



ENERSOL 2022



**VZDĚLÁVACÍ PROJEKT NA TÉMATA OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE,
ÚSPORY ENERGÍÍ A SNIŽOVÁNÍ EMISÍ V DOPRAVĚ**



HLAVNÍ MĚSTO PRAHA



BUDOUCNOST ENERGETIKY V ČR A VYŘEŠENÍ OTÁZKY TEPELNÝCH ELEKTRÁREN

Jonáš Sikora

Autor (jméno, kontakt): Jonáš Sikora, sikora120@spsdmasna.cz

Název projektu: Budoucnost energetiky v ČR a vyřešení otázky tepelných elektráren

Kategorie projektu: Enersol a inovace

Škola: Vyšší odborná a střední průmyslová škola dopravní,
Praha 1, Masná 18

Obor, ročník studia: Železniční doprava, 2. ročník

Vedoucí práce, koordinátor: RNDr. Miroslava Křížková, krizkova@spsdmasn.cz

Spolupracující firma:

Poradce:

Počet stran: 15

Školní rok: 2021/2022

Anotace:

V této práci jsem se rozhodl navrhnout, jak by se vyřešila otázka ne hospodárných tepelných elektráren a ochrany životního prostředí v České republice. Projekt řeší hlavní problematiku zátěže životního prostředí, dopady na zdraví obyvatelstva a krátkou budoucnost fosilních paliv. Proto navrhuje, jak dosáhnout ekologičnosti, hospodárnosti a zvýšit efektivitu. Dále uvádí přínosy elektrifikace spotřeby tam, kde se nepoužívá elektřina a převládá spalování tuhých a kapalných paliv.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svou práci vypracoval samostatně a použil pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu zdrojů. Prohlašuji, že tištěná a elektronická verze soutěžního projektu jsou shodné. Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb. o právu autorském, právech souvisejících s právem autorským a změně zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V dne:

Podpis:

Obsah

Úvodní slovo	4
Stručná charakteristika projektu	4
Současný stav	5
Energetická síť v ČR	5
Dopady na životní prostředí	6
Vlivy na zdraví	7
Nejvíce znečišťující elektrárny	7
Budoucnost.....	8
Jak dosáhnout šetrnější výroby?	8
Jaderná fúze, fúzní reaktory – potenciální odpověď na otázku uhelných elektráren	10
Elektromobilita	11
Závěr.....	13
Nejvýznamnější body	13
Názor na problematiku	13
Zdroje	14

Úvodní slovo

Bylo by žádoucí, aby Česká republika byla moderní vyspělou zemí s hospodárnou energetikou ochraňující životní prostředí. Mimo jiné proto, že Evropská unie prosazuje proces omezování množství emisí oxidů uhlíku (tzv. dekarbonizace) dlouhodobě.

Jen tímto způsobem lze dosáhnout efektivní, udržitelné a uhlíkově neutrální výroby elektrické energie a ochránit životní prostředí a lidskou civilizaci před katastrofou. Mimo jiné, fosilní paliva jsou v omezeném množství a musely by skončit i bez světové uhlíkové katastrofy a hrozící změny klimatu.

Stručná charakteristika projektu

Vzhledem k tématu, do něhož spadá tento projekt, bude tato práce pojednávat o návrzích, jak implementovat hospodárné obnovitelné zdroje do energetického průmyslu české republiky.

Osnova práce:

Úvod

- Vybudování sítě elektráren v závislosti na zeměpisné poloze a přístupu ke zdrojům energií
- Stručný popis sítě
- Rozbor problematiky

Vlastní stat'

- Konkrétní popis rozebrané problematiky
- Rozebrání špatných dopadů a jejich odůvodnění
- Uvedení možných řešení
- Možnosti a klady (bezemisní) výroby energií a elektromobility

Závěr

- Shrnutí projektu, zdůraznění nejvýznamnějších bodů

Současný stav

Energetická síť v ČR

Energetická síť České republiky nepatřila nikdy mezi nejekologičtější, co se týká míry dopadů na životní prostředí. Hlavními faktory jsou nedostatek silných vodních toků, nízké hory se slabými nárazy větru a geografická poloha – ČR leží uprostřed Evropy. Zato má však dostatečné zásoby hnědého a černého uhlí, nacházející se na území Mostecké a Ostravské pánve. Ty našly víc než dostatečné uplatnění během éry výstavby těžkého průmyslu za socialismu.

V konečném důsledku v ČR vznikla síť především tepelných (uhelných) a dvojice jaderných elektráren. Vyjma nich vzniklo i pět velkých vodních elektráren po celé zemi – Slapy, Orlický, Lipno, Dlouhé stráně a Dalešice. Větrné elektrárny mají zanedbatelné zastoupení. Největší koncentrace tepelných elektráren je na severu a severozápadě, ale najdeme je i v Kladně, Opatovicích a Chvaleticích. Na Ostravsku fungují jen dvě. Jaderné elektrárny vznikly v Dukovanech (jižní Morava) a Temelíně (jižní Čechy). Jejich předpokládaná životnost je nejméně třicet let, po plánované rekonstrukci dalších padesát až šedesát. Tepelné elektrárny prošly modernizacemi a odsířením, nicméně jejich další provoz nevypadá moc zdárně.

Zdroje energie	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Obnovitelné zdroje - Celkem	5,68%	10,95%	11,77%	10,11%	7,60%	6,17%	3,90%	6,75%
- Sluneční	1,96%	2,63%	2,88%	2,77%	2,14%	2,07%	1,66%	2,27%
- Větrné	0,47%	0,57%	0,71%	0,63%	0,45%	0,22%	0,00%	0,43%
- Vodní	1,93%	2,56%	2,67%	1,15%	1,43%	0,77%	0,44%	0,65%
- Geotermální	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
- Biomasa	1,33%	2,19%	2,34%	5,57%	3,58%	3,11%	1,81%	3,40%
- Ostatní	0,00%	2,99%	3,17%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Fosilní zdroje - Celkem	57,65%	52,77%	55,10%	59,53%	57,40%	56,95%	57,01%	52,50%
- Hnědé uhlí	40,71%	41,27%	42,15%	43,91%	43,77%	44,63%	46,18%	40,00%
- Černé uhlí	6,11%	5,78%	6,31%	6,97%	5,38%	4,18%	2,84%	2,66%
- Zemní plyn	8,30%	5,52%	6,41%	8,40%	5,45%	5,80%	7,74%	9,61%
- Ropa a ropné produkty	0,01%	0,06%	0,05%	0,05%	0,06%	0,04%	0,15%	0,11%
- Druhotné zdroje a ostatní	2,52%	0,14%	0,18%	0,20%	2,73%	2,30%	0,10%	0,12%
Jaderné zdroje - Celkem	36,67%	36,28%	33,13%	30,36%	35,01%	36,88%	39,09%	40,75%

Obrázek 1 - podíl zdrojů energie na výrobě v letech 2013-20 (zdroj: ote-cr.cz)



Obrázek 2 – nejvýznamnější elektrárny v ČR (zdroj: wikipedia.org)



Obrázek 3 - povrchová těžba v Severočeském hnědouhelném revíru (zdroj: 100letnakolejich.cz)

Dopady na životní prostředí

Množství provozovaných tepelných elektráren má špatný vliv na kvalitu ovzduší a životního prostředí. Zodpovídá za emise oxidu uhličitého (CO_2) a siřičitého (SO_2). V České republice převažuje hnědé uhlí ze severozápadních Čech, z čehož vyplývá, že síra se uvolňuje do ovzduší ve větší míře než uhlík. Hlavním úskalím tepelné energetiky je spotřeba (omezených) neobnovitelných zdrojů; nejen uhlí (hlavního paliva), ale i vápence sloužícího k odsíření.

Mezi další nevýhody patří změny klimatu (místně i globálně), vypouštění jemného prachu, popílku a skleníkových plynů do vzduchu, znečištění vody a změna tváře krajiny („měsíční krajina“ v důsledku kyselých dešťů, těžba v povrchových dolech nebo budování patřičné infrastruktury).

Výroba 2 GW energie vytváří následující množství oxidu siřičitého (SO₂): tepelná elektrárna 21 tis. tun, plynová 1000 tun, na bioplyn nebo biomasu cca 3 tis. tun a jaderná 6 tis. tun. Oxid uhličitý se uvolňuje z tepelných elektráren po cca 900 tunách, z plynových cca 500 tun, z jaderných cca 9 tun a u obnovitelných zdrojů cca 5 tun při výrobě 1 GW energie.

Vlivy na zdraví

A jak se podepisuje ne hospodárné spalování uhlí na lidském zdraví? Látky vypuštěné do ovzduší představují jedno z nejvýznamnějších rizik pro lidské zdraví. Ročně předčasně umírá 10 až 11 tis. lidí na zhoršenou kvalitu ovzduší v ČR. Filtry elektráren zachytí skutečný prach, ale oxidy uhlíku a síry se štěpí dále na jemný prach. Ultrajemné částice pronikají až do plicních sklípků a krevního řečiště a jsou škodlivé v malém množství. V tomto ohledu je Česká republika na tom v porovnání s ostatními evropskými zeměmi velice špatně. Vyjma oxidů dusíku, síry a uhlíku se vypouští i aerosolové částice, těžké kovy a benzo(a)pyren.

Rtuť je dominantní těžký kov vypouštěný z elektráren a představuje docela velké riziko podle svého množství, dopadů na zdraví a míst, kam se dostává. Ze zdroje hoření odchází v elementární podobě a dostává se do oceánů po přeměnách do sloučenin. Ve sloučeninách míří do světových oceánů a moří, proto ryby obsahují v konečném důsledku mnoho silně toxické organické rtuti. Může dále postihnout nenarozené děti poškozením funkce mozku a nervové soustavy.

Nejvíce znečišťující elektrárny

Elektrárna Počerady patří mezi nejméně ekologické, neboť vypouští víc oxidu uhličitého než všechny autobusy a nákladní auta dohromady za jeden rok! Dalším výrazným znečišťovatelem je elektrárna Chvaletice ze skupiny Sev.en Energy Pavla Tykače, která zodpovídá za nadměrné vypouštění rtuti. Řada provozoven požádala úřady o výjimku pro nadlimitní emise síry, dusíku a rtuti v září 2021; u sedmnácti z nich již povolily úřady výjimky. Chvaletická elektrárna požaduje nejdelší z nich – na šest let, původně chtěla až osm. A protože úřady schválily výjimku, elektrárna vypustí o 1234 kg rtuti a 1157 tun oxidů dusíku víc, než je limit. Podle některých právníků je požadování emisních výjimek porušováním evropské legislativy.



Obrázek 4 - protesty proti schválení emisní povolenky chvaletické elektrárny v červnu 2019 (zdroj: ct24.cz)

Budoucnost

Jak dosáhnout šetrnější výroby?

Evropská unie přitvrzuje stále v ohledu těžby uhlí a vypouštění emisí uhlíku do ovzduší více a více. Sice nevidí jaderné elektrárny jako „čistý“ zdroj, avšak i jádro je šetrnější ke krajině než tepelné elektrárny a povrchové doly na sirnaté hnědé uhlí. Mezi hlavní cíle, jak zlepšit dopady energetiky na životní prostředí, patří odstavení většiny tepelných elektráren na uhlí a rozšíření výroby z obnovitelných zdrojů.

Je jasné, že centralizovaná energetika už nebude vždy na prvním místě. Důvodem bude budování modernější a nezávislejší sítě, například fotovoltaických panelů na střechách nebo spalování bioplynu a komunálního odpadu ve vesnicích a městských čtvrtích. Kde dovolí podmínky, tam se postaví větrné nebo sluneční elektrárny, což jde mimo ČR, vzhledem k nedostatečné rychlosti větru, aby větrníky byly schopné vyrábět dostatek energie k pokrytí spotřeby. Rekonstrukce dukovanských jaderných reaktorů se hodnotí jako dočasné řešení mezi obnovitelnými zdroji a ryze bezemisní výrobou.



Obrázek 5 - bateriové uložení ke stabilizaci sítě (zdroj: irozhlas.cz)

Chytrá přenosová síť však nese větší nároky na infrastrukturu; mezi ně patří akumulace energie, což vyžaduje zřízení bateriových úložišť, aby energie byla využitelná tam, kde chybí, nebo pokud spotřeba převyšuje vyrobené množství (především v noci nebo za nepříznivého počasí). Vzniku energetických úložišť však brání chybějící legislativa. Éra tepelných elektráren skončí do roku 2050 kvůli změnám infrastruktury ke zvýšení efektivity, zákazu vypouštění emisí, prachu a dalších škodlivin a v první řadě v důsledku nedostatku uhlí.

Dále uvádím, co by šlo uplatnit k omezení závislosti na fosilních palivech a snížení množství škodlivých emisí.

Parní elektrárny

- Odstavení nejvíce znečišťujících tepelných elektráren (např. Komořany, Chvaletice a několik dalších)
- Zákaz prodeje dalších emisních výjimek a prodlužování stávajících
- Nahradit hnědé a černé uhlí biomasou nebo plynem coby přechodným zdrojem

Jádro

- Rekonstrukce jaderných elektráren v Dukovanech a Temelíně
- Prosadit v EU, že jádro je „čistý“ zdroj, vzhledem k nízkému množství emisí CO₂

Slunce/fotovoltaika

- Umístění nejméně 100 tisíc fotovoltaických panelů na střechy staveb včetně vybudování bateriových úložišť ke stabilizaci sítě
- Neprosazovat nevýhodnou výstavbu polí solárních panelů
- Využití uskladněné energie k vyvážení sítě, topení nebo za nepříznivém počasí

Vítr

- Výstavba větrných elektráren v místech s dostatečně rychlými větry (tento případ se netýká České republiky)

Jaderná fúze, fúzní reaktory – potenciální odpověď na otázku uhelných elektráren

Jaderná fúze představuje budoucnost celosvětové výroby elektrické energie a její nasazení do pravidelného provozu se předpokládá do roku 2050. Snaha uplatnění jaderné fúze jako zdroje energie je předmětem bádání a vývoj je stále v raných fázích i přes určité pokroky kupředu. K energetickému využití jaderné fúze vznikla dvě zařízení: tokamak nebo stelarátor.

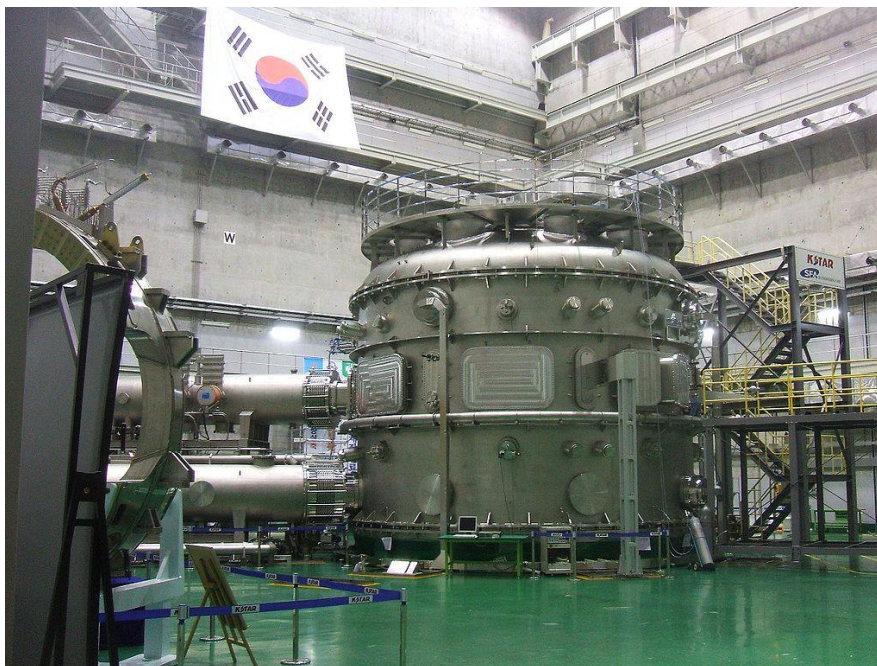
Jaderné reakce se účastní izotopy vodíku deuterium (^2H) a tritium (^3H). Při fúzi vznikne neutron a helium a uvolní se vysoké množství tepla. U tokamaků je žádoucí vznik vysokoteplotní plazmy a kladná bilance energie získané nad dodanou.

Tokamak

Tokamak (zkráceně z původně ruského označení *toroidní komora v magnetických cívkách*) slouží k uchování vysokoteplotního plazmatu. Za pomoci magnetického pole brání styku plazmatu a vnitřních stěn vakuové komory. Komora je obklopena cívkami, jež udržují plazma v magnetickém poli ve tvaru prstence. Komora je druhotný závit transformátoru generujícího torodiální proud (u velkých zař. až v řádu megaampérů). Torodiální proud vyvolává poloniální magnetické pole a jejich spojením vzniká konfigurace ve tvaru šroubovice k udržení plazmatu mimo stěny komory. Plazma se připravuje proudovým ohřevem, mikrovlnami nebo svazky neutrálních částic.

Stelarátor

Stelarátor, zařízení fungující na podobném principu jako tokamak, je předchůdce tokamaku z roku 1950. Jejich vývoj probíhá stále, avšak byly předešlé tokamaky parametry získaného plazmatu. V porovnání s tokamakem k udržení plazmatu není potřeba proudu protékajícího plazmatem, ale uzavřenost drah částic v poli vnějších cívek. Zkroucení komory zlepšuje podmínky plazmatu, ale za cenu složitější stavby reaktoru a tvaru cívek.

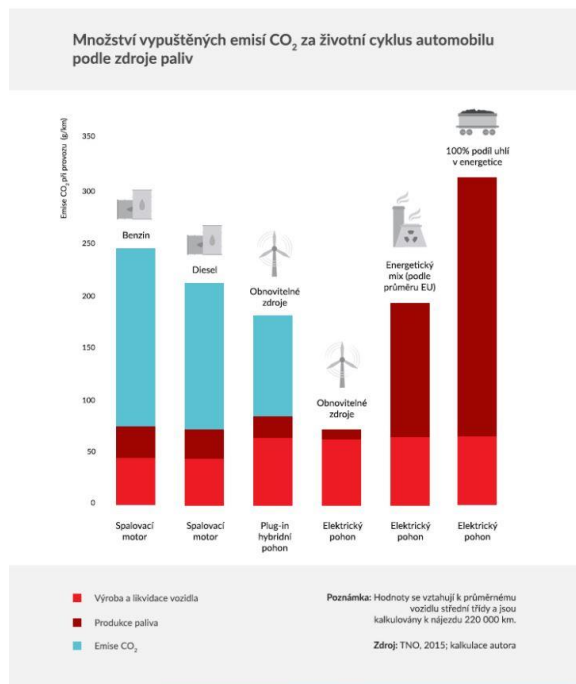


Obrázek 6 - jihokorejský tokamak KSTAR, držitel rekordu v délce běhu na jedno spuštění (zdroj: wikipedia.org)

Elektromobilita

S řešením otázky dopadů na krajinu a životní prostředí souvisí i elektromobilita, neboť má rozhodující význam, vzhledem k velikému zastoupení silniční dopravy a možnosti omezení dalšího zdroje nežádoucích emisí. Mimo jiné, stát se zbaví závislosti na dovozu ropy ze zahraničí. Ale elektromobilita má mnohými přehlíženou zásadní nevýhodu – dá se považovat za šetrnou k životnímu prostředí, pokud elektrická auta nespalují ropu, avšak jezdí na elektřinu z hnědého uhlí a dalších neekologických zdrojů? Tento fakt se přehlíží ve velkém, a proto elektromobily naráží na vysokou kritiku po ekologické stránce. Když se vezme elektromobilita z jiného úhlu pohledu, v současnosti nepomůže moc ke zlepšení kvality ovzduší, nebo vůbec. Naopak provoz elektromobilu na elektřinu z fosilních paliv je ještě horší než konvenční automobil se spalovacím motorem.

Většina světa včetně EU dává velké naděje elektromobilitě, prosazuje ji a vyplácí nemalé dotace pro budování infrastruktury a výrobu vozidel. Avšak silný nezájem brzdí její vývoj v ČR. Podle statistik skončila naše země na posledním místě v žebříčku nárůstu počtu čistě elektrických aut v prvním pololetí roku 2021! Je potřeba poznamenat, že automobily jsou jedno z klíčových odvětví pro naši ekonomiku, a přesto panuje vysoký nezájem. Na rozdíl od takzvaných plug-in hybridů (kombinujících ropu a elektřinu s kratším bateriovým dojezdem), jimž se dařilo o něco lépe.



Obrázek 7 - srovnání množství emisí CO₂ u elektromobilu a automobilu (zdroj: energyglobe.cz)



Obrázek 8 - počet nových elektromobilů v ČR a ostatních evropských zemích (zdroj: elektrickevozy.cz)

Závěr

Nejvýznamnější body

Problematika energetické sítě v České republice

- Nevýhodná zeměpisná poloha pro vodní a větrné elektrárny
- Uhlí jako nejvíce zastoupený zdroj; převaha tepelných elektráren
- Krátká budoucnost výroby z fosilních paliv
- Používání sirnatého hnědého uhlí na většině míst

Špatné dopady

- Silné znečištění ovzduší, patrné dopady na zdraví obyvatelstva
- Udělování emisních povolenek (včetně elektráren Počerady a Chvaletice)

Zhospodárnění energetiky a ochrana životního prostředí do budoucnosti

- Decentralizace energetické výroby
- Investice do obnovitelných zdrojů (voda, slunce), vybudování chytré sítě
- Konec uhlí a nahrazení plynem jakožto přechodným zdrojem
- Rekonstrukce a prodloužení životnosti jaderných reaktorů
- Elektromobilita

Vzdálenější budoucnost (kolem roku 2050)

- Jaderná fúze – tokamaky nebo stelarátory (vytlačení emisí uhlíku a dalších škodlivin na minimum)
- Skutečně ekologická elektromobilita; elektrifikace spotřeby (předcházení dalšímu spalování neobnovitelných zdrojů, zvýšení účinnosti)

Názor na problematiku

Tuzemský energetický průmysl vsadil na uhlí, svůj nejlevnější a nejdostupnější zdroj ve snaze o nezávislost na dodávkách ze zahraničí. Což se podepsalo na stavu ovzduší a krajiny v oblasti severozápadních Čech a Ostravska. Ale podle mého názoru se cení rekultivace míst zasažených těžbou a útlum samotné těžby, k čemuž už se rozhodla například samotná Ostrava. Konec těžby na Mostecké pánvi přijde také zanedlouho...

Zdroje

- *Budoucnost energetiky očima odborníků* [online]. [cit. 2022-02-08]. Dostupné z: <https://www.siemens.cz/energo/budoucnost-energetiky-ocima-odborniku>
- *Definice stelarátoru* [online]. [cit. 2022-02-08]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Stelar%C3%A1tor>
- *Definice tokamaku* [online]. [cit. 2022-02-08]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Tokamak#Princip_tokamaku
- *Elektrárenská síť* [online]. [cit. 2022-02-08]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Energetika_v_%C4%8Cesku
- *Elektromobilita* [online]. [cit. 2022-02-08]. Dostupné z: <https://www.energyglobe.cz/temata-a-novinky/elektromobilita-jako-budoucnost-dopravy-proc-ji-vubec-potrebuujeme>
- *Chytrá přenosová síť* [online]. [cit. 2022-02-08]. Dostupné z: https://www.irozhlas.cz/zpravy-domov/budoucnost-energetiky-nebezpecny-prilepek-baterie_2107041200_btk
- *Jaderná fúze* [online]. [cit. 2022-02-08]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Jadern%C3%A1_f%C3%BAze#Vyu%C5%BEit%C3%A1D_v_energetice
- *Prosazování udržitelných zdrojů* [online]. [cit. 2022-02-08]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/energetika-v-cr/koalice-vidi-budoucnost-energetiky-v-kombinaci-jadra-a-oze-chce-udrzet-centralni-teplarenstvi>
- *Schválení výjimky pro Chvaletice* [online]. [cit. 2022-02-08]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/pardubice/zpravy/elektrarna-chvaletice-emise-limity-vyjimka-krajsky-urad.A210813_153932_pardubice-zpravy_lati
- *Vlivy na ovzduší* [online]. [cit. 2022-02-08]. Dostupné z: <https://www.investicniweb.cz/ekonomika-politika/ekologove-uhelne-elektrarny-vyrazne-ovlivnuji-ovzdusi-i-klima>
- *Výjimka pro Chvaletice a dopady na zdraví* [online]. [cit. 2022-02-08]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/zpravy/domaci/uhelne-elektrarny-energetika-zivotni-prostredi-pocerady-chvaletice-znecistení-ovzdusi-emise-ekologie.A210909_115835_domaci_idvs