SEZNÁMENÍ S TÉMATEM ENERGETIKA 4.0

Analytická část - zpracování rešerše k tématu Energetiky 4.0

Inovační centrum Ústeckého kraje, Ústí nad Labem, březen 2020

POUŽITÉ ZKRATKY

EU	Evropská unie
FV	Fotovoltaika
ICT	Informační a komunikační technologie
MPO ČR	Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR
NAP SG	Národní akční plán Smart Grids
OES	Občanské energetické společenství
OZE	Obnovitelný zdroj energie
SEK	Státní energetická koncepce
SIC	Středočeské inovační centrum
SG	Smart Grid - Chytrá síť
SOZE	Společenství pro obnovitelné zdroje energie
AI	Umělá inteligence (Artificial intelligence)
BIG DATA	Velké objemy dat (soubory dat)
IoT	Internet věcí (Internet of things)
IIoT	Průmyslový internet věcí (Industrial Internet of things)
Blockchain	Varianta technologie distribuovaných informací (TLD)
iPaaS	Cloudová služba (Integration Platform as a Service)
CIIRC	Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky
ČVUT	České vysoké učení technické
RVUR	Rada vlády pro udržitelný rozvoj

ABSTRAKT

Ústecký kraj patří vzhledem ke svému charakteru ke strukturálně postiženým regionům s významným vlivem energetiky a průmyslu. Zároveň se však připravuje na revitalizaci a resocializaci území spojenou s odchodem od uhlíkové energetiky. Zadavatel této práce, Ústecký kraj, v této souvislosti řeší dílčí témata a jedním z těchto témat je Energetika 4.0.

Pojem Energetika 4.0 (někdy také užívaný jako koncept Energetika 4.0) je mladý pojem a je spojován s termíny vztahujícími se k moderní energetice nebo transformaci energetiky. Na rozdíl od pojmu Průmysl 4.0 však není nikde exaktně popsán jeho obsah a tak bývá používán v různých souvislostech. V současné době se spolu se zaváděním evropské legislativy představované především Směrnicí Evropského parlamentu a Rady (EU) 2019/944 o společných pravidlech pro vnitřní trh s elektřinou a o změně Směrnice 2012/27/EU, Směrnicí Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/2001 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů, Směrnicí Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/2002 o energetické účinnosti a Směrnicí Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/844 o energetické náročnosti budov, tj. ve vztahu k procesům transformace energetiky a rozvoji obnovitelných zdrojů energie (OZE), objevují další nové pojmy jako OES nebo SOZE a je tedy důležité pokusit se objasnit s jakým významem pojmem Energetika 4.0 spojovat.

Protože se jedná o mezinárodně užívaný pojem, je důležité zjistit výklad pojmu Energetika 4.0 v zahraničí a porovnat jej s výkladem nejčastěji užívaným v České republice. Práce je proto rozdělena do dvou částí. První část práce je zaměřena na veřejně dostupné informace prezentované na webových stránkách významných společností v oboru, informace publikované v odborných článcích a informace z různých konferencí a seminářů. V druhé části je využito dotazníkového šetření zaměřeného na kraje České republiky a na vybrané územně správní celky v Evropské unii.

Klíčová slova: Energetika 4.0, Průmysl 4.0, Internet věcí, Smart Grids, Umělá inteligence, Cloud Computing, dotazníkové šetření

OBSAH

1 Úvod 5

2 Část rešeršní 6

2.1 Dosavadní zkušenosti z České republiky 6

2.2 Dosavadní zkušenosti ze zahraničí 11

3 Část dotazníkové šetření 20

3.1 Dosavadní zkušenosti z České republiky 20

3.2 Dosavadní zkušenosti ze zahraničních regionů 30

4 Závěr 34

Zdroje 36

Seznam příloh 41

1 ÚVOD

Moderní energetika sebou přináší řadu nových pojmů, přístupů a významům. Některé pojmy jsou srozumitelné více, některé méně. O to komplikovanější může být vymezení významu daného pojmu, zejména, když se daný pojem užíván v mnoha souvislostech. A právě k takto komplikovaným pojmům s nejasným obsahem a významem patří pojem konceptu Energetika 4.0.

Z názvu konceptu by bylo možné usuzovat na vazbu s pojmem užívaným v průmyslu, tj. Průmysl 4.0, nebo tento pojem chápat zcela samostatně jako pojem zastřešující moderní pojetí energetiky, např. energetika pro 21 století. Pojem Energetika 4.0 však není na rozdíl od pojmu Průmysl 4.0 (např. Iniciativa Průmysl 4.0, MPO ČR, 2017) nikde exaktně definován. Ostatně i samotný termín Průmysl 4.0 (Industrie 4.0 nebo Industry 4.0) vznikl jako nezávislá iniciativa německých manažerů velkých průmyslových společností a vládních činitelů. Jedná se tedy o „neoficiální" terminologii užívanou v energetickém odvětví a nebo jen o obecnou snahu nalézt sjednocující název pro koncept moderní energetiky vedoucí k nezávislosti na fosilních zdrojích energie? Nebo je tento pojem jen nesprávně užíván a jeho skutečný význam je jiný?

Rešerše je rozdělena na 2 části. První část se zaměřuje na dosavadní zkušenosti z národního i zahraničního prostředí a čerpá informace z veřejně dostupných zdrojů - informace prezentované na webových stránkách významných společností v oboru, informace publikované v odborných článcích a informace z různých konferencí a seminářů. Druhá část je zaměřena na průzkum formou dotazníkového šetření. Pro získání informací o zkušenostech z České republiky je osloveno 12 krajů a Hlavní město Praha. Pro získání zkušenosti ze zahraničí jsou osloveny 4 regiony s rozvinutou energetikou a průmyslem.

Smyslem ani cílem této rešerše není vyčerpávající přehled všech existujících informací, znalostí nebo definování pojmu Energetika 4.0, ale reálně využitelný přehled dostupných pramenů s informacemi o problematice a rovněž získání obecného povědomí o pojmu koncept Energetika 4.0.

2 ČÁST REŠERŠNÍ

Tato kapitola se zaměřuje na dosavadní zkušenosti z národního i zahraničního prostředí a čerpá informace z veřejně dostupných zdrojů - informace prezentované na webových stránkách významných společností v oboru, informace publikované v odborných článcích a informace z různých konferencí a seminářů.

2.1 DOSAVADNÍ ZKUŠENOSTI Z ČESKÉ REPUBLIKY

Při zadání pojmu Energetika 4.0 do vyhledávače lze nalézt pouze velmi málo odkazů, které by se problematikou Energetiky 4.0 zabývaly. Zdroje musí hledaný pojem obsahovat jako hlavní význam, případně mohou hledaný pojem spojovat s jiným pojmem z oblasti 4.0.

Zdroje vyhledávání: https://www.google.com/; https://scholar.google.com/ (nenalezen odkaz na relevantní zdroj)**; https://www.knihovny.cz/**

1. Vnitrostátní plán v oblasti energetiky a klimatu a Energetika 4.0

Výbor pro udržitelnou energetiku RVUR 29.1.2019 *Vnitrostátní plán v oblasti energetiky a klimatu a Energetika 4.0* (Pohl a SIEMENS MOBILITY, 2019)

Autor se v prezentaci zabývá kontextem mezi klimatem a energetikou, poukazuje na produkci CO_2 v jednotlivých segmentech hospodářství (energetika, doprava, průmysl a ostatní) ve vztahu ke spotřebě primárních fosilních paliv a vývoj produkce CO_2 v ČR v letech 1990 až 2016. Zmiňuje též závazek ČR k dosažení podílu obnovitelných zdrojů na konečné spotřebě ve výši 32 % a ke zvýšení energetické účinnosti o 32,5 % do roku 2030. Motivem i benefitem je vybudování udržitelného energetického systému, zastavení klimatických změn, ozdravení ovzduší, orientace průmyslu na progresivní technologie a úspora nákladů. Nástroji ke snižování produkce CO_2 jsou uvedeny 3, a to: snížení konečné spotřeby energie (E_k), tedy zvýšením energetické účinnosti, snížení podílu fosilních paliv (k_f), tedy zvýšením podílu obnovitelných zdrojů (k_o) a zvýšení účinnost přeměny fosilního paliva konečnou formu energie. Autor uvádí, že vhodným nástrojem ke snížení produkce CO_2 cestou snížení konečné spotřeby energie je uplatnění investic do technických inovací. Autor dále poukazuje na ztráty při výrobě,

distribuci a spotřebě tepla včetně tepla pro výrobu elektrické energie. Doporučuje při výrobě tepla spalováním uhlovodíkových paliv vyrábět i elektřinu, uhlovodíková paliva používat (dočasně do jejich náhrady obnovitelnými zdroji) k výrobě elektřiny jen v decentrálních zdrojích v místě poptávky po teplu a nepoužívat je v dopravních prostředcích (nelze využít ztrátové teplo). Dále se autor zabývá potenciálem energie slunečního záření a formami jeho využití, poukazuje na výhody využití FV. Popisuje vhodné struktury zdrojů, přičemž zde uvádí jako jedny z možných řešení propojení s okolními zeměmi a automatické řízení spotřeby podle aktuální bilance sítě s podmínkou, že je takový systém k dispozici (chytrá síť na bázi internetu věcí). Poukazuje rovněž na nezbytnost řešení časové flexibility při dekarbonizaci elektroenergetiky. Popisuje možnost využití tzv. komplementárních sítí.
Autor v textu nikde explicitně neuvádí definici tématu Energetika 4.0, implicitně ji lze položit do roviny decentralizace a diverzifikace zdrojové základny, flexibilních zdrojů elektřiny, akumulace elektrické energie a řízení spotřeby.

2. Energetika 4.0 s profesorem Vladimírem Maříkem

Odkaz na informace k semináři „Energetika 4.0“ s profesorem Vladimírem Maříkem, pořádaným v rámci SIC Research (SIC, 2018).

Na odkazu byla volně stažitelná prezentace s názvem „Průmysl 4.0 - aktuální výzvy pro energetiku“ (Mařík, 2018). V prezentaci uvedené informace jsou podrobně rozepsané v odkazu č. 7 Průmysl 4.0 a jeho dopady v energetice, dopravě a stavebnictví a s výjimkou aktuálnějších informací o činnosti Aliance Společnost 4.0 je prezentace doplněna o prvky Energetiky 4.0 řešící distribuované systémy a jejich vzájemnou komunikaci. Uvádí zde využití technologii blockchainů aplikovanou na energetické systémy s možností zavedení vlastní energetické měny (např. watcoin).

3. Česká energetika na křižovatce (Mařík, 2018)

Publikace se věnuje změnám v energetice po roce 2022. Autor v textu nikde explicitně neuvádí definici tématu Energetika 4.0. V kapitole 11/Průmyslová revoluce a její možnosti je věnována pozornost vazbě mezi Průmyslem 4.0, chytrými sítěmi a městy.

Vazbu mezi konceptem Průmysl 4.0 a energetikou budoucnosti popisuje formou dopadů a nepřímých důsledků průmyslové revoluce.

4. Energetika ČR v evropských souvislostech, trendy a perspektivy, energetická unie, průmysl 4.0, energetika, 4.0 : 22. ledna 2020 : E 2020, 1 (EGÚ Praha Engineering, 2020)

Publikace sborníku ze semináře konaného 22. ledna 2020. K této publikaci nebyly volně dostupné žádné podrobné informace.

5. Iniciativa Průmysl 4.0

Volně dostupný dokument *Iniciativa Průmysl 4.0* (MPO ČR, 2016) navazuje na Národní iniciativu Průmysl 4.0 a klade si za cíl ukázat možné směry vývoje a nastínit opatření, která by mohla nejen podpořit ekonomiku a průmyslovou základnu ČR, ale též pomoci připravit celou společnost na absorbování této technologické změny. Obsahuje základní informaci o nutnosti neodkladných změn vyvolaných nástupem 4. průmyslové revoluce a mapuje opatření na podporu investic, aplikovaného výzkumu a standardizace, zpracovává otázky spojené s kybernetickou bezpečností, logistikou i legislativou. Dokument Iniciativa Průmysl 4.0 pojem Energetika 4.0 explicitně neuvádí.

Volně dostupná prezentace *Iniciativa Průmysl 4.0* (MPO ČR a Muřický, 2016) extrahuje principy z dokumentu Iniciativa Průmysl 4.0 a na rozdíl od něj se pojem Energetika 4.0 přímo zabývá. Uvádí zde, že energetiku jako základní pilíř moderního života čekají významné změny. Pojem Energetika 4.0 představuje jako nový koncept decentralizované, tzv. "malé" energetiky s výraznějším využitím obnovitelných zdrojů energie na lokální úrovni (domy, komunitní centra, provozy). Charakteristickými znaky konceptu Energetika 4.0 jsou Smart Grids a Smart Cities.

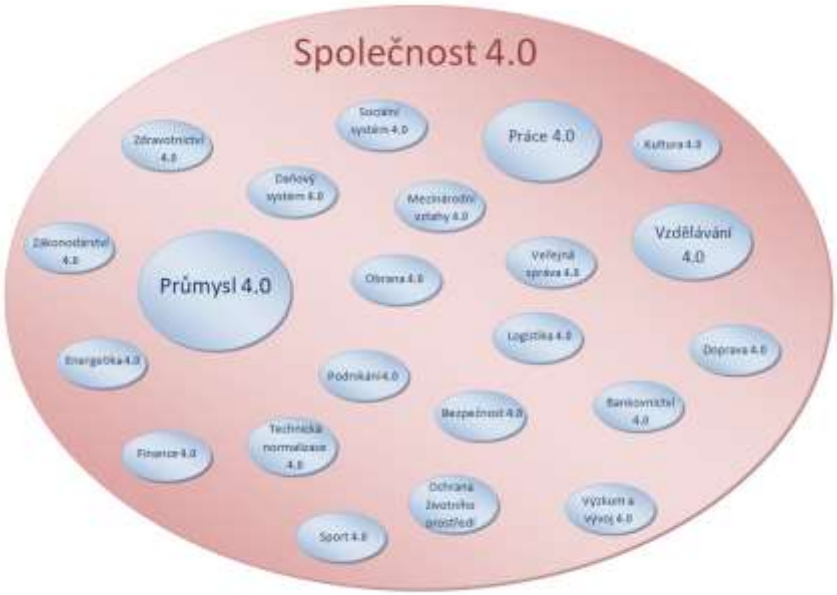
6. Průmysl 4.0 - Smart Grids

Katedra energetických strojů a zařízení, *KKE/CE – Člověk a energie 2019/2020, 10. cvičení* (Novák, 2019)

Autor v prezentaci a textu k předmětu Člověk a energie dává do souvislosti koncept Průmysl 4.0 a Energetika 4.0. Pro koncept Energetika 4.0 je klíčová decentralizovaná distribuční soustava opírající se o Smart Grids a páteřní síť. Smart Grids mají zahrnovat zdroje, spotřebitele a prosumery, páteřní sítě budou s postupem času zmenšovat podíl na pokrytí spotřeby energie. V rámci konceptu Energetika 4.0 budou koexistovat sítě energetické a informační. Podstatou konceptu je dle autora využití obnovitelných zdrojů energie v kooperaci s dalšími zdroji elektrizační soustavy. Autor dále zmiňuje vybrané energetické prvky chytrých sítí a měst a vazbu na NAP SG.

7. Průmysl 4.0 a jeho dopady v energetice, dopravě a stavebnictví (CIIRC, ČVUT a Mařík, 2016)

Prezentace se primárně zabývá konceptem Průmysl 4.0 (synonymum pro 4. průmyslovou revoluci: kyberneticko-fyzikální systémy). Zmiňuje celou řadu systémových řešení a přístupů včetně záměru Vlády na vytvoření Aliance Společnost 4.0 zastřešující řešení dopadů digitalizace společnosti.



Zdroj: Úřad vlády ČR, 2020

Průmysl 4.0 přináší myšlenky, které se promítnou do energetiky, dopravy a stavebnictví - často používané označení 4.0 znamená v souladu s principy Průmyslu 4.0.

Energetickou potřebu budou zabezpečovat klasické zdroje a alternativní zdroje s informatickým prosíťováním všech zdrojů a spotřebitelů. Základem decentralizace bude soustava chytrých sítí a páteřních sítí. Inteligentní chování celé soustavy bude založeno na internetizaci a virtualizaci fyzické energetické infrastruktury, umožňující efektivní vyjednávání o odběratelsko-spotřebitelském profilu mezi prvky chytrých sítí, mezi chytrými sítěmi stejné nebo hierachicky rozdílné úrovně i s páteřní sítí v režimu peer-to-peer. Závěrem autor uvádí, že směrování k Energetice 4.0 je dnes důležitější než podpora Průmyslu 4.0.

8. Energetická účinnost a energetika 4.0 v Evropské unii (Vrbková, 2020)

Dílo není v době zpracování této rešerše uveřejněno, k dispozici je pouze abstrakt.

"Tato diplomová práce se zabývá problematikou energetické účinnosti a konceptem Energetika 4.0 se zaměřením na Evropskou unii, přičemž se snaží o zhodnocení vztahu mezi těmito dvěma tématy a určení způsobů, jak Energetika 4.0 může přispět ke zvýšení energetické účinnosti v EU. Práce dochází k závěru, že Energetika 4.0 ze své podstaty přispívá k vyšší energetické účinnosti a nalézá řešení pro zvýšení energetické účinnosti v EU ve třech hlavních oblastech: výrobě, přenosu a distribuci a konečné spotřebě elektrické energie" (Vrbková, 2020).

Žádné další relevantní odkazy na zdroje informací k tématu Energetika 4.0 nebo zdroje, které neodkazují na texty se shodným obsahem, jenž je zde již uveden, nebyly nalezeny.

2.2 DOSAVADNÍ ZKUŠENOSTI ZE ZAHRANIČÍ

Po zadání pojmu Energy 4.0 do vyhledávače lze již nalézt větší počet relevantních zdrojů, které se problematikou Energetiky 4.0 zabývají. Při vyhledávání relevantních zdrojů však stále platí, že zdroje musí hledaný pojem obsahovat jako hlavní význam, případně mohou hledaný pojem spojovat s jiným pojmem z oblasti 4.0.
Z porovnání zahraničních a tuzemských dostupných relevantních odkazů zabývajících se tématem Energetika 4.0 / Energy 4.0 je zřejmé, že zahraniční zkušenosti s tímto tématem budou hlubší.

Zdroj vyhledávání: https://www.google.com/; https://scholar.google.com/; https://www.knihovny.cz/ (nenalezen odkaz na relevantní zdroj)

1. **Energy 4.0: Digital Transformation In Energy & Utilities Industry / Digitalizace energetiky a průmyslu** (Mobidev, 2020)

Prvním komentovaným zdrojem je odkaz na stránky firmy Mobidev zabývající se vývojem software pro moderní řídicí a komunikační systémy. Zdroj uvádí, že Průmysl 4.0 je ve světě výroby dobře známým pojmem. Je charakterizován jako „čtvrtá průmyslová revoluce“ zahrnující automatizaci a digitalizaci. Od 70. let minulého století se v odvětví průmyslu postupně uplatňují digitální technologie jako je internet věcí, datová věda, strojové učení a cloud computing (zjednodušeně systém vzdálené správy dat). Digitální revoluce označovaná jako Energie 4.0 pak aplikuje uvedené technologické pokroky při budování inteligentních sítí, řízení výroby energie z obnovitelných zdrojů a distribuované výroby energie. Energie 4.0 nabízí rovněž příležitosti k zavedení nových obchodních modelů a strategií. Chytrá energie (zde patrně myšlen koncept Energie 4.0) se stane součástí Smart Cities s cílem zvýšit kvalitu života a zároveň snížit spotřebu energie. Existuje představa politiky spolupráce průmyslu, podnikatelů, obyvatel s cílem změnit městské oblasti z pozice “pouhých” spotřebičů energie. Již 78 evropských měst se spojilo na platformě “Evropské inovační společenství pro Smart Cities - EIP-SCC”, aby vytvořily protokoly vhodné pro digitalizaci energetického sektoru Smart Cities. Zdroj odhaduje, že do roku 2022 budou Evropané schopni samostatně vyrábět a ukládat energii za přibližně stejnou cenu, jako když ji kupují od dodavatelů energie, což souvisí s rozvojem tzv. distribuovaných

zdrojů energie. Posledním článkem do konceptu Energie 4.0 je vývoj vhodné technologie obchodního modelu. Nabízí se využité technologie DLT (např. Blockchain), jenž přináší výhody jako je automatizace, bezpečnost a auditovatelnost.

2. **From Industry 4.0 to Energy 4.0 / Od Průmyslu 4.0 k Energetice 4.0** (Lang, 2016)

Odkaze na volně stažitelnou prezentaci s názvem From Industry 4.0 to Energy 4.0: Future Business Models and Legal Relations (Bochum, 17. März 2016, Dr. Matthias Lang). Tento informační zdroj nabízí „právnický" pohled na problematiku, jelikož autor je sám právník z právní firmy Birds&Birds. Prezentace nejprve seznamuje s pojmem Průmysl 4.0, a co je zajímavé, poukazuje na vznik tohoto pojmu, který byl poprvé použit v roce 2011 na veletrhu „Hannover Fair". V letech 2012 až 2013 vznikla Pracovní skupina pro Průmysl 4.0, jejímž výstupem byl dokument představený opět na veletrhu „Hannover Fair" v roce 2013 pod názvem „Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0". Tento pojem včetně definice a strategie implementace v průmyslu byl v roce 2016 představen jako synonymum pro 4. průmyslovou revoluci. V následující části se prezentace již věnuje pojmu Energetika 4.0 a klade si otázku: Co je to Energetika 4.0? Jedná se o zatím neoficiální módní slovo v německé politice nebo představuje digitalizaci energetického sektoru s obrovskými nároky na datové toky? Klíčovými elementy jsou podle autora vysoce komplexní kybernetické systémy zasahující celý energetický průmysl a konsekvence mezi Průmyslem 4.0 a Energetikou 4.0. Koncept Energetika 4.0 dle autora zasahuje proces výroby, distribuce, obchodu i spotřeby, zahrnuje v sobě cloud computingu, big date, IT a bezpečnost i ochranu dat, IoT nebo outsourcing. Autor popisuje obchodní model pro koncept Energetika 4.0 a odhaduje investiční náklady potřebné na realizaci konceptu (pouze sektor energetiky) ve větší než 1 trilion eur.

3. **Kam kráča moderná energetika? / Kam kráčí moderní energetika?** (Šupšák, 2018)

Odkaz na článek publikovaný v atpjournal.sk. Článek popisuje témata prezentovaná během 7. ročníku konference „Smart metering/smart grid". Problematice konceptu

Energetika 4.0 jako energetické revoluci byla věnována hlavní pozornost. Název Energetika 4.0 je dle autora článku konotací k názvu Průmysl 4.0, který je již zavedený. Autor článku hledá důvody, proč název Energetika 4.0 na zavedení teprve čeká. Popisuje signifikantní prvky konceptu Průmysl 4.0 jako digitalizace, rozvoj ICT, vizualizace, IoT, a pro využití v energetice tyto prvky dále rozšiřuje o inteligentní síť, inteligentní měření, inteligentní domy, města a regiony, flexibilita, agregátor, prosumer, e-Mobilita a intermitentní obnovitelné zdroje. V článku se autor v krátkosti věnuje elektromobilitě, popisuje nový energetický model Evropy a balíček legislativních návrhů uvedených pod názvem „Zimní balíček nebo balíček „Čistá energie“ včetně návrhu změn na uspořádání trhu s elektřinou. Dále se autor zabývá budoucností tzv. mikrogridů postavených na inteligentních technologiích, které by měly umožnit řízení výroby energie z obnovitelných zdrojů energie, uskladnění a spotřeby elektřiny mezi koncovými zákazníky. K tomuto účelu se ukazuje jako vhodný trend využití technologie Blockchain. V další části článku je velmi podrobně popsaná představa funkce energetické soustavy (oblast elektroenergetiky) a obrys obchodních modelů a vazeb mezi jednotlivými prvky. Co konkrétně se ještě týká konceptu Energetika 4.0 není z textu zřejmé.

4. Data-driven iPaaS / iPaaS -řízení dat (Heller, 2018)

Odkaz na článek v internetovém magazínu Smart Energy International, zabývající se Smart Meteringem, Smart Grids a Smart Energy Resource. V článku autor srovnává termín Energetika 4.0 s výzkumem odkazujícím na 4. průmyslovou revoluci a uvádí, že se hranice mezi digitálním a fyzickým světem rozmazává. Energetika 4.0 integruje nové technologie jako je Cloud, IoT, Big Data Management, umělou inteligenci (AI) nebo strojové učení. Autor poukazuje na rychle se rozvíjející malé a agilní společnosti využívající nové technologie a přitahující vysoce kvalifikované lidské zdroje. Tyto společnosti jsou dle autora hnací silou inovací i transformace energetiky na Energetiku 4.0. Celý energetický systém se musí transformovat a musí být zřízena moderní a flexibilní IT platforma, která má být „operačním systémem“ pro inovace a změnu myšlení jednotlivých společností na energetickém trhu.

5. **Energy 4.0, Revolution or Fad? / Energetika 4.0, revoluce nebo móda?** (Sotter, 2020)

Odkaz na článek na internetových stránkách magazínu EE online. V článku autor poukazuje na skutečnost, že některé energetické společnosti ve světě již začaly implementovat nové technologie doposud využívané v rámci 4. průmyslové revoluce v průmyslovém sektoru. Průmyslový internet věcí (IIoT), strojové učení a Cloud Computing tak již slouží pro monitorování údajů, Smart metering, prediktivní údržbu a provoz distribučních sítí. Někteří odborníci v oboru tak přenos principů Průmyslu 4.0 do sektoru energetiky začali nazývat konceptem Energetika 4.0, aby tak vyjádřili velikost a význam transformace (autorem uvažováno zřejmě jen v sektoru elektroenergetiky). Za revoluci z hlediska naplnění její podstaty však autor uvedené změny nepovažuje, přestože tyto změny zasáhnou zejména trh s elektrickou energií zcela zásadně. Tato transformace umožní reagovat na pokles poptávky po elektrické energii z pohledu businessu energetických společností, z pohledu sociálních dopadů a s využitím systémů s umělou inteligencí též pro analýzu trhu s energií a řízení výroby, akumulace a spotřeby energie. Vazba na průmyslový sektor je dle autora zcela zásadní, navíc umožní průmyslovým podnikům výrazně snížit závislost na dodávkách energie. Autor dále zmiňuje posun v oblasti liberalizace trhu s energiemi a rozvoj distribuovaných energetických zdrojů. Energetika 4.0 tak bude velkou výzvou zejména pro společnosti zajišťující veřejné služby spojené s provozem energetických soustav. Bude totiž nezbytné dořešit legislativní a technické podmínky pro správnou funkci celého energetického systému.

6. **Embracing Energy 4.0 Part II / Přijetí Energetiky 4.0 část II** (Harada a Sotter, 2020)

Odkaz na článek na internetových stránkách magazínu EE online. Elektroenergetický průmysl se mění a jednotlivé subjekty se budou muset přizpůsobit novým podmínkám. Existuje totiž celosvětový trend deregulace trhu s energií a jeho demokratizace. Tento trend na jedné straně zvyšuje konkurenci při výrobě energie, na straně druhé zvyšuje nároky na provoz distribučních sítí. Právě transpozice konceptu Průmysl 4.0 do energetického odvětví má umožnit tyto zdánlivé rozpory řešit. K dispozici jsou nové technologie jako průmyslový internet věcí (IIoT), strojové učení nebo Cloud

Computing. Tato transpozice se pak nazývá koncept Energetika 4.0 a energetické společnosti jej budou muset implementovat. Přestože to může vypadat jako snaha orientovat se v neznámém prostředí, již existují společnosti, které jsou leadery v implementaci technologií konceptu Energetika 4.0. Článek dále popisuje technologie IIoT a Cloud Computing včetně popisu úspěšné implementace nových technologií.

7. **Energy efficiency as a core component of Industry 4.0 – the building perspective / Eneregtická účinnost jako základ Průmyslu 4.0 - perspektivní stavby** (i-SCOOP, 2020)

Odkaz na článek na internetových stránkách společnosti i-SCOOP. Článek se zabývá energetickou účinností kritických staveb (budov) v prostředí Průmyslu 4.0. Mezi tyto stavby patří prakticky celá krizová infrastruktura včetně letišť nebo datových center. Jak toto souvisí s konceptem Energetika 4.0? Tyto stavby využívají datovou komunikaci, která je zcela závislá na bezpečném zásobování energií, zejména elektrickou energií. Zde je pak zřejmá vazba na Průmysl 4.0, kdy selhání kritické části výrobního procesu veden ke značným ztrátám ve výrobě, selhání zásobování energií může vést ke kolapsu kritické infrastruktury. Efektivní zásobování energií v Průmyslu 4.0 je věcí integrace zdrojů energie a propojení inteligentních energetických sítí. Energetika 4.0 doplňuje obrázek o řízení zdrojů energie a spotřeby energie.

8. **Digital Transformation in Energy Industry- Energy 4.0 / Digitální transformace v energetickém průmyslu - Energetika 4.0** (Sudumbrekar, 2020)

Odkaz na článek na internetových stránkách společnosti Powertech Review, India. Článek indické ekonomky Mohini Sudumbrekar, M.E. (EE), která se věnuje Průmyslu 4.0, pojednává o tom, že zvýšené využívání obnovitelných zdrojů energie a obavy o udržitelnost stávajícího energetického modelu podporují digitalizaci průmyslového i energetického sektoru. Podle autorky představuje poje Energetika 4.0 digitální revoluci v energetickém sektoru. Výroba, distribuce a spotřeba energie zažijí revoluční změnu díky novým technologiím, jež jsou hlavními technologickými pilíři revoluce nazvané Průmysl 4.0. Jedná se o Big data, IoT a Cloud Computing, strojové učení, umělá inteligence, rozšířená a virtuální realita, digitální Twin data nebo distribuované

technologie jako je Blockchain. Energetika 4.0 předpokládá budování chytrých sítí, řízení výroby z obnovitelných zdrojů energie a distribuované výroby energie, sestavení vhodných algoritmů, zavedení Real Time managementu a zapojení spotřebitelů. Je však nezbytné se vypořádat technickými problémy spojenými s integrací více zařízení nebo zdrojů energie do distribuční infrastuktury, zajistit kybernetickou bezpečnost, vybudovat dostatečné skladovací kapacity energie, zabezpečit stabilitu sítí, zařízení a software pro správu dat, vypořádat se se sociálním aspektem a dostatečnou odborností lidských zdrojů a dalšími aspekty.

9. Designing the Future of Thailand`s Power Sector / Budoucnost Thajského energetického sektoru (The Asian Development Bank and the Ministry of Energy of the Kingdom of Thailand, 2019)

Odkaz na mezinárodní konferenci na téma Energetiky 4.0 s názvem „Designing the Future of Thailand`s Power Sector, 24-25 leden 2019, Bangkok.

10. Digital twins for ENERGY 4.0 / Digitální datová dvojčata pro Energetiku 4.0 (Hofmann a Heimerl, 2020)

Odkaz na stránky TU Wien k problematice „Digital twins for ENERGY 4.0“. Autoři se zabývají aplikací digitálních datových dvojčat při zvyšování energetické účinnosti průmyslových zařízení a systémů s prvky konceptu Energetika 4.0 (AI a rozhraní pro digitální platformy B2B). . Z pohledu definování obsahu konceptu Energetika 4.0 však nepřináší žádné zásadní informace.

11. Odkazy na zdroje zmiňující pojem Energy 4.0

Vzhledem k velkému množství odkazů je dále uveden nekomentovaný přehled zajímavých odkaz zabývajících se tématem Energetika 4.0. Jsou zde mj. zařazeny i odkazy na Twitterový profil zabývající se tímto tématem nebo odkazy na konference k tématu Energetika 4.0 pořádané po celém světě.

- Odkaz na Twitterový profil „Energy 4.0 Updates" (Energy 40 news, 2020), zabývající se problematikou konceptu Energetika 4.0 a přinášející zajímavé informace a odkazy. Z pohledu definování obsahu konceptu Energetika 4.0 však nepřináší žádné nové informace.

- Odkaz na příspěvek „Energy 4.0: Towards IoT Applications in Kazakhstan" na The 9th International Symposium on Frontiers in Ambient and Mobile Systems (FAMS 2019) April 29 - May 2, 2019, Leuven, Belgium (Satuyeva, B., Sauranbayev, Ch., Ukaegbu, A. I., Nunna H.S.V.S., K., 2019)

- Odkaz na informace o Konferenci Adipec v Abú Dhabí, 12.12.2019. Dostupné z https://www.aboutenergy.com/en_IT/topics/future-energy.shtml#

- Odkaz na článek v deníku Bangkok Today k postoji Úřadu pro energetickou politiku a plánování (EPPO) ke konceptu Energetika 4.0 v Thajsku. Článek je doplněný odkazem na oficiální videoklip k Energetice 4.0 pro osvětu v oblasti nové energetické politiky vlády Thajska. S touto politikou souvisí i projekt na vybudování 7 Smart Cities pro ověření teoretických hodnot v praxi včetně přípravy nového obchodního modelu. K problematice konceptu Energetika 4.0 však nepřináší žádné nové poznatky. Dostupné z https://www.bangkoktoday.net/energy-4/

- Odkaz na publikaci „Energy for the Future – Welcome to Energy 4.0". Dostupné z https://www.publish-industry.net/en/products/energy-2-0/

- Odkaz na článek „Energy 4.0: Energy transition to 2030" v Indickém tisku. Dostupné z https://energy.economictimes.indiatimes.com/energy-speak/energy-4-0-energy-transition-to-2030/2863

- Odkaz na stránky 7. energetického kongresu „ENERGY 4.0: Energy Transition Towards 2030" v Indii, 2018. Dostupné z https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Findiaenergycongress.in%2Fiec18%2Fwp-

content%2Fuploads%2F2018%2F01%2Fbanne.png&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.indiaenergycongress.in%2Fiec18%2F&tbnid=y9lXd485xe7XeM&vet=12ahUKEwj-7rqMoarqAhV_DGMBHbUtBUgQMygjegUIARCqAg..i&docid=Sg-rv5B0F6VnYM&w=1350&h=551&q=energy%204.0&client=firefox-b-d&ved=2ahUKEwj-7rqMoarqAhV_DGMBHbUtBUgQMygjegUIARCqAg

- Odkaz na konzultační společnost zabývající se OZE, text s názvem "NEW Energy 4.0 Value add service offered by K&S". Dostupné z https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fkrugundschram.de%2Fwp-content%2Fuploads%2F2018%2F02%2FSetWidth500-Energy-4.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fkrugundschram.com%2F2018%2F02%2F04%2Fnew-energy-4-0-value-add-service-offered-by-ks%2F&tbnid=rq6g8Ca7BmIvhM&vet=12ahUKEwj-7rqMoarqAhV_DGMBHbUtBUgQMyghegUIARCmAg..i&docid=Mtp_HK18hjtngM&w=500&h=376&itg=1&q=energy%204.0&client=firefox-b-d&ved=2ahUKEwj-7rqMoarqAhV_DGMBHbUtBUgQMyghegUIARCmAg

12. Odkazy na další zdroje zmiňující pojem Energy 4.0 - nekomentované

Zde jsou uvedeny odkazy, které stojí za pozornost z důvodu vytvoření představy o osvětě ke konceptu Energetika 4.0 ve světě. Z těchto odkazů však nelze čerpat informace pro vytvoření představy o obsahu a chápání konceptu Energetika 4.0.

- https://pantip.com/topic/36802906/desktop

- http://www.factoryeasy.com/blog/2076/RE%204.0,%20%E0%B8%A2%E0%B8%B8%E0%B8%84%E0%B8%97%E0%B8%AD%E0%B8%87,%20%E0%B8%9E%E0%B8%A5%E0%B8%B1%E0%B8%87%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%AA%E0%B8%B5%E0%B9%80%E0%B8%82%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%A7

- http://www.eppo.go.th/index.php/th/eppo-intranet/item/11948-energy4

- https://www.trigenia.it/en/service/energy-4-0/

- http://blog.ufi.org/2017/10/03/an-emerging-exhibition-market-bursting-with-energy/

3 ČÁST DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ

Tato kapitola se zaměřuje na průzkum dosavadní zkušenosti z národního i zahraničního prostředí formou dotazníkového šetření. Pro získání informací od respondentů byl zpracován dotazník v českém a anglickém jazyce, viz příloha č. 2. Otázky v dotazníku jsou položeny tak, aby co nejvíce charakterizovaly povědomí a případné zkušenosti jednotlivých respondentů s problematikou Energetiky 4.0.

Dotazníkové šetření bylo zacíleno na průzkum zkušeností na regionálních úrovních v České republice a zahraničí. K tomuto účelu bylo osloveno 12 krajů v České republice a Hlavní město Praha. Pro získání zkušenosti ze zahraničí byl osloveny 4 regiony s rozvinutou energetikou a průmyslem.

3.1 DOSAVADNÍ ZKUŠENOSTI Z ČESKÉ REPUBLIKY

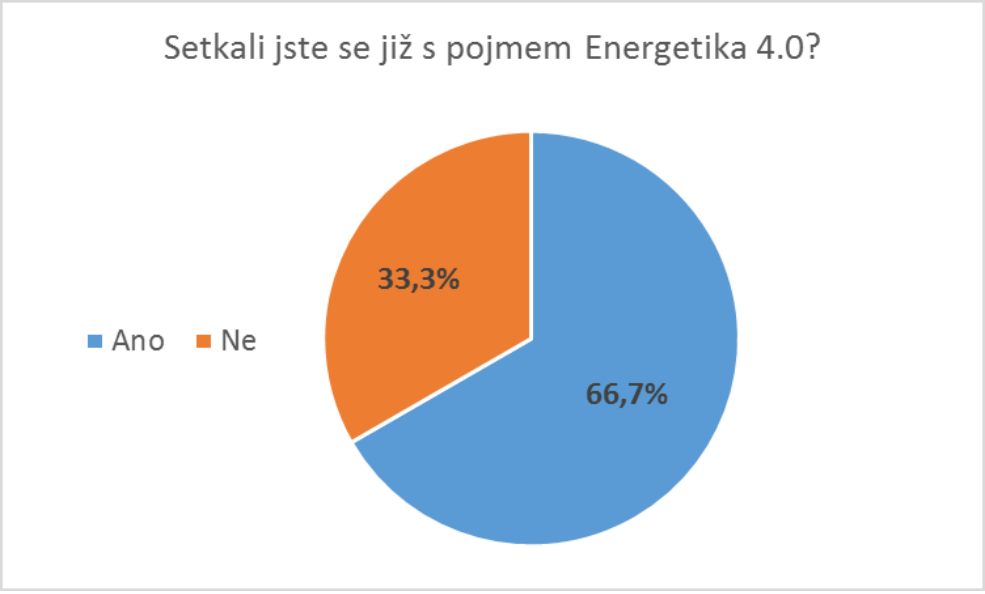
Dotazníky byly rozeslány na všechny kraje v České republice s výjimkou Ústeckého kraje, pro potřeby kterého je toto dílo zpracováváno. Jmenovitě byl dotazník rozeslán na následující kraje:

1. Hlavní město Praha,
2. Karlovarský kraj,
3. Plzeňský kraj,
4. Jihočeský kraj,
5. Středočeský kraj,
6. Liberecký kraj,
7. Královéhradecký kraj,
8. Pardubický kraj,
9. Kraj Vysočina,
10. Olomoucký kraj,
11. Zlínský kraj,
12. Jihomoravský kraj,
13. Moravskoslezský kraj.

Ze **13ti obeslaných regionů** zaslalo vyplněný dotazník **zpět pouze 9 regionů**, přičemž 2 regiony odpověď zaslali textovou formou přímo v e-mailové korespondenci. Vyplněné dotazníky a textové odpovědi jsou uvedeny v přílohách č. 3 až 11.

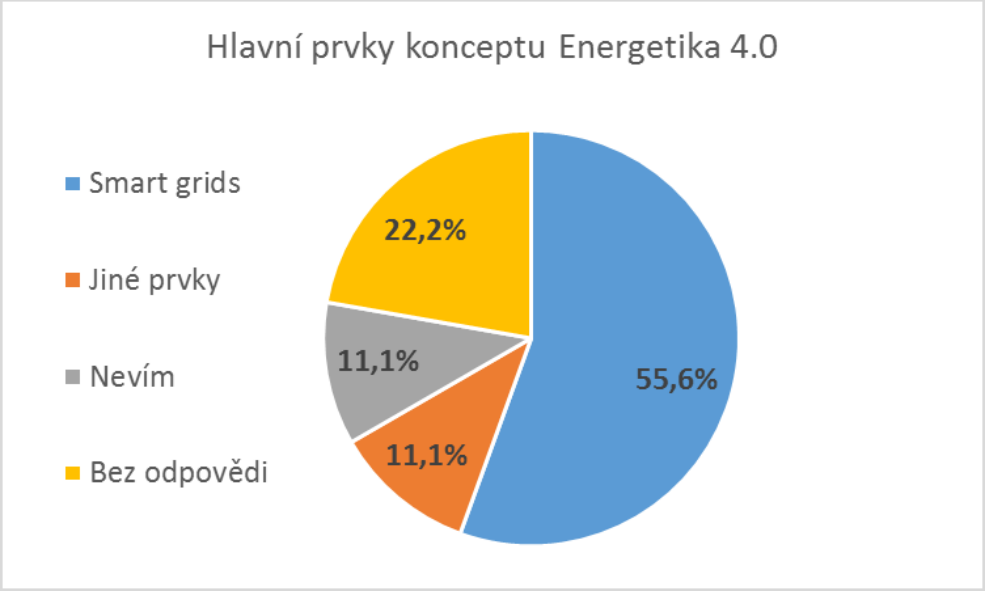
Protože je dotazník koncipován tak, aby zobrazoval co nejlépe povědomí a případné zkušenosti jednotlivých respondentů s problematikou Energetiky 4.0, nelze jej tak v celém spektru otázek vyhodnotit statisticky. Odpovědi jsou hodnoceny kategoricky tam, kde lze získat z poskytnuté odpovědi jednoznačnou informaci a slovním výrokem tam, kde sice nelze jednoznačně začlenit odpověď do stanovených kategorií, ale lze odpověď vzhledem ke své relevanci ve vztahu k otázce slovně popsat.
Pod pojmem respondent bude v následujícím vyhodnocení uvažován oslovený respondent, který zaslal zpět vyplněný dotazník nebo alespoň odpověděl textovou formou.

Otázka č. 1: a) Setkali jste se již s pojmem Energetika 4.0? b) Pokud ano, kdy jste se s tímto pojmem setkali?



Z vyhodnocení odpovědí respondentů se s pojmem Energetika 4.0 setkali 2/3 z nich. Dále lze z vyhodnocení odpovědí vyvodit, že 44,4 % z nich se s předmětným pojmem setkalo v posledních 3 letech.

Otázka č. 2: Co považujete za hlavní prvky konceptu Energetika 4.0?



Za hlavní prvek konceptu Energetika 4.0 považuje 55,6 % respondentů Smart grids neboli chytré sítě. Celkem 22,2 % respondentů nedokázalo odpovědět a 11,1 % pak neví, které hlavní prvky si s pojmem Energetika 4.0 ztotožnit. Dalších 11,1 % respondentů na otázku odpovědělo, že hlavními prvky konceptu mohou být decentralizované zdroje, zvyšování energetické účinnosti a úspory energie.

Otázka č. 3: Jaké jsou základní předpoklady rozvoje Energetiky 4.0?

Mezi nejčastější předpoklady zařadili respondenti propojení energetických a informačních sítí a vznik chytrých sítí. Dalšími předpoklady byla uváděna decentralizace zdrojů energie, zapojení obnovitelných zdrojů energie nebo decentralizace distribuční sítě. Jeden respondent považuje za nezbytnou změnu ve strategickém a územním plánování a v celkovém myšlení. Podle dvou respondentů již minimálně některé principy konceptu probíhají už v současnosti.

Otázka č. 4: Jaké jsou hlavní bariéry rychlého rozvoje Energetiky 4.0?

V otázce jaké jsou hlavní bariéry rozvoje Energetiky 4.0 nebyl mezi odpověďmi respondentů nalezen výrazný průnik. Za možnou bariéru lze označit nedostatečně rychlé budování informačních sítí, jejich propojení s energetickými sítěmi, vysokou investiční náročnost a nekoncepčnost při podpoře systémů - dotační i legislativní. Za možnou bariéru lze též označit otázku zajištění bezpečnosti dodávek energie související s kyberbezpečností při propojení informačních a energetických sítí. Faktorem bránícím rozvoji konceptu může být i nepochopení základních principů a nedostatečná osvěta. Za bariéru může být označen i rozdíl v přístupu k jednotlivým konceptům - Průmysl 4.0 a Energetika 4.0.

Otázka č. 5: Co považujete za důležitý první krok pro přechod k Energetice 4.0?

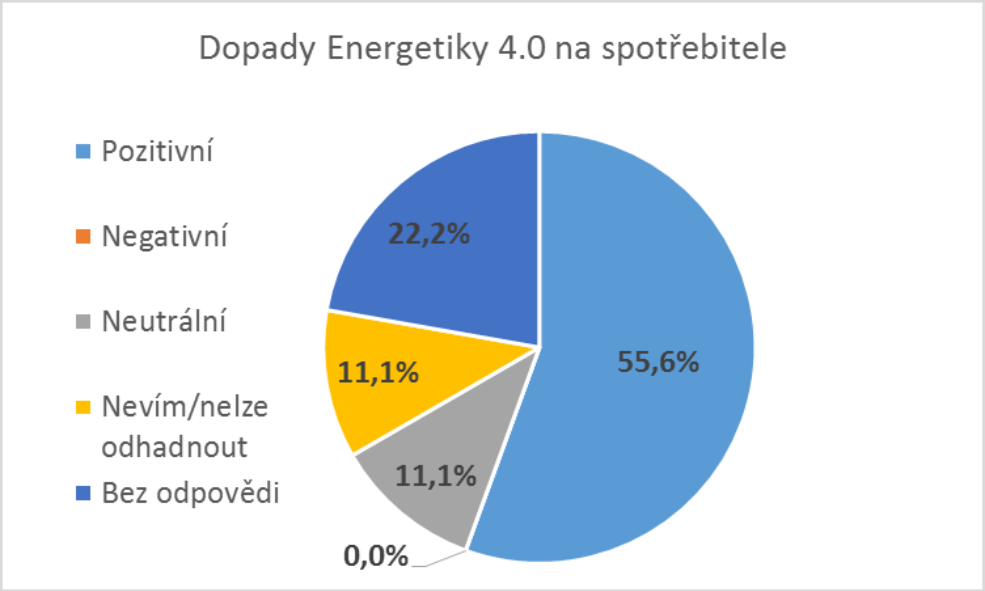
Za důležitý první krok považují respondenti budování chytrých sítí, ideálně v součinnosti s územními samosprávnými celky, obcemi, městy a strategickými podnikatelskými subjekty. Zmíněn byl i NAP SG (Národní akční plán pro Smart Grids), využití AI nebo zpracování objemných dat (BIG DATA).
Za důležitý krok považují respondenti rovněž motivaci spotřebitelů k vyšší produkci energie z decentralizovaných OZE s prvky inteligentních systémů řízení výroby a spotřeby, ve spojení s podporou výstavby inteligentních budov a měst. Důležitým prvním krokem je též pochopení základních principů - osvěta a rozšiřování obecného povědomí. Jeden z respondentů se domnívá, že je nezbytná změna státní energetické koncepce (SEK).

Otázka č. 6: Jakým způsobem změní Energetika 4.0 energetický trh z pohledu jeho struktury?

Z odpovědí lze celkem jednoznačně vyvodit, že dopady do struktury energetického trhu budou vesměs pozitivní, budou v duchu decentralizace energetiky a rozvoje komunitní energetiky s prvky jako prosumer, agregátor flexibility nebo virtuální baterie.

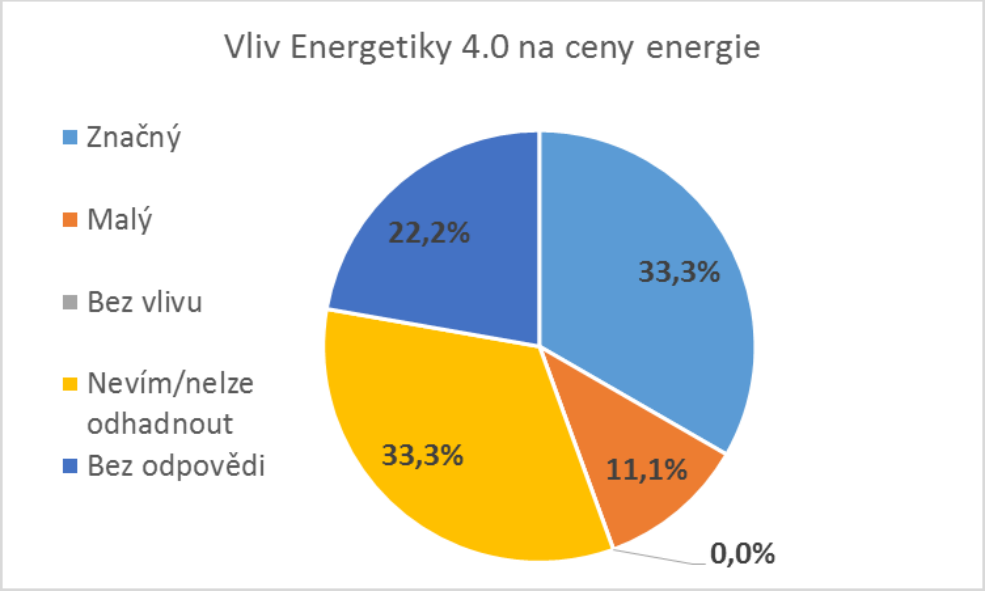
Charakteristickým rysem bude decentralizace energetických služeb, a s tím související změna v tradičním pojetí výrobce - spotřebitel.

Otázka č. 7: Jaké budou dopady Energetiky 4.0 na spotřebitele?



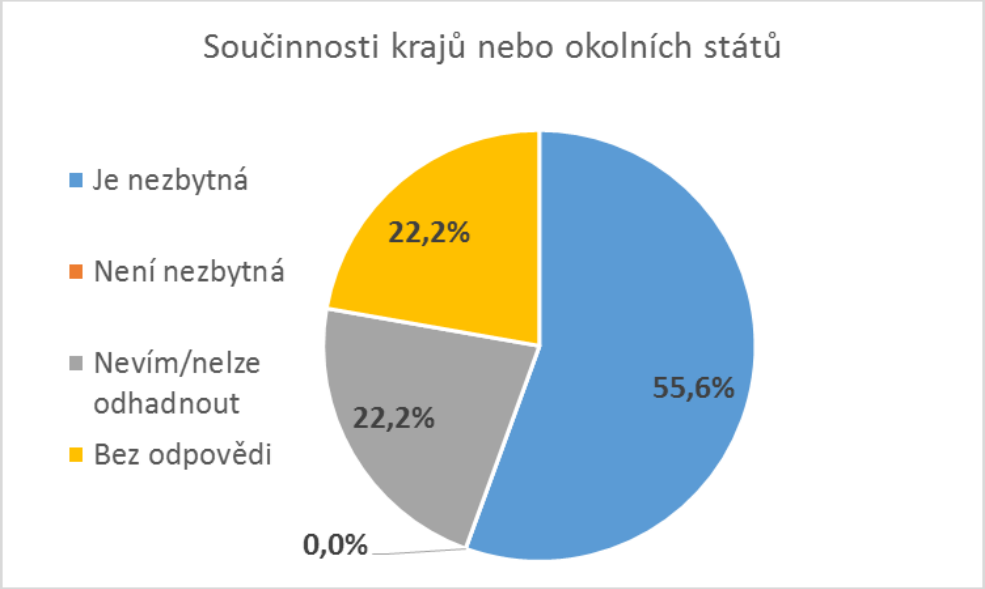
Celkem 55,6 % respondentů považuje dopady konceptu Energetika 4.0 za pozitivní. Tyto dopady charakterizují jako vyšší uživatelský komfort, úspory, větší nezávislost a soběstačnost, spolehlivost a kvalitu dodávek energie nebo zlepšení životního prostředí. Dalších 11,1 % respondentů nedokázalo dopady odhadnout a 11,1 % nepovažuje dopady konceptu Energetika 4.0 za pozitivní ani negativní.

Otázka č. 8: Jaký vliv bude mít Energetika 4.0 na ceny energie?



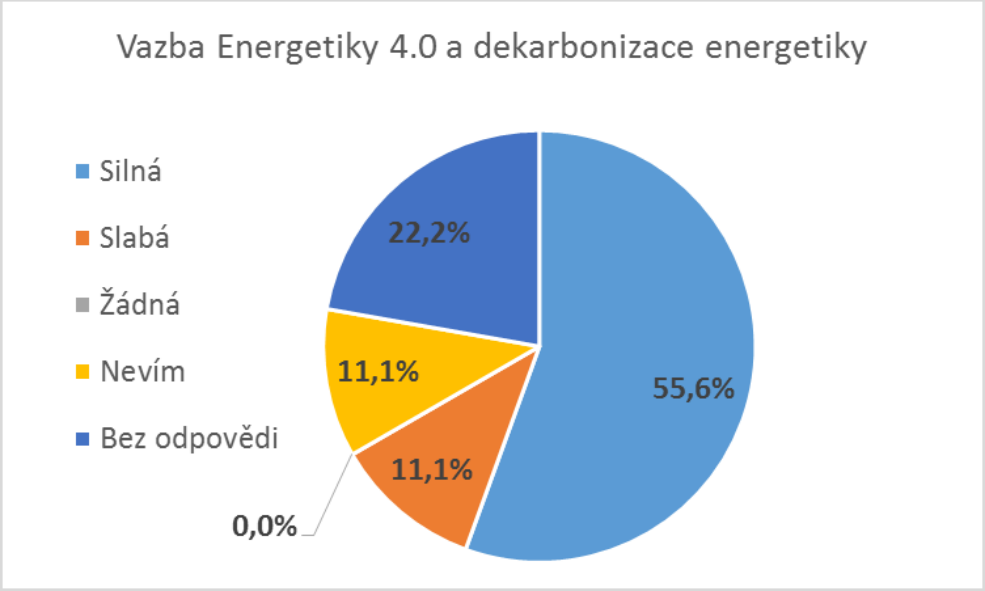
Vliv konceptu Energetika 4.0 považuje za značný 33,3 % respondentů s tím, že se následně odlišují ve významu dopadu. Malý vliv konceptu předpokládá 11,1 % respondentů. Celkem 33,3 % respondentů nedokázalo vliv odhadnout a 22,2 % respondentů na otázku přímo neodpovědělo. Obecně lze tedy konstatovat, že v otázce dopadů na ceny nepanuje převažující názor.

Otázka č. 9: Je pro přechod k Energetice 4.0 nezbytná součinnost krajů nebo okolních států?



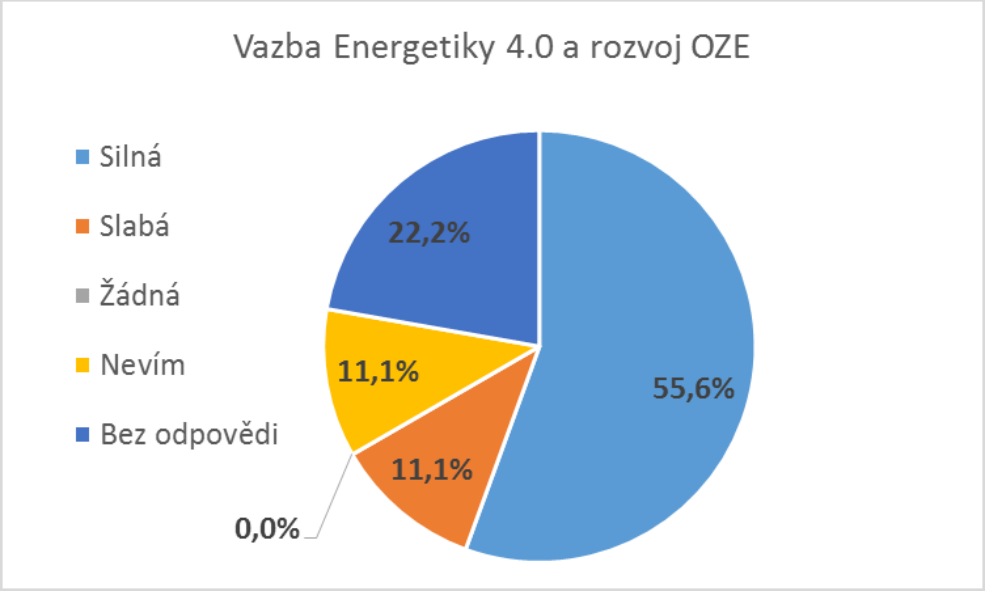
V otázce součinnosti krajů nebo okolních států při přechodu k Energetice 4.0 se 55,6% respondentů shoduje na její nezbytnosti. Charakterizují ji obchodní a hospodářskou propojeností na úrovni národního státu i v rámci EU a propojeností na základě konceptů Chytré město, Chytrý region a v budoucnu i na úrovni států. Zaznívá i názor, že by se součinnost měla rozšířit o účast ministerstev MPO, MŽP, MMR, MPSV, MŠMT, MF. Celkem 22,2 % respondentů neví, zda je součinnost krajů nebo okolních států nezbytná a 22,2 % respondentů na otázku přímo neodpovědělo.

Otázka č. 10: Jak vnímáte vazbu Energetiky 4.0 na rozvoj dekarbonizaci energetiky?



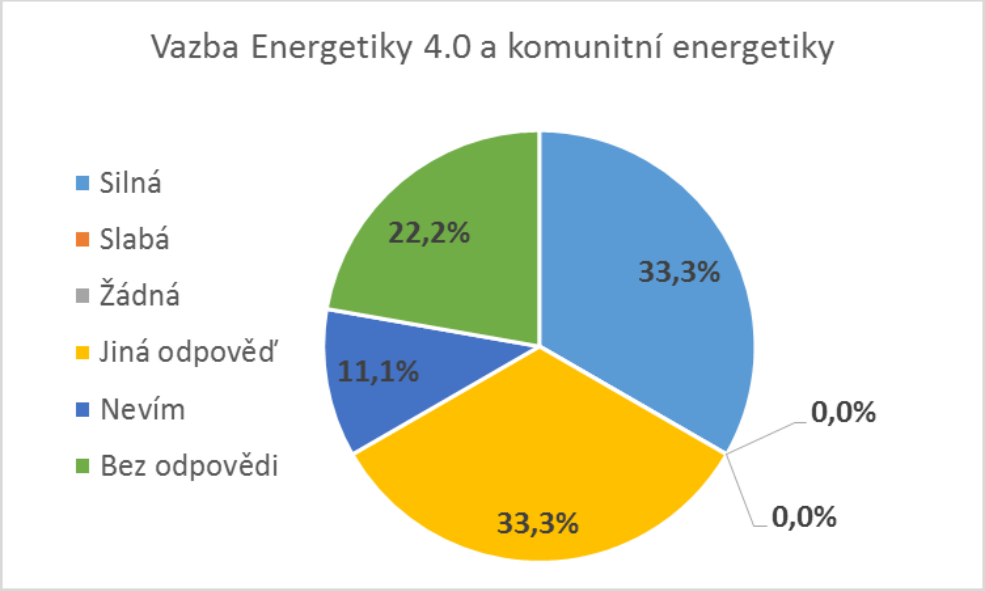
V otázce vazby konceptu Energetika 4.0 na rozvoj dekarbonizace energetiky se 55,6% respondentů shoduje, že se jedná o vazbu silnou a 11,1 % respondentů se domnívá, že se jedná o vazbu slabou. Respondenti se však neshodují na druhu vazby, resp. charakteristiky spojujících prvků. Odpovědi oscilují od spolupráce obnovitelných zdrojů energie a chytrých sítí přes nízkoemisní technologie výroby energie, modifikaci infrastruktury v kombinaci s virtuální informatikou, po centrální výrobu energie z jádra v kombinaci s konceptem Energetiky 4.0 zvyšujícím účinnost a bezpečnost dodávek ve špičkách. Celkem 11,1 % respondentů neví, co konkrétního si představit pod pojmem Energetika 4.0, a nedokáží tak nalézt vazbu. 22,2 % respondentů na otázku přímo neodpovědělo. Zazněla však velmi zajímavá odpověď, a to, že se jedná o jednu z podstatných otázek při definování obsahu Energetiky 4.0.

Otázka č. 11: Jak vnímáte vazbu Energetiky 4.0 na rozvoj obnovitelných zdrojů?



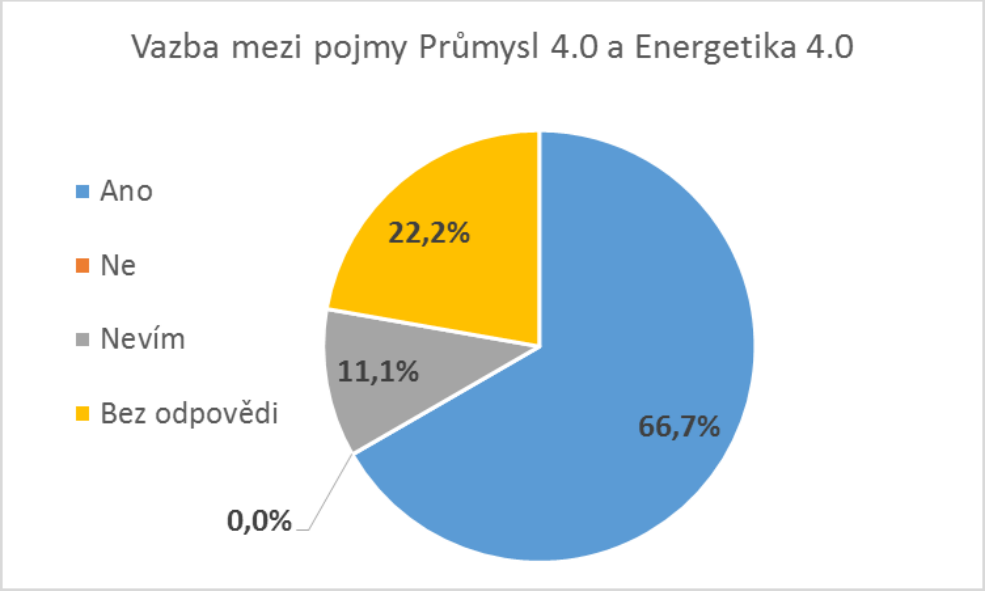
Odpovědi v otázce vazby konceptu Energetika 4.0 na rozvoj obnovitelných zdrojů kopírují odpovědi na vazbu Energetiky 4.0 a rozvoj dekarbonizace energetiky. Jedná se zde o obsahově propojená témata, což potvrzuje 55,6% respondentů, když se shodují, že se jedná o vazbu silnou. Respondenti vazbu charakterizují jako jeden z klíčových faktorů/pilířů Energetiky 4.0 a potvrzují důležitost spolupráce obnovitelných zdrojů energie a chytrých sítí. Celkem 11,1 % respondentů vnímá vazbu jako slabou s tím, že OZE bude v našich podmínkách spíše doplňkovým zdrojem energie. 11,1 % respondentů neví, co konkrétního si představit pod pojmem Energetika 4.0, a nedokáží tak nalézt vazbu. Celkem 22,2 % respondentů na otázku přímo neodpovědělo.

Otázka č. 12: Jak vnímáte vazbu Energetiky 4.0 na rozvoj komunitní energetiky?



V otázce vazby konceptu Energetika 4.0 na rozvoj komunitní energetiky se 33,3% respondentů shoduje, že se jedná o vazbu silnou. Označují ji jako jeden ze stavebních kamenů Energetiky 4.0 nebo fenomén principu určité energetické soběstačnosti a udržitelnosti. Dalších 33,3 % respondentů na otázku odpovědělo zcela nekonkrétně „jinou odpovědí“, např. ve smyslu, že se nejedná o žádnou novinku nebo vyjádřením k problematice samotné komunitní energetiky. Celkem 11,1 % respondentů neví, co konkrétního si představit pod pojmem Energetika 4.0, a nedokáží tak nalézt vazbu a 22,2 % respondentů na otázku přímo neodpovědělo.

Otázka č. 13: Spatřujete vazbu mezi pojmy Průmysl 4.0 a Energetika 4.0?



V otázce vazby mezi pojmem Průmysl 4.0 a Energetika 4.0 se 66,7% respondentů shoduje, že tato vazba existuje. Charakterizují ji jako nedílnou součást konceptu Průmysl 4.0 nebo průmět principů Průmyslu 4.0 do konceptu Energetika 4.0. Celkem 11,1 % respondentů neví nebo nedokáže vzhledem k neznalosti definice Energetiky 4.0 vazbu popsat. Dalších 22,2 % respondentů na otázku přímo neodpovědělo.

3.2 DOSAVADNÍ ZKUŠENOSTI ZE ZAHRANIČNÍCH REGIONŮ

Ze zahraničních regionů byly osloveny celkem 4 významné regiony, 3 ze sousední Spolkové republiky Německo a jeden ze sousední Polské republiky. Výběr potenciálních respondentů pro dotazníkové šetření nebyl náhodný a zaměřil se na významné regiony (nejen počtem obyvatel v regionu ve vztahu k počtu obyvatel v dané republice) s rozvinutým průmyslem a energetikou.

Pro utvoření představy o oslovených regionech jsou zde uvedeny základní charakteristiky Ústeckého kraje a České republiky.

Ústecký kraj

Ústecký kraj je s počtem obyvatel necelých 821 tisíc 5. nejlidnatějším krajem v ČR a

rozlohou 5 339 km^2 se řadí na 7. místo mezi kraji v ČR. V porovnání se zahraničními respondenty se jedná o relativně malý region, a to i z hlediska spotřeby primární energie, přestože se jedná o region vyrábějící téměř 1/3 elektrické energie v celé ČR.

Česká republika

Počtem 10,6 milionů obyvatel a rozlohou území 78 871 km^2 se může plně srovnávat respondenty reprezentujícími Spolkovou zemi Bádensko-Württembersko a zejména pak Spolkovou zemi Bavorsko.

Spolková země Bádensko-Württembersko

Prvním osloveným respondentem bylo Ministerstvo životního prostředí, ochrany klimatu a energetiky Spolkové země Bádensko-Württembersko - **Ministry of the Environment, Climate Protection and the Energy Sector Baden-Württemberg**. Jedná se o spolkovou zemi se 3. největším počtem obyvatel a rozlohou území - 11,069 milionů obyvatel na území o rozloze 35 748 km^2 (Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2019). V roce 2014 činila spotřeba primární energie v regionu více než 1 351 PJ, přičemž hlavními zdroji energie byla ropa (35,5%), jaderná energie (34,1 %) a zemní plyn (17,8 %). Podíl obnovitelné energie byl v témže roce "pouze" 12,6 % (Baden-Württemberg, 2019). Bádensko-Württembersko se připojilo ke klimatické dohodě (zákon o ochraně klimatu) a stanovilo si ambiciózní cíl v podobě snížení emisí CO2 do roku 2050 o 90% ve srovnání s rokem 1990. Tohoto cíle chce dosáhnout zvýšením účinností energetických procesů, úsporami energie a zvýšením podílu obnovitelnách zdrojů energie (Baden-Württemberg, 2020).

Spolková země Bavorsko

Druhým osloveným respondentem bylo Ministerstvo hospodářství, regionálního rozvoje a energetiky Spolkové země Bavorsko - **Bavarian Ministry of Economic Affairs, Regional Development and Energy**. Bavorsko je spolková země s 2. největším počtem obyvatel a největší rozlohou území - 13,0 milionů obyvatel na území o rozloze 70 550 km^2 (Bavarian Ministry of Economic Affairs, Regional Development and Energy, 2020). V roce 2018 činila spotřeba primární energie regionu 1 823,7 PJ, z toho 2,8 % uhlí, 39,2 % ropa, 21,0 % zemní plyn, 15,3 % jaderná energie, 19,6 % obnovitelné zdroje energie a 2,2 % ostatní vč. dálkové vytápění (Bavarian Ministry of Economic

Affairs, Regional Development and Energy, 2019). Bavorsko zaměřilo svou energetickou politiku na zajištění přístupu ke spolehlivé, konkurenceschopné a dostupné energii se zaměřením na zvyšování energetické účinnosti, rozvoj obnovitelných zdrojů energie, bezpečnost dodávek energie a udržitelnost životního prostředí. V energetické politice zcela chybí jaderná energetika.

Svobodný stát Sasko

Třetím osloveným respondentem byl Svobodný stát Sasko - **Sächsische Staatskanzlei**, **Wirtschaft, Technologie, Verkehr**. Sasko je spolková země se 4,078 milionů obyvatel žijícími na území o rozloze 18 450 km^2 (Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2019). Spotřeba primární energie v regionu je pokryta ze 43 % uhlím, 30 % ropou, 19 % zemním plynem a 7 % obnovitelnými zdroji energie. Svobodný stát Sasko si stanovil akční plán pro klima a energii, který navazuje na spolkové plány a předpisy. Ministerstva hospodářství, práce a dopravy (SMWA) schválilo v roce 2015 Energetickou směrnici/2014 na podporu zvyšování energetické účinnosti, zvyšování podílu obnovitelných zdrojů energie, budování systémů pro ukládání energie, budování inteligentních energetických sítí a výzkum energetických technologií zaměřených na aplikace. K prosazování záměrů mimo jiné využívá Saskou energetickou agenturu SAENA GmbH, která je vlastněná státem (Wirtschaftsförderung Sachsen, 2020).

Velkopolské vojvodství

Čtvrtým osloveným respondentem byl Úřad maršálka Velkopolského vojvodství se sídlem v Poznani - **Marshal Office of the Wielkopolska Region in Poznan**. Region Velkopolského vojvodství je jedním z nějvětších v Polsku s 3,4 miliony obyvatele na území o rozloze 30 000 km^2 (Marshal Office of the Wielkopolska Region in Poznan, 2020a). Údaje o spotřebě primární energie v regionu nebyly dohledány a k dispozici jsou pouze údaje za celé Polsko, kde je byla v roce 2015 spotřeba primární energie tvořena z 53% z černého uhlí a lignitu, 26% z ropy, 16% ze zemního plynu a 5% z obnovitelných zdrojů energie (Spazzafumo, G., University of Cassino and Southern Lazio - Department of Civil and Mechanical Engineering a International Association for Hydrogen Energy - Hydrogen Energy Systems Division, 2018). Velkopolské vojvodství disponuje 247 zařízenímina výrobu energie z obnovitelných zdrojů o celkovém výkonu 788,9 MW, přičemž 192 zařízení o celkovém výkonu 626,7 MW reprezentují výrobu

energie z energie větru (Marshal Office of the Wielkopolska Region in Poznan, 2020b). Region Velkopolského vojvodství se zapojil do projektů zaměřených na nízkouhlíkovou a bezúhlíkovou ekonomiku a s tím souvisejících oblastí vedoucích od výroby energie založené na fosilních palivech na technologie s nízkými nebo nulovými emisemi, zejména pak vodíkovými technologiemi. Tento přechod spojený s vodíkem je chápán jako příležitost pro naplnění cílů v oblasti zlepšování životního prostředí a boji proti klimatickým změnám a zároveň řešení aspektů v oblasti socioekonomické (Marshal Office of the Wielkopolska Region in Poznan, 2020a).

Resume

Z žádného z osloveného regionu nebyl doručen zpět vyplněný dotazník a není tak možné zjistit přímé reakce na zaslané otázky v dotazníku. Ani při zadání pojmu Energetika 4.0 / Energy 4.0 nebyl na webových stránkách příslušících jednotlivým respondentům nalezen žádný odkaz. Na politiku jednotlivých poptaných regionů v oblasti Energetiky 4.0 lze pouze usuzovat z nepřímích odkazů a dostupných textů.

4 ZÁVĚR

Tato rešerše si neklade za cíl definovat význam a obsah pojmu Energetika 4.0 ani si neklade za cíl deklarovat vazbu na jiné koncepty či prvky moderní energetiky nebo průmyslu.

Na podkladu relevantních a dostupných informačních zdrojů lze ale s určitou mírou nepřesnosti konstatovat, že existuje a je obecně vnímaná interaktivní vazba mezi koncepty charakterizovanými číslicemi 4 a 0. Nejčastěji skloňovanými koncepty 4. generace nebo 4. revoluce (myšleno zejména průmyslové revoluce) se objevují koncept Průmysl 4.0 (Industry 4.0) a Energetika 4.0 (Energy 4.0). Jejich provázanost je celkem srozumitelná a objektivní. Do této dvojice vstupuje prvek, bez kterého by oba koncepty neexistovaly, a to prvek digitalizace.

"***Zavádění principů Průmyslu 4.0 v průmyslu má jen omezený význam, pokud okolí továrny včetně měst bude fungovat „postaru", bez uplatňování principů Průmyslu 4.0. Jedná se především o zásadní koncepční změny v energetice, dopravě, Smart Cities atd***. *Základem této koncepční změny v energetice je decentralizovaná distribuční soustava. Důležité je též napojení energetických Smart Grids na teplárenství a plynárenství, což povede k dalším úsporám a stabilizaci zásobování energiemi. Směrování k Energetice 4.0 je dnes důležitějším úkolem než podpora Průmyslu 4.0 (tam je hnacím motorem průmysl a ten si ví v konkurenčním prostředí rady) – v případě energetiky 4.0 je na řadě stát, aby konal co nejrychleji*." (ZČU, 2019)

Po zhodnocení všech aspektů, které byly v rešerši zmíněny, lze uvést, že koncept Energetika 4.0 neexistuje sám o sobě, dokonce ani sám o sobě nic neznamená. Nepředstavuje zřejmě ani ucelenou vizi energetiky pro 21. století a různými subjekty je jeho význam chápán odlišně. Jako součást širšího celku s prvky digitalizace a inteligentními systémy řízení je však významným článkem v celém konceptu moderní společnosti, kterou lze směle označit za Společnost 4.0. Z pohledu energetiky pro 21. století či moderní energetiky (neexistuje ustálené označení) se jedná o část energetického ekosystému integrující prvky inteligentního řízení výroby, distribuce a spotřeby energie v reálném čase, podporující distribuovanou výrobu z obnovitelných zdrojů energie a naplnění cílů stanovených v NAP SG, NAP OZE a v konečném důsledku v Národním klimaticko-energetickém plánu. Pro rozšíření konceptu

Energetika 4.0 bude nezbytné sjednotit terminologii a obsah tohoto pojmu a připravit podmínky jeho pro implementaci do energetického sektoru včetně legislativně právních a obchodních modelů. Je nezbytné investovat do dalšího rozvoje chytrých řešení a technologií s cílem omezit další růst entropie v energetickém systému Země. Energetika 4.0 by proto měla být součástí strategie trvale udržitelného rozvoje energetiky.

Ústecký kraj je jedním ze 3 regionů v České republice, kterých se týká omezování těžby uhlí a s tím spojená transformace energetiky. Z pohledu konceptu Energetiky 4.0 se může jednat o příležitost k naplňování cílů definovaných Územní energetickou koncepcí. Je-li Energetika 4.0 synonymem pro interoperabilitu chytrý řešení v oblasti výroby čisté energie, distribuce a spotřeby energie, lze si představit její uplatnění při naplňování cílů:

6.3 Cíle v oblasti využívání obnovitelných a druhotných zdrojů energie včetně energetického využívání odpadů,

6.5 Cíle v oblasti snižování emisí znečišťujících látek a skleníkových plynů,

6.6 Cíle v oblasti rozvoje energetické infrastruktury,

6.7 Cíle v oblasti provozu „ostrovů v elektrizační soustavě“,

a zejména cílů:

6.8 Cíle v oblasti rozvoje „inteligentních sítí“,

6.10 Cíle v oblasti transformace uhelné energetiky.

ZDROJE

Baden-Württemberg. (2019). *Where Does Our Energy Come from in Baden-Württemberg?* Dostupné 12. 3. 2020 z http://bwen-update.bw-dev.rsm-development.de/en/all-articles/background/where-does-our-energy-come-from-in-baden-wuerttemberg/

Baden-Württemberg. (2020). *Energy transition.* Dostupné 12. 3. 2020 z https://um.baden-wuerttemberg.de/en/topics/energy-transition/

Bavarian Ministry of Economic Affairs, Regional Development and Energy. (2019). *Bavaria´s economy facts and figures.* Dostupné 13. 3. 2020 z https://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user_upload/stmwi/Publikationen/2019/2019-09-17_Bayerns_Wirtschft_in_Zahlen_englisch_2019.pdf

Bavarian Ministry of Economic Affairs, Regional Development and Energy. (2020). *Tourism in Bavaria, data – facts – figures 2020.* Dostupné 13. 3. 2020 z https://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user_upload/stmwi/Publikationen/2020/2020-05-15_Tourismus-DFZ-2020_engl.pdf

CIIRC, ČVUT a Mařík, V. (2016). Prezentace. *Průmysl 4.0 a jeho dopady v energetice, dopravě a stavebnictví.* Dostupné 10. 1. 2020 z http://www.copub.cz/userFiles/top-expo/tee-2016/marik_vladimir.pdf

EGÚ Praha Engineering. (2020). *Energetika ČR v evropských souvislostech, trendy a perspektivy. Energetická unie, průmysl 4.0, energetika, 4.0: 22. ledna 2020 : E 2020, 1.* Praha: EGÚ Praha Engineering. ISBN: 978-80-87774-72-4.

Energy 4.0 news. (2020). *Energy 4.0 Updates*. Dostupné 10. 3. 2020 z https://twitter.com/energy40news

Harada, R. a Sotter, E. (2020). Electricenergyonline. *Embracing Energy 4.0 Part II.* Dostupné 5. 3. 2020 z https://electricenergyonline.com/energy/magazine/1243/article/embracing-energy-4-0-part-ii.htm

Heller, T. (2018). Smart Energy International. *Data-driven iPaaS*. Dostupné 5 . 3. 2020 z https://www.smart-energy.com/industry-sectors/policy-regulation/datadriven-ipaas-energy-4-0/, dostupné rovněž z http://spintelligentpublishing.com/Digital/SmartEnergy/Issue5-2018/index.html?r=56 a https://www.greenbird.com/news/data-driven-ipaas

Hofmann, R. a Heimerl, P. (2020). Technische Universität Wien. *Digital twins for ENERGY 4.0*. Dostupné 10. 3. 2020 z https://www.tuwien.at/en/tu-wien/organisation/service-providers/rti-support/research-marketing/fairs-current/hm2020/digital-twins-for-energy-40/

i-SCOOP. (2020). *Energy efficiency as a core component of Industry 4.0 – the building perspective*. Dostupné 6. 5. 2020 z https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/energy-efficiency-industry-4-0/

Lang, M. (2016). *From Industry 4.0 to Energy 4.0: Future Business Models and Legal Relations.* Dostupné 5. 3. 2020 z https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiy1-mFoarqAhXF8qQKHWaIDhgQFjASegQICRAB&url=http%3A%2F%2Fwww.germanenergyblog.de%2Fwp-content%2Fuploads%2F2016%2F04%2F160317_Lang_IBE_Bochum_From_Industry_4_0_to_Energy_4_0_fin.pdf&usg=AOvVaw1JX5inj0TISQ78f6uSSmWX

Manna, S. (2019). *The future of energy 4.0.* Dostupné 12. 3. 2020 z https://www.aboutenergy.com/en_IT/topics/future-energy.shtml#

Mařík, V. (2018). *Česká energetika na křižovatce*. Praha: Management Press. ISBN: 978-80-7261-560-5.

Marshal Office of the Wielkopolska Region in Poznan. (2020a). *About the Region.* Dostupné 20.3 . 2020 z https://www.umww.pl/about-the-region

Marshal Office of the Wielkopolska Region in Poznan. (2020b). *Infrastructure.* Dostupné 20.3 . 2020 z https://www.umww.pl/infrastructure

Mobidev. (2020). *Energy 4.0: Digital Transformation In Energy & Utilities Industry.* Dostupné 3. 3. 2020 z https://mobidev.biz/blog/digital-transformation-energy-utilities-sector

MPO ČR (2016). *Iniciativa Průmysl 4.0*. Dostupné 10. 1. 2020 z https://www.mpo.cz/cz/prumysl/zpracovatelsky-prumysl/prumysl-4-0-ma-v-cesku-sve-misto--176055/

MPO ČR, Muřický, E. (2016). Prezentace. *Iniciativa Průmysl 4.0*. Dostupné 10. 1. 2020 z http://www.top-expo.cz/domain/top-expo/files/smart-city/smart-city-2016/tee-2016/prezentace/muricky_eduard.pdf

Pohl, J. a SIEMENS MOBILITY (2019). *Vnitrostátní plán v oblasti energetiky a klimatu a Energetika 4.0*. Dostupné 5. 1. 2020 z https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjkq_Xi7IDqAhVODewKHcAvAHAQFjABegQIAxAB&url=http%3A%2F%2Fwww.cogen.cz%2Fdown%2F559.pdf&usg=AOvVaw08XK6YmHtzUizx6ofDEfTT

SIC, (2018). *Seminář Energetika 4.0.* Dostupné 5. 1. 2020 z https://s-ic.cz/cs/seminar-energetika-4-0-ktere-vystoupil-profesor-vladimir-marik-mimoradny-zajem-sic-praskalo-ve-svech/

Sotter, E. (2020). Electricenergyonline. *Energy 4.0, Revolution or Fad?* Dostupné 5. 3. 2020 z https://electricenergyonline.com/energy/magazine/1233/article/Energy-4-0-Revolution-or-Fad-.htm

Sudumbrekar, M. (2020). *Digital Transformation in Energy Industry- Energy 4.0.* Dostupné 27.01.2020 z https://powertechreview.com/digital-transformation-in-energy-industry-energy-4-0/

Satuyeva, B., Sauranbayev, Ch., Ukaegbu, A. I., Nunna H.S.V.S., K. (2019). Energy 4.0: Towards IoT Applications in Kazakhstan. *Procedia Computer Science,* 151, 909-915. DOI: 10.1016/j.procs.2019.04.126

Spazzafumo, G., University of Cassino and Southern Lazio - Department of Civil and Mechanical Engineering a International Association for Hydrogen Energy - Hydrogen Energy Systems Division. (2018). *Economic transformation of the Konin Subregion – the direction of hydrogen. A bridge to a hydrogen society.* Dostupné 10. 3. 2020 z https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/prezentacja_nr_5_-_giuseppe_spazzafumo.pdf

Statistische Ämter des Bundes und der Länder. (2019). Fläche und Bevölkerung nach Ländern. Dostupné 13. 3. 2020 z https://www.statistikportal.de/de/bevoelkerung/flaeche-und-bevoelkerung

Šupšák, J. (2018). *Kam kráča moderná energetika?* Dostupné 5. 3. 2020 z https://www.atpjournal.sk/rubriky/podujatia/kam-kraca-moderna-energetika.html?page_id=26638

The Asian Development Bank and the Ministry of Energy of the Kingdom of Thailand. (2019). International Conference on Energy 4.0. *Designing the Future of Thailand`s Power Sector.* Dostupné 10. 3. 2020 z https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiouYa_hLzqAhUDCuwKHUMkDF84HhAWMAJ6BAgHEAE&url=https%3A%2F%2Fwww.adb.org%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fpublication%2F507841%2Finternational-conference-energy-4.pdf&usg=AOvVaw2dUyA8UMnZ-v6p75mHWbTe

Úřad vlády ČR. (2020). Obrázek. *Společnost 4.0 a aliance společnost 4.0*. Dostupné 10. 1. 2020 z https://www.digiczech.eu/pilire-spolecnosti-4-0/spolecnost-4-0/

Vrbková, Z. (2020). Diplomová práce. Vysoká škola ekonomická v Praze. Fakulta mezinárodních vztahů. *Energetická účinnost a energetika 4.0 v Evropské unii.* Dostupné 3.3. 2020 z https://vskp.vse.cz/81303_energeticka_ucinnost_aenergetika_40_vevropske_unii

Wirtschaftsförderung Sachsen. (2020). *Raw Materials / Energy.* Dostupné 13. 3. 2020 z https://business-saxony.com/en/about-saxony/infrastructure/raw-materials-energy

ZČU, Katedra energetických strojů a zařízení. (2019). Cvičení. Člověk a energie 2019/2020. *Průmysl 4.0 - Smart Grids*. Dostupné 10 . 1. 2020 z https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiH_LqE2rXqAhUQ8KQKHck1CVEQFjAAegQIARAB&url=http%3A%2F%2Fhome.zcu.cz%2F~novakm42%2Fclovek_a_energie-KKE-CE%2FCE_10_cviceni_podklady.pdf&usg=AOvVaw2sFUGXXP_vQ_3u9lKiJXnY

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Dotazník CS

Příloha č. 2: Dotazník EN

Příloha č. 1: Dotazník CS

Setkali jste se již s pojmem Energetika 4.0? Pokud ano, kdy jste se s tímto pojmem setkali?
Co považujete za hlavní prvky konceptu Energetika 4.0?
Jaké jsou základní předpoklady rozvoje Energetiky 4.0?
Jaké jsou hlavní bariéry rychlého rozvoje Energetiky 4.0?
Co považujete za důležitý první krok pro přechod k Energetice 4.0?
Jakým způsobem změní Energetika 4.0 energetický trh z pohledu jeho struktury?
Jaké budou dopady Energetiky 4.0 na spotřebitele?
Jaký vliv bude mít Energetika 4.0 na ceny energie?
Je pro přechod k Energetice 4.0 nezbytná součinnost krajů nebo okolních států?
Jak vnímáte vazbu Energetiky 4.0 na rozvoj dekarbonizaci energetiky?
Jak vnímáte vazbu Energetiky 4.0 na rozvoj obnovitelných zdrojů?
Jak vnímáte vazbu Energetiky 4.0 na rozvoj komunitní energetiky?
Spatřujete vazbu mezi pojmy Průmysl 4.0 a Energetika 4.0?

Příloha č. 2: Dotazník EN

Have You met the term Energy 4.0? If so, when did You meet the term?
What elements of concept Energy 4.0 do You consider as main?
What are basic condition for development of Energy 4.0?
What are main barriers to the fast development of Energy 4.0?
What the first step do You consider important for transition to Energy 4.0?
How will Energy 4.0 change the energy market from the point of view of its structure?
What impact will Energy 4.0 have on consumers?
What impact will Energy 4.0 have on energy prices?
Is the synergy between regions or neighbouring states necessary for transition to Energy 4.0?
How do You perceive Energy 4.0's link to the development of decarbonisation of energy?
How do You perceive Energy 4.0's link to the development of renewable energy sources?
How do You perceive Energy 4.0's link to the development of community energy?
Do You see a link between the concept of Industry 4.0 a Energy 4.0?