoje osobních počítačů a další spotřební elektroniky k nižší elektrické spotřebě a vyšší efektivitě. [35,36]

Firma bere vážně i svou vlastní spotřebu a nakládání s energií a jinými zdroji. Zejména tak využitím vysokého poměru obnovitelné energie v rámci svého energetického mixu. Dle výroční zprávy firemní zodpovědnosti (Corporate Social Responsibility Report) za období 2019-2020 dosáhla ve Spojených státech a Evropské unii 100% využití obnovitelné energie a celosvětově je na úrovni 70 %. [37]

Intel dosahuje těchto relativně vysokých hodnot mimo jiné investicemi do vlastních staveb v rámci 40 lokalit. Jedná se o využití různých technologických řešení, zahrnující solární panely na střechách parkovišť, solární ohřivače, zařízení využívající geotermální energii a další. Zbylou část energie firma nakupuje od společností nabízející „čistou“ energii na trhu. Například v americké Arizoně, kde je jedna z jejich největších továren (Intel – Chandler Campus) firma podpořila výstavbu solární elektrárny v okrese Pinal county, která jí bude dodávat 100 MW bezemisní energie za fixní cenu po dobu následujících 25 let. [38,39]

Je třeba říct, že způsob, jakým velké firmy deklarují svou energetickou nezávislost na fosilních zdrojích je často zpochybňován jako zavádějící a nereálný. Firmy totiž svou energii obvykle čerpají z běžné elektrické sítě a i přesto, že velká část energie může být generována z bezemisních zdrojů, pro zachování stability musí být i ze zdrojů fosilních a ty nejdou ze sítě jen tak „oddělit“. V některých případech lze dosáhnout velmi vysokého pokrytí spotřebované energie vlastní výrobou, avšak málokdy je technicky i bezpečnostně možné, aby tento poměr byl stoprocentní, zvláště v případě využívání solární a větrné energie, jejíž principiální nestabilitu popisují v samostatné kapitole. Z těchto důvodů je třeba tvrzení firem, že jejich energetická spotřeba je 100% bezemisní, brát s určitou rezervou. [40]

Peppermill Resort Spa Casino

Tento nevadský resort se rozhodl řešit svou energetickou situaci velmi specificky. Vzhledem k lokaci nedaleko slunné Kalifornie a rozsáhlou pouští obklopující město by očekávaným řešením byla solární farma. Management Peppermill Resort Spa Casino se však rozhodl pro ambiciózní projekt využívající geotermální energii. Vzhledem k charakteru hotelu, kdy je třeba velké množství tepla pro vytápění interiéru a zahřívání vody v několika bazénech a vířivkách, se geotermální energie ukázala jako ideální. Strategie to však byla velmi riskantní, aby byl projekt úspěšný a dosáhl vytyčených cílů bylo třeba vytvořit vrt, který by dokázal ohřívat více než 4500 litrů vody za minutu na teplotu 75 °C pod tlakem 1MPa. Díky více než kilometr dlouhému vrtu (1,34 km) se tyto cíle podařilo naplnit. I přes cenu 9,7 milionů amerických dolarů (212 milionů CZK) se projekt vyplácí, jelikož každý rok ušetří společnosti 2,2 milionů dolarů za plyn, který k vytápění používala před realizací. Benefit však není jen finanční, díky této technologii se uhlíková stopa resortu snížila každoročně o 12 000 tun CO₂. [41,42,43]

Hilton Hotels

Americký řetězec představil již v roce 2009 systém firemní odpovědnosti LightStay, který monitoruje využití energie a ekologický výkon včetně nakládání s odpadem, vodou, atd.... Od zavedení tohoto analytického nástroje se hotelům síť Hilton podařilo snížit uhlíkovou stopu o více než 30 % a spotřebu energie o 20 %. Veškeré hotely splňují energetickou normu ISO

50001, na kterou dosáhly jako vůbec první řetězec. Za rok 2019 bylo v rámci zmíněné vnitropodnikové platformy zaregistrováno přes 6 000 projektů snižujících ekologickou zátěž. [44,45,46,47]

Hilton využívá pro dosažení svých cílů různých technologií. V hotelu v jihoafrickém Cape Townu například implementoval hybridní termálně-fotovoltaické panely, ve Floridském Fort Lauderdale instaloval šest větrných turbín, které sice pokrývají zhruba jen desetinu spotřeby této nemovitosti, avšak i tak je návratnost investice odhadována na relativně krátkých 10 let. [48,49]

Tyto investice nebyly malé, je však třeba podotknout, že za deset let fungování tohoto projektu byla na nákladech ušetřena více než 1 miliarda dolarů. [45]

Salzgitter AG

Ve svém výběru firem jsem chtěl vybrat i jednu z oblastí těžkého průmyslu. Tou je německá společnost Salzgitter, jež se zabývá výrobou a zpracováváním ocele. Z podstaty věci mají firmy v tomto odvětví vysoké emise, jelikož k tavení ocele potřebují vysokoteplotní pece, využívající uhlí jako palivo. V celosvětovém měřítku dokonce výroba a zpracování ocele tvoří 7 % veškerých emisí. Podstatou projektu SALCOS (Salzgitter Low CO₂ steelmaking) je nahrazení uhlí obnovitelným vodíkem. Technická realizace takového řešení sice není nereálná, problém spočívá v jeho ceně. Ocel vyráběná touto cestou by totiž musela být výrazně dražší, což by logicky snížilo její poptávku, a tedy i případný efekt snižování emisí tohoto odvětví. Firma spočítala, že by potřebovala dotaci ve výši zhruba 1,3 miliardy EUR, tak aby mohla ocel prodávat za konkurenceschopnou cenu a nastartovala širší využití této technologie do fáze, ve které by již mohla být zisková. [50]

Salzgitter není jedinou společností směřující tímto směrem. Švédská ocelářská společnost SSAB ve spolupráci s energetickým koncernem Vattenfall a těžební firmou LKAB již také pracují na podobném řešení. Továrnu využívající tuto technologii plánuje i další německá firma Thyssenkrupp či indický gigant Tata Steel. [51,52,53]

Projekt SALCOS spočívá ve výrobě vodíku pomocí obnovitelných zdrojů energie a jeho následné využití pro výrobu přímo redukováného železa. Tento proces vyžaduje zahřátí na vysokou teplotu a je zde tedy možné nahradit konvenčně používané uhlí. Výhodou této technologie je, že redukováné železo lze velmi levně a technicky nenáročně skladovat a slouží tak jako jakási „baterie“ vyrovnávající kolísavé množství energie vyráběné současnými bezemisními elektrárnami. Firma tak v době vysoké produkce elektřiny může vyrobit železo do zásoby a z těchto zásob postupně odebírat při sníženém výkonu. Jak již bylo řečeno, tato technologie je funkční a realizovatelná, avšak zatím ekonomicky neudržitelná. [54]

Salzgitter na projektu SALCOS spolupracuje se společností Sunfire, která se věnuje technologiím spojeným s vodíkem a získávání energie jeho prostřednictvím. V podkapitole 5.2.2.5 o této firmě píšou více. [55]

2.3. Závěr

Na základě několika výše uvedených příkladů je zřejmé, že existují státy a firmy, které mají pro využití obnovitelné energetiky lepší předpoklady, tak i takové u kterých je jejich implementace téměř nemožná (málo slunečných dní, špatné povětrnostní podmínky, malý hydropotenciál, atd...). Technologické nevýrobní firmy jsou v tomto ohledu v lepší pozici, jelikož jejich spotřeba energie není tak vysoká jako například v případě slévárenských či jiných podniků z oblasti těžkého průmyslu. Z hlediska jednotlivých států můžeme za klíčové podmínky označit dvě-vhodná zeměpisná lokace, která využití obnovitelných zdrojů umožňuje a podpora státu, díky které je možné tyto projekty realizovat ve větší míře. I v případě lokality s nízkým potenciálem využití obnovitelné energetiky se však nabízí nespočetné množství opatření pro snížení elektrické spotřeby či zvýšení efektivity. Nevhodné prostředí či charakter podniku by tak neměl být uplatňován jako výmluva pro úplnou rezignaci.

3. Klíčové aspekty pro úspěch energetické transformace

3.1. Státní podpora

I přesto, že v současné době je již elektřina vyráběná pomocí obnovitelných zdrojů cenově konkurenceschopná s konvenčními elektrárnami, jakákoliv forma dotace ze strany států či nadnárodních organizací (např. EU) pomůže rychlejšímu rozvoji těchto technologií, což má za následek obvykle snižování cen, zdokonalování výrobních postupů a tím i výsledných produktů.

Státní podpora může mít různé formy dle politické vize současné vlády. Některé strany či státy jsou k těmto technologiím velmi skeptičtí, jiné je naopak maximálně podporují a snaží se být globálními lídry v podílech obnovitelné energetiky v národních energetických mixech. Podpora může být buď poměrně jednoduchá a spočívající například v pevně dané dotaci poskytnuté každému žadateli, který instaluje solární panely či investuje do efektivnějšího zařízení využívající odpadní teplo. Jsou však státy, které se snaží být aktivnější a investují i do start-upů či studijních programů a jinak podporují vědecké pracovníky a inovativní firmy ať už formou dotací, daňových úlev či úvěrových záruk.

V současné době dosahuje jednoho z nejvyšších poměrů obnovitelné energetiky Švédsko a to sice 54 %. Jedním z nástrojů, který pomohl tohoto cíle dosáhnout je „Elcertifikatsystemet“. Jedná se o metodiku vzniklou již v roce 2003, jejíž podstata spočívá v získávání a využívání „energetických certifikátů“ za energii vygenerovanou využitím obnovitelných zdrojů. V praxi výrobce dostane za každou megawatt-hodinu elektřiny jeden certifikát. Dodavatelé energie musí vykupovat tyto certifikáty dle poměru původu jimi nabízené prodávané energie a tyto náklady dále částečně přenáší na zákazníky. Díky tomu dojde k provázání celého systému a producenti jsou nuceni vyrábět energii bezemisní formou. Od roku 2012 byl tento švédský systém zaveden i v Norsku a došlo tak k propojení těchto dvou energetických trhů. Švédsko také nabízí granty na stavbu solárních systémů ve výši 30 % celkové ceny až do výše 1,2 milionu SEK (cca. 3 miliony Kč) a několik daňových slev. [92]

Německo nabízí žadatelům například nízko-úrokové účelové půjčky na bezemisní elektrárny a bioplynové instalace (KfW Erneuerbare Energien-Standard), půjčky na mimo-pevninské větrné elektrárny (KfW Offshore-Windenergie) a mnoho dalších podpůrných programů dle typu žadatele a dle typu projektu včetně garantovaných výkupních cen pro elektrárny, dotací na bezemisní mobilitu či půjčku s až 30 % dotací na inovativní projekty snižující emisní zátěž. [93]

V USA se podpora liší dle jednotlivých států. Přesto však lze všude zažádat o některé z programů federální vlády. Jedná se typově o stejné programy jako ve většině dalších zemích severoatlantického prostoru. Nabízena je 26 % daňová sleva při stavbě solární, biomasné, geotermální či větrné elektrárny. Další z možností je vyjmutí přidané hodnoty domu solární instalací z daňového základu při výpočtu daně z nemovitosti. [94,95]

Jak jsem již psal, státní podpora nemusí spočívat jen ve zvýhodňování staveb a instalací aktuálně dostupných technologií, ale klíčový je i výzkum a akademická a podnikatelská činnost, která tuto oblast aktivně rozvíjí. Například stát Izrael, který je znám velkým množstvím

technologických start-upů a společností produkující výrobky s vysokou přidanou hodnotou, nabízel již v roce 2011 ročně zhruba 1 300 grantů v celkovém objemu cca. 60 milionů amerických dolarů. Tamější start-up Synvertec vyvíjí softwarové řešení, které by pomohlo optimalizovat výrobní a rozvodné toky energie z obnovitelných zdrojů. Řešení této společnosti spočívá ve využití střídačů elektrického napětí jakožto stabilizačních prvků v celé síti. Izrael je také domovem firem SolarEdge, která je globálním lídrem ve výrobě DC optimizérů či firmy StoreDot vyvíjející rychlonabíjecí baterie, které mají v budoucnu nahradit lithium-ionové baterie v elektronice a automobilech. [96,97,98,99]

V roce 2020 oznámil vermontský startup Norwich Technologies obdržení grantu ve výši 1,1 milionu USD od amerického ministerstva energetiky. Peníze jsou určeny na rozvoj nízko-nákladových hybridních solárních systémů, které umožní uložení energie na celý 24hodinový cyklus prostřednictvím tepelného energetického úložiště. Tato technologie je dle informací společnosti dostupná ve velikostech od 500kW až po 10 MW variantu. [100]

Jako poslední příklad uvádím řecký startup Brite Solar, který byl finančně podpořen evropskou radou pro inovace a řeckou vládou částkou 2,7 milionu EUR. Firma založená v roce 2009 vyvinula unikátní technologii využívající nano-materiály, díky které je možné implementovat fotovoltaické jednotky přímo do skleněných tabulí oken či skleníků. Díky tomu je možné nejen generovat energii z jinak nevyužitých ploch, ale také umožnit zatmívání a lepší práci s teplem v rámci vnitřních prostorů. [101]

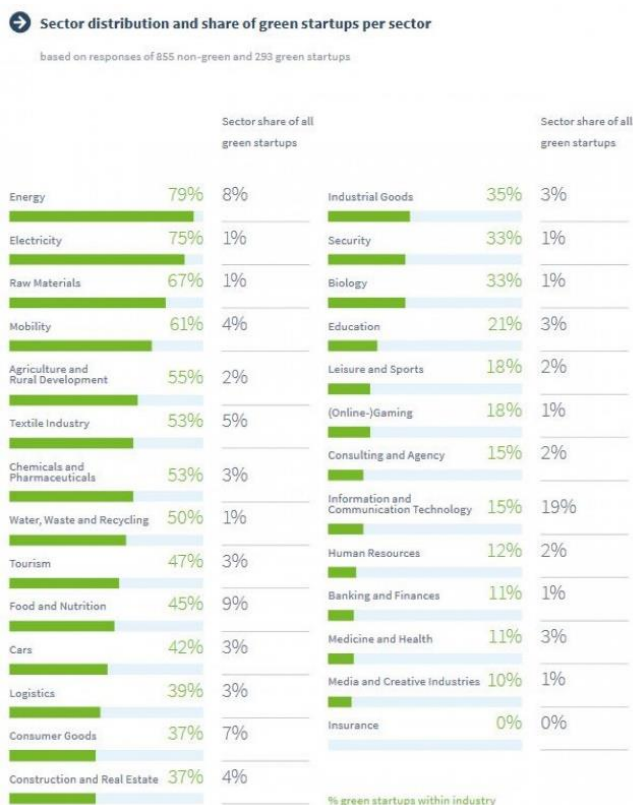
Z hlediska obnovitelné energetiky se v kontextu České republiky téměř každému vybaví kauza solárních baronů, o které píše rozsáhleji v kapitole 3.5. Zejména v důsledku schválení minimálních výkupních cen energie ze solárních panelů, tvořila v roce 2019 právě tato oblast přes 60% celkové státní podpory obnovitelné energetice, konkrétně 29/45,4 mld Kč. V roce 2019 tvořily celkové výdaje na podporu obnovitelné energetiky 0,8 % HDP. Do 30.9.2020 bylo možné jako malý či střední podnik zažádat o dotaci ve výši 0,3-400 milionů Kč na výstavbu zdrojů obnovitelné energetiky. Tento program byl financován z evropských fondů. Od května 2021 by měl být spuštěn nový program RES+ pro právnické a fyzické osoby na výstavbu solární, geotermální, větrné či malé vodní elektrárny do instalovaného výkonu 10 MW. Maximální výše dotace je 50 % celkových nákladů. I v tomto případě se jedná o peníze z unijního Modernizačního fondu, spadajícího do koncepce „The European Green Deal Investment Plan“.

Na uvedených příkladech je vidět, že státní či jiné formy veřejné podpory mohou výrazně pomoci zejména malým firmám, které nemají finanční prostředky, zato však disponují unikátním přístupem k zaběhnutým principům a mohou na rozdíl od organizačně složitých korporátních firem pracovat rychleji a efektivněji a dělat odvážná rozhodnutí, která sice v některých případech vedou ke krachu, ale v jiných mohou přinést přelomové technologie, s potenciálem změnit celá odvětví.

3.2. Rozvoj start-upů

K německé Energiewende můžeme mít mnoho výhrad, nedá se jí ale upřít skutečnost, že v jejím důsledku vzniká v Německu velké množství technologických startupů. Tyto firmy jsou do budoucna klíčové, protože již nyní vyvíjejí a uvádějí na trh inovativní řešení, která pomáhají snižovat emise a také posouvají svým vývojem možnosti daných technologií a řešení. Podle odhadů studie *Green Startup Monitor 2018* působí momentálně na území Německa 23 700 ekologicky orientovaných startupů. Podle státní banky KfW toto číslo však činí dokonce přes 60 000. [4,5]

Dle této tabulky je evidentní, že většina zmíněných „zelených“ firem se věnuje právě energetice a elektrickým technologiím.

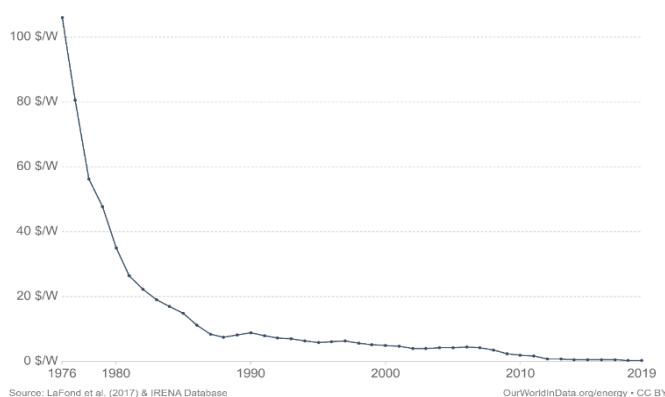


Obrázek 5 – Rozdělení „zelených“ startupů dle sektorů

[157]

Byť je otázka klimatu velmi politická a bývá řešena na mezinárodní politické úrovni, právě firmy a inovativní startupy jsou ti, kteří mohou přijít s reálnými řešeními a (nejen) fyzickými produkty, které mohou nepříznivě vyvíjející se situaci zvrátit. Ředitel organizace WEC (World Energy Council) Christoph Frei vyzdvihoval důležitost startupů slovy: *“That’s exactly what the start-ups are about. They deliver this kind of ‘out-of-the-box’ thinking and the necessary attitude. They have no fear of reinventing everything,”* Tedy, že startupy přicházejí s novým přístupem, s inovacemi, s nevěšdními řešeními. Nejsou nijak svázány zaběhlými mechanismy a přinášejí tak do svých odvětví často přelomové nápady. [8]

Vznik nových firem také vytváří na donedávna poměrně malém trhu konkurenci, která vede ke zlevňování výsledných produktů. To je také jeden z důvodů, proč ceny solárních panelů, bateriových uložení a dalších technologií dlouhodobě významně klesají.

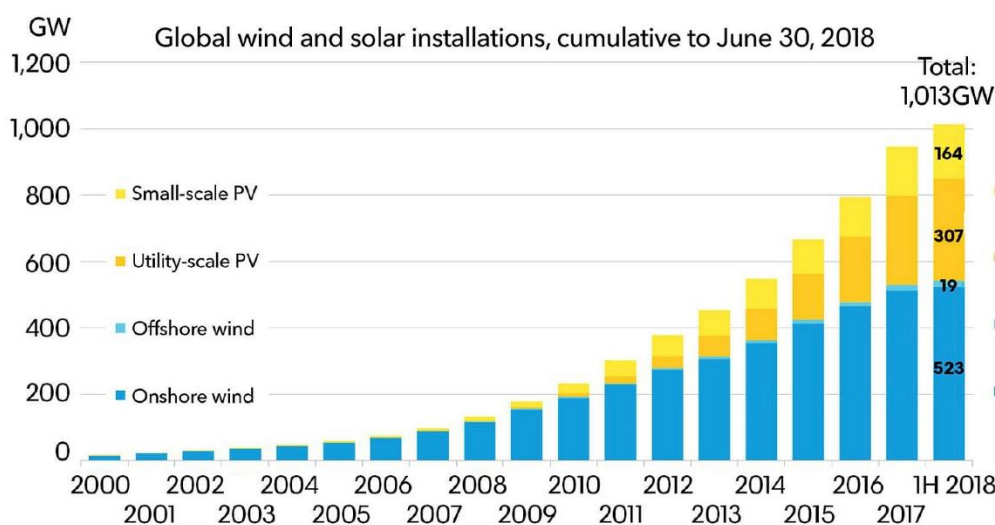


Obrázek 6 - Ceny solárních panelů [158]

3.3. Podpora a vývoj díky ropným společnostem

Globální těžařské společnosti mohou být na první pohled vnímány jako hlavní oponenti obnovitelné energetiky, skutečnost je však opačná. Ropní giganti jako Royal Dutch Shell, Total, Equinor, Eni či BP si uvědomují nevyhnutelnost současného trendu přechodu na nefosilní energetické zdroje a jsou k tomu i vyzýváni a tlačeni svými investory. Generální ředitel společnosti Royal Dutch Shell Ben van Beurden dokonce sdělil investorům, že náplní společnosti již není ropná a plynová těžba, ale energetický přechod a soustředění se na nízkoemisní zdroje. Tuto změnu dokládá mimo jiné i dohoda, kterou se Shell zavázal odkupovat 100 % vyrobené elektřiny z největší solární farmy ve Velké Británii. Jedná se o farmu Bradenstoke s celkovým výkonem 69,8 MW. Shell také koupil 44% podíl v americké solární společnosti Silicon Ranch Corporation. Podobný krok učinil i ropný koncern British petroleum (BP), akvizicí 44% podílu ve společnosti Lightsource spravující solární elektrárny o výkonu cca. 2,5GW. [56,57,58,59,60]

Dalším příkladem, který ilustruje současnou situaci na energetickém trhu je rozhodnutí dánské společnosti Dong změnit své jméno na Ørsted. Původní zkratka totiž znamenala: Dansk Olie og Naturgas, neboli *dánský olej (ropa) a zemní plyn*. Vzhledem k odprodeji fosilně vázaných aktiv petrochemické společnosti Ineos se z Ørstedu stala největší světová firma poskytující elektřinu z mořských větrných elektráren, změna názvu tedy byla na místě. [61,62]



Obrázek 7 - Objem solárních a větrných elektráren v GW [159]

Dalším faktorem, který motivuje ropné koncerny ke zvyšování obnovitelné energetiky v rámci vlastních portfolií je větší cenová stabilita výsledného produktu, tedy elektřiny. To je dáno zejména menší závislostí na geopolitické situaci. Ropa a další fosilní paliva jsou produkována na poměrně omezeném množství míst, která jsou často problematická.

Venezuela, která je i přes svou poměrně malou rozlohu dvanáctým největším producentem ropy se dlouhodobě nachází v krizi, a to jak politické, tak ekonomické. Saudská Arábie, Irák a Irán jsou často účastníky ozbrojených sporů a region blízkého východu obecně je, jak známo, jednou z nejvíce nestabilních oblastí na světě. Zapomenout nemohu ani na Rusko, které je třetím největším producentem ropy a druhým zemního plynu. Tato rozlohou největší země na

světě čelí ekonomickým sankcím ze strany evropských a severoamerických států a je angažovaná v několika geopolitických sporech a válkách. [63,64,65]

Dalším z důvodů může být globální ekonomická či pandemická krize. Během finanční krize v roce 2009 klesla meziměsíčně poptávka o více než 5 milionů barelů. Během současné koronavirové krize, dosahoval pokles dokonce bezprecedentních 10, celoroční průměr dosahoval hodnoty 2,5. [66,67]

Tyto skutečnosti vedly k absurdním situacím, kdy producenti platili zákazníkům za odběr ropy, jelikož ji nebylo kde skladovat a v přístavech i tak stálo několik zcela plných ropných tankerů, které sloužili jako přechodná uložení do chvíle, kdy bude cena ropy opět na takové úrovni, že na ní producenti nebudou prodělávat. [68]



Obrázek 8 - Poptávka po ropě v době pandemie [160]

Uvedený pokles poptávky byl zapříčiněn zejména pozastavením většiny osobní a nákladní dopravy, která je stále dominantně závislá na fosilních palivech. Je třeba podotknout, že případná výrazná elektrifikace této oblasti, by tak mohla v budoucnu vést k větší volatilitě globální poptávky po elektřině právě v případě opakování výše popsanych globálních krizí.

3.4. Široká propojená energetická síť

3.4.1. Úvod

Jedním z minimálně teoretických řešení výkonové volatility obnovitelných zdrojů je princip extrémně rozsáhlé elektrické rozvodné sítě, která by umožňovala přesun energie až na mezikontinentální úrovni. To by teoreticky umožňovalo přeposílání energie ze solárních panelů v jižní Evropě a severní Africe do severovýchodních států, a naopak v nočních hodinách by mohla být distribuována přebytečná energie z větrných elektráren ze severního či baltského moře. V takovýchto vzdálenostech by samozřejmě k přesunům nemohlo vzhledem k obrovským ztrátám docházet, avšak v určitém měřítku je tento princip využíván již dnes. K tomuto typu přenosu se používají kabely pracující s extrémně vysokým napětím, které mohou být umísťovány i do moře (např. UK a Norsko – North Sea Link). [102,103]

3.4.2. ENTSO-E

Mezistátní přenosová soustava funguje běžně na téměř všech místech světa. Například Česká republika je součástí sdružení ENTSO-E (*European Network of Transmission System Operators for Electricity*), která navazuje na v roce 1999 založenou organizaci ETSO. Cílem této organizace je fungování přeshraničního obchodování s elektřinou a zajištění optimálního řízení a stability. Právě tato organizace a její obdoby v jiných částech světa budou v následující době pravděpodobně nabývat na významu. Na uvedené mapě je vidět velmi hustá síť zejména v centrální průmyslově rozvinuté oblasti zvané „modrý banán“. Za zmínku stojí i fialové spojnice, což jsou podmořské instalace. Vidět tak lze i v předchozí kapitole zmíněný interconnector North Sea Link. [104]



Obrázek 9 - Síť elektrických interconnectorů v Evropě [161]

3.4.3. Problematika národní bezpečnosti

Značnou překážkou pro rozvoj této sítě je vcelku pochopitelná obava o přílišnou závislost na okolních státech, v tak klíčové otázce jako je energetika. Případný dlouhodobější výpadek elektrické energie by naši společnost téměř dokonale paralyzoval. Je proto velmi politicky složité prosadit vysokou míru mezinárodní provázanosti mezi jednotlivými státy. Nelze předpokládat, že v případě nouze by veškeré státy postupovaly solidárně a i v případě vlastního nedostatku nechali elektřinu volně proudit do zahraničí. Takový krok by dozajista byl pro velkou část populace nepochopitelný. V obecně stabilnějších oblastech (EU, Severní Amerika, část Jižní Ameriky) je tento princip realizovatelný výrazně snáze než například v oblasti

Korejského poloostrova, Blízkého východu, či hranice Tibetu s Čínou. V případě bezproblémových vztahů světových států by se tak dalo čistě teoreticky spolehnout například na provázanou síť solárních elektráren, které by generovaly energii v denních hodinách, přebytek posílaly do lokalit na opačné straně zeměkoule a tato vazba by se neustále přesouvala dle denní doby. Takto výrazné přeorientování energetiky souvisí s mimořádnou mezistátní závislostí, jelikož by docházelo k vypínání tradičních, stabilně generujících elektráren, které by byly na provoz dražší a nebylo by je možné libovolně zapínat a vypínat. Jestliže by opravdu všechny státy byly na této síti závislé, mohla by fungovat na principu jaderných zbraní, kdy se světové mocnosti takzvaně drží v šachu a pakliže by jeden ze států zaútočil na druhý, dočkal by se odvety podobných rozměrů. V tomto případě by tak v okamžiku přerušeni dodávek ze strany jednoho státu mohlo dojít již v řádech hodin k odvetě obdobnou formou. Tato vize je v takovémto rozsahu opravdu jen stěží představitelná. Transformace energetiky do role globální „zbraně“ se tak nejeví jako rozumná, ani proveditelná. Nelze se však ubránit skutečnosti, že tak globální problém, jakým klimatická změna je, se bez určité formy bilaterální spolupráce neobejde.

3.5. Nezbytné politicko-ekonomické podmínky pro realizaci větších projektů

Pro projekty výstavby obnovitelných elektráren a nastavení dlouhodobých podmínek pro vzestup těchto technologií jsou nezbytné stabilní podmínky. Obecně lze říct, že investoři preferují stabilní prostředí s nízkou mírou rizika. Stavba elektrárny ve válečné zóně s sebou nese vysoké riziko zničení miliardového projektu, projekty v diktátorských režimech, kdy vojenský režim může danou investici zkonfiskovat se také nejeví jako ideální. Pro rozvoj těchto staveb, posouvání vývoje a uvádění nových myšlenek a produktů na trh, je tak nezbytná dlouhodobá vládní koncepce, předvídatelná regulace a struktura podpůrných programů. Známa je kauza českých „solárních baronů“, kdy v zájmu rozvoje fotovoltaické technologie na našem území, došlo ze strany státu k motivačnímu kroku ve formě garance výkupních cen. Ta byla v roce 2006 stanovena na částku 15kč/kWh, což vedlo k jistotě, že se investice splatí do indikovaných 15 let. Výkupní cena byla totiž platná na 20 let od instalace. Tato, z dnešního pohledu štědrá „dotace“ dávala smysl při tehdejších vysokých cenách solárních panelů, avšak v letech 2009 a 2010 došlo k výraznému snížení jejich cen a návratnost se tak dramaticky zkrátila. Pro investory to byla velmi výhodná situace, pro stát tento program však představuje roční náklady ve výši 29 miliard korun (2018). Na tomto příkladu lze pozorovat nejen jak silným motivačním nástrojem může vládní program být, ale zároveň také jak důležité je jeho nastavení, aby byl dlouhodobě udržitelný a předvídatelný. Často se objevují úvahy, že by „dotace“ těmto podnikatelům měli být zrušeny či sníženy. Takovéto porušení odsouhlaseného závazku ze strany státu však může velmi významně a dlouhodobě narušit důvěru podnikatelů v místní podnikatelské prostředí. [105, 106, 107, 108]

Jedním z důvodů, proč Německo dlouhodobě pokračuje v programu Energiewende, či proč skandinávské státy investují velké prostředky do dlouhodobých projektů je spolu s lokací, také jejich poměrně stabilní politické prostředí. Význam tohoto aspektu byl velmi dobře pozorovatelný v poslední cca. 10 letech v rámci USA. Administrativa demokratického prezidenta Baracka Obamy se podílela na vytvoření a ratifikaci Pařížské klimatické dohody a prosazovala zákony s cílem snížit emise oxidu uhličitého, mimo jiné navyšováním počtu hybridních a elektrických automobilů ve federálních institucích. V roce 2017 se úřadu ujal kandidát republikánské strany Donald Trump, který od Pařížské dohody odstoupil, veřejně

kritizoval větrné elektrárny, sliboval znovuotevření uhelných dolů a zaváděl cla a tarify, které rozvoj obnovitelné energetiky značně zpomalovali. Současný prezident, nominovaný opět demokratickou stranou, Joe Biden navazuje na administrativu Baracka Obamy, jehož viceprezidentem v letech 2009-2017 byl. Rozhodl o opětovném připojení Spojených států k Pařížské dohodě, oznamuje masivní programy na podporu obnovitelné energetiky a ujišťuje spojence o významu, jaký klimatická změna pro jeho administrativu má. [109,110,111,112,113,114,115,116,117]

Pro velké, nákladné a dlouhodobé projekty je nezbytná politická odvaha a schopnost vysvětlit je srozumitelně svým občanům. Dalším z ilustrativních příkladů této premisy je situace ve středoamerické Guatemale. Ta disponovala nebývalými předpoklady k rozvoji obnovitelné energetiky do takové míry, že se mohla stát jejím nejnákladnějším sektorem. O tuto zemi se zajímalo i velké množství zahraničních investorů. Problémem zůstává vysoká míra korupce vrchních politických představitelů, problematické fungování policie a armády a odliv schopných pracovníků převážně do USA. Právě zkorumpované politické a právní prostředí odrazuje velké množství investorů. V žebříčku politické stability Světové banky skončila až na 144.místě ze 195 uvedených zemí. V lednu letošního roku byl však inaugurován nový prezident Alejandro Giammattei a jeho kroky zatím vypadají z hlediska obnovitelné energetiky poměrně nadějně. Ministerstvo energie a těžby představilo pod jeho vedením rozsáhlý plán v oblasti dopravy a energetiky s hlavním cílem diverzifikace a snížení skleníkových plynů. Bude tak zajímavé sledovat, zdali v následujících letech tato změna politická povede i ke změně energetické. [118,119,120]

V rámci zemí OECD mají největší poměry zastoupení obnovitelné energetiky v národním mixu Island, Norsko a Nový Zéland a to sice 90,1 %; 54,6 % a 41,8 %. Uvedeným státům bezesporu pomáhá jejich poloha a z ní plynoucí vhodné předpoklady. Avšak jedním z faktorů, které tomuto stavu zajisté také napomohly, je jejich politická stabilita. V již zmíněném žebříčku z roku 2019 se tyto země umístily na prvním, šestém a třináctém místě ze 195 uvedených zemí. [119, 121]

Je třeba říct, že tuto korelaci v některých případech nelze považovat za kauzalitu. Jako dva extrémní příklady lze použít ostrov Malta, který i přes vysokou stabilitu vlády generuje pouze necelých 8 % své energie z obnovitelných zdrojů, což je nejméně z celé EU. Na opačném spektru je balkánský stát Albánie, která v žebříčku politické stability zaujímá až 85. místo, avšak tamější produkce elektřiny je díky vodním elektrárnám z 95 % obnovitelná. [119, 122, 123]

Vysoké závislosti obnovitelné energetiky na geografických podmínkách znamená, že ve velmi nevhodném prostředí (hydroenergetický potenciál, nízká slunečnost, slabý vítr, atd...) bude mít sebeodhodlanější vláda velký problém tyto technologie využít a její kroky budou limitovány na dílčí opatření jako jsou úsporná zařízení, izolace a obecně snižování spotřeby, spíše než vytváření nových zdrojů. Naopak v zemích jako je Albánie či Maroko se obnovitelná energetika vyloženě nabízí. Většina z dříve popisovaných projektů, které mohou mít výrazný dopad, je však poměrně časově a finančně náročná. Proto je stabilní politické prostředí prvek, který v lepším případě motivuje a podílí se na transformaci, nebo alespoň poskytuje investorům podmínky a prostředí pro realizaci projektů hrazených ze soukromého kapitálu.

4. Úskalí současná a očekávaná z pohledu rozsáhlé implementace obnovitelné energetiky

4.1. Úvod

Přestože je zatím stavba bezemisních (s výjimkou jaderných) elektráren obecně veřejností přijímána převážně pozitivně, v objemu, který bude postupem času nezbytný, se tato situace může zásadně změnit. Ať už se jedná o stavby vodních, či přečerpávacích elektráren, hustě zastavené a hlučné větrné farmy či půdu zakrývající solární elektrárny. I přesto, že je veřejné mínění obnovitelné energetice obvykle pozitivně nakloněné, aspekty, které jsou s ní neodmyslitelně spojené a často nebyly v menším měřítku zřejmé, se začínají projevat v míře čím dál tím větší.

4.2. Nesouhlas obyvatel s proměnou krajiny

Jedním z hlavních problémů, se kterým se potýká nejen Německo, je sílící odpor vlastních obyvatel proti stavbě dalších větrných elektráren. Ta je problematická nejen z hlediska vizuální proměny krajiny, ale i z důvodu poměrně vysokého hluku v případě blízkosti k obydleným oblastem. [9]

U solárních panelů je situace podobná; jsou téměř dokonale tiché, jejich plošná náročnost je však vzhledem k produkované energii velmi vysoká. V pouštích, či jiných jinak nevyužitelných oblastech to problém není, ale v některých případech jsou kvůli stavbě solárních farem káceny lesy, či vyháněna ohrožená zvířata. Nehledě na to, že se tím zabere půda, která může sloužit buď jako půda zemědělská, jako pastvina pro divokou zvěř či výsadbu lesa. [10,23]



Obrázek 10 - Solární silnice v Monaku [162]

Právě z těchto důvodů vznikají nové technologie a produkty, pomocí kterých by bylo možné „vytěžit“ obnovitelnou energii bez nutnosti velkých staveb a radikálních zásahů do krajiny. Jde například o solární silnice, střešní krytiny či kompaktní plošné větrné elektrárny – obecně technologie umožňující využití na jinak nevyužitelných malých plochách. [4,11]

4.3. Odpor určitých politických subjektů

Asi nejvýraznější postavou v boji proti obnovitelným elektrárnám byl již zmíněný americký exprezident Donald Trump, jehož některé kroky zde již byly popsány. V evropském prostoru můžeme jmenovat německou stranu AfD (Alternative für Deutschland), která často vystupuje proti vládnímu programu Energiewende s odůvodněním, že ničí Německou krajinu a o oxidu uhličitém mluví nikoliv jako o škodlivé látce, ale jako o součásti života. [124]

Jako příklad z jihoamerického kontinentu poslouží současná hlava Brazílie Jair Bolsonaro. Před jeho nástupem do funkce byla Brazílie poměrně aktivní v implementaci nových projektů a navyšování obnovitelné složky v energetickém mixu, avšak Bolsonaro se několikrát vyjádřil v duchu, že nenechá boj za klima zničit hospodářství a ekonomiku jeho země. Vyhržoval odstoupením od Pařížské klimatické dohody, schválil také odebrání ochrany některým částem deštného pralesa z důvodu rozvoje zemědělské plochy a k umožnění vyhledávání nových ložisek vhodných k těžbě. Za jeho vlády došlo k vůbec nejrychlejšímu odlesňování za posledních 12 let. [125, 126, 127]

Současný australský premiér Scott Morrison sice odsouhlasil plán, jehož součástí jsou i investice do obnovitelných řešení, avšak opakovaně ve svých vyjádřeních podporuje těžbu uhlí a říká o ní, že bude stabilním zdrojem pro Australany po další desetiletí. Předseda strany zelených jej často kritizuje a prosazuje zavření uhelného průmyslu v Austrálii do roku 2030. Ani premiérův předchůdce Tony Abbott se k této oblasti nestavil příliš vřele, když například větrné farmy označil za „vizuálně strašné a hlučné“. [128, 129, 130]

Uhelná a ropná lobby je jistě v mnoha zemích silná a do určité míry rychlejší rozvoj obnovitelné energetiky brzdí. Debata o smyslu určitých dotací, specifických podmínek či strategií energetické politiky je bezesporu důležitá a upozorňování na problémy obnovitelných zdrojů a jejich negativní důsledky nelze nic vytknout. Jestli něco však konstruktivní diskusi nepomáhá, tak to jsou ničím nepodložené výroky typu: „větrné elektrárny způsobují rakovinu“ (*Donald Trump - 2019*). Obnovitelná energetika před sebou má ještě dlouhou cestu, avšak věřím, že cestou není o ni šířit lži a diskreditovat ji, ale hledat společně cesty, jak pomoci jejímu co nejrychlejšímu rozvoji a zdokonalení do fáze přijatelné pro všechny.

4.4. Rostoucí spotřeba elektřiny spojená s rozvojem elektromobility

Na základě studií a odhadů by v případě nárůstu prodeje elektromobilů v Evropské unii z dnešního 1 milionu na 35 milionů v roce 2030 a cca. 190 milionů do roku 2050, došlo k navýšení celkového poměru elektromobilů na 34 %. To představuje nárůst o cca. 356 TWh neboli 10 % spotřeby elektřiny v EU. Tato hodnota představuje zhruba jedenáctinásobek souhrnné roční výroby jaderných elektráren Dukovany a Temelín. Je tedy zřejmé, že pro rozvoj elektromobility bude nezbytná nejen hustá síť dobíjecích stanic, ale také jejich dostatečné krytí ve formě navyšovaného instalovaného výkonu elektráren. Zajímavý je však i úhel pohledu, nastiňující možnost využití elektromobilu jakožto stabilizačního prvku rozvodné sítě. To by mohlo fungovat například tak, že v momentě vysoké produkce by řidiči byli ať už formou nižších cen, či jiným nástrojem motivováni dobít své elektromobily, a tím by zajistili odběr z rozvodné sítě a nedošlo by tak k jejímu přetížení. Tento způsob fungování by dozajista vyžadoval změnu myšlení uživatelů a přístupu k „tankování“ jako takovému. [131, 132]

Postupem času se nejspíše podaří vyvinout technologie a postupy, kterým se i s vysokým poměrem obnovitelných zdrojů v mixu podaří dosáhnout stabilní produkce. Do té doby bude však s vysokou mírou pravděpodobnosti nezbytná alespoň částečná kooperace uživatelů. I v případě, že by tento princip byl dodržován, bude ve většině případů nutné posílit rozvodné sítě a dílčí elektrické komponenty. Nejen z důvodu volatilitní produkce, ale také proto, že většina současných rychlonabíječek elektromobilů využívá velmi vysoké napětí. V současnosti pracuje většina elektromobilů s napětím 400 V, některé ale zvládají i dvojnásobek a další růst těchto hodnot nelze do budoucna vyloučit. Nabíjení z domácí sítě v rozumné časové délce tak bude často vyžadovat zřízení většího jističe a struktura elektrické sítě se také bude muset tomuto trendu přizpůsobit. Například na některých odlehlých současných čerpacích stanicích, kde lze v budoucnu očekávat výstavbu dobíjecích stanic, není vyloučena nutnost přestavby elektrických přípojek a rozvodných prvků pro zajištění bezpečného a stabilního nabíjení i ve špičkách. [133, 134]

4.5. Recyklace a likvidace

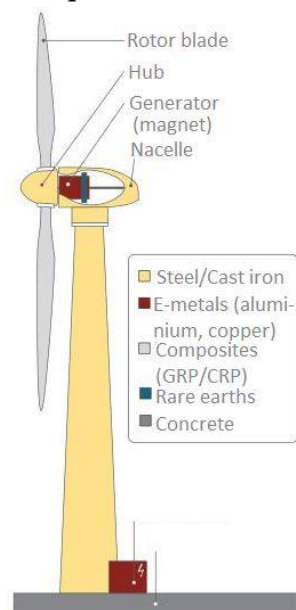
Často se ve veřejném prostoru setkáme s diskusemi o likvidaci uhelných a jaderných elektráren, které jsou vzhledem k datu stavby obvykle v současnosti na konci svých životních cyklů, či jsou cíleně odstavovány. U solárních a větrných elektráren se o této nevyhnutelné součásti zatím příliš nemluví, postupem času bude otázka jejich recyklace vzhledem k neustále rostoucímu objemu instalací nabývat na významu.

Bloomberg New Energy Finance očekává, že v roce 2025 bude z elektromobilů vyjmuto 600 tisíc tun baterií a zhruba podobný objem lze očekávat i v oblasti solárních panelů. Z hlediska větrné energie je předpoklad organizace IRENA 300 tisíc tun vysloužilých větrných lopatek. [150]

Je zřejmé, že tato sílící komplikace bude muset být řešena. Přesto, že většina zdrojů směřuje do vývoje a zdokonalování těchto technologií, pakliže mají představovat opravdu udržitelnou budoucnost, je nezbytné, aby byl udržitelný celý jejich životní cyklus.

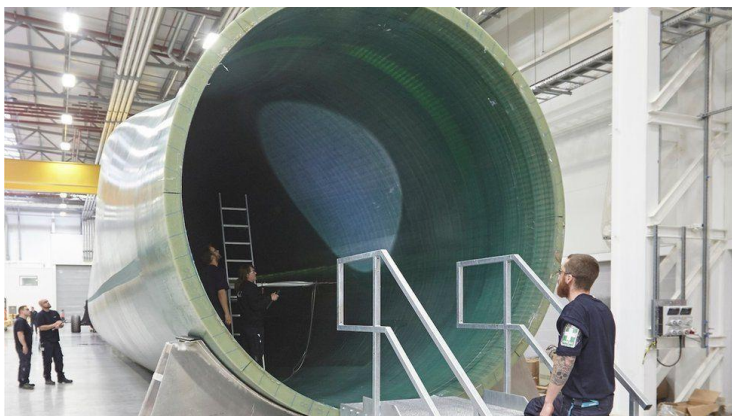
Recyklace větrných elektráren

Část celého zařízení lze opětovně používat (hlavní věž je obvykle vyrobena z ocele či železa), avšak samotné lopatky musí být vyměněny a zlikvidovány. Lopatky jedněch z prvních instalovaných větrných elektráren z devadesátých let mají většinou životnost cca. 25 let. Obvykle jsou vyráběny ze sklolaminátu, některé dokonce z karbonových vláken. Oba tyto materiály je velmi složité recyklovat. Jedním z možných řešení je chemický proces zvaný pyrolýza, kdy dochází k rozkladu v pecích o teplotě 450-700 C na drobné pelety využitelné například při výrobě lepidel, barev či betonu. Problémem této technologie je však její vysoká energetická náročnost. Další komplikací pro likvidaci a manipulaci obecně, jsou neustále se zvětšující rozměry. Zatímco ještě před zhruba 20 lety byly největší „větrníky“ široké řádově desítky metrů, současný rekordman



Obrázek 11 - Rozdělení materiálů ve větrné elektrárně [163]

GE Heliade-X dosahuje průměru 220 m a výšky 260 m. Takové lopatky je výrazně složitější nejen instalovat, ale také recyklovat a dále zpracovávat. Klíčový je vývoj nových či inovovaných materiálů, díky kterým dojde nejen k prodloužení životnosti, ale eventuálně také k lepší recyklovatelnosti či jiné zpracovatelnosti. I přesto, že lopatky nejsou jako odpad zdraví či životnímu prostředí nikterak významně škodlivé, jejich rostoucí počet a prostorová náročnost představuje problém, který nesmí být opomenut. [135, 136, 137, 138, 139]



Obrázek 12 - Průřez nosnou částí větrné elektrárny [164]

Recyklace fotovoltaických panelů

Stejně jako v případě větrné energie ani solární panely nemají neomezenou životnost. Ta se pohybuje v řádově podobném horizontu, cca. 30 let. V případě velmi kvalitních panelů a tolerance určitých výkonových ztrát je možné je využívat i déle. Pokud by nedocházelo k recyklaci, bylo by k roku 2050 uloženo celosvětově na skládkách více než 60 milionů tun solárních panelů. Stejně jako v případě kompozitových lopatek není proces recyklace úplně jednoduchý. [140]

V případě silikonových článků spočívá nejdříve v manuální separaci jednotlivých částí/materiálů. Drtivou většinu skla je možné opětovně použít, stejně tak kovové části panelu. Ostatní části jsou ohřáty při teplotě 500°C, tak aby došlo k uvolnění vzájemných spojů. Křemíkové destičky jsou pomocí kyseliny odleptány a poškozené destičky jsou roztaveny pro opětovné zpracování. Celým tímto procesem tak lze dosáhnout 85 % zrecyklování křemíkové části panelu. [140, 141]

V případě tenkovrstvého (thin-film) panelu probíhá recyklace mechanicko-chemickou metodou. Nejdříve jsou panely důsledně nadrceny na „díly“ ne větší než 5mm. Tato velikost je důležitá proto, že při ní dojde k porušení laminace, která drží jednotlivé součásti pohromadě a jednotlivé složky tak mohou být separovány. Stříbro a jiné vzácné kovy jsou získávány pyrometalurgicky. Tato metoda sice nevyžaduje takový podíl manuální práce, jejím výsledným produktem jsou však pouze drcené druhotné suroviny. Pro tenkovrstvé panely je tato metoda ovšem jediná možná. [140, 141]

Otázce recyklace solárních panelů se věnuje organizace PV CYCLE založená v roce 2007, působící primárně v zemích Evropské unie. Tato nezisková organizace pracuje jak s konkrétními firmami, tak s jednotlivými státy a spoluvytváří fyzické i legislativní podmínky pro co nejefektivnější a nejbezpečnější recyklaci PV panelů, baterií, elektrických zařízení a dalších průmyslových odpadů. Dle současných zákonů a pravidel platných v Evropské unii (WEEE-Waste from Electrical and Electronic Equipment) jsou za proces recyklace zodpovědní výrobci, přepravci a dovozci. Organizace jim nabízí služby poradenství a pomoc pro splnění veškerých zákonných požadavků formou jak kolektivních, tak i na míru šitých řešení pro velké firmy a koncerny. [142, 143, 144]

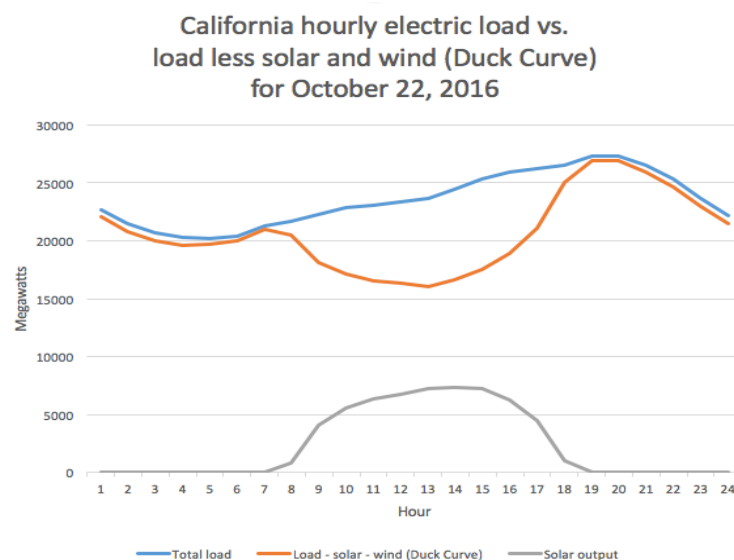
5. Ukládání energie

5.1. Úvod

I přesto, že samotná výroba energie z obnovitelných zdrojů je náročná a zatím ani zdaleka nedosahuje významného procentuálního zastoupení ve většině energetických mixů, čím dál tím větší pozornost je směřována k otázce skladování této energie. [12]

V některých případech se bezemisní elektrárny dostávají do absurdní situace, kdy musí být vypnuty, jelikož jejich mimořádně vysoký výkon způsobený různými vlivy (extrémní vítr, slunečné počasí, povodně) není kde uplatnit, neboť krátkodobá energetická poptávka je poměrně stabilní. Tento problém se na plno ukázal v americké Kalifornii, která svou transformaci k bezemisní energetice bere velmi vážně a pravidelně navyšuje počty solárních i větrných elektráren. Vzhledem k charakteru solární energetiky, která logicky produkuje maximum elektřiny kolem poledne a naopak po setmění nedodává do sítě vůbec, docházelo k přetížení sítě v době nízké poptávky kolem poledne a solární parky tak museli být buď vypínány, nebo Kalifornie platila okolním státům, aby od ní energii odebírali a nedošlo k přetížení. [13]

Tento jev lze sledovat na křivce zvané „duck curve“, neboli křivka/tvar kachny. Na té je jasně vidět, že od roku 2012 se, se zvyšujícím se počtem solárních elektráren snižuje energetická poptávka po tradičních energetických zdrojích. Problémem však je, že vzhledem k principu solárních panelů k tomuto poklesu dochází jen během poledne, a naopak při setmění, kdy energetická poptávka vrcholí, musí přijít na řadu standardní elektrárny. To není vůbec snadné, protože jaderné, uhelné a další elektrárny z ekonomických a technických důvodů nemohou měnit svůj výkon takto nepravidelně. [14]



Obrázek 13 – Duck Curve [165]

Jedním z hlavních problémů obnovitelné energetiky a solární především je nemožnost vyvážit a dlouhodobě udržovat nabídku s poptávkou. V případě, že bychom podíl solárních panelů ještě zvýšili, dostaneme se do situace, kdy bychom byli závislí na zdroji, jež generuje maximum energie v čase, kdy jí vyžadujeme minimum.

Tento problém lze řešit několika nedokonalými řešeními. Jedním z nich je systém mezistátní či obecně řečeno co největší provázané elektrické sítě. Tomuto řešení je věnována samostatná podkapitola - 3.4. Druhým řešením je přechodné ukládání přebytečné energie a její využívání ve chvílích vyšší poptávky. Na rozdíl od fosilních paliv, která časem degradují minimálně a jejich úschova je finančně, technicky i energeticky relativně nenáročná, je uchování již vyrobené elektrické energie ve velkém měřítku zatím značně složité a nákladné.

Popíšu tři z hlavních technických řešení: **baterie, vodík a syntetická paliva.**

5.2. Baterie

Běžně používané zařízení pracující na principu přeměny elektrické energie na energii chemickou. Známe je převážně jako energetický zdroj v menších spotřebičích, elektronice či osobních automobilech. V důsledku zvyšující se potřeby uchovávat elektrickou energii v donedávna nepředstavitelných objemech nabývají baterie a bateriová centra na čím dál tím větším významu.

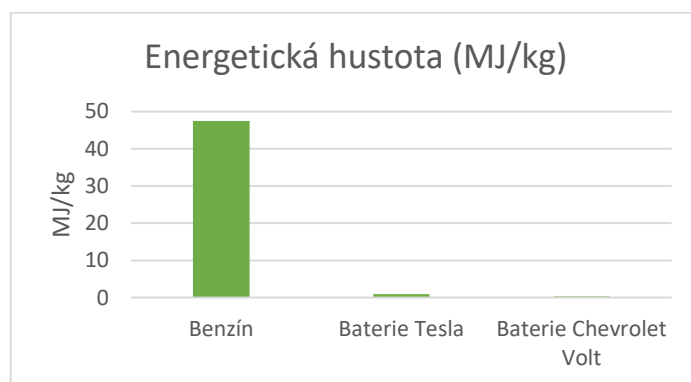
Jedním z největších inovátorů v oblasti baterií je americká automobilka Tesla spolupracující s japonským koncernem Panasonic. Ta kromě baterií do svých automobilů prodává i akumulátor Powerwall určený pro domácí využití. Ještě zajímavější je však její projekt Hornsdale power reserve severně nad australským městem Adelaide. Jedná se o jedno z největších bateriových center složených z jednotek Powerpack a vůbec největší centrum využívající lithium-iontové baterie na světě. Zajímavé je právě jeho využití v rámci větrné farmy. Problémem této australské oblasti totiž byly poměrně časté výpadky proudu a nestabilita v rozvodové síti. Právě v tomto směru pomáhají baterie jako vyvažovací prvek, který při vysokém výkonu větrných elektráren energii akumuluje a sanuje eventuální výpadek přispívá tak k vyšší stabilitě v síti. Tento projekt tak ukázal jedno z možných technologických řešení, jak vyvážit výkonovou nestabilitu obnovitelných zdrojů a umožnit zvýšení jejich podílu v celkovém energetickém mixu. [15,16,24]

Energetické výkyvy však nemusíme řešit pouze na úrovni hlavní rozvodové sítě. Několik firem již přichází na trh s bateriemi pro domácí využití. Princip jejich použití je velmi podobný; při aplikaci v rodinném domě disponujícím solárními panely, jehož většina energetických zařízení je elektrická (zejména z hlediska vytápění), mohou být battery packy využity například tak, že během dne, kdy je zátěž nízká, a naopak solární či větrná produkce vysoká, se baterie dobije a večer po příjezdu majitele (ideálně elektromobilem, či plug-in hybridem) je možné z baterie vozidlo dobít a zároveň dodávat energii pro fungování dané domácnosti. Toto řešení je samozřejmě využitelné v poměrně úzkém okruhu domácností a vyžaduje specifické podmínky k fungování, ale minimálně je to další z prvků, který umožňuje vyšší zastoupení obnovitelné energetiky a zároveň vyšší soběstačnost a decentralizaci na ústředních elektrárnách. [17,18,25]

5.2.1. Technické limity

V současné době existují již velmi efektivní baterie, jak z hlediska technického, tak i ekonomického. I přes klesající cenu má tento způsob ukládání stále několik úskalí, která omezují jeho větší využití. Jedním z hlavních je vysoká hmotnost baterií, která je problematická zejména při využití v dopravě, ale může způsobovat i komplikace při pevných instalacích z hlediska nosnosti. Například elektrické letadlo by pro rozumný dolet potřebovalo obrovské množství baterií, které by zvýšili hmotnost tak, že by konečná spotřeba energie a dolet byl nepoužitelný. I v případě elektromobility lze sledovat výrazně vyšší hmotnost elektroaut ve srovnání s jejich spalovacími ekvivalenty. [69,70]

V případě elektromobilu Chevrolet Volt vychází energetická hustota skladovaná v bateriích na 0,3 MJ/kg. Benzín má nesrovnatelně vyšší hodnoty a to: 47,5 MJ/kg. Se zdokonalujícími se technologiemi se energetická hustota baterií zvyšuje, i tak je však evidentní, že je řádově nižší. [69]



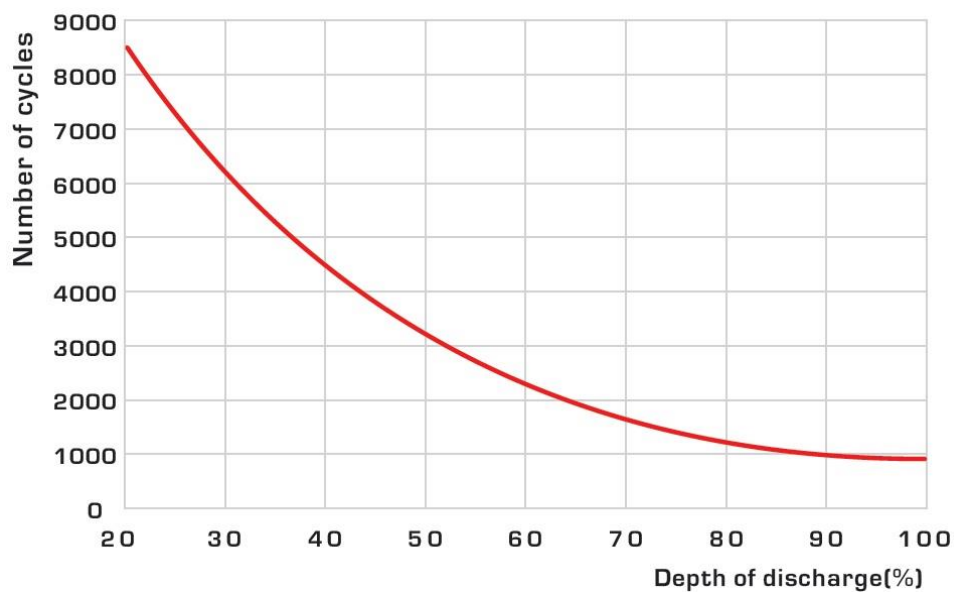
Graf 1 - Energetická hustota benzínu a baterií

Některé z těchto problémů nejsou v případě pevných aplikací, jakými jsou solární elektrárny, takovým problémem, avšak stejně je potřeba o nich vědět a počítat například s nutností velkého prostoru pro jejich instalaci.

Dalším problémem je snížená výdrž baterie v chladných podmínkách. Baterie jsou obvykle navrženy pro optimální funkci při pokojové teplotě. Obecně můžeme říct, že pakliže je baterie navržena pro fungování za teploty 27 °C, při poklesu na v mnoha oblastech běžných -18 °C, využitelná kapacita baterie klesne téměř na polovinu. To je dáno zvýšeným třením uvnitř baterie. Teplota nemá vliv jen na okamžitou využitelnou kapacitu, ale i na celkovou trvanlivost. V případě dlouhodobého používání při teplotě 30 °C, tedy o 10 °C více než je provozní optimum, její životnost se sníží o zhruba 20 %. Pro případ stavby solární či větrné elektrárny v extrémně teplých či chladných podmínkách je tedy nezbytné počítat s nižší efektivitou a využitelnou kapacitou nebo instalovat klimatizaci či vytápění pro vytvoření optimálních provozních podmínek. Ve většině vyspělých zemí investor ani nemá na výběr, jelikož legislativa poměrně přesně stanovuje rámcovou podobu místnosti, ve které mohou akumulátory být, tak aby byl jejich provoz maximálně bezpečný a efektivní. [71,72,152]

Poslední důležitou technickou limitací je časem se snižující kapacita baterie a s tím související trvanlivost. V případě velkokapacitních baterií používaných v kombinaci se solární elektrárnou se obvykle udává horizont životnosti 5-15 let. To tedy znamená, že na jeden životní cyklus

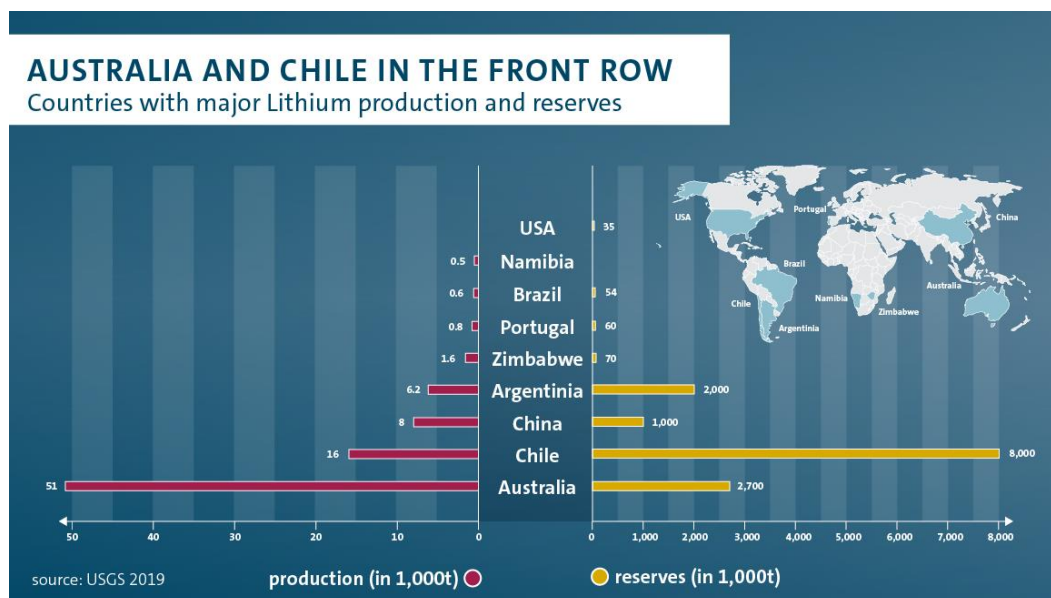
solárních panelů je třeba baterie alespoň jednou vyměnit. Životnost baterií lze významně ovlivnit způsobem jakým jsou využívány. Většina baterií není možné vybit úplně na 0 % jelikož potřebují alespoň nezbytně nutné minimum pro zachování chemického procesu. Tato hodnota označovaná jako „Depth of discharge“ se udává v procentech a uvádí, jak velká část z celkové kapacity je možné vyčerpat. Výrobci obvykle poskytují záruku vyjádřenou v procentech původní kapacity po určitém počtu pracovních cyklů. Například mohou garantovat 75% původní kapacity baterie po 7 000 cyklech. Je proto důležité při výběru nehlédět jen na cenu, ale vybrat dostatečně kvalitní produkt, který splní předem zvolené parametry po co možná nejdelší dobu. Velmi levná baterie totiž může ztrácet svou kapacitu rychleji a v důsledku brzké nezbytné výměny pak ani nemusí dojít k zamýšlené úspoře nákladů. [73,74]



Obrázek 14 – Závislost vybití na počtu operačních cyklů [166]

5.2.2. Problematika těžby dílčích materiálů

Jedním z hlavních problémů energetiky založené na spalování fosilních paliv je, že tyto zdroje v určitém okamžiku dojdou. Baterie však této limitace taktéž nejsou ušetřeny; k jejich výrobě je totiž třeba vzácných kovů, které se nacházejí jen na omezeném počtu světových ložisek. Jedná se o kobalt, nikl a zejména lithium.



Obrázek 15 - Přehled světové těžby vzácných kovů [167]

Na této grafice lze vidět, že těžba lithia probíhá z více než 60 % v Austrálii a že vzhledem k současným odhadům bude tímto tempem vyčerpána za pouhých 53 let. Výrazně větší objem je odhadován v Chile, kde je i tempo těžby nižší. I tak je však evidentní, že masové rozšíření výroby baterií využívající lithium povede časem ke stejnému problému, s jakým se potýkáme nyní v případě fosilních paliv. [75]

Dalším často skloňovaným aspektem je bezpečnost těžby a vhodnost pracovních podmínek zejména v afrických zemích. Často se mluví o dětské práci při těžbě kobaltu v Kongu, kde probíhá přes 70 % jeho těžby. Kongo disponuje značným množstvím snadno dostupného kobaltu, které často těží rodiče se svými dětmi. Tito pracovníci obvykle kobalt prodávají překupníkům, kteří jej následně prodají odběratelům. Přesto, že je na velké technologické firmy vyvíjen tlak, aby hlídaly, jakým způsobem tyto materiály získávají, mnohdy neexistuje přímá vazba mezi těmito pracovníky a velkými firmami. Situaci nepomáhá ani slabá regulace a legislativa převážně málo rozvinutých zemí. [76,77]

Z těchto a mnoha dalších důvodů se tak hledají alternativní způsoby ukládání energie. Momentálně nejnadějnějším se jeví vodík.

5.3. Vodík

Nejrozšířenější známý prvek v našem vesmíru (75 %), jehož význam ve světové energetice a mobilitě pomalu, ale jistě roste. Jeho výhodou je nevyčerpatelnost (minimálně praktická), nulové emise a vysoká energetická hustota. Již v prvním desetiletí 21. století představila Honda svůj první vůz s vodíkovým pohonem – model FCX. Ten využíval běžných elektromotorů k pohybu, avšak pro skladování energie zvolila Honda místo standardních akumulátorů vodíkové články. Ty následně za jízdy uvolňují z vodíkových nádrží energii, kterou dodávají elektromotoru a jediným „odpadním“ produktem je voda. Vodík se může zdát jako jednoduché bezproblémové řešení. Je pravda, že existují automobily i technologie, které s ním pracují a využívají ho, jeho masové využití je ovšem velmi náročné, a to z několika důvodů. [19,20]

5.3.1. Výroba

Výroba vodíku je mimořádně energeticky nákladná. V současné době je přes 90 % vyráběno tzv. parním reformingem zemního plynu. Jedná se o momentálně nejlevnější, ale také nejméně ekologické řešení. Jde o proces, při kterém reaguje metan a vodní pára, čímž vzniká vodík a oxid uhličitý. Na jednu stranu je tento proces poměrně účinný (cca. 80 %) jeho nedílnou součástí jsou však vysoké emise v poměru *vyrobený vodík: vyprodukovaný oxid uhličitý - 1:5,5*. Tato výrobní cesta tedy nedává smysl, pakliže je naším cílem využívání vodíku jakožto bezemisního zdroje. [20,26]

Druhým způsobem, jak získávat vodík je obvyčejná elektrolýza vody. Tento jednoduchý proces známý již ze základních škol, probíhá tak, že pomocí dodané energie rozštěpíme vazbu mezi kyslíkem a vodíkem a získáme tak separovaný využitelný vodík. Tento proces je sice teoreticky bezemisní, jeho účinnost však činí jen cca. 65 % a na výrobu 1 kg vodíku potřebujeme devítinásobek vody a 60 kWh elektřiny. [20,27]

Spotřeba elektrické energie na výrobu nosiče elektrické energie se může jevit jako nesmyslná, při určitém typu využití ovšem tato technologie smysl dává. Například v případě již zmiňovaných solárních a vodních elektráren může být při přebytečné produkci tato energie uplatněna k výrobě vodíku, který v sobě energii umí uchovat. Následně jej lze použít jako zdroj dodávající elektřinu zpět do sítě, jako palivo do automobilů, ale také jako samostatný produkt využitelný v chemickém průmyslu. [20]

5.3.2. Efektivita

Elektromotory využívající vodík dosahují významně vyšší efektivity než motory spalovací (cca. 90 % vs. 25 %), ale i při jejich operaci dochází k významným ztrátám. Nejen, že v případě elektrolytické výroby vodíku dochází ke ztrátám vlivem fungování měniče převádějícího obvyklý stejnosměrný proud ze sítě na proud střídavý nezbytný pro započatí elektrolýzy, dále je třeba opět změnit střídavý proud z palivových článků na stejnosměrný, se kterým pracuje koncový elektromotor. Celková efektivita vodíku od výroby po konečný výkon elektromotoru tak činí v lepším případě 38 %. V případě použití klasických baterií je efektivita zhruba dvojnásobná. [19,21,28]

5.3.3. Skladování a transport

Další problém představuje skladování a transport. Kdyby vodík byl vyráběn na místě určení (např. čerpací stanice) je třeba ho skladovat. Problém je, že vodík má velmi nízkou hustotu. Je tak prostorově velmi náročný na skladování, proto je třeba jej stlačit. Energie potřebná pro stlačení na tlak 700 atmosfér představuje však nezanedbatelnou ztrátu původní energetické kapacity. Druhou možností je zkapalnění vodíku do formy zvané LH2 extrémním zchlazením na teplotu - 253 C. Tato forma je sice lehčí než srovnatelný objem stlačeného vodíku, což je ideální pro transport a další manipulaci, je však třeba brát v potaz, že tento proces je extrémně energeticky náročný, představuje ztrátu více než 40% původní energie, což je více než v případě stlačení. [21, 22, 29, 30,31]

Máme tak na výběr mezi dvěma variantami, vyrábět vodík centralizovaně ve velkých centrech za nižší cenu, ale s vysokými náklady na převoz, nebo jej vyrábět lokálně v menším měřítku a tedy draž, s tím že v tomto případě odpadá nutnost nákladného transportu. [21,22]

5.3.4. Bezpečnost

Asi každému se při kombinaci slov vodík a bezpečnost vybaví vzducholod' Hindenburg a její tragické vzplanutí na konci cesty z Frankfurtu do New Jersey v roce 1937, které stálo život 35 osob na palubě. Od této tragické události nás však dělí přes 80 let a současné znalosti a dostupné technologie a materiály umožňují při dodržení nezbytných opatření téměř bezrizikové používání tohoto elementu. Při srovnání vodíku s fosilními palivy naopak zjistíme, že je v mnoha aspektech méně nebezpečný. [145, 146]

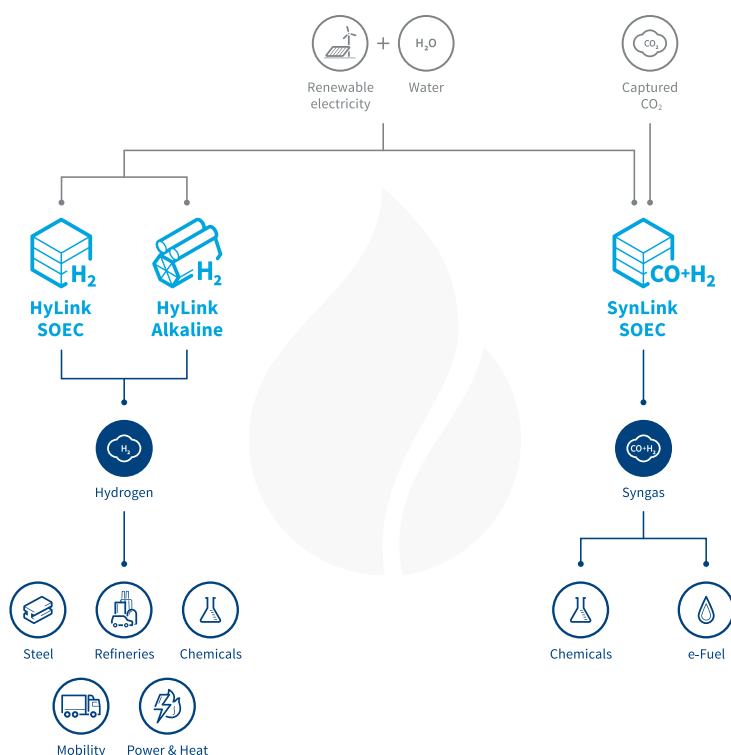
Jeho první výhodou je, že není nikterak toxický a neobsahuje na rozdíl od fosilních paliv karcinogenní či jiné zdraví nebezpečné látky. Pakliže nedojde k vznícení, eventuální únik není jakkoliv poškozující pro životní prostředí. Díky velmi nízké molární hmotnosti ve srovnání se vzduchem - 1 g vs. 28,96 g nastane v případě úniku velmi rychlé a rovnoměrné rozprostření v atmosféře, což dále snižuje riziko vzplanutí. Výpary z benzínu jsou naopak těžší než vzduch a drží se tak u země. Dalším pozitivním faktorem je, že plamen vodíku má nižší teplotu než plamen hořícího benzínu. V neposlední řadě je třeba říct, že zatímco benzín může vzplanout při koncentraci kyslíku již od cca. 1 % tak vodík potřebuje minimálně dvoucifernou hodnotu a to sice 18-59 %. [146, 147]

Automobilka Toyota testovala důsledky porušení vodíkových nádrží v případě srážky či průstřelu. Uskutečnila testy se stovkami automobilů Mirai a nedošlo k nikterak nebezpečným situacím či výbuchům. Konkurenční automobilka Hyundai dokonce pro svůj vodíkový model Nexu obdržela plný počet pěti hvězdiček v CrashTestu organizace Euro NCAP. [148, 149]

O žádném z paliv už z principu nelze říct, že je stoprocentně bezpečné, důležité je však mít dostatečné znalosti, data a v souladu s tím k dané látce přistupovat a využívat ji v souladu s veškerými bezpečnostními opatřeními. V takovém případě není důvod k obavám z vyšší míry rizika ve srovnání s konvenčními palivy, často právě naopak.

5.4. Syntetická paliva – Firma Sunfire

Sunfire je energetický start-up sídlící v německých Drážďanech. Zmínil jsem ho již v souvislosti s ocelářskou společností Salzgitter. Sunfire se zabývá vývojem technologií spojených s vodíkem a výrobou syntetických paliv. Jejich produkce či zatím spíše vývoj se dělí na dvě části, první se věnuje výrobě vodíku jako koncového produktu a druhá oblasti syntetických paliv. Jejich výroba probíhá sloučením vodíku a zachyceného oxidu uhličitého z atmosféry, výsledná sloučenina je nazývána Syngas a může být využita buď v chemikáliích (například k výrobě methanolu či amoniaku), nebo jako palivo ve spalovacích motorech. [78]



Obrázek 16 - Struktura použití syntetických paliv Sunfire [168]

Jedním z pilotních projektů firmy, který by měl ukázat potenciál této technologie je komplex nedaleko norského Sandefjordu zvaný Norsk e-Fuel. Na tomto místě má od roku 2023 docházet k výše popsanému procesu PtL (Power-to-Liquid). V tomto konkrétním případě bude výsledným produktem letecké palivo. Na projektu spolupracuje několik firem včetně výrobců větrné elektriny či firmy Climeworks AG specializující se na získávání oxidu uhličitého z atmosféry. Do roku 2023 je plánováno dosáhnout produkce 100 milionů litrů leteckého paliva ročně. V orientačním přepočtu je to dostatek paliva na více než 2000 zpátečních letů z Londýna do New Yorku letounem Boeing 737. Pokud bude projekt úspěšný a technologie fungční, bylo by možné tímto způsobem vyrábět určité množství leteckého paliva přímo na letištích, které disponují velkými plochami, na které lze umístit solární panely a další energetické zdroje. V případě výroby standardních paliv jako je benzín či nafta, by pak byla možná aplikace například v přístavech, v překladních skladech či přímo v sídlech spedičních firem. Okamžitá výroba snadno skladovatelného paliva totiž do velké míry řeší stále opakovaný problém nestability elektrické produkce. [79,80]

5.5. Závěr

Ukládání energie je v současnosti bezesporu jedna z největších výzev v obnovitelné energetice. Výrazný průlom v této oblasti je klíčový pro další, jak technologický, tak kvantitativní rozvoj obnovitelné energetiky. Momentálně dominantně využívanou technologií jsou baterie, která však i přes významná zdokonalování v průběhu posledních let stále vychází z několik desítek let starého konceptu a její limity jsou zřejmé. Nejde jen o kapacitu, problematická je i hmotnost, náročnost výroby, potřeba vzácných kovů a další.

Velkou naději tak pro mnohé představuje vodík, který sice v současné době za bateriemi zaostává, avšak jeho potenciál je obrovský. Technologie ani infrastruktura zatím neumožňují jeho masivní využití, minimálně dle slov významných analytiků a investorů se však dá očekávat, že se to v dohledné době změní, a právě tento nejjednodušší plynný chemický prvek se stane budoucností energetiky.

6. Ekonomické posouzení investice do obnovitelného zdroje energie

6.1. Úvod

V rámci praktické části se zaměřím na posouzení investice modelové firmy, která má za cíl zvýšit svůj podíl využívání obnovitelné energie. Byť se nejedná o konkrétní případ, hodnoty a částky jsou voleny tak, aby co nejlépe odrážely současné možnosti na trhu. Mým cílem je navrhnout konkrétní technologické řešení, vyhodnotit jeho ekonomickou návratnost a stanovit klíčové faktory, které pomohou při rozhodování o takovéto investici na základě provedené studie.

Při volbě výchozích hodnot jsem vycházel z publikace *Energy Efficient Technologies for Industry and Best Practice* organizace Engine, která se zaměřuje na energetickou efektivitu středně velkých firem (SME – small to medium enterprises). Ta uvádí několik firem včetně jejich zaměření, energetického mixu a spotřeby. Vybral jsem si tři podobně velké strojírenské firmy. [81]

1. Plast Petter – firma zabývající se výrobou plastových dílů a jejich následným zpracováním. Čítá 33 zaměstnanců a její roční obrat (2015) byl 3,5 milionu EUR. Klíčový je pro mě však jediný údaj, a to sice roční spotřeba elektrické energie ve výši **550 MWh**.
2. Blomdahls – firma zabývající se výrobou a zpracováním ocele a ocelových dílů. 28 zaměstnanců a roční obrat 2.3 milionu EUR. Roční spotřeba elektrické energie – **800 MWh**.
3. Gloucestershire Engineering – výroba ložisek. Roční spotřeba elektrické energie – **490 MWh**.

Průměrná hodnota roční spotřeby elektrické energie těchto tří firem je **613 MWh**, s touto hodnotou budu nadále pracovat jako s výší roční spotřeby mého modelového podniku.

Vycházím ze stavu, že se daný podnik na výrobě elektrické energie nikterak sám nepodílí a 100 % jí odebírá od svého dodavatele. Nebudu se zabývat možnostmi energetických úspor v rámci podniku. Byť je to bezesporu první věc, na kterou by se měl jakýkoliv subjekt cílit na zvýšení energetické efektivity a snížení environmentálního dopadu zaměřit, není to předmětem této práce.

Cenu za 1kWh energie jsem stanovil na **4,08 Kč**. Došel jsem k ní na základě ceníku společnosti ČEZ v tarifu Co3d pro vysokou spotřebu, výpočtem roční ceny včetně všech fixních poplatků a následně vydělené celkovou spotřebou 613 MWh. Průměrná cena pro domácnosti v roce 2020 byla **4,61 Kč**, vzhledem k vysokému odběru a častým individuálním tarifům v případě velkých firem můžeme hodnotu 4,08 považovat minimálně v případě modelového případu za směrodatnou. [82]

Celková cena, kterou podnik ročně utratí za elektrickou energii je tedy:

$$4,08 * 613\ 000 = \mathbf{2\ 501\ 040,-/rok}$$

Stanovení těchto základních výchozích hodnot je klíčové pro následné kalkulace návratnosti a volbu vhodných řešení.

6.2. Stanovení výchozích parametrů

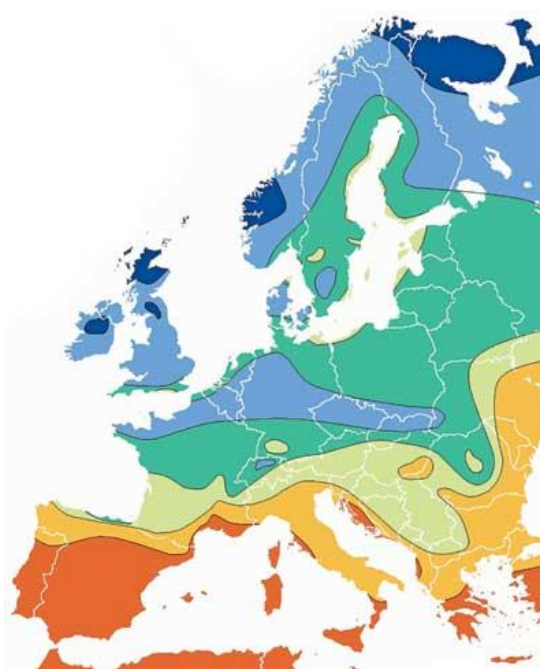
Mým původním záměrem bylo navrhnout mix několika zdrojů včetně větrné či geotermální energie. Vzhledem k povaze těchto technologií, které nedávají zatím příliš smysl v malém měřítku a nejsou obvykle používány jednotlivými subjekty, ale spíše v rámci velkých externích elektráren, jsem se rozhodl zvolit pouze kombinaci solárních panelů a bateriového uložení.

Důvody jsou dva, za prvé se jedná o v současnosti jednu z nejrozšířenějších technologií obnovitelné energetiky, díky čemuž je o ní dostatek dat, informací a je tak možné vypočítat poměrně přesnou kalkulaci projektu.

DÉLKA SLUNEČNÍHO SVITU (V HODINÁCH ZA ROK)

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  | méně než 1200 |
|  | 1200-1600 |
|  | 1600-1800 |
|  | 1800-2000 |
|  | 2000-2500 |
|  | více než 2500 |

Druhým důvodem je vhodnost tohoto řešení pro využití u samostatného subjektu, jelikož solární panely mají na rozdíl například od větrné energie smysl i v menším měřítku. Větrná elektrárna totiž nejlépe funguje ve velké výšce a při značně velkých rozměrech. Samostatná středně velká větrná elektrárna není příliš vhodná pro jednorázovou stavbu dodávající energii jedinému podniku. [83]



Obrázek 17 - Délka slunečního svitu [169]

Solární panely jsou v tomto případě vhodnější také proto, že zvolený podnik disponuje velkou plochou střechy, která je pro instalaci solárních panelů ideální a nezabírá tak další, jinak využitelný, prostor.

U každého podniku záleží vždy na jeho prostředí a charakteru. Některé firmy potřebují vysoký příkon 24 hodin denně, jiné přes noc většinu strojů vypínají, některé se nacházejí na místech s vysokým potenciálem pro využití obnovitelné energetiky u jiných je její aplikace téměř nemožná.

Pro zvolený modelový podnik bude potřeba dodávat stabilní vysoký příkon, a proto zhodnotím i variantu, kdy budou solární panely kombinované s bateriovými uložení, které vyváží

energetickou poptávku v průběhu dne. Při realizaci skutečného projektu je třeba vzít v potaz specifika dané lokality včetně průměrného počtu slunečných dnů v průběhu roku.

Na začátek je třeba stanovit několik údajů, podle kterých budeme investici posuzovat.

Prvním parametrem je lokace modelového podniku dle průměrného ročního počtu slunečných hodin. Volím pásmo, které v Evropě pokrývá oblast střední Francie, severní Itálie a několika balkánských států. Průměrná doba slunečných hodin zde činí cca. 1900. Pro srovnání, v ČR je tato hodnota cca. 1200-1800.

Dalším parametrem bude plocha střechy továrny, tu je třeba znát k určení maximálně možného množství instalovaných panelů. Na základě plochy výše zmíněných továren použitých pro určení spotřeby energie, dle satelitních map jsem stanovil plochu střechy k dalším výpočtům na 8000 m². Nelze samozřejmě pokrýt panely celou střechu, proto budu počítat s využitelnou plochou pouze **5500 m²** (odhad).

Při práci se solárními panely se používá jednotka Wp a znamená watt-peak, neboli výkon panelu při optimálních podmínkách. Těmi jsou teplota okolo 25 °C a jasná obloha. Za předpokladu ideálních podmínek tedy platí, že Wp=W. [84]

Pro výpočet ceny solárních panelů budu vycházet z Indexu pvXchange, což je ukazatel monitorující ceny solárních panelů na evropském velkoobchodním trhu již od roku 2009.

| Module class | €/Wp | Trend since March 2021 | Trend since January 2021 | Description |
|----------------------------|------|------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Crystalline modules | | | | |
| Bifacial | 0.34 | + 3.0 % | 0.0 % | Solar modules with bifacial cells, transparent back sheets or double glas modules, framed or unframed. |
| High Efficiency | 0.33 | + 3.1 % | + 3.1 % | Crystalline modules 330 Wp and above with PERC, HJT, n-type or back-contact cells, or combinations thereof |
| All Black | 0.34 | + 3.0 % | + 3.0 % | Module types with black back sheets, black frames and a rated power between 290 Wp and 390 Wp |
| Mainstream | 0.24 | + 4.3 % | + 4.3 % | Standard modules, typically with 60 multicrystalline cells, aluminum frame, white backsheet and 275 Wp to 325 Wp |
| Low Cost | 0.17 | - 5.6 % | + 6.3 % | Factory seconds, insolvency goods, used or low-output modules (crystalline), products with limited or no warranty |

Source: www.pvxchange.com

Obrázek 18 - Ceny solárech panelů dle pvXchange [170]

Na základě toho můžeme zvolit typ solárního panelu a zjistíme tak aktuální průměrnou cenu v přepočtu na jeden Wp. Vzhledem k obecné povaze tohoto modelového příkladu volím průměrnou hodnotu 0,25 EUR/Wp na základě spodních třech variant. Při kurzu 25,68 (ČNB ke dni 15.02.2021) to vychází na 6,42 CZK/Wp. Je však třeba vzít v potaz, že se jedná o velkoobchodní cenu obchodovanou na evropském spotovém trhu. Pro směrodatnější stanovení ceny za instalovaný výkon jsem vybral několik příkladů jak samotných panelů, tak i informací od energetických dodavatelů a poskytovatelů. [85]

| Zdroj | Typ | Cena za Wp (CZK) | Výpočet |
|------------------------|--------------------------------------|------------------|-------------------------------------------|
| Index pvXchange | Velkoobchodní cena – spotový trh | 6,42 | Dle přepočtu z EUR |
| Eon.cz | Maloobchodní cena – instalace pro RD | 10,94 | Panel 320 Wp Cena: 3500,- |
| Eshop – „neosolar“ | Maloobchodní cena - eshop | 8,81 | Sada 30 panelů -285Wp/ks - Cena 75 330,- |
| Eshop – „solarpartner“ | Maloobchodní cena - eshop | 8,32 | Sada 27 panelů - 330Wp/ks - Cena 74 142,- |

Tabulka 1 - Ceny solárních panelů

Z uvedené tabulky je vidět, že nejdražší jsou logicky panely určené k malé instalaci na rodinném domě. Panely zakoupené ve větším množství, a tedy s množstevní slevou jsou již o poznání levnější. Vzhledem k cílové ploše 5 500 m², která představuje zhruba 3 400 standardně velkých panelů je na místě počítat s určitou množstevní slevou, po zprůměrování třech nejnižších cen získáme hodnotu **7,8 CZK/Wp**.

Výkon Watt-peak v přepočtu na plochu určím na základě stejných zdrojů, ze kterých jsem stanovil cenu za metr čtvereční a sice z *Tabulky 2 – Ceny solárních panelů*. Většina panelů na trhu, včetně výše uvedených mají plochu 1,6 m². V tabulce indexu je uvedeno rozpětí výkonu 275 – 325 Wp čemuž zhruba odpovídají i další dva vybrané panely, zvolím tedy hodnotu 300 Wp, což v přepočtu na 1 m² vychází na: [86]

$$\frac{300}{1,6} = 187,5 \text{ Wp/m}^2$$

Přepočet z watt-peak (Wp) na Wh opět závisí na lokalitě a její slunečnosti. Použil jsem online program Global Solar Atlas, který zobrazuje pro libovolné místo na zemi průměrný roční solární výkon včetně dalších stěžejních informací nutných pro výpočet odhadovaného výkonu instalace. Vzhledem k dříve vybranému pásmu 1900 slunečných hodin ročně, jsem na této interaktivní mapě zvolil bod odpovídající této oblasti. Souřadnice tohoto bodu jsou 45°26'27", 10°59'31" a roční výkon zde vychází na **1 406 Wh/Wp** – jedná se o oblast průmyslové severní Itálie u města Verona. Tato hodnota je zřejmě největší proměnnou v rámci řešené instalace, jelikož jen v rámci Evropy se hodnoty liší od 600Wh/Wp (Skotské Higlands) až po 1800Wh/Wp (Španělsko – Andalusie), zvolená hodnota je tedy o něco vyšší než střední hodnota. Nyní máme stanovené veškeré výchozí hodnoty a můžeme provést výpočet celkové ceny projektu a jeho návratnosti. [87]

6.3. Zhodnocení investice – úvodní úvaha

Celkovou cenu za solární panely určím pomocí dostupné plochy 5 500 m², stanoveného Wp na metr čtvereční a cenu za Wp.

$$5\,500 * 187,5 * 7,8 = \mathbf{8\,043\,750\, CZK}$$

Celkový roční výkon takové instalace spočítáme po vynásobení hodnotou **1406 Wh/Wp**.

$$5\,500 * 187,5 * 1\,406 = \mathbf{1\,449\,937\, kWh = 1\,449\, MWh}$$

Když výslednou hodnotu srovnáme s roční spotřebou elektřiny ve výši 613 MWh, je vidět, že solární instalace v takovémto rozsahu významně převyšuje energetickou potřebu daného podniku. Jedním z řešení je postavit projekt v tomto maximálně velkém provedení a přebytečnou energii prodávat. Cena vykupované energie dodávané zpět do sítě je však obvykle velmi nízká, což by výrazně negativně ovlivnilo návratnost. Bude proto lepší přepočítat na základě daných parametrů dostatečnou plochu, kterou bude třeba zastavit, tak aby výkon korespondoval s energetickou poptávkou dané firmy.

$$\frac{613\,000\,000}{1\,406 * 187,5} = \mathbf{2\,325\, m^2}$$

Pro uspokojení energetické poptávky firmy tedy stačí instalace na ploše pouze 2 325 m². Nová cena solárních panelů tedy bude:

$$2\,325 * 187,5 * 7,8 = \mathbf{3\,400\,312\, CZK}$$

Pro kontrolu provedu opět výpočet celkového ročního výkonu:

$$2\,325 * 187,5 * 1\,406 = \mathbf{612\,928\, kWh = 613\, MWh}$$

Pakliže by tato cena byla konečná a vedla by k dokonalé energetické soběstačnosti, došlo by k úspoře 100 % nákladů na energii a tedy návratnosti:

$$\frac{3\,400\,312}{2\,501\,040} = 1,3596 = \mathbf{1\, rok\ 4\, měsíce}$$

Tato hodnota je samozřejmě **nereálná**, a to z několika důvodů. Prvním je dosavadní nezapočítání ostatních nákladů (invertor, regulátor, kabely) a instalační a administrativní práce. Druhým je nezapočítání časové hodnoty peněz. A třetím skutečnost, že takto navržená elektrárna počítá s konstantním výkonem v průběhu celého roku, což samozřejmě vzhledem k povaze této technologie není možné. Jak již bylo výše uvedeno, jednou z cest je prodej přebytečné energie v letních měsících zpět do sítě a v hodinách po setmění či v zimním období dotovat podnik konvenční elektřinou z distribuční sítě. Díky současným technologickým možnostem se nicméně nabízí další varianta. Jedná se o takzvanou hybridní elektrárnu, která k ukládání přebytečné energie využívá akumulátory. Tuto problematiku jsem již popisoval v teoretické části. Největším problémem solární energie je její vysoká volatilita, což lze řešit

instalací vysokokapacitních průmyslových akumulátorů či výrobou a následným ukládáním vodíku či syntetických paliv. V rámci této praktické části zvolím jako uložení akumulátor.

Uvedu dva případy, v jednom by byla zvolena pouze stavba solárních panelů bez akumulace a v druhém případě stavba akumulátoru odpovídající velikosti.

6.4. Zhodnocení investice-použití akumulátoru

Kombinace akumulátorů se solárními panely je čím dál tím rozšířenější řešení. Jejich použití totiž částečně pokrývá onen neustále opakovaný problém výkonové nestability. V rámci domácích použití a menších projektů se obvykle volí solární panely, které pokrývají pouze určitou část spotřeby daného objektu a zbytek je napájen z běžné rozvodné sítě. V případě větší instalace totiž může zejména v letních měsících docházet k vyššímu výkonu, než jaký je využitelný a v takovém případě je daná elektřina prodávána zpět dodavateli za velmi nízkou cenu. [88]

Baterie mohou podnikům sloužit také k dalšímu účelu. Většina velkých odběratelů má totiž smlouvu nastavenou koncepčně jinak než domácnosti. Neplatí totiž za velikost jističe, ale za rezervovanou kapacitu. Ta se obvykle vypočítává podle spotřeby podniku a v rámci čtvrt hodinového intervalu nesmí být překročena. Pakliže by k překročení tohoto limitu došlo, musí podnik za každý kW nad tuto hranici zaplatit 360 Kč (2019), což je skoro stonásobek běžné ceny. Dle konzultace s expertem z energetické firmy, dojde k překročení u zhruba každé třetí firmy. Taková situace může nastat například v letních měsících, kdy je klimatizace spuštěna na plný výkon a ve stejný moment pracovníci zapnou v krátkém časovém úseku několik strojů najednou. Existují již chytrá zařízení, která v případě blížícího se dosažení limitu na tuto skutečnost upozorní a například vypnou v tu chvíli zbytečné přístroje, pro spoustu firem je však právě tato problematika jedním z důvodů, proč využití baterií zvažují. [89, 90, 151]

Někteří dodavatelé poskytují v rámci svých energetických tarifů takzvanou virtuální baterii, která by velmi zjednodušeně měla fungovat tak, že nadbytečně vyrobená energie se „připíše“ na konto virtuální baterie a tento objem může následně odběratel čerpat, aniž by mu byl účtován. Využití takovéto služby však bývá zpoplatněno, v ČR se ceny podle tarifu pohybují v řádech stovek korun za MWh. Služba jistě může dávat ekonomický smysl, v případě menších investic, kde je důraz na nízké kapitálové náklady (CAPEX). V případě velkého průmyslového projektu, kterému se zde věnuji, bude však lepší zvolit instalaci fyzického akumulátoru přímo v rámci podniku. Další motivací pro toto rozhodnutí je i skutečnost, že popsany koncept virtuální baterie by do budoucna nemohl fungovat v případě masivního rozšíření, jelikož současná distribuční síť nedokáže zpracovat takto velkou výkonovou volatilitu. Vycházím z předpokladu, že vybraný podnik je vysoce automatizovaný a výroba v rámci něj probíhá 24 hodin denně. Je třeba říct, že není příliš reálné, aby baterie zajistili podniku absolutní energetickou soběstačnost na celých 24 h, protože v zimních měsících ani není možné při rozumně velké instalaci vyrobit dost elektřiny na noc a naopak v létě by množství bylo tak obrovské, že by ho podnik nedokázal spotřebovat. Vždy tak bude třeba určitá míra kompenzace z rozvodné sítě.

| | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec |
|---------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| 0 - 1 | | | | | | | | | | | | |
| 1 - 2 | | | | | | | | | | | | |
| 2 - 3 | | | | | | | | | | | | |
| 3 - 4 | | | | | | | | | | | | |
| 4 - 5 | | | | | | 0 | | | | | | |
| 5 - 6 | | | | 1 | 7 | 10 | 7 | 1 | | | | |
| 6 - 7 | | | 1 | 16 | 31 | 33 | 28 | 20 | 9 | 1 | | |
| 7 - 8 | | 2 | 35 | 64 | 82 | 82 | 80 | 71 | 59 | 32 | 3 | |
| 8 - 9 | 17 | 59 | 107 | 124 | 143 | 144 | 146 | 136 | 121 | 93 | 46 | 15 |
| 9 - 10 | 77 | 130 | 170 | 180 | 197 | 200 | 206 | 198 | 178 | 142 | 111 | 71 |
| 10 - 11 | 146 | 175 | 218 | 219 | 238 | 240 | 254 | 241 | 219 | 177 | 143 | 124 |
| 11 - 12 | 174 | 204 | 249 | 242 | 255 | 261 | 277 | 268 | 244 | 200 | 165 | 164 |
| 12 - 13 | 188 | 220 | 257 | 249 | 255 | 263 | 283 | 276 | 252 | 211 | 169 | 174 |
| 13 - 14 | 178 | 217 | 249 | 234 | 236 | 245 | 266 | 261 | 235 | 190 | 153 | 158 |
| 14 - 15 | 144 | 184 | 212 | 197 | 200 | 212 | 232 | 229 | 195 | 149 | 116 | 91 |
| 15 - 16 | 66 | 134 | 159 | 151 | 153 | 168 | 186 | 178 | 143 | 98 | 48 | 40 |
| 16 - 17 | 9 | 63 | 97 | 98 | 104 | 115 | 127 | 116 | 84 | 35 | 2 | 1 |
| 17 - 18 | | 3 | 24 | 41 | 50 | 59 | 64 | 53 | 22 | 0 | | |
| 18 - 19 | | | | 4 | 15 | 22 | 21 | 10 | 0 | | | |
| 19 - 20 | | | | | 1 | 4 | 3 | | | | | |
| 20 - 21 | | | | | | | | | | | | |
| 21 - 22 | | | | | | | | | | | | |
| 22 - 23 | | | | | | | | | | | | |
| 23 - 24 | | | | | | | | | | | | |
| Sum | 999 | 1391 | 1780 | 1820 | 1967 | 2059 | 2182 | 2057 | 1761 | 1328 | 956 | 838 |

Source: globalsolaratlas.info

Obrázek 19 - Solární diagram [171]

Uvedenou tabulku jsem získal, z již zmíněného serveru *Global solar atlas* a hodnoty v ní jsou přímo napočítány pro uvažovaný instalovaný výkon. Můžeme zde vidět, že nejvyššího výkonu bude instalace dosahovat v červenci, a to sice 2182 kWh. Při výpočtu průměrné denní spotřeby, dle celkové roční spotřeby zvoleného podniku dojdeme k denní hodnotě:

$$\frac{613\,000}{365} = 1679,45 \text{ kWh}$$

Logicky se tedy potvrdil předpoklad, že v letních měsících bude systém produkovat více energie, než je potřeba. Naopak v zimních měsících je denní produkce 838 kWh (Prosinec) zhruba polovinou potřebné hodnoty.

Vzhledem k nákladnosti baterií, je tedy třeba zvolit optimální kapacitu tak, aby podnik neinvestoval příliš velké množství prostředků do zařízení, které nebude schopen využít, ale zároveň, aby jeho kapacita nebyla tak malá, že by byl nucen velkou část produkované energie prodávat distributorovi za nízkou sazbou.

Za referenční hodnotu si zvolím měsíc Březen, kdy vidíme, že průměrná denní produkce je 1780 kWh, a to v čase od cca. 7:00 do 18:00. Pro zjištění potřebného množství elektřiny na jednu hodinu provozu vydělíme denní hodnotu počtem hodin.

$$\frac{1679,45}{24} = 70 \text{ kWh}$$

Tato hodnota je velmi zjednodušená a ve skutečném případě, bychom nemohli počítat s takto rovnoměrným zatížením. Výpočtem této hodnoty zjistíme, že v okrajových hodinách (7-8:00 a 17-18:00) není produkce dostatečná, a to i přesto, že solární panely produkují určité množství energie. Zjednodušeně tedy můžeme říct, že podnik svou spotřebu pokryje po dobu 10 h, na

zbylých 14 h musí energii naakumulovat, potřebné množství energie na těchto 14 hodin spočítáme jako:

$$14 * 70 = 980 \text{ kWh}$$

Víme, že v tomto dni je elektrický výkon vyšší než spotřeba, a to o cca. 100 kWh. Můžeme o tuto hodnotu navýšit požadovanou kapacitu baterie, nebo tuto energii prodat dodavateli.

| Měsíc | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Průměr |
|------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| Denní spotřeba (kWh) | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 |
| Solární produkce(kWh) | 999 | 1391 | 1780 | 1820 | 1967 | 2059 | 2182 | 2057 | 1761 | 1328 | 956 | 838 | 1595 |
| Přibližný počet hodin solární produkce | 7,5 | 9 | 11 | 12 | 12 | 12,5 | 13 | 11,5 | 10,5 | 9 | 7,5 | 6,5 | 10 |
| Hodiny bez produkce | 16,5 | 15 | 13 | 12 | 12 | 11,5 | 11 | 12,5 | 13,5 | 15 | 16,5 | 17,5 | 14 |
| Průběžně spotřebovaná energie (kWh) | 525 | 630 | 770 | 840 | 840 | 875 | 910 | 805 | 735 | 630 | 525 | 455 | 712 |
| Okamžitě nespotebovatelná energie k uložení (kWh) | 474 | 761 | 1010 | 980 | 1127 | 1184 | 1272 | 1252 | 1026 | 698 | 431 | 383 | 883 |
| Potřebná kapacita baterie pro pokrytí 24h (kWh) | 1155 | 1050 | 910 | 840 | 840 | 805 | 770 | 875 | 945 | 1050 | 1155 | 1225 | 968 |
| Maximální velikost baterie dle daných podmínek (kWh) | 474 | 761 | 910 | 840 | 840 | 805 | 770 | 875 | 945 | 698 | 431 | 383 | 728 |

Tabulka 2 - Model PV Elektrárny 1

Na základě uvedené tabulky je patrné, že průměrná velikost potřebné baterie je 728 kWh, tedy zhruba 43 % denní průměrné spotřeby. Takováto poměrná velikost zhruba odpovídá obecným doporučením při dimenzování bateriových systémů. [150]

Z hodnot pro jednotlivé měsíce lze také vyčíst, že v období říjen-leden bude baterie využita jen z části, zatímco v dalších měsících bude naopak větší než jakou akumulátor pojme, tato část elektriny bude odprodána zpět do sítě za cenu stejnou jako při kalkulaci v případě bezbateriového systému.

Volba vhodného akumulátoru

Baterií je na trhu v současné době nesčetné množství a liší se kvalitou, použitou technologií, trvanlivostí, poskytovaným servisním zázemím a dalšími stěžejními vlastnostmi.

Při dimenzování celkové velikosti použité baterie je potřeba vzít v potaz, že od určité velikosti, která se liší v jednotlivých státech je vyžadován souhlas hasičů a dalších zainteresovaných subjektů. Ty jej obvykle poskytnou jen v případě, že je dobře zajištěn přístup, hasicí prostředky, místnost musí splňovat přesně dané parametry a musí být klimatizovaná. Tyto náklady nelze ani orientačně vyčíslit, jelikož záleží na příliš mnoha proměnných, je však třeba je brát v potaz a velikost akumulátoru dimenzovat třeba tak, aby byla jeho instalace z hlediska dílčích povolení co nejjednodušší a nejlevnější. [152]

V segmentu takto velkých průmyslových baterií je velmi těžké dohledat konkrétní ceny, pokusím se tedy stejně jako v případě solárních panelů stanovit co nejpřesnější průměrnou cenu na 1 kWh na základě několika vybraných zdrojů a konkrétních produktů.

| Zdroj | Typ | Cena za kWh (CZK) | Výpočet |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| europe-solarstore.com | LG Chem RESU 13 | 11 124 | 5 590 EUR – 13.1 kWh |
| Electrek.com Informace z roku 2016 | Tesla Powerpack 2 | 8 692 | 398 USD / kWh |
| https://sunwatts.com/ | Outback Power 48V AGM Battery EnergyCell 2700RE | 6 850 | 35 500 USD – 113 kWh |
| Konzultace – projektový manager e.on | Obecný odhad u staveb v ČR | 17 500 | Uvedl „ 15 – 20 000 za 1 kWh“ |

Tabulka 3 - Ceny baterií

Pro tento výběr jsem zvolil baterie od LG a Tesly což jsou v současnosti jedny z nejznámějších a největších výrobců baterií na světě. Model LG je vhodný spíše pro menší projekty, než se kterým je počítáno v rámci této práce, informace o ceně za kWh u Tesla Powerpacku jsou zase poměrně staré a velmi u nich záleží na velikosti celkového setu a daňových podmínkách dané země. Outback Power je výrazně levnější z důvodu jednodušší technologie, designu, ale i výdrže. Vzhledem k jiné technologii se také doporučuje tyto baterie nevybíjet pod určitou poměrně vysokou hodnotu. Poslední zvolenou hodnotou je průměr odborného odhadu projektového manažera pro solární energetiku ze společnosti E.on, se kterým jsem svůj projekt konzultoval a který tuto částku uvedl jako orientační pro stavby obdobné velikosti.

Průměrnou cenou za 1kWh kapacity je tedy **11 042 Kč/kWh**.

Baterie o velikosti dříve uvedených 728 kWh by tak stála:

$$728 * 11\,042 = 8\,038\,576,-$$

Pro výpočet návratnosti je třeba spočítat nové hodnoty v již použité tabulce pro takto dimenzovaný akumulátor:

| Měsíc | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Průměr |
|---------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| Denní spotřeba (kWh) | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 |
| Solární produkce(kWh) | 999 | 1391 | 1780 | 1820 | 1967 | 2059 | 2182 | 2057 | 1761 | 1328 | 956 | 838 | 1595 |
| Přibližný počet hodin solární produkce | 7,5 | 9 | 11 | 12 | 12 | 12,5 | 13 | 11,5 | 10,5 | 9 | 7,5 | 6,5 | 10 |
| Hodiny bez produkce | 16,5 | 15 | 13 | 12 | 12 | 11,5 | 11 | 12,5 | 13,5 | 15 | 16,5 | 17,5 | 14 |
| Průběžně spotřebovaná energie (kWh) | 525 | 630 | 770 | 840 | 840 | 875 | 910 | 805 | 735 | 630 | 525 | 455 | 712 |
| Okamžitě nespotebovatelná energie k uložení (kWh) | 474 | 761 | 1010 | 980 | 1127 | 1184 | 1272 | 1252 | 1026 | 698 | 431 | 383 | 883 |
| Potřebná kapacita baterie pro pokrytí 24h (kWh) | 1155 | 1050 | 910 | 840 | 840 | 805 | 770 | 875 | 945 | 1050 | 1155 | 1225 | 968 |
| Zvolená baterie (kWh) | 728 | 728 | 728 | 728 | 728 | 728 | 728 | 728 | 728 | 728 | 728 | 728 | |
| Objem akumulované elektřiny (kWh) | 474 | 728 | 728 | 728 | 728 | 728 | 728 | 728 | 728 | 698 | 431 | 383 | 651 |
| Cena za elektřinu bez FVE (Kč) | 6852 | 6852 | 6852 | 6852 | 6852 | 6852 | 6852 | 6852 | 6852 | 6852 | 6852 | 6852 | 6852 |
| Hodnota vyprodukované elektřiny | 4076 | 5541 | 6112 | 6397 | 6397 | 6540 | 6683 | 6255 | 5969 | 5418 | 3900 | 3419 | 5559 |
| Prodej přebytečné nevyužitelné energie | 0 | 0 | 85 | 76 | 120 | 137 | 163 | 157 | 89 | 0 | 0 | 0 | 69 |
| Doplatek za elektřinu | 2776 | 1311 | 656 | 379 | 335 | 175 | 6 | 440 | 794 | 1434 | 2952 | 3433 | 1224 |

Tabulka 4 - Model PV Elektrárny 2

V případě instalace baterie o velikosti 728 kWh se průměrná denní platba za energii sníží z 6 852 na 1 224,-

Roční úspora:

$$(6\,852 - 1\,224 - 130) * 365 = 2\,006\,770,-$$

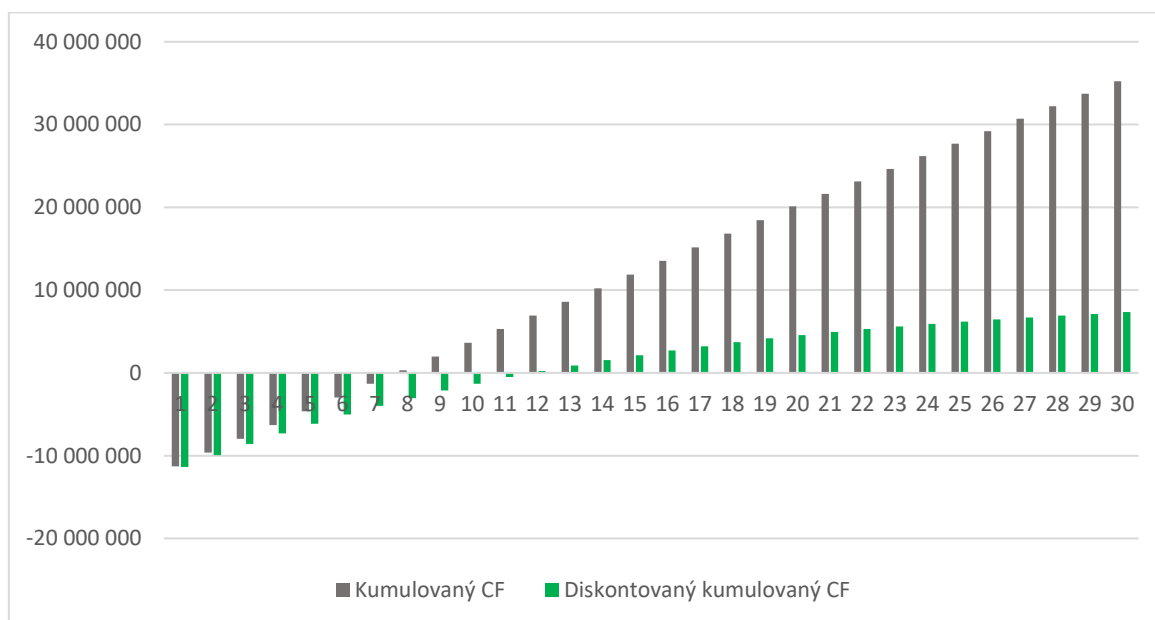
Částka 130 představuje rozpočítané denní náklady

Zjednodušená návratnost:

$$\frac{8\,028\,576 + 3\,400\,312 + 1\,500\,000 \text{ (baterie, panely, další náklady odhad)}}{2\,006\,770} =$$

cca. 6 let 5 měsíců

Vzhledem k již relativně dlouhé době návratnosti dané povahou projektu uvádím i použití metody čisté současné hodnoty při započítání dalších důležitých finančních položek. Cash-flow z investice v jednotlivých letech bude tedy vypadat takto.



Graf 2 – Diskontovaná návratnost PV Elektrárny 2

| Rok | 0 | 1 | 2 | 30 |
|----------------------------|-------------|-------------|------------|------------|
| Výnosy (úspora) | | 2 054 220 | 2 054 220 | 2 054 220 |
| Provozní náklady | | 155 500 | 156 590 | 191 961 |
| Odpisy | | 646 926 | 646 926 | |
| Hrubý zisk | | 1 251 794 | 1 250 704 | 1 862 259 |
| Daň | | 237 841 | 237 634 | 353 829 |
| Čistý zisk | | 1 013 953 | 1 013 070 | 1 508 430 |
| CF | -12 938 524 | 1 660 879 | 1 659 996 | 1 508 430 |
| Kumulovaný CF | -12 938 524 | -11 277 645 | -9 617 649 | 35 236 233 |
| DCF | -12 938 524 | 1 552 224 | 1 449 905 | 198 158 |
| Diskontovaný kumulovaný CF | -12 938 524 | -11 386 300 | -9 936 395 | 7 332 941 |

Tabulka 5 - Diskontovaná návratnost PV Elektrárny 2

Z uvedené tabulky je vidět, že investice je splacena mezi sedmým a osmým rokem. Po diskontaci se tato hranice posune na rozhraní let 11 a 12. V rámci tohoto výpočtu bylo počítáno s diskontní sazbou 7 % a daňovou 19 %. V rámci kalkulace každoročního cash-flow z investice jsem pracoval i s ročními náklady na údržbu v počáteční výši 155 500,-. Tato částka se skládala z ceny za čištění panelů dvakrát ročně (cca. 10kč/m² – 2x 23 250,-) a odhadnutých nákladů na údržbu (250,-/kWp), tedy 109 000,- ročně. Částku jsem každý rok navyšoval o jedno procento z důvodu předpokladu zvyšujících se nároků na údržbu. Odhadnuté hodnoty vycházejí z poměrného přepočtu vzhledem k velikosti zvolené FVE, dle ceníků firem působících na českém trhu. Projekt byl odepisován rovnoměrně po dobu 20 let.

6.5. Zhodnocení investice – bez použití akumulátoru

V tomto případě by cena za projekt činila již uvedených 3 400 312,- za solární panely + náklady na instalaci a další nezbytná elektrotechnická zařízení. Tyto další náklady na střídač, nosníky, instalaci, dopravu, projekt, povolení, atd... je těžké odhadnout a výrazně se liší podle země, velikosti projektu, typu instalace a výše dostupných dotací. Pro tento modelový případ budu počítat s určitou rezervou a celkovou cenou 4 500 000 Kč.

Návratnost

| Měsíc | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Průměr |
|----------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| Denní spotřeba (kWh) | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 |
| Denní solární produkce (kWh) | 999 | 1391 | 1780 | 1820 | 1967 | 2059 | 2182 | 2057 | 1761 | 1328 | 956 | 838 | 1595 |
| Přibližný počet hodin solární produkce | 7,5 | 9 | 11 | 12 | 12 | 12,5 | 13 | 11,5 | 10,5 | 9 | 7,5 | 6,5 | 10 |
| Hodiny bez produkce | 16,5 | 15 | 13 | 12 | 12 | 11,5 | 11 | 12,5 | 13,5 | 15 | 16,5 | 17,5 | 14 |
| Průběžně spotřebovaná energie (kWh) | 525 | 630 | 770 | 840 | 840 | 875 | 910 | 805 | 735 | 630 | 525 | 455 | 712 |
| Kompenzace při výkupní ceně 0,3Kč/kWh | 43 | 68 | 91 | 88 | 101 | 107 | 114 | 113 | 92 | 63 | 39 | 34 | 79 |
| Cena za elektřinu bez FVE (Kč) | 6852 | 6852 | 6852 | 6852 | 6852 | 6852 | 6852 | 6852 | 6852 | 6852 | 6852 | 6852 | 6852 |
| Hodnota vyprodukované elektřiny | 2142 | 2570 | 3142 | 3427 | 3427 | 3570 | 3713 | 3284 | 2999 | 2570 | 2142 | 1856 | 2904 |
| Prodej přebytečné nevyužitelné energie | 142 | 228 | 303 | 294 | 338 | 355 | 382 | 376 | 308 | 209 | 129 | 115 | 265 |
| Doplatek za elektřinu | 4568 | 4053 | 3408 | 3131 | 3087 | 2927 | 2758 | 3192 | 3546 | 4072 | 4581 | 4881 | 3684 |

Tabulka 6 - Model PV Elektrárny 3

Z uvedeného tabulky lze vyčíst, že v případě nepoužití baterií by podnik mohl využít pouze okamžitě potřebnou energii, veškerou elektřinu navíc by musel prodat zpět do sítě za cenu 0,3 Kč/kWh (tato cena je orientační, v případě takto velkého projektu je pravděpodobná možnost nastavení výhodnějších podmínek s dodavatelem).

Z průměrných měsíčních hodnot je tedy vidět, že zatímco před instalací zaplatil podnik denně za elektřinu 6 852,- po dostavbě činí průměrné denní náklady 3 684,-.

Návratnost tedy spočítáme jako cenu projektu vydělenou roční úsporou za energii.

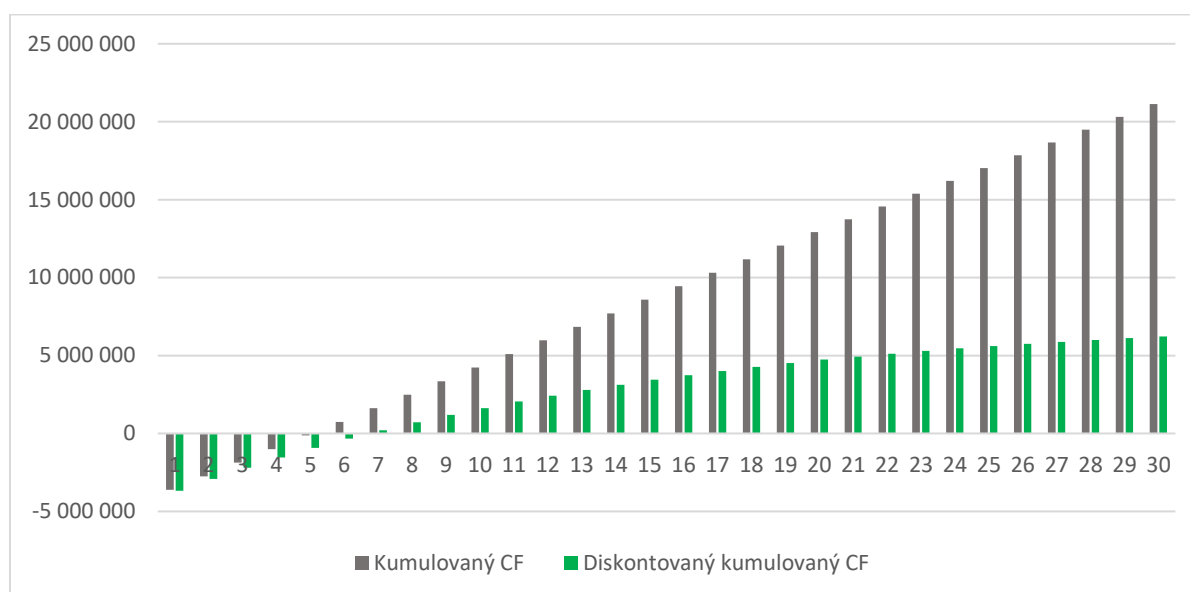
Roční úspora:

$$(6\,852 - 3\,684 - 100) * 365 = 1\,119\,820, -$$

Zjednodušená návratnost:

$$\frac{4\,500\,000}{1\,119\,820} = \text{cca. 4 roky}$$

Diskontovaná návratnost:



Graf 3 – Diskontovaná návratnost PV Elektrárny 3

| Roky | 0 | 1 | 2 | 30 |
|----------------------------|------------|------------|------------|------------|
| Výnosy (úspora) | | 1 156 320 | 1 156 320 | 1 156 320 |
| Provozní náklady | | 129 340 | 129 805 | 144 894 |
| Odpisy | | 225 000 | 225 000 | |
| Hrubý zisk | | 801 980 | 801 515 | 1 011 426 |
| Daň | | 152 376 | 152 288 | 192 171 |
| Čistý zisk | | 649 604 | 649 227 | 819 255 |
| CF | -4 500 000 | 874 604 | 874 227 | 819 255 |
| Kumulovaný CF | -4 500 000 | -3 625 396 | -2 751 169 | 21 130 391 |
| DCF | -4 500 000 | 817 387 | 763 584 | 107 623 |
| Diskontovaný kumulovaný CF | -4 500 000 | -3 682 613 | -2 919 029 | 6 226 190 |

Tabulka 7 – Diskontovaná návratnost PV Elektrárny 3

V tomto případě je evidentní kratší doba návratnosti a to sice 5-6 let, respektive 6-7 let v případě diskontovaného cash-flow. Diskontní i daňová sazba byly nezměněny. Z důvodu

absence baterie jsem snížil sazbu na údržbu z 250 na 190Kč/kWh, první rok byly tedy náklady na údržbu 129 340,- a postupně se zvyšovaly. Nastavení odpisů zůstalo beze změny.

6.6. Závěr

Je zajímavé, že oproti předpokladu zkrácení v případě použití akumulátoru, se návratnost naopak o více než 2 roky prodloužila. To je možné ze dvou důvodů, prvním jsou velmi hrubá vstupní data a celková neukotvenost tohoto modelového případu. Druhým důvodem může být skutečnost, že obecný předpoklad baterie zkracující návratnost projektu je obvykle uvažován v případě rezidenčního bydlení, kdy je velká energetická poptávka po setmění, a naopak přes den se baterie může nabít a odběr není velký. Průmyslový podnik, jehož dominantní odběr je přes den má lepší předpoklady k okamžité spotřebě právě vygenerované elektřiny a akumulace u něj není tak efektivní jako v případě staveb jiného charakteru.

Z hlediska srovnání čistých současných hodnot uvádím níže hodnoty po 10-30 letech. Většina panelů i po období 25 let nadále funguje. Se zlepšujícími se technologiemi, lze očekávat, že v nedaleké budoucnosti bude 30 let běžně dosažitelná hodnota. Problémem však je výdrž baterií, která se v současnosti udává zhruba 10-15 let. Lze tak počítat s tím, že na období životnosti solárních panelů je třeba baterie jednou vyměnit. Čistou současnou hodnotu následujícího srovnání po patnáctém roku je tak třeba brát spíše jako ilustrativní a zatím ve většině případů nedosažitelnou. Kdyby mělo po patnácti letech dojít k obměně akumulátoru, ČSH by logicky významně klesla. Vzhledem k tomu, že nelze odhadnout kolik bude stát ekvivalent zde popsaného akumulátoru za 15 let, není možné tuto investici spočítat přesně na takto dlouhý časový horizont.

Pro reálný projekt by dle způsobu využívání a použitých technologií bylo také vhodné počítat s faktorem v čase klesající kapacity baterií, zde však opět záleží na konkrétní baterii a okolních podmínkách.

Čistá současná hodnota projektu

| Doba od instalace (let) | Baterie | Bez baterie | Rozdíl |
|-------------------------|------------|-------------|------------|
| 10 | -1 298 295 | 1 632 147 | -2 930 442 |
| 15 | 2 140 449 | 3 445 266 | -1 304 817 |
| 20 | 4 584 693 | 4 734 781 | -150 088 |
| 25 | 6 191 523 | 5 606 483 | 585 040 |
| 30 | 7 332 941 | 6 226 190 | 1 106 751 |

Tabulka 8 – Čistá současná hodnota 1

Vnitřní výnosové procento v prvním případě činí 13 %. Bez instalace baterie je tato hodnota o šest procentních bodů vyšších - 19 %. Tyto hodnoty taktéž potvrzují, že v tomto případě je výhodnější baterie nepoužít.

6.7. Kalkulace pro přesně dimenzovaný projekt v českých podmínkách

V rámci mé rešerše a studia související s napsáním této praktické části jsem navázal kontakt s již zmíněným projektovým manažerem energetické společnosti E.on pro oblast rozvoje decentralizovaných zdrojů. Nastínil mi orientační ceny a veškeré související náklady pro solární instalaci o výkonu 250 kWp s baterií o kapacitě 100 kWh. Pro ilustraci současné reálné situace na domácím trhu, mi proto přišlo zajímavé rozpracovat i tento případ. [151]

Vstupní parametry

Byla mi doporučena velikost instalovaného výkonu maximálně **250 kWp** a to z toho důvodu, že nad tuto hodnotu vyžaduje distributor náročnější dispečerské řízení.

Kapacita baterie byla zvolena **100 kWh**.

Cena za 1 kWp instalovaného výkonu se v rámci této velikosti pohybuje v rozmezí 21 000 – 23 000 Kč a cena akumulátoru v rozsahu 15 000 - 20 000 Kč za 1 kWh. Zvolíme-li střední hodnoty rozptylů: **22 000,- resp. 17 500,-** dojdeme po vynásobení plánovanou velikostí k ceně:

$$22\ 000 * 250 + 17\ 500 * 100 = 7\ 250\ 000\ \text{Kč}$$

Zpracování projektové dokumentace a zařízení stavebního povolení u projektu tohoto rozsahu je odhadováno na **100 000 – 120 000 Kč**.

Další náklady tvoří střídač, nosná konstrukce, instalační práce, doprava atd...

Odborný odhad celkové ceny za takto velkou elektrárnu včetně veškerých souvisejících nákladů tak byl stanoven na **8 000 000,-**

Na základě těchto vstupních parametrů spočítám návratnost pro již uvedený modelový podnik s roční spotřebou 613 MWh.

| Měsíc | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Průměr |
|---------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| Denní spotřeba (kWh) | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 |
| Solární produkce(kWh) | 570 | 795 | 1018 | 1041 | 1124 | 1176 | 1248 | 1175 | 1007 | 758 | 546 | 478 | 911 |
| Přibližný počet hodin solární produkce | 7,5 | 9 | 11 | 12 | 12 | 12,5 | 13 | 11,5 | 10,5 | 9 | 7,5 | 6,5 | 10 |
| Hodiny bez produkce | 16,5 | 15 | 13 | 12 | 12 | 11,5 | 11 | 12,5 | 13,5 | 15 | 16,5 | 17,5 | 14 |
| Průměrně spotřebovaná energie (kWh) | 525 | 630 | 770 | 840 | 840 | 875 | 910 | 805 | 735 | 630 | 525 | 455 | 712 |
| Okamžitě nespotebovatelná energie k uložení (kWh) | 45 | 165 | 248 | 201 | 284 | 301 | 338 | 370 | 272 | 128 | 21 | 23 | 200 |
| Potřebná kapacita baterie pro pokrytí 24h (kWh) | 1155 | 1050 | 910 | 840 | 840 | 805 | 770 | 875 | 945 | 1050 | 1155 | 1225 | 968 |
| Zvolená baterie (kWh) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Objem akumulované elektřiny (kWh) | 45 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 21 | 23 | 82 |
| Cena za elektřinu bez FVE (Kč) | 6852 | 6852 | 6852 | 6852 | 6852 | 6852 | 6852 | 6852 | 6852 | 6852 | 6852 | 6852 | 6852 |
| Hodnota vyprodukované elektřiny | 2326 | 2978 | 3550 | 3835 | 3835 | 3978 | 4121 | 3692 | 3407 | 2978 | 2228 | 1950 | 3240 |
| Prodej přebytečné nevyužitelné energie | 0 | 20 | 44 | 30 | 55 | 60 | 71 | 81 | 52 | 8 | 0 | 0 | 35 |
| Doplatek za elektřinu | 4526 | 3854 | 3258 | 2987 | 2962 | 2814 | 2660 | 3079 | 3394 | 3865 | 4624 | 4902 | 3577 |

Tabulka 9 - Model PV Elektrárny 4

Roční úspora:

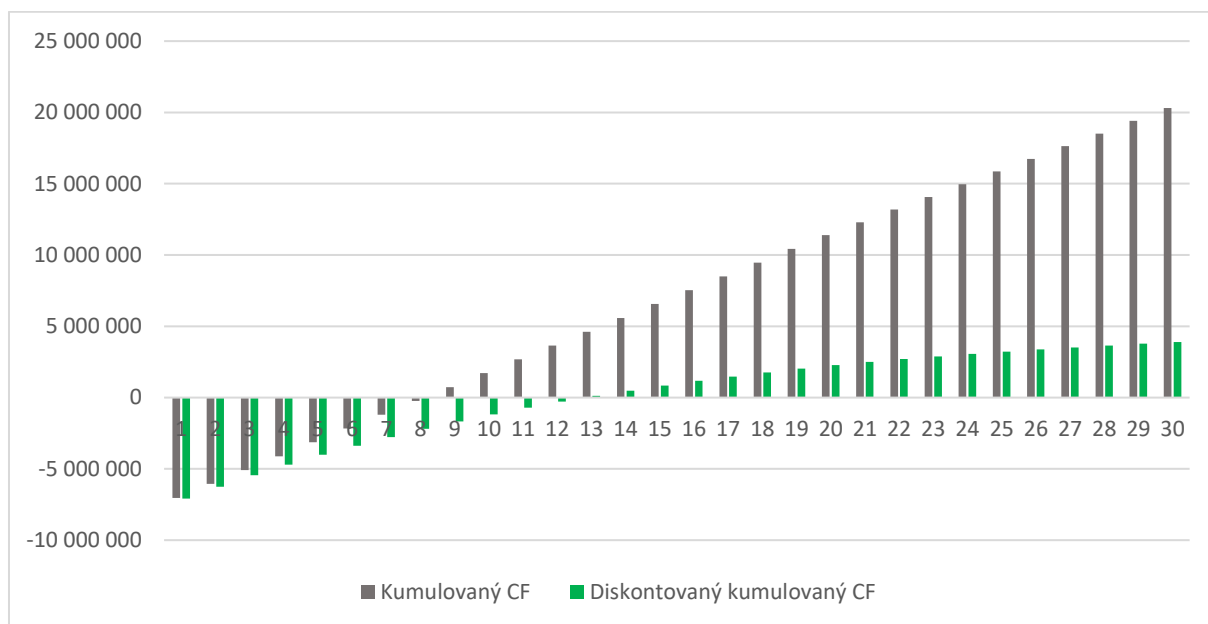
$$(6\ 852 - 3\ 577 - 130) * 365 = 1\ 147\ 925, -$$

130 představuje rozpočítané denní náklady

Zjednodušená návratnost:

$$\frac{8\,000\,000}{1\,147\,925} = \text{cca. } 7 \text{ let}$$

Diskontovaná návratnost:



Graf 4 – Diskontovaná návratnost PV Elektrárny 4

| Roky | 0 | 1 | 2 | 30 |
|----------------------------|------------|------------|------------|------------|
| Výnosy (úspora) | | 1 195 375 | 1 195 375 | 1 195 375 |
| Provozní náklady | | 89 160 | 89 427 | 98 078 |
| Odpisy | | 400 000 | 400 000 | |
| Hrubý zisk | | 706 215 | 705 948 | 1 097 297 |
| Daň | | 134 181 | 134 130 | 208 486 |
| Čistý zisk | | 572 034 | 571 818 | 888 811 |
| CF | -8 000 000 | 972 034 | 971 818 | 888 811 |
| Kumulovaný CF | -8 000 000 | -7 027 966 | -6 056 148 | 20 297 697 |
| DCF | -8 000 000 | 908 443 | 848 824 | 116 760 |
| Diskontovaný kumulovaný CF | -8 000 000 | -7 091 557 | -6 242 733 | 3 895 855 |

Tabulka 10 - Diskontovaná návratnost PV Elektrárny 4

V rámci kalkulace konzultované varianty byly náklady stanoveny na rovných 8 milionů Kč. Návratnosti bylo dosaženo po 8-9 letech, v případě započítání diskontní sazby pak 12-13 let.

Daňová i diskontní sazba jsou stejné, náklady na údržbu byly nastaveny stejně jako v prvním případě při použití baterie (250Kč/kWp). Elektrárna je opět odepisována rovnoměrně 20 let.

| Doba od instalace (let) | ČSH (Kč) |
|-------------------------|------------|
| 10 | -1 178 976 |
| 15 | 841 421 |
| 20 | 2 280 094 |
| 25 | 3 223 940 |
| 30 | 3 895 855 |

Tabulka 11 – Čistá současná hodnota 2

Hodnoty čisté současné hodnoty jsou vzhledem k poměrně menšímu instalovanému výkonu taktéž menší. I tak je vidět, že čistá současná hodnota po 15 letech fungování projektu vychází na nemalých 841 421,-. Vnitřní výnosové procento odpovídá první modelové FVE a to sice 12 % (-1 p.p.).

Závěr

Na základě tohoto „reálného“ případu lze vidět, že návratnost předešlého modelového projektu byla velmi podobná, což lze do určité míry brát jako potvrzení předešlých výpočtů. Pro srovnatelnost jsem ponechal hodnoty solárního výkonu původně zvolené lokace a pouze jsem přepočtl průměrné denní hodnoty na základě sníženého instalovaného výkonu na 250kWp. V případě realizace na území ČR je třeba brát v potaz výrazně nižší průměrnou slunečnost, což má na výslednou dobu návratnosti značný vliv.

Na základě konzultace s Obchodním manažerem pro fotovoltaiku a bateriové systémy ze společnosti Innogy Energo, s.r.o. uvádím z jakých položek se cena za fotovoltaickou elektrárnu pohybuje v rámci českého B2B trhu. [152]

Panely

Panely se obvykle prodávají ve velikosti 1x1,6 m a v současnosti nejpoužívanější výkon je cca. 300-375 Wp. Cena za jeden Wp se pohybuje zhruba na úrovni 10 Kč.

Instalace panelů

Tato část bývá velmi individuální. Záleží totiž na jaký povrch se panely budou instalovat, jak je místo dostupné, z jakého materiálu je střecha, atd... Během jedné instalace v ČR bylo údajně třeba provést rozsáhlou vrtnou sondu do střešních trámů, spolu s náklady za statický výpočet se pak pouze tato přípravná operace pohybovala v řádech desítek tisíc. Velmi obecně můžeme počítat s tím, že v případě složitějších projektů cena za instalaci jednoho panelu činí zhruba polovinu ceny panelu samotného.

Baterie

V případě baterie opět záleží na velikosti a na ceně případných stavebních úprav a povolení. Lze tak zhruba počítat s cenou od 10 do 20 tis. Kč za kWh kapacity. Spodní hranice lze dosáhnout při použití levnějších s jednodušší technologií, což však vede k omezené využitelnosti a kratší životnosti, naopak horní hranice představuje situaci, kdy by byla použita

kvalitnější baterie a bylo by třeba velkých stavebních úprav, instalace klimatizace a zvýšených nákladů na povolení.

Měnič

Zde opět záleží na velikosti instalovaného výkonu, 100kW měnič vyjde zhruba na 150 000,-. V jednoduchém přepočtu tedy 1500,-/kW.

Optimizér

Zněkolik důvodů je dobré přidat k panelům také optimizér. Ten dovoluje například monitorování jednotlivých panelů samostatně a odhalí tak včas poruchy, důležitý je také v případě požáru, kdy výrazně ulehčí hasicí operace a sníží riziko úrazu. V případě, že je panel ve stínu, či na něj například spadla větev, kus ledu, či jiný objekt, může optimizér tento panel samostatně vypnout a nepřerušit tak celý obvod. Při instalacích se obvykle dává jeden na dva panely a jejich cena je zhruba 1 500 Kč/ks.

Administrativní náklady

Významnou složkou takovýchto projektů jsou i náklady na zajištění veškerých nezbytných povolení. Jedná se například o vyjádření statika, hasičů, stavební povolení, vyřízení dotace, dohoda s dodavatelem, distributorem a regulátorem a další související činnosti. Tyto náklady nelze přesně vyčíslit, protože velmi závisí na zákonech dané země a podmínkách subjektů v rámci elektrické rozvodné sítě. Jedná se však ve většině případů o desítky až stovky tisíc.

Doprava

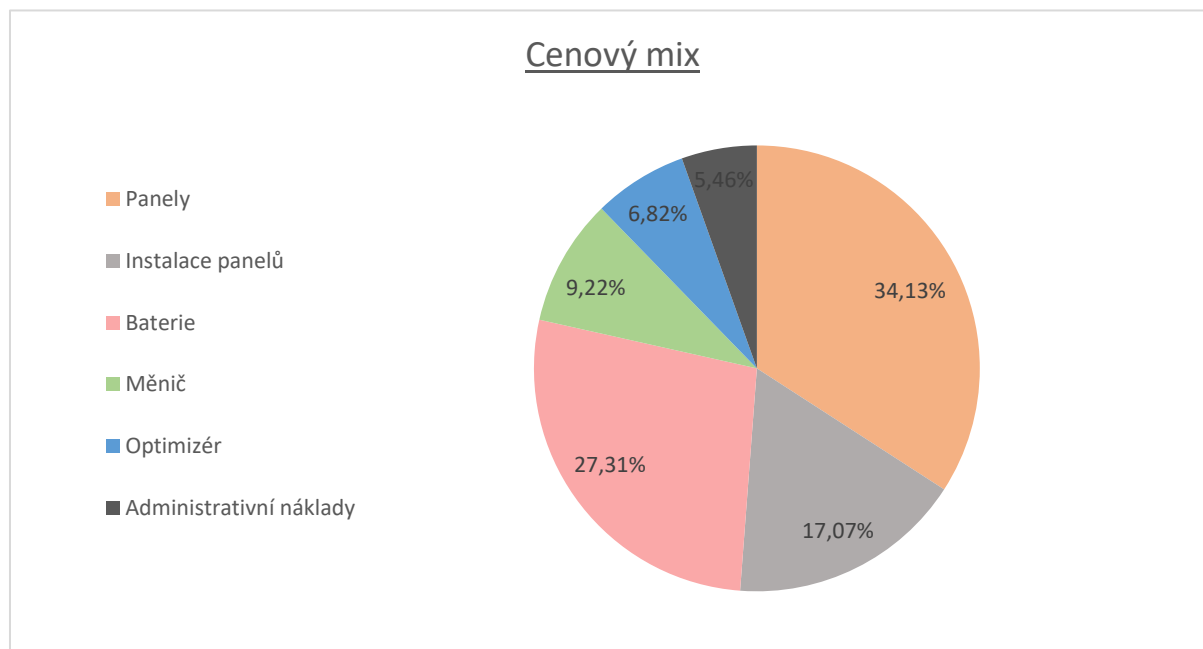
Při takto velkých projektech se již opravdu nedá mluvit o cenách 119,- za doručení DPD. Musí být použit minimálně jeden kamion, kde opět závisí na cenách v jednotlivých státech (cena práce řidiče, nafty, silniční daně, mýta, atd...). V ČR můžeme počítat zhruba s cenou 35Kč/km, pakliže by bylo materiál třeba dovést například z kontejnerového terminálu Mělník do jihočeských Prachatic (2x200km) činili by tyto náklady 14 tisíc korun.

Cenový mix

Pro ilustraci podílů nákladů zvolím elektrárnu o výkonu 250 kWp a baterie o kapacitě 100 kWh.

| Položka | Počet | Jednotka | Cena/ks | Cena celkem | Procentuální poměr | Výpočet |
|-------------------------|---------|----------|---------|--------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Panely | 250 000 | Wp | 10 | 2 500 000 Kč | 34,13 % | Dle zadání |
| Instalace panelů | | | | 1 250 000 Kč | 17,07 % | Polovina ceny panelů |
| Baterie | 100 | kWh | 20 000 | 2 000 000 Kč | 27,31 % | Horní hranice uvažovaného rozptylu |
| Měnič | 5 | ks | 150 000 | 675 000 Kč | 9,22 % | Instalovaný výkon/100kW*počet měničů - nadhodnoceno kvůli pokrytí ceny kabelů a dalších prvků |
| Optimizér | 333 | | 1 500 | 499 500 Kč | 6,82 % | Počet panelů 375Wp (666), optimizér stačí na každý druhý |
| Administrativní náklady | | | | 400 000 Kč | 5,46 % | Odhad |
| Mezisoučet | | | | 7 324 500 Kč | | |
| Rezerva 10 % | | | | 732 450 Kč | | |
| Finální cena | | | | 8 056 950 Kč | | |

Tabulka 12 – Orientační cenový mix PV Elektrárny



Graf 5 – Orientační cenový mix PV Elektrárny

Na koláčovém grafu je vidět že největší náklady tvoří cena panelů a baterie (dohromady skoro 2/3). Toto rozvržení je však třeba brát s velkou rezervou a počítat s tím, že při zmenšení instalovaného výkonu se může zvýšit podíl administrativních nákladů, nebo že při zvětšení může paradoxně narůst poměr nákladů na baterii vzhledem k již popsaným nezbytným stavebním a dalším pracím.

6.8. Shrnutí praktické části

Provedená hodnocení investic jasně dokazují, že obnovitelná energetika má v určitých případech smysl a že pro podniky může být výhodná i bez externích dotací. Původní předpoklad, že přidání baterie zvýší využití solárního potenciálu, a tedy i zkrátí návratnost se minimálně v uvedeném případě nepotvrdila. Příčinou je hlavně charakter fungování podniku a stále ještě poměrně vysoké ceny za baterie.

Obecně lze solární instalaci doporučit pro podniky, které splňují co nejvíce z těchto kritérií:

- **Produkce v průběhu dne, kdy svítí slunce**

Nejlepší efektivity dosahují podniky vyrábějící jen v jedné či dvou směnách v průběhu denních hodin, v takovém případě lze pokrýt velkou část spotřeby okamžitě vygenerovanou energií.

- **Produkce celý týden včetně víkendů**

Klíčový vliv na návratnost projektu má fungování přes víkend. Pakliže by totiž podnik končil páteční směnou, veškerá energie, kterou by bylo možné vyrobit přijde vniveč. Baterie může tento problém částečně kompenzovat, v případě velmi slunečné soboty a neděle by však její kapacita musela být obrovská. Dalším, avšak jen částečným řešením by bylo využít víkendu například k dobíjení baterií v některých přístrojích, nahřátí vody, či provedení jiných energeticky náročných operací, které není třeba vykonat v průběhu výrobní směny.

- **Poloha podniku**

Solární energetika je extrémně závislá na lokaci. Jak jsem již psal v praktické části, jen v rámci Evropy se solární výkon může lišit až trojnásobně. Z hlediska lokálního je pak třeba brát v potaz i okolí podniku, například vysoké stromy či budovy, které mohou v určitých úhlech tvořit stín, či samotná orientace střechy a technické možnosti pro co nejefektivnější instalaci.

- **Státní podpora**

I přesto, že se potvrdilo, že i bez státních dotací mohou být tyto projekty ekonomicky výhodné, jakákoliv forma podpory může pomoci například nerozhodným podnikatelům tento krok učinit, či umožnit již rozhodnutým zvětšit uvažovaný projekt.

7. Celkové zhodnocení

Obnovitelná energetika je bezesporu nesmírně komplexní a nabízí jak řešení, tak i nové problémy, se kterými se jako společnost budeme muset vypořádat. Za vhodných podmínek a okolností představuje nadějně řešení energetické budoucnosti, avšak tato cesta je stále ještě na začátku.

Doba kdy obnovitelné zdroje dávaly smysl pouze pro ekologicky smýšlející, kteří je byli ochotni dotovat a o ekonomické smysluplnosti nemohla být řeč, je pryč. V současnosti dostupné technologie již bez problémů v některých situacích cenově konkurují tradičním elektrárnám, a i největší ropné společnosti v nich spatřují budoucnost. Jestliže si připustíme, že globální klimatická změna je jedním z největších problémů současnosti a že je třeba jej adekvátně řešit, obnovitelné zdroje jsou klíčovou složkou, která v tom může pomoci. Samozřejmě, že jejich kritika je mnohdy oprávněná a stále ještě nefungují tak dobře, jak by si mnozí představovali, ale pokud se nepodaří revoluční průlom v jiné energetické oblasti, bude jejich širší implementace jednou z mála možných cest. Bezesporu to ze začátku bude těžké a budeme muset jako společnost učinit mnoho kompromisů a zvykat si na nové skutečnosti, ale věřím, že pokud se pokroku nebudeme bránit, ale uděláme maximum pro jeho rychlý a synergický rozvoj, dostaneme se velmi rychle do fáze, kdy se obnovitelné zdroje stanou běžnou součástí našeho života a již nebudeme mít důvod se jich stranit.

Můžeme zde pozorovat stejný princip jako v případě prvního automobilu či počítače, první prototypy byly pomalé, drahé, málo efektivní, ale postupem času se vyvinuly do dnešní fáze, kdy automobily dosahují úžasné efektivity za nízkou cenu a počítače, které by dříve zabíraly celé místnosti nosíme již běžně v kapse.

I v rámci praktické části je vidět velký posun zejména u solárních panelů, které měly dříve návratnost v horizontu patnácti a více let. Nyní dosahují často i polovičních hodnot. Zajímavostí, která z praktické části vyplynula je opravdu vysoká individualita jednotlivých projektů. V rámci zvažovaného modelového podniku vyšla návratnost horší v případě využití akumulátoru, přestože jeho instalace je obvykle argumentem pro zvýšení ekonomické efektivity celého projektu. Proto je klíčové obnovitelnou energetiku vnímat v nových souvislostech a konkrétní projekty vždy navrhnout tak, aby co nejlépe využili dostupných podmínek a charakteru využívání nemovitosti.

Vzhledem k politickému tlaku a změně myšlení velké části mladé generace lze v blízké budoucnosti očekávat rychlý rozvoj obnovitelných zdrojů. Zejména zdokonalení technologií jako je vodík, syntetická paliva či zařízení na využití geotermální energie mohou přinést průlom v celé této oblasti. Přál bych si, aby obnovitelná energetika nebyla vnímaná jako nutné zlo, ale jako nesmírně zajímavá příležitost.

8. Citace

- [1] MOROCCO, ARAB LEADER IN ELECTRICITY GENERATION FROM RENEWABLE ENERGY - HELIOSCSP. HELIOSCSP - SOLAR THERMAL ENERGY NEWS [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTP://HELIOSCSP.COM/MOROCCO-ARAB-LEADER-IN-ELECTRICITY-GENERATION-FROM-RENEWABLE-ENERGY/](http://helioscsp.com/morocco-arab-leader-in-electricity-generation-from-renewable-energy/)
- [2] PRŮMYSLOVÉ UKLÁDÁNÍ TEPELNÉ ENERGIE - DO TEKUTÝCH SOLÍ | ALLFORPOWER.CZ. ÚVOD | ALLFORPOWER.CZ [ONLINE]. COPYRIGHT © 2009 [CIT. 07.12.2020]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://ALLFORPOWER.CZ/ZAJIMAVOSTI/PRUMYSLOVE-UKLADANI-TEPELNE-ENERGIE-DO-TEKUTYCH-SOLI-36](https://allforpower.cz/zajimavosti/prumyslove-ukladani-tepelne-energie-do-tekutych-soli-36)
- [3] SONNENSCHNEIN, JONAS A PETER HENNICKE. THE GERMAN ENERGIEWENDE: A TRANSITION TOWARDS AN EFFICIENT, SUFFICIENT GREEN ENERGY ECONOMY. LUND: MEDIA-TRYCK, LUND UNIVERSITY, 2015. ISBN 978-91-87357-18-3.
- [4] FICHTER, K. & OLTEANU, Y. (2019). GREEN STARTUP MONITOR 2018. BERLIN: BORDERSTEP INSTITUTE, GERMAN STARTUPS ASSOCIATION
- [5] 'GREEN ENERGY VALLEY' - GERMANY'S GREEN START-UP SCENE IN NUMBERS | CLEAN ENERGY WIRE. CLEAN ENERGY WIRE [ONLINE]. COPYRIGHT © 2018 CLEAN ENERGY WIRE. ALL RIGHTS RESERVED. [CIT. 08.12.2020]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.CLEANENERGYWIRE.ORG/FACTSHEETS/GREEN-ENERGY-VALLEY-GERMANYS-GREEN-START-SCENE-NUMBERS](https://www.cleanenergywire.org/factsheets/green-energy-valley-germanys-green-start-scene-numbers)
- [6] RENEWABLE ENERGY - SWEDISH CLEANTECH. SWEDISH CLEANTECH - FIND LEADING SWEDISH CLEANTECH COMPANIES & NEWS [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://SWEDISHCLEANTECH.COM/CLEANTECH-SECTORS/RENEWABLE-ENERGY/](https://swedishcleantech.com/cleantech-sectors/renewable-energy/)
- [7] IEA (2019), ENERGY POLICIES OF IEA COUNTRIES: SWEDEN 2019 REVIEW, IEA, PARIS [HTTPS://WWW.IEA.ORG/REPORTS/ENERGY-POLICIES-OF-IEA-COUNTRIES-SWEDEN-2019-REVIEW](https://www.iea.org/reports/energy-policies-of-iea-countries-sweden-2019-review)
- [8] ENERGY TRANSITION START-UPS SHAKE UP THE BUSINESS WORLD | CLEAN ENERGY WIRE. CLEAN ENERGY WIRE [ONLINE]. COPYRIGHT © 2018 CLEAN ENERGY WIRE. ALL RIGHTS RESERVED. [CIT. 08.12.2020]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.CLEANENERGYWIRE.ORG/NEWS/ENERGY-TRANSITION-START-UPS-SHAKE-BUSINESS-WORLD](https://www.cleanenergywire.org/news/energy-transition-start-ups-shake-business-world)
- [9] THE GERMANS FIGHTING WIND FARMS CLOSE TO THEIR HOMES | GERMANY | NEWS AND IN-DEPTH REPORTING FROM BERLIN AND BEYOND | DW | 26.11.2019. [ONLINE]. COPYRIGHT © 2020 DEUTSCHE WELLE [CIT. 08.12.2020]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.DW.COM/EN/THE-GERMANS-FIGHTING-WIND-FARMS-CLOSE-TO-THEIR-HOMES/A-51417653](https://www.dw.com/en/the-germans-fighting-wind-farms-close-to-their-homes/a-51417653)
- [10] DIFFERENT SHADES OF GREEN: INDIGENOUS PROTESTS AGAINST SOLAR ENERGY - TAIWAN INSIGHT. TAIWAN INSIGHT - THE ONLINE MAGAZINE OF THE TAIWAN STUDIES PROGRAMME [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://TAIWANINSIGHT.ORG/2020/07/14/DIFFERENT-SHADES-OF-GREEN-INDIGENOUS-PROTESTS-AGAINST-SOLAR-ENERGY/](https://taiwaninsight.org/2020/07/14/different-shades-of-green-indigenous-protests-against-solar-energy/)
- [11] HONEYWELL WIND TURBINE SYSTEM. IN: [HTTPS://WWW.HONEYWELLSTORE.COM/](https://www.honeywellstore.com/) [ONLINE]. 2011 [CIT. 2020-12-08]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.HONEYWELLSTORE.COM/STORE/IMAGES/PDF/HONEYWELL-WIND-TURBINE-SYSTEM.PDF](https://www.honeywellstore.com/store/images/pdf/honeywell-wind-turbine-system.pdf)

- [12] STATISTICAL REVIEW OF WORLD ENERGY - 69TH EDITION. IN: BP.COM [ONLINE]. BP, 2020, 2020 [CIT. 2020-12-08]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.BP.COM/CONTENT/DAM/BP/BUSINESS-SITES/EN/GLOBAL/CORPORATE/PDFS/ENERGY-ECONOMICS/STATISTICAL-REVIEW/BP-STATS-REVIEW-2020-FULL-REPORT.PDF](https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2020-full-report.pdf)
- [13] NEWS FROM CALIFORNIA, THE NATION AND WORLD - LOS ANGELES TIMES [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.LATIMES.COM/PROJECTS/LA-FI-ELECTRICITY-SOLAR/](https://www.latimes.com/projects/la-fi-electricity-solar/)
- [14] WHAT THE DUCK CURVE TELLS US ABOUT MANAGING A GREEN GRID [ONLINE]. IN: . FOLSOM, CA: CALIFORNIA INDEPENDENT SYSTEM OPERATOR, 2016 [CIT. 2020-12-08]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.CAISO.COM/DOCUMENTS/FLEXIBLERESOURCESHELPRENEWABLES_FASTFACTS.PDF](https://www.caiso.com/documents/flexibleresourceshelprenewables_fastfacts.pdf)
- [15] TESLA SIGNS THREE-YEAR PRICING DEAL WITH BATTERY CELL MAKER PANASONIC | REUTERS. BUSINESS & FINANCIAL NEWS, U.S & INTERNATIONAL BREAKING NEWS | REUTERS [ONLINE]. COPYRIGHT © 0 REUTERS. ALL RIGHTS RESERVED. [CIT. 08.12.2020]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.REUTERS.COM/ARTICLE/US-TESLA-PANASONIC-IDUSKBN23N3I2](https://www.reuters.com/article/us-tesla-panasonic-idUSKBN23N3I2)
- [16] HORNSDALE POWER RESERVE: YEAR 2 TECHNICAL AND MARKET IMPACT CASE STUDY [ONLINE]. 2019 [CIT. 2020-12-08]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://HORNSDALEPOWERRESERVE.COM.AU/WP-CONTENT/UPLOADS/2020/07/AURECON-HORNSDALE-POWER-RESERVE-IMPACT-STUDY-YEAR-2.PDF](https://hornsdalepowerreserve.com.au/wp-content/uploads/2020/07/AURECON-HORNSDALE-POWER-RESERVE-IMPACT-STUDY-YEAR-2.PDF)
- [17] SONNEN LAUNCHES LOWER-PRICED BATTERY FOR HOME BACKUP AND GRID SERVICES | GREENTECH MEDIA. GREENTECH MEDIA | GREENTECH MEDIA [ONLINE]. COPYRIGHT © 2020 GREENTECH MEDIA OR ITS AFFILIATED COMPANIES. ALL RIGHTS RESERVED. [CIT. 08.12.2020]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.GREENTECHMEDIA.COM/ARTICLES/READ/SONNEN-LAUNCHES-COST-COMPETITIVE-BATTERY-TO-EXPAND-HOME-STORAGE-OPTIONS](https://www.greentechmedia.com/articles/read/sonnen-launches-cost-competitive-battery-to-expand-home-storage-options)
- [18] SONNENBATTERIE [ONLINE]. IN: . [CIT. 2020-12-08]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://SKYSOLAR.CO.NZ/CONTENT/UPLOADS/2018/09/SONNEN-BATTERY-V2.PDF](https://skysolar.co.nz/content/uploads/2018/09/Sonnen-Battery-v2.pdf)
- [19] MATSUNAGA, MINORU & FUKUSHIMA, TATSUYA & OJIMA, KUNIAKI. (2009). POWERTRAIN SYSTEM OF HONDA FCX CLARITY FUEL CELL VEHICLE. WORLD ELECTRIC VEHICLE JOURNAL. 3. 820-829. 10.3390/wevj3040820.
- [20] ALBRECHT, UWE, MATTHIAS ALTMANN, FREDERIC BARTH, ET AL. STUDY ON HYDROGEN FROM RENEWABLE RESOURCES IN THE EU FINAL REPORT [ONLINE]. 2015 [CIT. 2020-12-08]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.FCH.EUROPA.EU/SITES/DEFAULT/FILES/GHYP-FINAL-REPORT_2015-07-08_5%20%28ID%202849171%29.PDF](https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/GHyP-FINAL-REPORT_2015-07-08_5%20%28ID%202849171%29.PDF). LUDWIG-BÖLKOW-SYSTEMTECHNIK GMBH, HINICIO S.A.
- [21] USTOLIN, FEDERICO, NICOLA PALTRINIERI A FILIPPO BERTO. LOSS OF INTEGRITY OF HYDROGEN TECHNOLOGIES: A CRITICAL REVIEW [ONLINE]. 2020 [CIT. 2020-12-08]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.SCIENCEDIRECT.COM/SCIENCE/ARTICLE/PII/S0360319920321583](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319920321583). NORWEGIAN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY NTNU.
- [22] PETITPAS, G. BOIL-OFF LOSSES ALONG LH2 PATHWAY [ONLINE]. 2018 [CIT. 2020-12-08]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.OSTI.GOV/SERVLTS/PURL/1466121](https://www.osti.gov/servlets/purl/1466121). LAWRENCE LIVERMORE NATIONAL LABORATORY.

- [23] [ONLINE]. COPYRIGHT © 2020 SMITHSONIAN MAGAZINE. [CIT. 09.12.2020]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.SMITHSONIANMAG.COM/SMART-NEWS/SOLAR-ENERGY-PROJECT-NEVADA-WILL-BE-BIGGEST-US-180974862/](https://www.smithsonianmag.com/smart-news/solar-energy-project-nevada-will-be-biggest-us-180974862/)
- [24] [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.BLOOMBERG.COM/NEWS/ARTICLES/2020-02-28/TWO-YEARS-ON-MUSK-S-BIG-BATTERY-BET-IS-PAYING-OFF-IN-AUSTRALIA](https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-02-28/two-years-on-musk-s-big-battery-bet-is-paying-off-in-australia)
- [25] TESLA. POWERWALL OVERVIEW [ONLINE]. IN: . [CIT. 2020-12-09]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.TESLA.COM/SITES/DEFAULT/FILES/PDFS/POWERWALL/POWERWALL-OVERVIEW-WELCOME-GUIDE.PDF](https://www.tesla.com/sites/default/files/pdfs/powerwall/powerwall-overview-welcome-guide.pdf)
- [26] STEAM REFORMING OF METHANE. [ONLINE]. COPYRIGHT © I [CIT. 09.12.2020]. DOSTUPNÉ Z: [HTTP://LARGE.STANFORD.EDU/COURSES/2010/PH240/CHEN1/](http://large.stanford.edu/courses/2010/ph240/chen1/)
- [27] RENEWABLE HYDROGEN: FAQ [ONLINE]. IN: . DEPARTMENT OF PRIMARY INDUSTRIES AND REGIONAL DEVELOPMENT - AUSTRALIA [CIT. 2020-12-09].
- [28] ENERGY CONVERSION FOR HYDROGEN CARS IS ONLY HALF THAT FOR BEVs - ENERGY POST. ENERGY POST - THE BEST THINKERS ON ENERGY - [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://ENERGYPOST.EU/ENERGY-CONVERSION-FOR-HYDROGEN-CARS-IS-ONLY-HALF-THAT-FOR-BEVs/](https://energypost.eu/energy-conversion-for-hydrogen-cars-is-only-half-that-for-bevs/)
- [29] HYDROGEN STORAGE [ONLINE]. IN: . U.S. DEPARTMENT OF ENERGY [CIT. 2020-12-09]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.ENERGY.GOV/SITES/PROD/FILES/2017/03/F34/FCTO-H2-STORAGE-FACT-SHEET.PDF](https://www.energy.gov/sites/prod/files/2017/03/f34/fcto-h2-storage-fact-sheet.pdf)
- [30] HOW IS HYDROGEN STORED ? | AIR LIQUIDE ENERGIES. AIR LIQUIDE ENERGIES | [ONLINE]. COPYRIGHT © AIR LIQUIDE 2020 [CIT. 09.12.2020]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://ENERGIES.AIRLIQUIDE.COM/RESOURCES-PLANET-HYDROGEN/HOW-HYDROGEN-STORED](https://energies.airliquide.com/resources/planet-hydrogen/how-hydrogen-stored)
- [31] YIN, L., JU, Y. REVIEW ON THE DESIGN AND OPTIMIZATION OF HYDROGEN LIQUEFACTION PROCESSES. FRONT. ENERGY 14, 530–544 (2020). [HTTPS://DOI.ORG/10.1007/S11708-019-0657-4](https://doi.org/10.1007/s11708-019-0657-4)
- [32] CO JE TO ZELENÁ ELEKTRINA? | E.ON. POMÁHÁME ŠETŘIT PENÍZE I PŘÍRODU | E.ON [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.EON.CZ/RADCE/EKOLOGIE/ZELENA-ELEKTRINA/CO-JE-TO-ZELENA-ELEKTRINA](https://www.eon.cz/radce/ekologie/zelena-elektrina/co-je-to-zelena-elektrina)
- [33] ALL MELIA'S ITALIAN HOTELS NOW USE 100% RENEWABLE ENERGY. SUSTAINABLE TOURISM NEWS, OPINION, RESOURCES AND CONSULTING [ONLINE]. COPYRIGHT © JEREMY SMITH 2019 [CIT. 10.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.TRAVINDY.COM/2016/07/MELIAS-ITALIAN-HOTELS-NOW-USE-100-RENEWABLE-ENERGY/](https://www.travindy.com/2016/07/melias-italian-hotels-now-use-100-renewable-energy/)
- [34] DOW JONES SUSTAINABILITY INDICES RESULTS 2019 [ONLINE]. IN: . SEPTEMBER 2019, S. 32 [CIT. 2021-04-10]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://PORTAL.CSA.SPGLOBAL.COM/SURVEY/DOCUMENTS/DJSI_REVIEWPRESENTATION_RESULTS_2019.PDF](https://portal.csa.spglobal.com/survey/documents/DJSI_REVIEWPRESENTATION_RESULTS_2019.PDF)
- [35] RENEWABLE ENERGY TECHNOLOGY POWERED BY INTEL. INTEL | DATA CENTER SOLUTIONS, IoT, AND PC INNOVATION [ONLINE]. COPYRIGHT © INTEL CORPORATION. INTEL, THE INTEL LOGO, AND OTHER INTEL MARKS ARE TRADEMARKS OF INTEL CORPORATION OR ITS SUBSIDIARIES. OTHER NAMES AND BRANDS MAY BE CLAIMED AS THE PROPERTY OF OTHERS. [CIT. 10.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.INTEL.COM/CONTENT/WWW/US/EN/ENERGY/RENEWABLE-ENERGY.HTML](https://www.intel.com/content/www/us/en/energy/renewable-energy.html)

- [36] INTEL AIMS TO REACH 100 PERCENT RENEWABLE ENERGY USE, ZERO WASTE BY 2030 - THE VERGE. THE VERGE [ONLINE]. COPYRIGHT © 2021 [CIT. 10.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.THEVERGE.COM/2020/5/14/21257746/INTEL-CLIMATE-CHANGE-ENVIRONMENT-GOALS-2030](https://www.theverge.com/2020/5/14/21257746/intel-climate-change-environment-goals-2030)
- [37] [HTTP://CSRREPORTBUILDER.INTEL.COM/PDFBUILDER/PDFS/CSR-2019-20-FULL-REPORT.PDF](http://csrreportbuilder.intel.com/pdfbuilder/pdfs/csr-2019-20-full-report.pdf)
- [38] [HTTPS://WWW.INTEL.COM/CONTENT/WWW/US/EN/ENVIRONMENT/ECO-RESPONSIBLE-OPERATIONS.HTML](https://www.intel.com/content/www/us/en/environment/eco-responsible-operations.html)
- [39] SOLAR PARK OF 100 MW STARTS CONSTRUCTION IN ARIZONA TO BENEFIT INTEL. RENEWABLE ENERGY NEWS & RESEARCH | RENEWABLES NOW [ONLINE]. COPYRIGHT ©2021 RENEWABLES NOW. ALL RIGHTS RESERVED. [CIT. 10.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://RENEWABLESNOW.COM/NEWS/SOLAR-PARK-OF-100-MW-STARTS-CONSTRUCTION-IN-ARIZONA-TO-BENEFIT-INTEL-714953/](https://renewablesnow.com/news/solar-park-of-100-mw-starts-construction-in-arizona-to-benefit-intel-714953/)
- [40] WHY '100% RENEWABLE ENERGY' PLEDGES ARE NOT ENOUGH | FINANCIAL TIMES. FINANCIAL TIMES [ONLINE]. COPYRIGHT © THE FINANCIAL TIMES LTD 2021. [CIT. 10.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.FT.COM/CONTENT/D75F49D0-103F-11EA-A225-DB2F231CFEAE](https://www.ft.com/content/d75f49d0-103f-11ea-a225-db2f231cfeae)
- [41] RENO'S PEPPERMILL RESORT PUMPS \$8.1M INTO GEOTHERMAL. ENVIRONMENT + ENERGY LEADER - ENVIRONMENTAL AND ENERGY NEWS [ONLINE]. COPYRIGHT © COPYRIGHT 2021 BUSINESS SECTOR MEDIA LLC. ENVIRONMENTAL LEADER [CIT. 10.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.ENVIRONMENTALLEADER.COM/2009/10/RENOS-PEPPERMILL-RESORT-PUMPS-8-1M-INTO-GEOTHERMAL/](https://www.environmentalleader.com/2009/10/renos-peppermill-resort-pumps-8-1m-into-geothermal/)
- [42] GEOTHERMAL ENERGY | GOING GREEN AT PEPPERMILL RESORT SPA CASINO, RENO, NEVADA. PEPPERMILL RESORT HOTEL, RENO, NV | (866) 821-9996 [ONLINE]. COPYRIGHT © 1996 [CIT. 10.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.PEPPERMILLRENO.COM/AMENITIES/GOING-GREEN/GEOTHERMAL-HEATING/](https://www.peppermillreno.com/amenities/going-green/geothermal-heating/)
- [43] GEOTHERMAL ENERGY POWERS THE PEPPERMILL HEADLINING THE RESORT HOTEL'S VAST GREEN INITIATIVES. PEPPERMILL RESORT HOTEL, RENO, NV | (866) 821-9996 [ONLINE]. COPYRIGHT © 1996 [CIT. 10.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.PEPPERMILLRENO.COM/ABOUT-US/PRESS-ROOM/PRESS-RELEASES/PEPPERMILL-GREEN-INITIATIVES/](https://www.peppermillreno.com/about-us/press-room/press-releases/peppermill-green-initiatives/)
- [44] LIGHTSTAY – A DECADE OF MANAGING OUR ENVIRONMENTAL AND SOCIAL IMPACT | HILTON PRESS CENTER. HILTON PRESS CENTER [ONLINE]. COPYRIGHT © 2021 HILTON [CIT. 10.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://NEWSROOM.HILTON.COM/BRAND-COMMUNICATIONS/NEWS/LIGHTSTAY-A-DECADE-OF-MANAGING-OUR-ENVIRONMENTAL-AND-SOCIAL-IMPACT](https://newsroom.hilton.com/brand-communications/news/lightstay-a-decade-of-managing-our-environmental-and-social-impact)
- [45] EI3'S LIGHTSTAY SAVES HILTON \$1 BILLION IN OPERATING EFFICIENCIES - EI3. EI3 I PURPOSEFUL IOT IN MANUFACTURING [ONLINE]. COPYRIGHT © 2019 MADE BY EI [CIT. 10.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.EI3.COM/LIGHTSTAY-EI3-ENERGY-MANAGEMENT-SOLUTION-SAVES-HILTON-1-BILLION/](https://www.ei3.com/lightstay-ei3-energy-management-solution-saves-hilton-1-billion/)
- [46] ISO - HOW HILTON IS GOING GREEN. [ONLINE]. COPYRIGHT © ALL RIGHTS RESERVED [CIT. 10.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.ISO.ORG/NEWS/REF2324.HTML](https://www.iso.org/news/REF2324.html)

- [47] HILTON OUTLOOK FOR MEETINGS AND EVENTS TRENDS IN 2020 | HILTON PRESS CENTER. HILTON PRESS CENTER [ONLINE]. COPYRIGHT © 2021 HILTON [CIT. 10.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://NEWSROOM.HILTON.COM/BRAND-COMMUNICATIONS/NEWS/HILTON-OUTLOOK-FOR-MEETINGS-AND-EVENTS-TRENDS-IN-2020](https://newsroom.hilton.com/brand-communications/news/hilton-outlook-for-meetings-and-events-trends-in-2020)
- [48] PV - HILTON'S CAPE TOWN CITY CENTRE BEGINS OPERATION OF ROOFTOP SOLAR SYSTEM - RENEWABLE ENERGY MAGAZINE, AT THE HEART OF CLEAN ENERGY JOURNALISM. HOME - RENEWABLE ENERGY MAGAZINE, AT THE HEART OF CLEAN ENERGY JOURNALISM [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.RENEWABLEENERGYMAGAZINE.COM/PV_SOLAR/HILTONA-S-CAPE-TOWN-CITY-CENTRE-BEGINS-20190705](https://www.renewableenergymagazine.com/pv_solar/hilton-a-s-cape-town-city-centre-begins-20190705)
- [49] SIX ROOFTOP WIND TURBINES GIVE POWER TO HILTON FORT LAUDERDALE BEACH RESORT | ARCHITECTURE & DESIGN. [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.ARCHITECTUREANDDESIGN.COM.AU/NEWS/SIX-ROOFTOP-WIND-TURBINES-GIVE-POWER-TO-HILTON-FOR](https://www.architectureanddesign.com.au/news/six-rooftop-wind-turbines-give-power-to-hilton-for)
- [50] CAN SALZGITTER CUT GERMANY'S CO2 EMISSIONS WITH LOW-CARBON STEEL PROJECT? | CLEAN ENERGY WIRE. CLEAN ENERGY WIRE [ONLINE]. COPYRIGHT © 2018 CLEAN ENERGY WIRE. ALL RIGHTS RESERVED. [CIT. 10.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.CLEANENERGYWIRE.ORG/NEWS/CAN-SALZGITTER-CUT-GERMANYS-CO2-EMISSIONS-LOW-CARBON-STEEL-PROJECT](https://www.cleanenergywire.org/news/can-salzgitter-cut-germanys-co2-emissions-low-carbon-steel-project)
- [51] CARBON NEUTRAL STEELMAKING | TATA STEEL IN EUROPE. 301 MOVED PERMANENTLY [ONLINE]. COPYRIGHT © TATA STEEL [CIT. 10.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.TATASTEELEUROPE.COM/TS/SUSTAINABILITY/CARBON-NEUTRAL-STEEL](https://www.tatasteeleurope.com/ts/sustainability/carbon-neutral-steel)
- [52] GREEN HYDROGEN FOR GREEN STEEL: PAVING THE WAY TO HYDROGEN VALLEY - ENGINEERED. ENGINEERED BLOG BY THYSSENKRUPP [ONLINE]. COPYRIGHT © 2021 [CIT. 10.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://ENGINEERED.THYSENKRUPP.COM/EN/GREEN-HYDROGEN-FOR-GREEN-STEEL/](https://engineered.thyssenkrupp.com/en/green-hydrogen-for-green-steel/)
- [53] HYBRIT - VATTENFALL PARTNERSHIP WITH LKAB AND SSAB - VATTENFALL. FOSSIL FREE LIVING WITHIN ONE GENERATION - VATTENFALL [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://GROUP.VATTENFALL.COM/WHAT-WE-DO/ROADMAP-TO-FOSSIL-FREEDOM/INDUSTRY-DECARBONISATION/HYBRIT](https://group.vattenfall.com/what-we-do/roadmap-to-fossil-freedom/industry-decarbonisation/hybrit)
- [54] SALCOS® – CLIMATE INITIATIVE FOR LOW CO2 STEEL PRODUCTION. SALCOS® – KLIMAINITIAIVE ZUR CO2-ARMEN STAHLPRODUKTION [ONLINE]. COPYRIGHT © SALZGITTER AG [CIT. 10.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://SALCOS.SALZGITTER-AG.COM/EN/INDEX.HTML](https://salcos.salzgitter-ag.com/en/index.html)
- [55] GRINHY2.0 – HYDROGEN FOR LOW-CO2 STEELMAKING - SUNFIRE. [ONLINE]. COPYRIGHT © 2020 SUNFIRE GMBH. ALL RIGHTS RESERVED. [CIT. 10.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.SUNFIRE.DE/EN/NEWS/DETAIL/GRINHY2-0-HYDROGEN-FOR-LOW-CO2-STEELMAKING](https://www.sunfire.de/en/news/detail/grinhy2-0-hydrogen-for-low-co2-steelmaking)
- [56] HOW THE 6 MAJOR OIL COMPANIES HAVE INVESTED IN RENEWABLE ENERGY PROJECTS. HOME - NS ENERGY [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.NSENERGYBUSINESS.COM/FEATURES/OIL-COMPANIES-RENEWABLE-ENERGY/](https://www.nsenergybusiness.com/features/oil-companies-renewable-energy/)
- [57] MATTHIAS J. PICKL, THE RENEWABLE ENERGY STRATEGIES OF OIL MAJORS – FROM OIL TO ENERGY?, ENERGY STRATEGY REVIEWS, VOLUME 26, 2019, 100370, ISSN 2211-467X

- [58] SHELL TO BECOME SINGLE OFF TAKER OF LARGEST SOLAR FARM IN ENGLAND | SOLAR POWER PORTAL. UK SOLAR NEWS | SOLAR POWER PORTAL [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.SOLARPOWERPORTAL.CO.UK/NEWS/SHELL_TO_BECOME_SINGLE_OFF_TAKER_OF_LARGEST_SOLAR_FARM_IN_ENGLAND](https://www.solarpowerportal.co.uk/news/shell_to_become_single_off_taker_of_largest_solar_farm_in_england)
- [59] LIGHTSOURCE BP TO ACCELERATE GLOBAL SOLAR GROWTH WITH FURTHER INVESTMENT FROM BP | NEWS AND INSIGHTS | HOME. HOME [ONLINE]. COPYRIGHT © 1996 [CIT. 10.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.BP.COM/EN/GLOBAL/CORPORATE/NEWS-AND-INSIGHTS/PRESS-RELEASES/LIGHTSOURCE-BP-TO-ACCELERATE-GLOBAL-SOLAR-GROWTH-WITH-FURTHER-INVESTMENT-FROM-BP.HTML](https://www.bp.com/en/global/corporate/news-and-insights/press-releases/lightsource-bp-to-accelerate-global-solar-growth-with-further-investment-from-bp.html)
- [60] SHELL-BACKED SILICON RANCH CLOSES FUNDING TO SUPPORT MORE THAN 1GW OF NEW SOLAR - PV TECH. PV TECH - THE NUMBER ONE SOURCE FOR IN-DEPTH AND UP-TO-THE-MINUTE NEWS, TECHNICAL ARTICLES, BLOGS AND REVIEWS ON THE INTERNATIONAL SOLAR PV SUPPLY CHAIN. [ONLINE]. COPYRIGHT © SOLAR MEDIA LIMITED 2021 [CIT. 10.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.PV-TECH.ORG/SHELL-BACKED-SILICON-RANCH-CLOSES-FUNDING-TO-SUPPORT-MORE-THAN-1GW-OF-NEW-SOLAR/](https://www.pv-tech.org/shell-backed-silicon-ranch-closes-funding-to-support-more-than-1gw-of-new-solar/)
- [61] DONG ENERGY RENAMES TO ØRSTED | OFFSHORE WIND. NAVINGO | OFFSHORE WIND [ONLINE]. COPYRIGHT © 2021 NAVINGO [CIT. 10.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.OFFSHOREWIND.BIZ/2017/10/02/DONG-ENERGY-RENAMES-TO-ORSTED/](https://www.offshorewind.biz/2017/10/02/dong-energy-renames-to-orsted/)
- [62] OUR OFFSHORE WIND FARMS | ØRSTED. FIGHTING CLIMATE CHANGE THROUGH RENEWABLE ENERGY | ØRSTED [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://ORSTED.COM/EN/OUR-BUSINESS/OFFSHORE-WIND/OUR-OFFSHORE-WIND-FARMS](https://orsted.com/en/our-business/offshore-wind/our-offshore-wind-farms)
- [63] OIL PRODUCTION BY COUNTRY - WORLDOMETER. WORLDOMETER - REAL TIME WORLD STATISTICS [ONLINE]. COPYRIGHT © COPYRIGHT WORLDOMETERS.INFO [CIT. 10.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.WORLDOMETERS.INFO/OIL/OIL-PRODUCTION-BY-COUNTRY/](https://www.worldometers.info/oil/oil-production-by-country/)
- [64] FRAGILE STATES INDEX ANNUAL REPORT 2020 [ONLINE]. IN: . FUND FOR PEACE, 2020 [CIT. 2021-04-10]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://FUNDFORPEACE.ORG/2020/05/11/FRAGILE-STATES-INDEX-2020/](https://fundforpeace.org/2020/05/11/fragile-states-index-2020/)
- [65] NATURAL GAS PRODUCTION BY COUNTRY - WORLDOMETER. WORLDOMETER - REAL TIME WORLD STATISTICS [ONLINE]. COPYRIGHT © COPYRIGHT WORLDOMETERS.INFO [CIT. 10.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.WORLDOMETERS.INFO/GAS/GAS-PRODUCTION-BY-COUNTRY/](https://www.worldometers.info/gas/gas-production-by-country/)
- [66] 'DEMAND DESTRUCTION' - ANALYSTS RACE TO LOWER OUTLOOKS FOR OIL | REUTERS. BUSINESS & FINANCIAL NEWS, U.S & INTERNATIONAL BREAKING NEWS | REUTERS [ONLINE]. COPYRIGHT © O REUTERS. ALL RIGHTS RESERVED. [CIT. 10.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.REUTERS.COM/ARTICLE/US-GLOBAL-OIL-DEMAND-IDUSKBN2172B9](https://www.reuters.com/article/us-global-oil-demand-idUSKBN2172B9)
- [67] OIL 2020 – ANALYSIS - IEA. IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY [ONLINE]. COPYRIGHT © IEA [CIT. 10.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.IEA.ORG/REPORTS/OIL-2020](https://www.iea.org/reports/oil-2020)
- [68] OIL PRICES DIP BELOW ZERO AS PRODUCERS FORCED TO PAY TO DISPOSE OF EXCESS | OIL | THE GUARDIAN. [ONLINE]. COPYRIGHT © [CIT. 10.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.THEGUARDIAN.COM/WORLD/2020/APR/20/OIL-PRICES-SINK-TO-20-YEAR-LOW-AS-UN-SOUNDS-ALARM-ON-TO-COVID-19-RELIEF-FUND](https://www.theguardian.com/world/2020/apr/20/oil-prices-sink-to-20-year-low-as-un-sounds-alarm-on-to-covid-19-relief-fund)

- [69] THE PROBLEM WITH BATTERIES - ACHATES POWER. INDUSTRY LEADING ENGINE SOLUTIONS - ACHATES POWER [ONLINE]. COPYRIGHT © 2020 ACHATES POWER, INC. ALL RIGHTS RESERVED. [CIT. 11.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://ACHATESPOWER.COM/THE-PROBLEM-WITH-BATTERIES-2/](https://achatespower.com/the-problem-with-batteries-2/)
- [70] CURB WEIGHT: WHY ELECTRIC VEHICLES ARE PUTTING ON POUNDS | ZDNET. TECHNOLOGY NEWS, ANALYSIS, COMMENTS AND PRODUCT REVIEWS FOR IT PROFESSIONALS | ZDNET [ONLINE]. COPYRIGHT © 2021 ZDNET, A RED VENTURES COMPANY. ALL RIGHTS RESERVED. [CIT. 11.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.ZDNET.COM/ARTICLE/WEIGHT-GAIN-WHY-ELECTRIC-VEHICLES-DONT-NEED-TO-BE-SO-LIGHT-ANYMORE/](https://www.zdnet.com/article/weight-gain-why-electric-vehicles-dont-need-to-be-so-light-anymore/)
- [71] BU-502: DISCHARGING AT HIGH AND LOW TEMPERATURES – BATTERY UNIVERSITY. BASIC TO ADVANCED BATTERY INFORMATION FROM BATTERY UNIVERSITY [ONLINE]. COPYRIGHT © 2021 ISIDOR BUCHMANN. ALL RIGHTS RESERVED. SITE BY [CIT. 11.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://BATTERYUNIVERSITY.COM/LEARN/ARTICLE/DISCHARGING_AT_HIGH_AND_LOW_TEMPERATURES](https://batteryuniversity.com/learn/article/discharging_at_high_and_low_temperatures)
- [72] HOW MUCH DOES CLIMATE CONTROL AFFECT EV RANGE?. CAR AND DRIVER: NEW CAR REVIEWS, BUYING ADVICE AND NEWS [ONLINE]. COPYRIGHT ©2021 HEARST AUTOS, INC. ALL RIGHTS RESERVED. [CIT. 11.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.CARANDDRIVER.COM/NEWS/A31739529/HOW-MUCH-DOES-CLIMATE-CONTROL-AFFECT-EV-RANGE/](https://www.caranddriver.com/news/a31739529/how-much-does-climate-control-affect-ev-range/)
- [73] WHAT IS THE LIFE EXPECTANCY OF A SOLAR BATTERY? - SUNRUN. #1 RESIDENTIAL SOLAR PANEL COMPANY | SUNRUN [ONLINE]. COPYRIGHT ©2021 SUNRUN. ALL RIGHTS RESERVED. [CIT. 16.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.SUNRUN.COM/GO-SOLAR-CENTER/SOLAR-ARTICLES/WHAT-IS-THE-LIFE-EXPECTANCY-OF-A-SOLAR-BATTERY](https://www.sunrun.com/go-solar-center/solar-articles/what-is-the-life-expectancy-of-a-solar-battery)
- [74] WHAT IS THE BEST BATTERY FOR SOLAR STORAGE? | ENERGY SAGE. GET COMPETING SOLAR QUOTES ONLINE | ENERGY SAGE [ONLINE]. COPYRIGHT © COPYRIGHT 2009 [CIT. 16.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.ENERGYSAGE.COM/SOLAR/SOLAR-ENERGY-STORAGE/WHAT-ARE-THE-BEST-BATTERIES-FOR-SOLAR-PANELS/](https://www.energysage.com/solar/solar-energy-storage/what-are-the-best-batteries-for-solar-panels/)
- [75] LITHIUM MINING: WHAT YOU SHOULD KNOW ABOUT THE CONTENTIOUS ISSUE. VOLKSWAGEN GROUP HOMEPAGE [ONLINE]. COPYRIGHT © VOLKSWAGEN AG 2021 [CIT. 11.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.VOLKSWAGENAG.COM/EN/NEWS/STORIES/2020/03/LITHIUM-MINING-WHAT-YOU-SHOULD-KNOW-ABOUT-THE-CONTENTIOUS-ISSUE.HTML](https://www.volkswagenag.com/en/news/stories/2020/03/lithium-mining-what-you-should-know-about-the-contentious-issue.html)
- [76] COBALT MINING IN THE DRC: THE DARK SIDE OF A CLEAN FUTURE. RACONTEUR - CONTENT FOR BUSINESS DECISION-MAKERS [ONLINE]. COPYRIGHT © COPYRIGHT 2021 RACONTEUR. ALL RIGHTS RESERVED. [CIT. 11.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.RACONTEUR.NET/CORPORATE-SOCIAL-RESPONSIBILITY/COBALT-MINING-HUMAN-RIGHTS/](https://www.raconteur.net/corporate-social-responsibility/cobalt-mining-human-rights/)
- [77] HOW TESLA SHOULD COMBAT CHILD LABOR IN THE DEMOCRATIC REPUBLIC OF THE CONGO. FORBES [ONLINE]. COPYRIGHT © 2021 FORBES MEDIA LLC. ALL RIGHTS RESERVED [CIT. 11.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.FORBES.COM/SITES/MICHAELPOSNER/2020/10/07/HOW-TESLA-SHOULD-COMBAT-CHILD-LABOR-IN-THE-DEMOCRATIC-REPUBLIC-OF-THE-CONGO/?SH=6BFAE7485CDO](https://www.forbes.com/sites/michaelposner/2020/10/07/how-tesla-should-combat-child-labor-in-the-democratic-republic-of-the-congo/?sh=6bfae7485cdo)
- [78] RENEWABLES EVERYWHERE - SUNFIRE. [ONLINE]. COPYRIGHT © 2020 SUNFIRE GMBH. ALL RIGHTS RESERVED. [CIT. 11.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.SUNFIRE.DE/EN/](https://www.sunfire.de/en/)

- [79] NORSK E-FUEL EUROPE'S FIRST COMMERCIAL PLANT FOR RENEWABLE AVIATION FUEL, GREEN HYDROGEN - NORSK E-FUEL. [ONLINE]. COPYRIGHT © 2020 NORSK E [CIT. 11.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.NORSK-E-FUEL.COM/EN/](https://www.norsk-e-fuel.com/en/)
- [80] RANKING THE AIRLINES BY FUEL EFFICIENCY - WSJ. THE WALL STREET JOURNAL - BREAKING NEWS, BUSINESS, FINANCIAL & ECONOMIC NEWS, WORLD NEWS AND VIDEO [ONLINE]. COPYRIGHT ©2021 [CIT. 11.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.WSJ.COM/ARTICLES/SB10001424052748704901104575423261677748380](https://www.wsj.com/articles/SB10001424052748704901104575423261677748380)
- [81] ENERGY EFFICIENT TECHNOLOGIES FOR INDUSTRY AND BEST PRACTICE: ENGINE [ONLINE]. IN: . TARGET, 2009 [CIT. 2021-04-11]. DOSTUPNÉ Z: [HTTP://WWW.ENGINE-SME.EU/FILEADMIN/SME-UPLOADS/D15/ENGINE_WP5_D15_EN.PDF](http://www.engine-sme.eu/fileadmin/SME-UPLOADS/D15/ENGINE_WP5_D15_EN.PDF)
- [82] CENÍK ELEKTRINY ČEZ: SMLOUVA NA 3 ROKY | PODNIKATELÉ [ONLINE]. IN: . ČEZ PRODEJ, A.S. GULDENEROVA 2577/19, 326 00 PLZEŇ, 2020, 2020 [CIT. 2021-04-11]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.CEZ.CZ/EDEE/CONTENT/FILE/PRODUKTY-A-SLUZBY/OBCANE-A-DOMACNOSTI/ELEKTRINA-2020/MOP/WEB_CENIK_ELEKTRINA_NA-3-ROK__MOP_122019_CEZDI.PDF](https://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/elektrina-2020/mop/web_cenik_elektrina_na-3-rok__mop_122019_cezdi.pdf)
- [83] WIND TURBINES ARE GETTING BIGGER AND TALLER - PAGER POWER. PAGERPOWER - URBAN & RENEWABLES [ONLINE]. COPYRIGHT © PAGERPOWER 2021 [CIT. 11.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.PAGERPOWER.COM/NEWS/WIND-TURBINES-ARE-GETTING-BIGGER-AND-TALLER/](https://www.pagerpower.com/news/wind-turbines-are-getting-bigger-and-taller/)
- [84] WATT PEAK | UNITED NATIONS ECONOMIC AND SOCIAL COMMISSION FOR WESTERN ASIA. UNITED NATIONS ECONOMIC AND SOCIAL COMMISSION FOR WESTERN ASIA [ONLINE]. COPYRIGHT © ESCWA 2020 [CIT. 11.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.UNESCWA.ORG/WATT-PEAK](https://www.unescwa.org/watt-peak)
- [85] SOLAR MODULES PRICE INDEX. [HTTPS://WWW.PVXCHANGE.COM/](https://www.pvxchange.com/) [ONLINE]. 2021 [CIT. 2021-04-11]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.PVXCHANGE.COM/PRICE-INDEX](https://www.pvxchange.com/price-index)
- [86] COMMON SIZES OF SOLAR PANELS – BRIGHTSTAR SOLAR. BRIGHTSTAR SOLAR [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://BRIGHTSTARSOLAR.NET/COMMON-SIZES-OF-SOLAR-PANELS/](https://brightstarsolar.net/common-sizes-of-solar-panels/)
- [87] GLOBAL SOLAR ATLAS. GLOBAL SOLAR ATLAS [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://GLOBALSOLARATLAS.INFO/MAP](https://globalsolaratlas.info/map)
- [88] ČASTÉ DOTAZY - SOLÁRNÍ ASOCIACE. [ONLINE]. COPYRIGHT © SOLÁRNÍ ASOCIACE [CIT. 19.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.SOLARNIASOCIACE.CZ/CS/PRO-VEREJNOST/CASTE-DOTAZY](https://www.solarniasociace.cz/cs/pro-verejnost/caste-dotazy)
- [89] CENOVÉ ROZHODNUTÍ ENERGETICKÉHO REGULAČNÍHO ÚŘADU Č. 5/2019 ZE DNE 26. LISTOPADU 2019, KTERÝM SE STANOVUJÍ CENY ZA SOUVISEJÍCÍ SLUŽBU V ELEKTROENERGETICE A OSTATNÍ REGULOVANÉ CENY [ONLINE]. IN: . s. 91 [CIT. 2021-04-19]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.ERU.CZ/DOCUMENTS/10540/6182278/CR_ER%C3%A2_2020_VVN_VN_ZM%C4%B9NY.PDF/79BABF8E-3C25-4E5C-B4E3-1F74A254D731](https://www.eru.cz/documents/10540/6182278/CR_ER%C3%A2_2020_VVN_VN_ZM%C4%B9NY.PDF/79BABF8E-3C25-4E5C-B4E3-1F74A254D731)
- [90] ČTVRTHODINOVÉ MAXIMUM - ČASOPIS ELEKTRO - ODBORNÉ ČASOPISY. ODBORNÉ ČASOPISY [ONLINE]. COPYRIGHT © 2014 [CIT. 19.04.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTP://WWW.ODBORNECASOPISY.CZ/ELEKTRO/CASOPIS/TEMA/CTVRTHODINOVE-MAXIMUM--12120](http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/ctvrthodinove-maximum--12120)
- [91] SOLÁRNÍ SYSTÉMY A FOTOVOLTAIKA S VIRTUÁLNÍ BATERIÍ | E.ON SOLAR. SOLÁRNÍ SYSTÉMY A FOTOVOLTAIKA S VIRTUÁLNÍ BATERIÍ | E.ON SOLAR [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.EON-SOLAR.CZ/](https://www.eon-solar.cz/)

- [92] SUBSIDY (GRANTS FOR THE INSTALLATION OF PHOTOVOLTAIC INSTALLATIONS). RES-LEGAL.EU [ONLINE]. 17.01.2019 [CIT. 2021-5-6]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.RES-LEGAL.EU/SEARCH-BY-COUNTRY/SWEDEN/SINGLE/S/RES-E/T/PROMOTION/AID/SUBSIDY-GRANTS-FOR-THE-INSTALLATION-OF-PHOTOVOLTAIC-INSTALLATIONS/LASTP/199/](https://www.res-legal.eu/search-by-country/sweden/single/s/res-e/t/promotion/aid/subsidy-grants-for-the-installation-of-photovoltaic-installations/lastp/199/)
- [93] FÖRDERPRODUKTE FÜR ENERGIE UND UMWELT. KFW.CZ [ONLINE]. [CIT. 2021-5-6]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.KFW.DE/INLANDSFOERDERUNG/UNTERNEHMEN/ENERGIE-UMWELT/F%C3%B6RDERPRODUKTE/F%C3%B6RDERPRODUKTE-\(S3\).HTML](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/unternehmen/energie-umwelt/f%C3%B6rderprodukte/f%C3%B6rderprodukte-(S3).html)
- [94] GUIDE TO FEDERAL TAX CREDIT FOR RESIDENTIAL SOLAR PV [ONLINE]. IN: . 01.2020, s. 4 [CIT. 2021-5-6]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.ENERGY.GOV/SITES/PROD/FILES/2020/01/F70/GUIDE%20TO%20FEDERAL%20TAX%20CREDIT%20FOR%20RESIDENTIAL%20SOLAR%20PV.PDF](https://www.energy.gov/sites/prod/files/2020/01/f70/GUIDE%20TO%20FEDERAL%20TAX%20CREDIT%20FOR%20RESIDENTIAL%20SOLAR%20PV.PDF)
- [95] SOLAR TAX EXEMPTIONS | SEIA. SEIA | SOLAR ENERGY INDUSTRIES ASSOCIATION [ONLINE]. COPYRIGHT © 2021 SOLAR ENERGY INDUSTRIES ASSOCIATION. ALL RIGHTS RESERVED. CREATED BY [CIT. 06.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.SEIA.ORG/INITIATIVES/SOLAR-TAX-EXEMPTIONS](https://www.seia.org/initiatives/solar-tax-exemptions)
- [96] POLICIES TO SUPPORT ECO-INNOVATION IN ISRAEL [ONLINE]. IN: . 2011, s. 38 [CIT. 2021-5-6]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.OECD.ORG/ISRAEL/48354947.PDF](https://www.oecd.org/israel/48354947.pdf)
- [97] HOME | SYNVERTEC. HOME | SYNVERTEC [ONLINE]. COPYRIGHT © 2017 BY SYNVERTEC [CIT. 06.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.SYNVERTEC.COM/](https://www.synvertec.com/)
- [98] THE SMART ENERGY LEADERS [ONLINE]. IN: . 2020, s. 2 [CIT. 2021-5-6]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.SOLAREEDGE.COM/SITES/DEFAULT/FILES/RESIDENTIAL_COMPETITIVE_ADVANTAGES_FLYER_AUS.PDF](https://www.solaredge.com/sites/default/files/residential_competitive_advantages_flyer_aus.pdf)
- [99] EV FLASHBATTERY. STOREDOT: SOLVING THE RANGE ANXIETY OF ELECTRIC VEHICLES [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.STORE-DOT.COM/EV](https://www.store-dot.com/ev)
- [100] NST WINS DOE SOLAR RESEARCH GRANT – NORWICH SOLAR TECHNOLOGIES. NORWICH SOLAR TECHNOLOGIES | THE LEADER IN SOLAR SOLUTIONS IN VT, NH, ME [ONLINE]. COPYRIGHT © 2021 NORWICH SOLAR TECHNOLOGIES, INC. ALL RIGHTS RESERVED. [CIT. 06.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://NORWICHSOLAR.COM/NST-WINS-DOE-SOLAR-RESEARCH-GRANT/](https://norchsolar.com/nst-wins-doe-solar-research-grant/)
- [101] BRITE SOLAR, ENERGY INNOVATIONS IN GLASS - BOOSTING TECHNOLOGICAL TRANSFORMATION - EUROPEAN COMMISSION. EUROPEAN COMMISSION | CHOOSE YOUR LANGUAGE | CHOISIR UNE LANGUE | WÄHLEN SIE EINE SPRACHE [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://EC.EUROPA.EU/GROWTH/TOOLS-DATABASES/DEM/WATIFY/INSPIRING/WATIFY-SUCCESS-STORIES/BRITE-SOLAR-ENERGY-INNOVATIONS-GLASS](https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/watify/inspiring/watify-success-stories/brite-solar-energy-innovations-glass)
- [102] INTERCONNECTORS: THE KEY TO BRINGING MORE RENEWABLES TO THE UK GRID?. NEWS ON RENEWABLE, NUCLEAR, FOSSIL, TECHNOLOGY, MARKET DATA - POWER TECHNOLOGY [ONLINE]. COPYRIGHT © COPYRIGHT VERDICT MEDIA LIMITED 2021 [CIT. 06.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.POWER-TECHNOLOGY.COM/FEATURES/FEATUREINTERCONNECTORS-THE-KEY-TO-BRINGING-MORE-RENEWABLES-TO-THE-UK-GRID-4466121/](https://www.power-technology.com/features/featureinterconnectors-the-key-to-bringing-more-renewables-to-the-uk-grid-4466121/)
- [103] NORTH SEA LINK - NORTH SEA LINK. NORTH SEA LINK - NORTH SEA LINK [ONLINE]. COPYRIGHT © NORTH SEA LINK 2015 [CIT. 06.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://NORTHSEALINK.COM/](https://northsealink.com/)

- [104] EVROPSKÁ SÍŤ PROVOZOVATELŮ PŘENOSOVÝCH SOUSTAV ELEKTRINY (ENTSO-E). OENERGETICE.CZ - DENNÍ ZPRAVODAJSTVÍ Z ENERGETIKY [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://OENERGETICE.CZ/ELEKTRINA/EVROPSKA-SIT-PROVOZOVATELU-PRENOSOVYCH-SOUSTAV-ELEKTRINY-ENTSO-E](https://oenergetice.cz/elektrina/evropska-sit-provozovatelu-prenosovych-soustav-elektriny-entso-e)
- [105] PŘÍČINY SOLÁRNÍHO BOOMU V ČESKÉ REPUBLICE. OENERGETICE.CZ - DENNÍ ZPRAVODAJSTVÍ Z ENERGETIKY [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://OENERGETICE.CZ/OBNOVITELNE-ZDROJE/PRICINY-SOLARNIHO-BOOMU](https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/priciny-solarneho-boomu)
- [106] DOBRODRUŽSTVÍ FOTOVOLTAIKY. PROČ SE ZE SOLÁRNÍ NADĚJE STALA ZATRACOVANÁ CESTA ČESKÉ ENERGETIKY? | IROZHLAS - SPOLEHLIVÉ ZPRÁVY. IROZHLAS - SPOLEHLIVÉ A RYCHLÉ ZPRÁVY [ONLINE]. COPYRIGHT © [CIT. 06.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.IROZHLAS.CZ/ZPRAVY-DOMOV/FOTOVOLTAIKA-ENERGETIKA-OBNOVITELNE-ZDROJE_1912040600_JAB](https://www.irozhlas.cz/zpravy-domov/fotovoltaika-energetika-obnovitelne-zdroje_1912040600_jab)
- [107] ,UŠETŘÍME AŽ 10 MILIARD ROČNĚ.‘ VLÁDA SCHVÁLILA SNÍŽENÍ PODPORY PRO SOLÁRNÍ ELEKTRÁRNÝ | IROZHLAS - SPOLEHLIVÉ ZPRÁVY. IROZHLAS - SPOLEHLIVÉ A RYCHLÉ ZPRÁVY [ONLINE]. COPYRIGHT © 1997 [CIT. 06.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.IROZHLAS.CZ/EKONOMIKA/VLADA-SNIZI-PODPORU-PRO-SOLARNI-ELEKTRARNY_2004271825_ADA](https://www.irozhlas.cz/ekonomika/vlada-snizi-podporu-pro-solarni-elektrarny_2004271825_ada)
- [108] VLÁDNÍ TAŽENÍ PROTI SOLÁRŮM ZŘEJMĚ NARAZÍ VE SNĚMOVNĚ - SEZNAM ZPRÁVY. [ONLINE]. COPYRIGHT © 1996 [CIT. 06.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.SEZNAMZPRAVY.CZ/CLANEK/VLADNI-TAZENI-PROTI-SOLARUM-ZREJME-NARAZI-VE-SNEMOVNE-111694](https://www.seznamzpravy.cz/clanek/vladni-tazeni-proti-solarum-zrejme-narazi-ve-snemovne-111694)
- [109] PRESIDENT OBAMA: THE UNITED STATES FORMALLY ENTERS THE PARIS AGREEMENT | WHITEHOUSE.GOV. THE WHITE HOUSE | WHITEHOUSE.GOV [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://OBAMAWHITEHOUSE.ARCHIVES.GOV/BLOG/2016/09/03/PRESIDENT-OBAMA-UNITED-STATES-FORMALLY-ENTERS-PARIS-AGREEMENT](https://obamawhitehouse.archives.gov/blog/2016/09/03/president-obama-united-states-formally-enters-paris-agreement)
- [110] FACT SHEET: OBAMA ADMINISTRATION ANNOUNCES FEDERAL AND PRIVATE SECTOR ACTIONS TO ACCELERATE ELECTRIC VEHICLE ADOPTION IN THE UNITED STATES | WHITEHOUSE.GOV. THE WHITE HOUSE | WHITEHOUSE.GOV [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://OBAMAWHITEHOUSE.ARCHIVES.GOV/THE-PRESS-OFFICE/2016/07/21/FACT-SHEET-OBAMA-ADMINISTRATION-ANNOUNCES-FEDERAL-AND-PRIVATE-SECTOR](https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2016/07/21/fact-sheet-obama-administration-announces-federal-and-private-sector)
- [111] CLIMATE CHANGE: US FORMALLY WITHDRAWS FROM PARIS AGREEMENT - BBC NEWS. BBC - HOMEPAGE [ONLINE]. COPYRIGHT © 2021 BBC. THE BBC IS NOT RESPONSIBLE FOR THE CONTENT OF EXTERNAL SITES. [CIT. 06.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.BBC.COM/NEWS/SCIENCE-ENVIRONMENT-54797743](https://www.bbc.com/news/science-environment-54797743)
- [112] AP FACT CHECK: TRUMP'S SKEWED INDICTMENT OF WIND POWER. ASSOCIATED PRESS NEWS [ONLINE]. COPYRIGHT © COPYRIGHT [CIT. 06.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://APNEWS.COM/ARTICLE/ELECTION-2020-AP-FACT-CHECK-JOE-BIDEN-DONALD-TRUMP-TECHNOLOGY-DD10B705845E945C4C33F62640CCD246](https://apnews.com/article/election-2020-ap-fact-check-joe-biden-donald-trump-technology-dd10b705845e945c4c33f62640ccd246)
- [113] HAS TRUMP LIVED UP TO HIS PROMISE TO REVIVE THE US COAL INDUSTRY?. HOME - NS ENERGY [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.NSENERGYBUSINESS.COM/FEATURES/TRUMP-US-COAL-INDUSTRY/](https://www.nsenergybusiness.com/features/trump-us-coal-industry/)

- [114] TRUMP MOVES TO INCREASE SOLAR IMPORT TARIFFS, KILL BIFACIAL EXEMPTION | GREENTECH MEDIA. GREENTECH MEDIA | CLEAN TECH & RENEWABLE ENERGY NEWS | GREENTECH MEDIA [ONLINE]. COPYRIGHT © 2021 GREENTECH MEDIA OR ITS AFFILIATED COMPANIES. ALL RIGHTS RESERVED. [CIT. 06.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.GREENTECHMEDIA.COM/ARTICLES/READ/PRESIDENTIAL-PROCLAMATION-TO-INCREASE-EXTEND-SECTION-201-TARIFFS](https://www.greentechmedia.com/articles/read/presidential-proclamation-to-increase-extend-section-201-tariffs)
- [115] WHAT IS THE PARIS CLIMATE AGREEMENT AND WHY IS BIDEN REJOINING NOW? - WSJ. THE WALL STREET JOURNAL - BREAKING NEWS, BUSINESS, FINANCIAL & ECONOMIC NEWS, WORLD NEWS AND VIDEO [ONLINE]. COPYRIGHT ©2021 [CIT. 06.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.WSJ.COM/ARTICLES/PARIS-CLIMATE-AGREEMENT-11611254971](https://www.wsj.com/articles/paris-climate-agreement-11611254971)
- [116] BIDEN'S RECOVERY PLAN BETS BIG ON CLEAN ENERGY - THE NEW YORK TIMES. THE NEW YORK TIMES - BREAKING NEWS, US NEWS, WORLD NEWS AND VIDEOS [ONLINE]. COPYRIGHT © [CIT. 06.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.NYTIMES.COM/2021/03/23/CLIMATE/BIDEN-INFRASTRUCTURE-STIMULUS-CLIMATE-CHANGE.HTML](https://www.nytimes.com/2021/03/23/climate/biden-infrastructure-stimulus-climate-change.html)
- [117] BIDEN VOWED TO MAKE CLIMATE 'ESSENTIAL' TO FOREIGN POLICY. THE REALITY IS HARDER. - THE NEW YORK TIMES. THE NEW YORK TIMES - BREAKING NEWS, US NEWS, WORLD NEWS AND VIDEOS [ONLINE]. COPYRIGHT © [CIT. 06.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.NYTIMES.COM/2021/03/14/CLIMATE/BIDEN-VOWED-TO-MAKE-CLIMATE-ESSENTIAL-TO-FOREIGN-POLICY-THE-REALITY-IS-HARDER.HTML](https://www.nytimes.com/2021/03/14/climate/biden-vowed-to-make-climate-essential-to-foreign-policy-the-reality-is-harder.html)
- [118] LEADERSHIP AND DEMOCRACY LAB. LEADERSHIP AND DEMOCRACY LAB [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.DEMOCRACYLAB.UWO.CA/ARCHIVES/2016__2017_RESEARCH_/RENEWABLE_ENERGY_IN_GAUTEMALA/POLITICAL_INSTABILITY_AND_STABILITY_A_GLASS_CEILING_TO_GUATEMALAS_RENEWABLE_ENERGY_SECTOR.HTML](https://www.democracylab.uwo.ca/archives/2016__2017_research_/renewable_energy_in_guatemala/political_instability_and_stability_a_glass_ceiling_to_guatemalas_renewable_energy_sector.html)
- [119] POLITICAL STABILITY BY COUNTRY, AROUND THE WORLD | THEGLOBALECONOMY.COM. GLOBAL ECONOMY, WORLD ECONOMY | THEGLOBALECONOMY.COM [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.THEGLOBALECONOMY.COM/RANKINGS/WB_POLITICAL_STABILITY/](https://www.theglobaleconomy.com/rankings/wb_political_stability/)
- [120] AT A GLANCE: GUATEMALA POWER EXPANSION PLAN - BNAMERICAS. BNAMERICAS - DEVELOP YOUR LATIN AMERICA BUSINESS [ONLINE]. COPYRIGHT © 2019. ALL RIGHTS RESERVED. [CIT. 06.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.BNAMERICAS.COM/EN/NEWS/AT-A-GLANCE-GUATEMALAS-POWER-EXPANSION-PLAN](https://www.bnamericas.com/en/news/at-a-glance-guatemalas-power-expansion-plan)
- [121] ENERGY - RENEWABLE ENERGY - OECD DATA. OECD DATA [ONLINE]. COPYRIGHT ©OECD [CIT. 06.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://DATA.OECD.ORG/ENERGY/RENEWABLE-ENERGY.HTM](https://data.oecd.org/energy/renewable-energy.htm)
- [122] MALTA TWO POINTS SHORT OF ITS 2020 RENEWABLE ENERGY TARGET. MALTATODAY | THE STORY BEHIND THE STORY [ONLINE]. COPYRIGHT © MEDIA TODAY CO. LTD, VJAL IR [CIT. 06.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.MALTATODAY.COM.MT/NEWS/NATIONAL/99922/MALTA_TWO_POINTS_SHORT_OF_ITS_2020_RENEWABLE_ENERGY_TARGET#.YJRUXLUZBCS](https://www.maltatoday.com.mt/news/national/99922/malta_two_points_short_of_its_2020_renewable_energy_target#.YJRUXLUZBCS)
- [123] RENEWABLES READINESS ASSESSMENT: ALBANIA. IRENA – INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY [ONLINE]. COPYRIGHT © 2011 [CIT. 06.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.IRENA.ORG/PUBLICATIONS/2021/MARCH/RENEWABLES-READINESS-ASSESSMENT-ALBANIA](https://www.irena.org/publications/2021/MARCH/RENEWABLES-READINESS-ASSESSMENT-ALBANIA)

- [124] ALTERNATIVE FOR GERMANY (AFD) – ENERGY TRANSITION – THE WIKI. ENERGY TRANSITION – THE WIKI – EINE WEITERE [HTTP://BOELLBLOG.ORG](http://boellblog.org) WEBSITE [ONLINE]. COPYRIGHT © 2012 [CIT. 06.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WIKL.ENERGYTRANSITION.ORG/WIKI/ALTERNATIVE-FOR-GERMANY-AFD/](https://wikl.energytransition.org/wiki/alternative-for-germany-afd/)
- [125] BOLSONARO ALTERS THE DYNAMICS OF BRAZIL'S RENEWABLE ENERGY TRANSITION | TELLIMER. TELLIMER | EMERGING MARKETS INVESTMENT INSIGHTS & DATA [ONLINE]. COPYRIGHT © 2021 TELLIMER [CIT. 06.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://TELLIMER.COM/ARTICLE/BOLSONARO-ALTERS-THE-DYNAMICS-OF-BRAZILS-RENE](https://tellimer.com/article/bolsonaro-alters-the-dynamics-of-brazils-rene)
- [126] BRAZIL: BOLSONARO THREATENS TO QUIT PARIS CLIMATE DEAL. CLIMATE HOME NEWS [ONLINE]. COPYRIGHT © 2021 CLIMATE HOME NEWS LTD. ALL RIGHTS RESERVED. [CIT. 06.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.CLIMATECHANGENEWS.COM/2018/08/14/BRAZILS-BOLSONARO-THREATENS-QUIT-PARIS-CLIMATE-DEAL/](https://www.climatechangenews.com/2018/08/14/brazils-bolsonaro-threatens-quit-paris-climate-deal/)
- [127] AMAZON DEFORESTATION SURGES TO 12-YEAR HIGH UNDER BOLSONARO | AMAZON RAINFOREST | THE GUARDIAN. [ONLINE]. COPYRIGHT © [CIT. 06.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.THEGUARDIAN.COM/ENVIRONMENT/2020/DEC/01/AMAZON-DEFORESTATION-SURGES-TO-12-YEAR-HIGH-UNDER-BOLSONARO](https://www.theguardian.com/environment/2020/dec/01/amazon-deforestation-surges-to-12-year-high-under-bolsonaro)
- [128] SCOTT MORRISON'S NEW POWER PLAN CRITICISED AS 'PART OF THE PROBLEM, NOT THE SOLUTION' TO CLIMATE CRISIS | SBS NEWS. SBS TV | SBS RADIO | SBS ON DEMAND, NEWS, SPORT, FOOD, MOVIES [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.SBS.COM.AU/NEWS/SCOTT-MORRISON-S-NEW-POWER-PLAN-CRITICISED-AS-PART-OF-THE-PROBLEM-NOT-THE-SOLUTION-TO-CLIMATE-CRISIS](https://www.sbs.com.au/news/scott-morrison-s-new-power-plan-criticised-as-part-of-the-problem-not-the-solution-to-climate-crisis)
- [129] ENDING AUSTRALIA'S THERMAL COAL EXPORTS BY 2030 - ADAM BANDT. ADAM BANDT - LEADER OF THE AUSTRALIAN GREENS AND FEDERAL MEMBER FOR MELBOURNE [ONLINE]. COPYRIGHT © AUSTRALIAN GREENS VICTORIA. ALL RIGHTS RESERVED [CIT. 06.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.ADAMBANDT.COM/1116_ENDINGTHERMALCOAL](https://www.adambandt.com/1116_endingthermalcoal)
- [130] 'AWFUL AND NOISY': TONY ABBOTT SLAMS WIND FARMS DURING INTERVIEW WITH ALAN JONES. AUSTRALIAN BREAKING NEWS HEADLINES & WORLD NEWS ONLINE | SMH.COM.AU [ONLINE]. COPYRIGHT © [CIT. 06.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.SMH.COM.AU/POLITICS/FEDERAL/AWFUL-AND-NOISY-TONY-ABBOTT-SLAMSWIND-FARMS-DURING-INTERVIEW-WITH-ALAN-JONES-20150611-GHL7MO.HTML](https://www.smh.com.au/politics/federal/awful-and-noisy-tony-abbott-slams-wind-farms-during-interview-with-alan-jones-20150611-ghl7mo.html)
- [131] EFFECT OF ELECTROMOBILITY ON THE POWER SYSTEM AND THE INTEGRATION OF RES [ONLINE]. IN: . 06.2018, s. 54 [CIT. 2021-5-6]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://EC.EUROPA.EU/ENERGY/SITES/ENER/FILES/DOCUMENTS/METIS_S13_FINAL_REPORT_ELECTROMOBILITY_201806.PDF](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/metis_s13_final_report_electromobility_201806.pdf)
- [132] JADERNÁ ENERGETIKA V ČESKÉ REPUBLICĚ | SKUPINA ČEZ - O SPOLEČNOSTI. SKUPINA ČEZ [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.CEZ.CZ/CS/O-CEZ/VYROBNI-ZDROJE/JADERNA-ENERGETIKA/JADERNA-ENERGETIKA-V-CESKE-REPUBLICHE](https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobnizdroje/jaderna-energetika/jaderna-energetika-v-ceske-republice)
- [133] 800V EV CHARGING WILL DRASTICALLY REDUCE WAITING TIMES AT THE CHARGER. INSIDEEVS | ELECTRIC VEHICLE NEWS, REVIEWS, AND REPORTS [ONLINE]. COPYRIGHT © 2021 [CIT. 06.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://INSIDEEVS.COM/FEATURES/427039/800-VOLT-CHARGING-TO-CHANGE-INDUSTRY/](https://insideevs.com/features/427039/800-volt-charging-to-change-industry/)

- [134] EVs ARE ON A ROLL. HOW WILL US POWER GRIDS MANAGE RISING DEMAND FOR CHARGING? | S&P GLOBAL PLATTS. DOCUMENT MOVED [ONLINE]. COPYRIGHT © 2021 S [CIT. 06.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.SPGLOBAL.COM/PLATTS/EN/MARKET-INSIGHTS/BLOGS/ELECTRIC-POWER/042420-EVS-ARE-ON-A-ROLL-HOW-WILL-US-POWER-GRIDS-MANAGE-RISING-DEMAND-FOR-CHARGING](https://www.spglobal.com/platts/en/market-insights/blogs/electric-power/042420-evs-are-on-a-roll-how-will-us-power-grids-manage-rising-demand-for-charging)
- [135] WHAT HAPPENS TO ALL THE OLD WIND TURBINES? - BBC NEWS. BBC - HOMEPAGE [ONLINE]. COPYRIGHT © 2021 BBC. THE BBC IS NOT RESPONSIBLE FOR THE CONTENT OF EXTERNAL SITES. [CIT. 07.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.BBC.COM/NEWS/BUSINESS-51325101](https://www.bbc.com/news/business-51325101)
- [136] HOW LONG DO WIND TURBINES LAST? CAN THEIR LIFETIME BE EXTENDED? - TWI. JOINING INNOVATION WITH EXPERTISE - TWI [ONLINE]. COPYRIGHT © 2021 TWI LTD. ALL RIGHTS RESERVED. [CIT. 07.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.TWI-GLOBAL.COM/TECHNICAL-KNOWLEDGE/FAQS/HOW-LONG-DO-WIND-TURBINES-LAST](https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/how-long-do-wind-turbines-last)
- [137] RESEARCH NOTE OUTLINE ON RECYCLING WIND TURBINES BLADES [ONLINE]. IN: . S. 10 [CIT. 2021-5-7]. DOSTUPNÉ Z: [HTTP://WWW.EWEA.ORG/FILEADMIN/FILES/OUR-ACTIVITIES/POLICY-ISSUES/ENVIRONMENT/RESEARCH_NOTE_RECYCLING_WT_BLADES.PDF](http://www.ewea.org/fileadmin/files/our-activities/policy-issues/environment/research_note_recycling_wt_blades.pdf)
- [138] CLEAN GRID ALLIANCE | WIND TURBINE RECYCLING AND DISPOSAL. CLEAN GRID ALLIANCE [ONLINE]. COPYRIGHT © 2021 CLEAN GRID ALLIANCE. ALL RIGHTS RESERVED. [CIT. 07.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://CLEANGRIDALLIANCE.ORG/BLOG/137/WIND-TURBINE-RECYCLING-AND-DISPOSAL](https://cleangridalliance.org/blog/137/wind-turbine-recycling-and-disposal)
- [139] WORLD'S MOST POWERFUL OFFSHORE WIND PLATFORM: HALIADE-X | GE RENEWABLE ENERGY. GE.COM | BUILDING A WORLD THAT WORKS | GENERAL ELECTRIC [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.GE.COM/RENEWABLEENERGY/WIND-ENERGY/OFFSHORE-WIND/HALIADE-X-OFFSHORE-TURBINE](https://www.ge.com/renewableenergy/wind-energy/offshore-wind/haliade-x-offshore-turbine)
- [140] RECYCLING: A SOLAR PANEL'S LIFE AFTER DEATH | GREENMATCH. MATCH QUOTES & SUPPLIERS | GREENMATCH [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.GREENMATCH.CO.UK/BLOG/2017/10/THE-OPPORTUNITIES-OF-SOLAR-PANEL-RECYCLING](https://www.greenmatch.co.uk/blog/2017/10/the-opportunities-of-solar-panel-recycling)
- [141] KDO ZAPLATÍ RECYKLACI SOLÁRNÍCH PANEŮ? | SOLÁRNÍ EXPERTI. SOLÁRNÍ EXPERTI | VŠE O SOLÁRNÍCH PANELECH [ONLINE]. COPYRIGHT © SOLÁRNÍ EXPERTI S.R.O. [CIT. 07.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.SOLARNIEXPERTI.CZ/KOLIK-STOJI-RECYKLACE-SOLARNICH-PANELU/](https://www.solarniexperti.cz/kolik-stoji-recyklace-solarnich-panelu/)
- [142] PV CYCLE DOSÁHLO REKORDNÍ 96% MÍRY RECYKLACE KŘEMÍKOVÝCH PANEŮ (VIDEO). OENERGETICE.CZ - DENNÍ ZPRAVODAJSTVÍ Z ENERGETIKY [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://OENERGETICE.CZ/OBNOVITELNE-ZDROJE/PV-CYCLE-DOSAHLO-REKORDNIKO-96-PODILU-RECYKLACE-KREMIKOVYCH-PANELU](https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/pv-cycle-dosahlo-rekordniko-96-podilu-recyklace-kremikovy-ch-panelu)
- [143] PV CYCLE ASSOCIATION | WEEE COMPLIANCE & WASTE MANAGEMENT SCHEME. PV CYCLE ASSOCIATION | WEEE COMPLIANCE & WASTE MANAGEMENT SCHEME [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTP://WWW.PVCYCLE.ORG/](http://www.pvcycle.org/)
- [144] WASTE FROM ELECTRICAL AND ELECTRONIC EQUIPMENT (WEEE). EUROPEAN COMMISSION | CHOOSE YOUR LANGUAGE | CHOISIR UNE LANGUE | WÄHLEN SIE EINE SPRACHE [ONLINE]. COPYRIGHT © BARANOZDEMIR [CIT. 07.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://EC.EUROPA.EU/ENVIRONMENT/TOPICS/WASTE-AND-RECYCLING/WASTE-ELECTRICAL-AND-ELECTRONIC-EQUIPMENT-WEEE_FI](https://ec.europa.eu/environment/topics/waste-and-recycling/waste-electrical-and-electronic-equipment-weee_fi)

- [145] THE HINDENBURG DISASTER - HISTORY. [ONLINE]. COPYRIGHT © 2021 A [CIT. 07.05.2021].
DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.HISTORY.COM/THIS-DAY-IN-HISTORY/THE-HINDENBURG-DISASTER](https://www.history.com/this-day-in-history/the-hindenburg-disaster)
- [146] HYDROGEN SAFETY: LET'S CLEAR THE AIR | NRDC. NRDC [ONLINE]. COPYRIGHT © NATURAL
RESOURCES DEFENSE COUNCIL 2021 [CIT. 07.05.2021]. DOSTUPNÉ Z:
[HTTPS://WWW.NRDC.ORG/EXPERTS/CHRISTIAN-TAE/HYDROGEN-SAFETY-LETS-CLEAR-AIR](https://www.nrdc.org/experts/christian-tae/hydrogen-safety-lets-clear-air)
- [147] SO JUST HOW DANGEROUS IS HYDROGEN FUEL? | HYDROGEN PROPERTIES FOR ENERGY RESEARCH
(HYPER) LABORATORY | WASHINGTON STATE UNIVERSITY. HYDROGEN PROPERTIES FOR ENERGY RESEARCH
(HYPER) LABORATORY | WASHINGTON STATE UNIVERSITY [ONLINE]. COPYRIGHT © [CIT. 07.05.2021].
DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://HYDROGEN.WSU.EDU/2017/03/17/SO-JUST-HOW-DANGEROUS-IS-HYDROGEN-FUEL/](https://hydrogen.wsu.edu/2017/03/17/so-just-how-dangerous-is-hydrogen-fuel/)
- [148] HYDROGEN? IS THAT SAFE? - TOYOTA EUROPE. TOYOTA EUROPE - TOYOTA EUROPE'S OFFICIAL BLOG
[ONLINE]. COPYRIGHT © TOYOTA [CIT. 07.05.2021]. DOSTUPNÉ Z:
[HTTPS://BLOG.TOYOTA.EU/SAFETY/HYDROGEN-IS-THAT-SAFE/](https://blog.toyota.eu/safety/hydrogen-is-that-safe/)
- [149] OFFICIAL HYUNDAI NEXO SAFETY RATING. OBJECT MOVED [ONLINE]. COPYRIGHT © 2021 EURO
NCAP [CIT. 07.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.EURONCAP.COM/EN/RESULTS/HYUNDAI/NEXO/33731](https://www.euroncap.com/en/results/hyundai/nexo/33731)
- [150] RECYCLING RENEWABLES. CHEMICAL & ENGINEERING NEWS [ONLINE]. 09.04.2018 [CIT. 2021-5-
16]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://CEN.ACS.ORG/ENERGY/RENEWABLES/RECYCLING-RENEWABLES/96/I15](https://cen.acs.org/energy/renewables/Recycling-renewables/96/i15)
- [151] KONZULTACE S EXPESTEM ZE SPOLEČNOSTI E.ON JINDŘICHEM ČEJKOU – BŘEZEN 2021
- [152] KONZULTACE S EXPESTEM ZE SPOLEČNOSTI INNOGY DAVIDEM CHODEM – BŘEZEN 2021

9. Zdroje obrázků

[153] OBRÁZEK 1 - 2050 ENERGIEWENDE TARGETS

GERMANY'S RENEWABLE ENERGY SECTOR IN THE CONTEXT OF ENERGY TRANSITION. SHARE AND DISCOVER KNOWLEDGE ON SLIDESHARE [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z:

[HTTPS://WWW.SLIDESHARE.NET/CCENERGIA/GERMANYS-RENEWABLE-ENERGY-SECTOR-IN-THE-CONTEXT-OF-ENERGY-TRANSITION](https://www.slideshare.net/ccenergia/germanys-renewable-energy-sector-in-the-context-of-energy-transition)

[154] OBRÁZEK 2 - ENERGETICKÝ MIX NĚMECKA

GERMANY: ENERGY COUNTRY PROFILE - OUR WORLD IN DATA. OUR WORLD IN DATA [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z:

[HTTPS://OURWORLDINDATA.ORG/ENERGY/COUNTRY/GERMANY?COUNTRY=~DEU](https://ourworldindata.org/energy/country/germany?country=~DEU)

[155] OBRÁZEK 3 - ENERGETICKÝ MIX ŠVÉDSKA

GERMANY: ENERGY COUNTRY PROFILE - OUR WORLD IN DATA. OUR WORLD IN DATA [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z:

[HTTPS://OURWORLDINDATA.ORG/ENERGY/COUNTRY/GERMANY?COUNTRY=~SWE](https://ourworldindata.org/energy/country/germany?country=~SWE)

[156] OBRÁZEK 4 - ENERGETICKÝ MIX MAROKA

GERMANY: ENERGY COUNTRY PROFILE - OUR WORLD IN DATA. OUR WORLD IN DATA [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z:

[HTTPS://OURWORLDINDATA.ORG/ENERGY/COUNTRY/GERMANY?COUNTRY=~MAR](https://ourworldindata.org/energy/country/germany?country=~MAR)

[157] OBRÁZEK 5 - ROZDĚLENÍ „ZELENÝCH“ STARTUPŮ DLE SEKTORŮ

FICHTER, K. & OLTEANU, Y. (2019). GREEN STARTUP MONITOR 2018. BERLIN: BORDERSTEP INSTITUTE, GERMAN STARTUPS ASSOCIATION

[158] OBRÁZEK 6 - CENY SOLÁRNÍCH PANELŮ

SOLAR PV MODULE PRICES - OUR WORLD IN DATA. OUR WORLD IN DATA [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z:

[HTTPS://OURWORLDINDATA.ORG/GRAPHER/SOLAR-PV-PRICES?TAB=CHART&STACKMODE=ABSOLUTE&TIME=1976..LATEST@ION=WORLD](https://ourworldindata.org/grapher/solar-pv-prices?tab=chart&stackmode=absolute&time=1976..latest@ion=world)

[159] OBRÁZEK 7 - OBJEM SOLÁRNÍCH A VĚTRNÝCH ELEKTRÁREN V GW

WORLD REACHES 1,000GW OF WIND AND SOLAR, KEEPS GOING | BLOOMBERGNEF. BLOOMBERGNEF [ONLINE]. COPYRIGHT © 2021 BLOOMBERG FINANCE L.P. ALL RIGHTS RESERVED. [CIT. 08.05.2021].

DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://ABOUT.BNEF.COM/BLOG/WORLD-REACHES-1000GW-WIND-SOLAR-KEEPS-GOING/](https://about.bnef.com/blog/world-reaches-1000gw-wind-solar-keeps-going/)

[160] OBRÁZEK 8 - POPTÁVKA PO ROPĚ V DOBĚ PANDEMIE

'DEMAND DESTRUCTION' - ANALYSTS RACE TO LOWER OUTLOOKS FOR OIL | REUTERS. HOMEPAGE | REUTERS [ONLINE]. COPYRIGHT © O REUTERS. ALL RIGHTS RESERVED. [CIT. 08.05.2021]. DOSTUPNÉ Z:

<https://www.reuters.com/article/us-global-oil-demand-idUSKBN2172B9>

[161] OBRÁZEK - 9 SÍŤ ELEKTRICKÝCH INTERCONNECTORŮ V EVROPĚ

GRID MAP. HOME [ONLINE]. COPYRIGHT © 2009 [CIT. 08.05.2021]. DOSTUPNÉ Z:
[HTTPS://WWW.ENTSOE.EU/DATA/MAP/](https://www.entsoe.eu/data/map/)

[162] OBRÁZEK 10 - SOLÁRNÍ SILNICE V MONAKU

MONACO'S ENERGY TRANSITION. SUSTAIN EUROPE - HOME [ONLINE]. COPYRIGHT © SUSTAIN EUROPE 2021.
ALL RIGHTS RESERVED. POWERED BY 100 [CIT. 08.05.2021]. DOSTUPNÉ Z:
[HTTPS://WWW.SUSTAINEUROPE.COM/MONACO-S-ENERGY-TRANSITION-20181029.HTML](https://www.sustaineurope.com/monaco-s-energy-transition-20181029.html)

[163] OBRÁZEK 11 - ROZDĚLENÍ MATERIÁLŮ VE VĚTRNÉ ELEKTRÁRNĚ

RESOURCES AND RECYCLING NEEDS FOR GERMANY'S WIND TURBINES | CLEAN ENERGY WIRE. CLEAN ENERGY
WIRE [ONLINE]. COPYRIGHT © 2018 CLEAN ENERGY WIRE. ALL RIGHTS RESERVED. [CIT. 08.05.2021].
DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.CLEANENERGYWIRE.ORG/FACTSHEETS/RESOURCES-AND-RECYCLING-NEEDS-GERMANYS-WIND-TURBINES](https://www.cleanenergywire.org/factsheets/resources-and-recycling-needs-germanys-wind-turbines)

[164] OBRÁZEK 12 - PRŮŘEZ NOSNOU ČÁSTÍ VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY

WHAT HAPPENS TO ALL THE OLD WIND TURBINES? - BBC NEWS. BBC - HOMEPAGE [ONLINE]. COPYRIGHT ©
2021 BBC. THE BBC IS NOT RESPONSIBLE FOR THE CONTENT OF EXTERNAL SITES. [CIT. 08.05.2021].
DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.BBC.COM/NEWS/BUSINESS-51325101](https://www.bbc.com/news/business-51325101)

[165] OBRÁZEK 13 – DUCK CURVE

FILE:DUCK CURVE CA-ISO 2016-10-22.AGR.PNG - WIKIMEDIA COMMONS. [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z:
[HTTPS://COMMONS.WIKIMEDIA.ORG/WIKI/FILE:DUCK_CURVE_CA-ISO_2016-10-22.AGR.PNG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Duck_Curve_CA-ISO_2016-10-22.agr.png)

[166] OBRÁZEK 14 – OBRÁZEK 14 – ZÁVISLOST VYBÍJENÍ NA POČTU OPERAČNÍCH CYKLŮ

TYPICAL CYCLE LIFE VERSUS DoD [ONLINE]. [CIT. 2021-5-16]. DOSTUPNÉ Z:
[HTTPS://ENERGYMAG.FILES.WORDPRESS.COM/2014/02/NICKEL_IRON_BATTERY_-_DEPTH_OF_DISCHARGE_LIFE-WIKIPEDIA.JPG](https://energymag.files.wordpress.com/2014/02/nickel_iron_battery_-_depth_of_discharge_life-wikipedia.jpg)

[167] OBRÁZEK 15 - PŘEHLED SVĚTOVÉ TĚŽBY VZÁCNÝCH KOVŮ

LITHIUM MINING: WHAT YOU SHOULD KNOW ABOUT THE CONTENTIOUS ISSUE | VOLKSWAGEN NEWSROOM.
[ONLINE]. COPYRIGHT © VOLKSWAGEN 2021 [CIT. 08.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.VOLKSWAGEN-NEWSROOM.COM/EN/STORIES/LITHIUM-MINING-WHAT-YOU-SHOULD-KNOW-ABOUT-THE-CONTENTIOUS-ISSUE-5867](https://www.volkswagen-newsroom.com/en/stories/lithium-mining-what-you-should-know-about-the-contentious-issue-5867)

[168] OBRÁZEK 16 - STRUKTURA POUŽITÍ SYNTETICKÝCH PALIV SUNFIRE

RENEWABLES EVERYWHERE - SUNFIRE. [ONLINE]. COPYRIGHT © 2020 SUNFIRE GMBH. ALL RIGHTS
RESERVED. [CIT. 08.05.2021]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.SUNFIRE.DE/EN/](https://www.sunfire.de/en/)

[169] OBRÁZEK 17 - DÉLKA SLUNEČNÍHO SVITU

SLUNEČNÍ MAPA EVROPY [ONLINE]. IN: . [CIT. 2021-5-8]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://ARCHIV.IHNED.CZ/C1-59581960-SLUNECNI-MAPA-EVROPY](https://archiv.ihned.cz/c1-59581960-slunecni-mapa-evropy)

[170] OBRÁZEK 18 - CENY SOLÁRCH PANELŮ DLE PVXCHANGE

PVXCHANGE SOLAR PANEL INDEX [ONLINE]. IN: . [CIT. 2021-5-8]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://WWW.PVXCHANGE.COM/PRICE-INDEX](https://www.pvxchange.com/price-index)

[171] OBRÁZEK 19- SOLÁRNÍ DIAGRAM

GLOBAL SOLAR ATLAS. GLOBAL SOLAR ATLAS [ONLINE]. DOSTUPNÉ Z: [HTTPS://GLOBALSOLARATLAS.INFO/MAP](https://globalsolaratlas.info/map)

10. Seznam grafů

GRAF 1 - ENERGETICKÁ HUSTOTA BENZÍNU A BATERÍ

GRAF 2 – DISKONTOVANÁ NÁVRATNOST PV ELEKTRÁRNY 2

GRAF 3 – DISKONTOVANÁ NÁVRATNOST PV ELEKTRÁRNY 3

GRAF 4 – DISKONTOVANÁ NÁVRATNOST PV ELEKTRÁRNY 4

GRAF 5 – ORIENTAČNÍ CENOVÝ MIX PV ELEKTRÁRNY

11. Seznam tabulek

TABULKA 1 - CENY SOLÁRNÍCH PANELŮ

TABULKA 2 - MODEL PV ELEKTRÁRNY 1

TABULKA 3 - CENY BATERÍ

TABULKA 4 - MODEL PV ELEKTRÁRNY 2

TABULKA 5 - DISKONTOVANÁ NÁVRATNOST PV ELEKTRÁRNY 2

TABULKA 6 – MODEL PV ELEKTRÁRNY 3

TABULKA 7 – DISKONTOVANÁ NÁVRATNOST PV ELEKTRÁRNY 3

TABULKA 8 – ČISTÁ SOUČASNÁ HODNOTA 1

TABULKA 9 - MODEL PV ELEKTRÁRNY 4

TABULKA 10 - DISKONTOVANÁ NÁVRATNOST PV ELEKTRÁRNY 4

TABULKA 11 – ČISTÁ SOUČASNÁ HODNOTA 2

TABULKA 12 – ORIENTAČNÍ CENOVÝ MIX PV ELEKTRÁRNY