VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

ZVYŠOVÁNÍ ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI V PODMÍNKÁCH ČR

INCREASING ENERGY EFFICIENCY IN THE CONDITIONS OF THE CZECH REPUBLIC

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE — Zdeněk Holas

VEDOUCÍ PRÁCE — Ing. Lukáš Radil, Ph.D.

SUPERVISOR

BRNO 2022

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

Bakalářská práce

bakalářský studijní program **Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika**

Ústav elektroenergetiky

Student: Zdeněk Holas ***ID:*** 211450

Ročník: 3 ***Akademický rok:*** 2021/22

NÁZEV TÉMATU:

Zvyšování energetické účinnosti v podmínkách ČR

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Nastudujte dokumenty evropské legislativy v oblasti zvyšování energetické účinnosti s cíleným snižováním konečné spotřeby a vykazováním úspor energie.
2. Popište přístupy členských států EU k povinnému zvyšování energetické účinnosti.
3. Zmapujte současnou situaci v ČR.
4. Navrhněte opatření pro zvýšení energetické účinnosti na straně výroby elektrické energie v podmínkách ČR.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího bakalářské práce

Termín zadání: 7.2.2022 ***Termín odevzdání:*** 31.5.2022

Vedoucí práce: Ing. Lukáš Radil, Ph.D.

prof. Ing. Petr Toman, Ph.D.

předseda rady studijního programu

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá zvyšováním energetické účinnosti v podmínkách ČR. Na základě zpracování legislativních dokumentů EU, statistických databází týkající se primární a konečné spotřeby energie, národních akčních plánů ČR a některých členských států EU (Francie, Dánska, Finska) byly navrženy způsoby, kterými by ČR mohla zvýšit energetickou účinnost. V práci byly zohledněny také současné nejlepší dostupné technologie pro zvyšování energetické účinnosti.

Klíčová slova

Energetická účinnost
Primární spotřeba
Konečná spotřeba
Evropská unie
Česká republika
Elektrická energie

Abstract

This bachelor thesis deals with energy efficiency in the circumstances of Czech Republic. Based on processing legislative documents, statistical databases concerning primary and final energy consumption, national action plans of Czech Republic and some of the member states of the European Union (France, Denmark, Finland) there were proposed ways for Czech Republic to increase its energy efficiency. Best available technologies in the field of energy efficiency were also took into account.

Keywords

Energy efficiency
Primary energy consumption
Final energy consumption
European Union
Czech Republic
Electrical energy

Bibliografická citace

HOLAS, Zdeněk. *Zvyšování energetické účinnosti v podmínkách ČR.* Brno, 2022. Dostupné také z: https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/142957. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav elektroenergetiky. Vedoucí práce Lukáš Radil.

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Lukášovi Radilovi Ph.D. za cenné rady při zpracování mé bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Vladimíru Vajnarovi, Ph.D. za odborné rady z pohledu regulačního úřadu. A také mé přítelkyni za podporu a pomoc při finalizaci práce.

Obsah

Seznam obrázků **6**

Seznam tabulek **7**

Úvod **8**

1. Energetická bilance v EU a ČR **9**

1.1 Spotřeba energie 9

1.1.1 Spotřeba energie v Evropské unii *9*

1.1.2 Spotřeba energie v České republice *13*

1.2 Výroba energie 14

1.2.1 Výroba energie v Evropské unii *14*

1.2.2 Výroba energie v ČR *15*

1.2.3 Výroba tepla a KVET *16*

1.3 Mechanismy ovlivňující energetiku v EU 17

1.3.1 Emisní povolenky *17*

1.3.2 Taxonomie *18*

2. Legislativa **19**

2.1 Směrnice 2012/27/EU 19

2.1.1 Cíle a definice energetické účinnosti *19*

2.1.2 Účinnost související s využíváním energie *19*

2.1.3 Účinnost při dodávkách energie *21*

2.1.4 Ustanovení směrnice *21*

2.2 Směrnice 2018/2002 22

2.2.1 Nová nařízení *23*

2.3 Nové plány v energetice EU 24

2.3.1 Fit for 55 ..... *24*

2.3.2 REPowerEU *24*

3. Možnosti zvýšení energetické účinnosti **26**

3.1 Zvýšení energetické efektivity na straně výroby elektrické energie 26

3.1.1 Druhy technik pro zvýšení účinnosti *26*

3.1.2 Spalování tuhých paliv *29*

3.1.3 Spalování plynných paliv *30*

3.1.4 Spalování odpadu *31*

3.2 Zvýšení energetické efektivity na straně spotřeby elektrické energie 33

3.2.1 Automatizované řízení budov ... *33*
3.2.2 Osvětlení ... *34*
3.2.3 Elektrotepelná technika ... *34*

4. Energetická účinnost v EU ... **36**

4.1 Finsko ... 36
4.1.1 Programy pro podporu energetické účinnosti ... *36*
4.1.2 Dosavadní naplňování cílů ... *37*

4.2 Francie ... 38
4.2.1 Programy pro podporu energetické účinnosti ... *38*
4.2.2 Dosavadní naplňování cílů ... *39*

4.3 Dánsko ... 39
4.3.1 Strategie pro podporu energetické účinnosti ... *40*
4.3.2 Dosavadní naplňování cílů ... *41*

5. Energetická účinnost v prostředí ČR ... **42**

5.1 Státní energetická koncepce ... 42

5.2 Národní akční plán energetické účinnosti ČR do roku 2020 ... 43
5.2.1 Investiční a neinvestiční dotace ... *44*
5.2.2 Energetické služby ... *45*
5.2.3 Energetická účinnost budov ... *45*
5.2.4 Podpora účinného vytápění a distribuce energie ... *46*

5.3 Vnitrostátní plán ČR v oblasti energetiky a klimatu ... 47
5.3.1 Opatření v určitých sektorech energetiky ... *49*

5.4 Dosavadní naplňování směrnic o energetické účinnosti ... 50

6. Možnosti zvýšení energetické účinnosti v podmínkách ČR ... **52**

6.1 Z hlediska primární spotřeby ... 52
6.1.1 Komunitní energetika ... *53*

6.2 Z hlediska konečné spotřeby ... 53
6.2.1 Budovy ... *54*
6.2.2 Audity a dobrovolné dohody ... *54*

7. Závěr ... **55**

Literatura ... **56**

Seznam symbolů a zkratek ... **65**

SEZNAM OBRÁZKŮ

1.1 Projekce spotřeby EU do roku 2030, podle referenčních scénářů [17] 10
1.2 Rozdělení hrubé domácí spotřeby v EU [22] 12
1.3 Podíl výroby energie v EU podle druhu paliva [34] 15
4.1 Instalovaný výkon tepelných čerpadel ve Finsku, Česku, Dánsku [79] 37

SEZNAM TABULEK

1.1 Spotřeba primární a konečné energie [18], [19], [20] 11
1.2 Konečná spotřeba energie států EU podle sektorů [21] 13
1.3 Spotřeba netto elektřiny podle sektorů v ČR 14
1.4 Podíl paliv na výrobě brutto elektřiny [26] 16
1.5 Instalovaný výkon a výroba (brutto a netto) elektráren v ČR [26] 16
1.6 Podíl paliv na výrobě tepla 17
3.1 Obecný přehled nejlepších dostupných technik [29] 27
3.2 Teploty a tlaky pro různé druhy elektráren spalujících uhlí [49] 27
3.3 Další druhy možných BAT technologií [29] 28
3.4 Používané techniky pro zvýšení účinnosti spalovacích zařízení [29] 29
3.5 Účinnost kotlů na tuhá paliva [46] 35
5.1 Úspora energie v budovách ústředních institucí [7] 46
5.2 Přehled opatření ČR a jejich úspora pro roky 2021 až 2030 [9] 48
5.3 Dodatečná vznikající opatření [9] 49
5.4 Vlastnosti vodičů venkovního vedení pro užití v ČR [72], [73] 49

ÚVOD

Oblast elektroenergetiky je v posledních letech úzce propojena s ekologií. Je to způsobeno hlavně z důvodu klimatických změn a stoupající pozornosti veřejnosti na ekologické postupy při výrobě elektrické energie. Evropská unie si stanovuje cíle v oblasti klimatických změn a znečištění ovzduší, přičemž oblast energetické účinnosti a úspor spotřeby energie je jedna z nejzásadnějších oblastí pro udržitelné hospodářství a omezení negativních vlivů antropogenní činnosti na klima. Jedná se o hlavní pilíř evropské energetiky a způsob dosažení klimatické neutrality.

Tato práce se bude věnovat zvyšování energetické účinnosti v podmínkách České republiky. Zvyšování energetické účinnosti vede ke snížení spotřeby elektrické energie, ale také ke snížení ekonomických výdajů. Evropská rada stanovila cíl do roku 2020 - spotřebu primární energie o 20 % nižší, než byl predikovaný scénář studie z roku 2007 [1], do roku 2030 o 32,5 % [2]. Současná energetická bilance EU a ČR bude představena v Kapitole 2.

Na úrovni EU vznikly a stále vznikají směrnice, které mají vést ke zvýšení energetické účinnosti. Tyto směrnice 2012/27/EU a 2018/2002 budou představeny z hlediska hlavních bodů týkající se povinností pro členské státy v Kapitole 3. V této kapitole zároveň budou představeny i nově vznikající plány jako je „Fit for 55“ a REPowerEU, které pracují s dalším navýšením cílů v oblasti energetiky Evropské unie.

V Kapitole 4 budou představeny některé techniky a technologie, jakými lze dosáhnout zvýšení energetické účinnosti. Budou popsány techniky, které lze využít na straně výroby elektrické energie a technologie, jakými lze dosáhnout snížení spotřeby na straně spotřeby elektrické energie.

V kapitole 5 budou popsány přístupy některých členských států EU ke zvyšování energetické účinnosti (Finsko, Dánsko a Francie). Tyto státy byly vybrány na základě několika faktorů – současně dosažených cílů, podobnosti podmínek s ČR a podílu průmyslu na celkové spotřebě konečné energie.

Na to bude navázáno Kapitolou 6, kde budou podrobně představeny plány České republiky, které se týkají energetické účinnosti. Budou popsány způsoby, jakými ČR chce postupovat a plnit stanovené cíle do roku 2020 a v druhém období 2021 až 2030. U cílů, které si ČR stanovila do roku 2020, nebo jich měla dosáhnout v rámci směrnic 2012/27/EU a 2018/2002, bude vyhodnoceno, zda dochází k jejich naplňování.

Na závěr bude Kapitola 7 věnována možnostem, jak by Česká republika mohla ještě zmenšit spotřebu v energetice, a jak může zvýšit energetickou účinnost. Tato doporučení budou stanoveny na základě dat z kapitol 4,5 a 6, budou v nich tedy zohledněny nejlepší dostupné techniky, technologie, přístupy a programy vybraných států Evropské unie.

1. ENERGETICKÁ BILANCE V EU A ČR

Energetická spotřeba Evropské unie, do které je zahrnuta i spotřeba České republiky, byla v roce 2019 na úrovni 15 724 TWh. Oproti roku 2006 se jedná o snížení o téměř 1745 TWh, což činí snížení o necelých 10 %. Tato práce se zaměřuje především na elektrickou energii. Kapitola 2.1 se bude věnovat energetické spotřebě v celé Evropské unii a České republice. Kapitola 2.2 bude zaměřena na výrobu elektrické energie v Evropské unii a České republice. Data použitá pro tyty podkapitoly se týkají doby do roku 2019, jelikož roky 2020 a 2021 byly ovlivněny plošnými opatřeními kvůli Covid-19, což nepřímo ovlivnilo výrobu i spotřebu elektrické energie.

1.1 Spotřeba energie

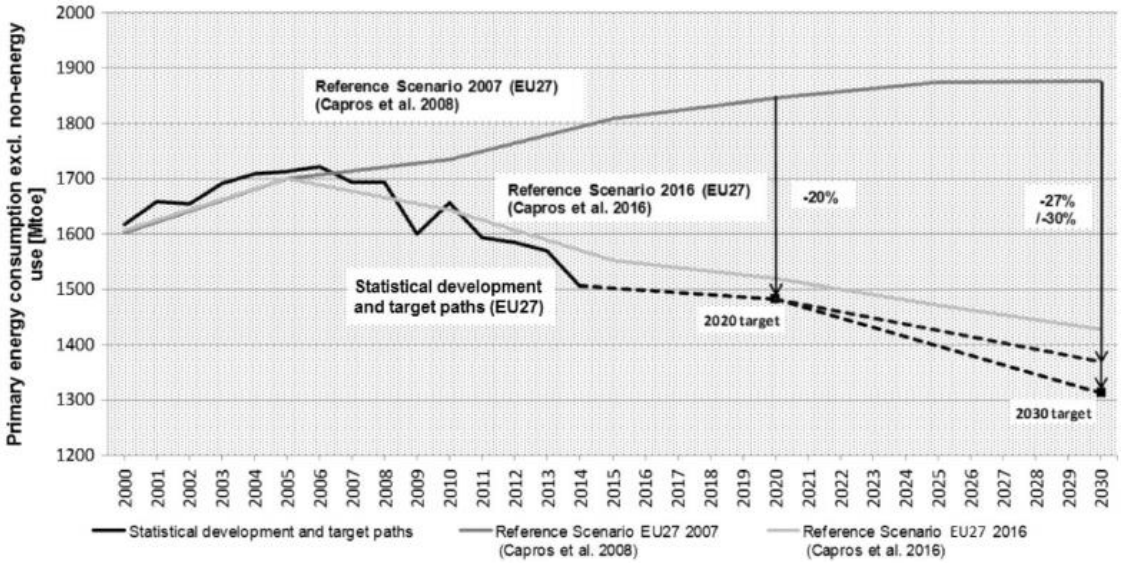
Spotřebu energie lze rozdělit na primární a konečnou. Primární spotřeba energie je součtem energie přírodních zdrojů, dovozu, potřebné energie na zpracování těchto zdrojů a ztrát při dodávkách, výrobě a dalších. Konečná spotřeba je množství energie těsně před využitím ve spotřebičích. Zvýšením energetické účinnosti je možno dosáhnout snížením obou spotřeb. Pokud dojde ke snížení potřebné energie například pro výhřev bytu, dojde ke snížení i spotřebě primární energie, jelikož bude potřeba vyrobit méně energie. Primární spotřeba závisí na konečné spotřebě. Ke snížení spotřeby i výroby je ale možné dosáhnout i bez snížení konečné spotřeby. Pokud dojde k účinnějšímu využití paliv, a tedy zvýšení procesu výroby energetické energie, na stejné množství vyrobené energie bude třeba méně daného paliva. Proto EU stanovuje své cíle jak v primární, tak konečné spotřebě. Tyto cíle a jak jich dosáhnout jsou podrobněji popsány v kapitole číslo 3.

V primární a konečné spotřebě energie je započítána nejen produkce a spotřeba elektrické energie, ale i jiné druhy zpracování energie jako například chemický a technický průmysl nebo doprava.

1.1.1 Spotřeba energie v Evropské unii

Spotřeba primární energie v EU stoupala od roku 1990 až do roku 2006, kdy dosáhla svého vrcholu (17 561 TWh). Vývoj spotřeby primární energie je znázorněn na Obrázku 1.1, kde lze vidět, že po roce 2006 začala spotřeba primární energie klesat a nejnižší hodnoty dosáhla v roce 2014. Následné tři roky opět mírně stoupla, ale od roku 2017 opět klesá ke stanovenému cíli 15 259 TWh spotřeby primární energie do roku 2020 [22]. Tento cíl byl stanoven podle projekce z roku 2007. Tato projekce odhadovala spotřebu energie, pokud by nedošlo k zásadní změně ve spotřebě energie. V roce 2016 byla vypracována další projekce spotřeby, a i díky této novější projekci byl stanoven cíl do roku 2030 (a pozměněn do roku 2020). Cíl do roku 2030 byl stanoven na 13 119 TWh, což odpovídá o 32,5 % menší spotřebě, než predikovala projekce z roku 2006 pro rok 2030 bez zásadní změny ve spotřebě primární energie [17].

Vývoj konečné spotřeby energie byl v podobném tempu jako u primární spotřeby. Z projekcí byl určen cíl do roku 2020 (11 153 TWh) a do roku 2030 (9 839 TWh). Cíle do roku 2020 se povedlo dosáhnout pouze v roce 2014 a 2015, poté konečná spotřeba energie opět začala stoupat a nyní (2019) je přibližně 2,6 % od hranice stanoveného cíle.



Obrázek 1.1 Projekce spotřeby EU do roku 2030, podle referenčních scénářů [17]

Rozdíl ve spotřebě primární energie (respektive konečné energie) jednotlivých států EU je značně rozdílný kvůli několika faktorům – velikosti, počtu obyvatel, ale i například velikosti průmyslového sektoru daného státu. Z dat [19] vyplývá že přes polovina celkové spotřeby EU je vytvořena třemi státy a to Německem, Francií a Itálii. V tabulce 1.1 jsou sepsány hodnoty spotřeby z let 1990, 2006, 2019. Rok 2006 byl vybrán, jelikož v tomto roce EU dosáhla největší spotřeby, a také v tomto roce byla provedena projekce vývoje spotřeby v EU. Tento rok byl porovnán s daty z roku 2019 (nejaktuálnější data), aby byl vidět procentuální pokrok od roku 2006. Ze států EU pouze Polsko zvětšilo spotřebu primární energie i konečné energie. Růst spotřeby je velmi znatelný, spotřeba primární energie stoupla o 6,27 % oproti roku 2006 a spotřeba konečné energie dokonce o 15,94 %. Spotřeba konečné energie od roku 2006 mírně stoupla v Estonsku, Kypru, Maďarsku a Rakousku. Znatelný nárůst je u Litvy (12,71 %) a u Malty (49,96 %).

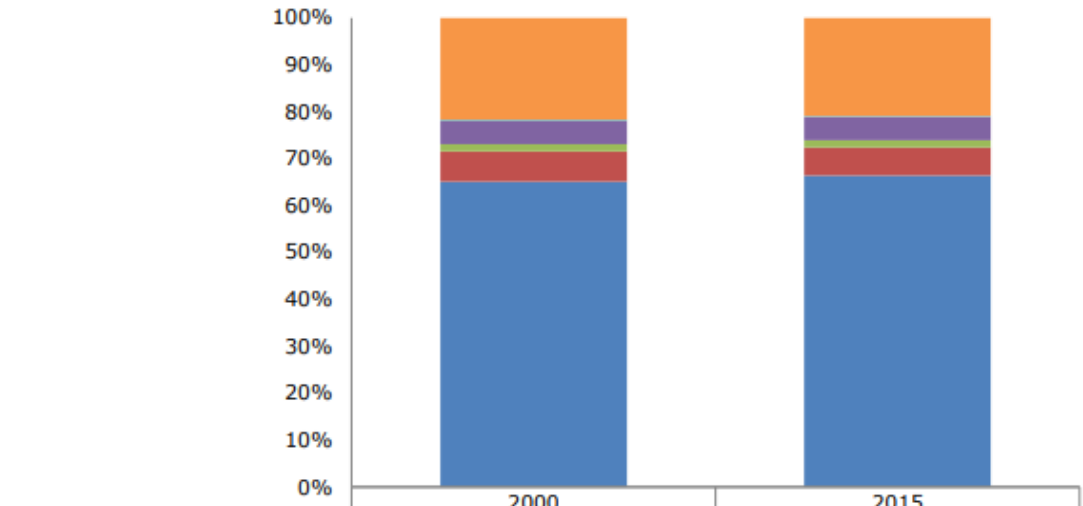
V tabulce 1.1 je zaneseno i HDP na obyvatele v PSS (standard kupní síly), aby bylo možné porovnat i ekonomický výkon dané země. PSS je využito z důvodu různých cenových hladin mezi zeměmi a jejich měnou. Evropské unii byla přiřazena hodnota 100 a pokud nějaká země má větší hodnotu, tak úroveň HDP dané země na obyvatele je vyšší, než je průměr EU na obyvatele [18].

Tabulka 1.1 Spotřeba primární a konečné energie [18], [19], [20]

Členské státy EU:	DPH na oby.	Spotřeba primární energie			% rozdíl	Spotřeba konečné energie			% rozdíl
		1990	2006	2019	mezi lety 2006 a 2019	1990	2006	2019	mezi lety 2006 a 2019
Jednotka	v PPS	TWh	TWh	TWh	(%)	TWh	TWh	TWh	(%)
Belgie	118	530,7	597,9	571,1	-4,47	368,9	426,8	415,9	-2,55
Bulharsko	53	311,3	230,9	211,9	-8,23	188,3	122,3	114,4	-6,43
Česko	93	560,6	505,8	466,5	-7,75	379,2	308,7	293,6	-4,89
Chorvatsko	65	103,9	106,0	95,5	-9,88	75,5	84,4	80,4	-4,78
Dánsko	130	204,8	242,4	195,7	-19,25	156,5	182,2	166,7	-8,48
Estonsko	84	109,1	57,2	54,8	-4,21	63,5	33,6	33,7	0,28
Finsko	111	316,3	426,5	372,8	-12,59	252,0	308,3	294,5	-4,49
Francie	106	2 477,7	2 979,3	2 736,1	-8,16	1 584,8	1 834,5	1 691,6	-7,79
Irsko	193	112,1	175,9	170,6	-3,02	85,3	152,7	143,7	-5,89
Itálie	96	1 601,6	2 081,2	1 696,7	-18,47	1 254,1	1 577,7	1 343,2	-14,86
Kypr	90	18,5	29,9	29,6	-1,30	12,8	21,7	22,0	1,25
Litva	84	178,4	91,8	73,0	-20,48	112,5	57,3	64,6	12,71
Lotyšsko	69	91,6	54,1	53,0	-2,07	74,6	48,8	47,5	-2,61
Lucembursko	260	40,6	54,6	52,3	-4,14	38,2	51,3	51,0	-0,56
Maďarsko	73	318,7	302,2	285,8	-5,43	227,2	214,7	216,4	0,80
Malta	100	8,9	10,8	10,2	-5,42	3,9	5,4	8,1	49,96
Německo	120	3 868,5	3 869,8	3 288,0	-15,04	2 669,6	2 620,8	2 495,1	-4,80
Nizozemsko	128	680,3	808,5	738,1	-8,71	532,7	625,2	580,2	-7,20
Polsko	73	1 152,7	1 073,9	1 141,3	6,27	695,3	712,0	825,4	15,94
Portugalsko	79	175,8	279,6	256,8	-8,17	138,8	218,0	199,2	-8,60
Rakousko	126	275,7	379,4	374,5	-1,30	224,9	324,3	328,9	1,43
Rumunsko	70	725,3	436,5	371,8	-14,82	514,9	288,1	277,7	-3,60
Řecko	67	250,4	352,1	282,2	-19,86	170,9	251,5	188,3	-25,14
Slovensko	70	228,7	200,5	185,9	-7,30	176,8	132,2	129,9	-1,75
Slovinsko	89	66,6	83,6	75,9	-9,30	43,4	59,6	56,4	-5,31
Španělsko	91	958,5	1 584,2	1 404,4	-11,35	666,2	1 114,4	1 003,7	-9,94
Švédsko	119	528,2	554,9	532,4	-4,05	362,3	385,5	367,2	-4,76
EU 27	100	15 895,2	17 569,5	15 726,6	-10,49	11 073,3	12 161,9	11 439,2	-5,94

Na Obrázku 1.2 je znázorněn rozdíl v rozložení spotřeby primární energie EU z roku 2000 a 2015. Z dat lze vidět, že rozdíl mezi primární a konečnou spotřebou tvoří nejvíce transformační ztráty, které se v roce 2015 povedlo snížit. Dále rozdíl mezi spotřebami je tvořen spotřebou v energetickém sektoru, konečnou neenergetickou spotřebou a distribučními ztrátami. Nárůst konečné spotřeby v roce 2015 oproti 2000 narostl díky snížení ostatních složek primární spotřeby energie *[22]*.

Pokud se podíváme na spotřebu konečné energie podle sektorů tak je vidět, že největší podíl na spotřebě má doprava a průmysl. Od roku 2000 stoupala spotřeba v dopravě a službách. Naopak v průmyslu a zemědělství klesala.



	2000	2015
Transformation Losses	21.69%	20.92%
Exchange, Transfers, Returns	0.26%	0.18%
Consumption in Energy Sector	4.95%	4.97%
Distribution Losses	1.59%	1.56%
Final Non-energy Consumption	6.44%	5.93%
Final Energy Consumption	65.07%	66.43%

Obrázek 1.2 Rozdělení hrubé domácí spotřeby v EU [22]

V následující tabulce 1.2 je vypsaná procentní konečná spotřeba energie členských států podle sektorů. Největší podíl na spotřebě má sektor dopravy v EU. U České republiky to je ale sektor průmyslu a nadprůměrně oproti průměru EU je sektor domácností.

Tabulka 1.2 Konečná spotřeba energie států EU podle sektorů [21]

Konečná spotřeba energie v procentech podle sektorů v roce 2015						
Členské státy EU	Průmysl	Doprava	Domácnosti	Služby	Zemědělství	Ostatní
	%	%	%	%	%	%
Belgie	33,2	29,2	22,7	12,7	2,0	0,1
Bulharsko	28,5	35,8	23,1	10,4	2,0	0,2
Česko	31,2	26,9	27,2	11,8	2,5	0,3
Chorvatsko	16,5	32,0	36,7	11,3	3,5	0,0
Dánsko	15,1	35,5	30,5	13,4	5,4	0,0
Estonsko	19,0	28,4	31,0	16,8	4,8	0,0
Finsko	44,2	19,8	20,3	11,2	3,0	1,5
Francie	19,9	34,7	26,1	15,6	3,1	0,5
Irsko	21,5	41,2	24,2	11,1	2,0	0,0
Itálie	22,3	34,0	27,9	13,2	2,4	0,1
Kypr	12,1	52,3	19,1	12,9	2,7	1,0
Litva	20,2	37,6	28,0	11,9	2,1	0,3
Lotyšsko	20,8	30,3	29,2	15,5	4,2	0,0
Lucembursko	16,3	60,7	12,4	10,0	0,6	0,0
Maďarsko	24,5	25,2	34,4	12,6	3,3	0,0
Malta	8,0	54,4	13,7	22,1	1,5	0,4
Německo	28,7	29,8	25,1	16,4	0,0	0,1
Nizozemsko	29,4	29,4	19,7	13,5	7,8	0,2
Polsko	24,2	27,7	30,3	12,6	5,3	0,0
Portugalsko	27,8	41,2	15,8	12,2	2,7	0,2
Rakousko	33,3	32,9	21,8	10,0	2,0	0,0
Rumunsko	29,6	25,5	33,7	8,0	2,1	1,1
Řecko	19,0	39,9	26,7	11,3	1,6	1,5
Slovensko	43,9	22,0	19,7	12,9	1,5	0,0
Slovinsko	26,2	38,4	23,7	9,8	1,6	0,4
Španělsko	23,5	41,8	18,5	12,5	3,1	0,7
Švédsko	36,3	27,3	22,7	12,6	1,2	0,0
EU27	25,3	33,1	25,3	13,6	2,3	0,4

1.1.2 Spotřeba energie v České republice

Spotřeba primární energie v ČR od roku 2000 stoupala až do roku 2010. Nejvyšší hodnota primární spotřeby byla dosažena v roce 2006 a to 506 TWh. Po roce 2010 začala primární spotřeba energie klesat a v roce 2019 byla na úrovni 462 TWh [32].

Konečná spotřeba v ČR se od roku 2000 pohybuje mezi 280 až 308 TWh. Nejvyšší hodnota byla dosažena v roce 2006 (308 TWh) a nejnižší v roce 2014 (275 TWh). V roce 2019 byla konečná spotřeba energie v ČR 294 TWh [26].

Tuzemská netto spotřeba elektrické energie v roce 2019 byla 59,4 TWh (brutto 73,9 TWh). Největším odběratelem elektrické energie je sektor průmyslu, který odebírá

18,4 TWh z celkové spotřeby, následuje sektor domácností (15,3 TWh) a služeb (12,5 TWh). Ostatní spotřeby elektřiny podle sektorů jsou sepsány v tabulce 1.3. Spotřeba elektrické energie v zimních měsících stoupá a v letních měsících je naopak nižší. To je dané využíváním elektřiny pro vytápění. Měsíční rozdíl ve spotřebě může být až 1,5 TWh mezi lednem a červencem (například v roce 2019) [26].

Tabulka 1.3 Spotřeba netto elektřiny podle sektorů v ČR

Spotřeba netto elektřiny v sektorech	
Sektor:	TWh
Průmysl	18,39
Energetika	4,42
Doprava	0,67
Stavebnictví	0,48
Zemědělství	0,87
Domácnosti	15,26
Služby/školy/zdravotnictví	12,53
Ostatní	6,78
Celkově	59,4

Energie je spotřebovávaná i při výrobě elektrické energie. Nejvíce energie pro výrobu spotřebovává v ČR parní výroba, která v českých podmínkách spotřebuje zhruba 9 % energie ze své celkové výroby. Jaderné a plynové elektrárny jsou na tom lépe, spotřebují okolo 6 %.

1.2 Výroba energie

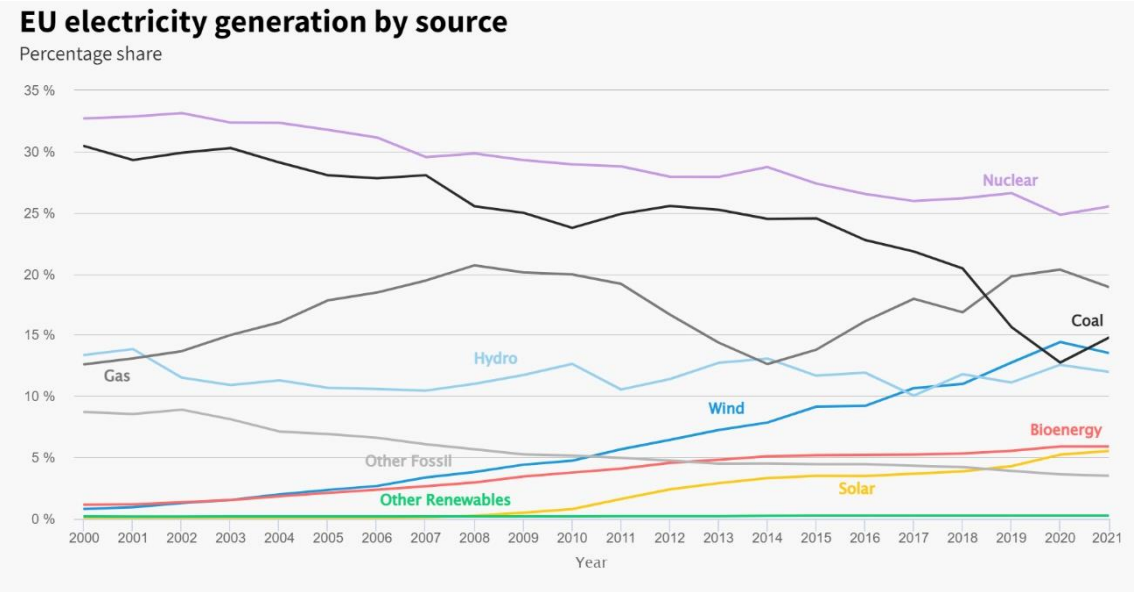
Tato podkapitola bude věnována výrobě především elektrické energie, bude zmíněna také výroba tepla. K výrobě elektrické energie se v EU i ČR využívají neobnovitelné zdroje jako například uhlí, plyn, jaderné palivo a obnovitelné zdroje ze slunce, větru a vody.

1.2.1 Výroba energie v Evropské unii

Výroba elektrické energie a výroba tepla ve velkých elektrárnách dosáhla v roce 2019 celkově 2 776 TWh [33]. Největší podíl na této celkové výrobě mají jaderné zdroje, které vyrobily v roce 2019 celkově 765,3 TWh. To je do značné míry způsobeno energetickým mixem Francie, která vyrobila téměř 400 TWh, podíl v energetickém mixu má jádro přes 70 %. V roce 2019 poprvé v historii překonala výroba plynu výrobu z uhlí. Celkově bylo vyrobeno 569,7 TWh z plynu a 450,9 TWh z uhlí. Tento velký pokles výroby z uhlí je způsoben politickými změnami v EU a novou legislativou, která je zaváděna. V roce 2015 dosahovala výroba z uhlí 705 TWh [34].

Dalším zdrojem energie, který v EU zvyšuje výrobu, jsou obnovitelné zdroje, a to především z větru a slunce. Výroba z větru zajistila výrobu 367,2 TWh, čímž se velmi blíží k celkové výrobě z uhlí v EU [34].

Obnovitelné zdroje se podílejí na výrobě elektřiny v EU přibližně z 34 %, fosilní paliva a biomasa z 39,4 % a energie vyrobená z jaderných elektráren se podílí přibližně z 26,6 %. Zmíněná data jsou graficky znázorněna na Obrázku 1.3.



Obrázek 1.3 Podíl výroby energie v EU podle druhu paliva [34]

1.2.2 Výroba energie v ČR

Tato kapitola se bude věnovat druhům elektráren a paliv, které Česká republika využívá, a jaký mají podíl na výrobě elektrické energie v ČR. V ČR má největší podíl na výrobě elektrické energie hnědé uhlí, což představuje výzvu pro ČR do budoucna, jelikož by do roku 2038 mělo být hnědé uhlí nahrazeno jinými zdroji energie. Jen o trochu méně se na výrobě podílí jaderné elektrárny. Obnovitelné zdroje energie (OZE) se podílejí na výrobě 12 %. Fotovoltaika, biomasa a bioplyn se na OZE podílejí každý 3 %, dvěma procenty se na výrobě podílí vodní elektrárny a 1 % větrné [26]. Pro přehlednost byla vytvořena tabulka 1.4.

Tabulka 1.4 Podíl paliv na výrobě brutto elektřiny [26]

Podíl paliv na výrobě brutto elektřiny	
Druh paliva:	
Hnědé uhlí	40 %
Jaderné palivo	35 %
Obnovitelné zdroje	12 %
Zemní plyn	6 %
Ostatní plyny	3 %
Černé uhlí	2 %
Přečerpávací elektrárny	1 %

V ČR jsou dvě jaderné elektrárny – Dukovany a Temelín, ve kterých se nachází celkem 6 reaktorů, celkový instalovaný výkon těchto elektráren je 4,29 TW. Obě mají instalovaný výkon přes 2 TW, což je činí dvěma elektrárnami s nejvyšším instalovaným výkonem v ČR. Dále se v ČR nachází několik uhelných elektráren s instalovaným výkonem v řádech stovek MW. Z toho dvě – Prunéřov a Počerady mají každá přes 1 TW instalovaného výkonu [27]. V následující Tabulce 1.5 jsou sepsány instalované výkony podle druhu získávání elektrické energie, je také zahrnuta výroba (brutto a netto) elektrické energie [26].

Tabulka 1.5 Instalovaný výkon a výroba (brutto a netto) elektráren v ČR [26]

	Instalovaný výkon	Výroba brutto	Výroba netto
Druh:	GW	TWh	TWh
Parní	10,73	41,39	37,55
Jaderné	4,29	30,25	28,58
Fotovoltaické	2,06	2,29	2,267
Paroplynové	1,36	5,52	5,45
Přečerpávací	1,17	1,17	1,15
Vodní	1,09	2,00	1,99
Plynové a spalovací	0,94	3,68	3,45
Větrné	0,34	0,70	0,69
Celkově	21,99	86,98	81,15

1.2.3 Výroba tepla a KVET

Krátce budou shrnuta data z výroční zprávy ERU [28], která se týkají výroby tepla a kombinované výroby tepla a elektřiny. Stejně jako u výroby elektřiny i u výroby tepla se nejvíce na výrobě podílí hnědé uhlí.

V ČR je celkový instalovaný tepelný výkon 41,35 TW. V roce 2019 bylo vyrobeno 44,9 TWh (brutto) tepla. V tabulce 1.6 jsou sepsány druhy paliv, které byly využity k výrobě tepla.

Tabulka 1.6 Podíl paliv na výrobě tepla

Výroba tepla brutto podle paliv:	
Vybraná paliva:	TWh
Hnědé uhlí	18,72
Zemní plyn	8,52
Biomasa	5,56
Černé uhlí	4,11
Ostatní plyny	2,91
Odpadní teplo	2,24
Celkem	44,9

Na výrobě tepla se v ČR využívá i kombinované výroby elektřiny a tepla (dále KVET). V roce 2019 bylo touto metodou vyrobeno 27,58 TWh tepla a 9,89 TWh elektřiny. Největší podíl na výrobě z KVET má hnědé uhlí a to 54,9 %, následuje biomasa s 12,9 % a zemní plyn 11,6 %. Celkem je v ČR vyrobeno 44,9 TWh tepla, což znamená, že 65 % celkového vyrobeného tepla pochází z kombinované výroby elektřiny a tepla.

1.3 Mechanismy ovlivňující energetiku v EU

Jedná se především o tržní a ekonomické mechanismy, které EU využívá k dosažení vytyčených cílů. Mezi tyto mechanismy kromě již zmíněných v kapitole 2 můžeme zařadit například emisní povolenky a nově vznikající taxonomii.

1.3.1 Emisní povolenky

Emisní povolenka je nástroj ke snižování emisí skleníkových plynů. Poprvé v EU byly zavedeny roku 2005 a to směrnicí 2003/87/ES. V následujících letech došlo k několika novelizování a rozdělením do několika fází. Třetí fázi (mezi lety 2013 až 2020) udává směrnice 2009/29/ES [24]. Čtvrtá fáze byla zahájena od roku 2021 až do roku 2030. V EU je největším systémem emisního obchodování European Union Emission Trading Scheme (EU ETS). V tomto systému je začleněno přes 11 000 zařízení, a to ze sektorů energetiky, zpracování oceli, železa, cementu, vápna, chemického průmyslu, letecké přepravy, rafinérii a dalších. Správcem povolenek v ČR je OTE, a.s.

Jedna povolenka je ekvivalentem jedné tuny oxidu uhličitého (oxidu dusného, parfluorovaných uhlovodíků) vypouštěných do ovzduší. Provozovatelé zařízení, která vypouští tyto látky musí monitorovat vypouštěné emise, a to pak vykazovat každoročně Ministerstvu životního prostředí. Část povolenek provozovatelé dostanou bezplatně a pokud potřebují více povolenek tak mohou využít nákup povolenek na aukci, nebo trhu.

Aukce (trhu) provozovatel zařízení využije ve chvíli, kdy potřebuje více povolenek, jejich koupě sebou nese zvýšení výrobních nákladů. Provozovatelé, kteří zavedli snížení emisí a nepotřebují takové množství povolenek, mohou prodat část svých emisních povolenek, čímž se jim sníží výrobní náklady. Množství uvolněných povolenek je v Evropské unii každoročně snižováno, aby bylo dosaženo snížení emisí skleníkových plynů [25].

1.3.2 Taxonomie

Pro účely ekologicky udržitelných ekonomických činností EU zavedla klasifikační systém taxonomie EU. Nařízení o taxonomii má zvýšit transparentnost trhu a poskytnout investorům informace o aktivitách podniků na jejich vliv na životní prostředí.

Taxonomie jako taková neurčuje státům ani investorům povinnost do čeho investovat, slouží jako návod pro finanční trh a investory a určuje jaké investice jsou environmentálně udržitelné.

Povinnost zveřejňování souboru taxonomie mají velké společnosti a účastníci finančního trhu, kteří nabízí finanční produkt v EU. Tyto velké společnosti mají povinnost v těchto souborech popsat své kroky spojeny s aktivitami v souladu s taxonomií. Taxonomie také rozděluje technologie podle toho, jak přínosné jsou pro zmírnění změn klimatu, a zvýhodňuje technologie, které přispívají k cílům EU. Podle posledního schváleného návrhu taxonomie se jaderná energetika a plyn řadí k přechodným zdrojům a jejich financování nebude znevýhodňováno, ač se jedná o neobnovitelné zdroje energie [23].

2. LEGISLATIVA

Téma zvyšování energetické účinnosti blízce souvisí s legislativními akty Evropské komise, konkrétně se jedná o směrnici 2012/27/EU [1]. Na základě zjištěných dat od jednotlivých států komise přistoupila k revidování této směrnice, čímž vznikla upravená směrnice 2018/2002 [2], která je součástí souboru Evropské komise Čistá energie pro všechny Evropany [3]. Zmíněný soubor stanovuje cíle EU pro dosažení bezpečného, konkurence schopného a udržitelného energetického systému do roku 2030, ale i dlouhodobé cíle do roku 2050.

Tato kapitola se bude zabývat důvody, kvůli kterým směrnice 2012/27/EU a 2018/2002 vznikly a ustanovenými cíli těchto směrnic, budou ukázány rozdíly mezi původní a revidovanou směrnicí. Důležité pro tuto práci je přesně definovat energetickou účinnost, legislativa [1] ji definuje dle stránky 10, článku 2 a odstavce 4 takto *„poměr výstupu ve formě výkonu, služby, zboží nebo energie k množství vstupní energie“*.

2.1 Směrnice 2012/27/EU

Tato část kapitoly se bude věnovat pouze legislativnímu dokumentu [1], který vytvořily Evropský parlament a Rada Evropské unie. Vznik této směrnice je odůvodněn tak, aby EU dostála svým výzvám, které si vytyčila. A to například zvýšení nezávislosti na dovážení energie, omezení změn klimatu, nebo také úspěšnému překonání hospodářské krize. Od zvýšení energetické účinnosti si slibuje snížení spotřeby primární energie, čímž dojde i ke snížení emisí skleníkových plynů, dále si slibuje podpoření průmyslu v této oblasti a vznik nových inovativních technologických řešení.

2.1.1 Cíle a definice energetické účinnosti

Směrnice zavádí společný cíl EU a to splnění 20% cíle pro energetickou účinnost a vytvoření dalších podmínek pro zvyšování účinnosti i po roce 2020. Dále stanoví pravidla týkající se odstranění překážek na trhu s energiemi.

Od členských států (dále ČS) je vyžadováno, aby stanovily své vnitrostátní cíle a postup, jakým chtějí dosáhnout cílů energetické účinnosti, a to podle spotřeby a úspor primární energie, konečné spotřeby energie a úspor v konečné spotřebě energie, nebo energetické náročnosti. Musí brát také v úvahu, *„že v roce 2020 nesmí být spotřeba primární energie Unie vyšší než 1 474 Mtoe nebo konečná spotřeba energie vyšší než 1 078 Mtoe“* [1]. Pro upřesnění 1 474 Mtoe je rovno 17 143 TWh a 1 078 Mtoe je rovno 12 537 TWh. Tyto kroky a cíle poté předloží EK a ta vyhodnotí, zda je tento postup dosažitelný.

2.1.2 Účinnost související s využíváním energie

Od renovace obytných a komerčních budov si EU slibuje velké úspory v konečné spotřebě energie. ČS by měly vytvořit podporu rekonstrukcí obytných a komerčních

budov soukromých ale i veřejných. Cílem pro vládní instituce by mělo být na každoroční renovování 3 % celkové podlahové plochy budov ve vlastnictví i užívání (jedná se o 5 článek směrnice [1]). Dále by měly ČS zavést finanční mechanismy na poskytování prostředku ke zvýšení energetické účinnosti pro umožnění nákladově efektivních rekonstrukcí domácností s nízkým a středním příjmem. ČS by také měly motivovat pronajímatele obydlí ke zvýšení energetické účinnosti jejich majetku. Co se týče rekonstrukce zařízení na výrobu elektřiny, zařízení by být nově vybaveny vysoce účinnými kogeneračními jednotkami, pokud to je nákladně přínosné.

EU by měla nadále podporovat investiční fondy jednotlivých ČS ke zvýšení energetické účinnosti, a to v oblastech zlepšení energetické účinnosti veřejných i soukromých budov a podpory zaměstnanosti v oblasti energetické účinnosti.

Touto směrnicí nabývá povinnost ČS, aby jejich ústřední vládní instituce nakupovaly výrobky, služby a budovy s vysokou energetickou účinností, pokud to je nákladově efektivní. Zároveň by měly vybízet veřejné subjekty, aby postupovaly stejně.

Distributoři energie a maloobchodní prodejci energie by měli dosáhnout úspor ve výši 1,5 % objemu ročního prodeje energie konečným zákazníkům do roku 2020. ČS vytvoří systém, díky kterému dojde ke splnění tohoto cíle. ČS mohou postupovat při návrhu systému buď podle [1, č. 7, odst. 4-8], nebo si vytvoří alternativní způsob, kterým dosáhnou stanovených cílů. U alternativního způsobu musí být vytvořeny alespoň dvě přechodná období, vykazovány úspory transparentním způsobem a každoročně zveřejněny údaje o ročním vývoji úspor energie. U obou postupů by měly ČS vytvořit pravidla pro náhradu, která plynou z připojení k síti a posílení distribučních soustav. Tato pravidla jsou důležitá pro připojení nových výrobců elektřiny, kteří jí vyrábí pomocí vysoce účinné metody (kombinace elektřiny a tepla). A to zvláště pro kogenerační jednotky menších výkonů k rozvodné síti.

Při zvolení systému uvedeného ve směrnici [1] ČS nabývá povinnost každoročního zveřejnění úspor energie, kterých dosáhla jednotlivá odvětví v energetické účinnosti a také zveřejnění celkově v rámci celého systému.

Energetické audity by měly být přístupné pro všechny koncové zákazníky, ČS vypracují program na podporu konání těchto auditů v malých a středních podnicích a program na informování domácností. Podniky, které nespadají do kategorie malých a středních jsou povinny uskutečnit energetický audit, a to nákladově efektivním způsobem. Audity by měly být vytvořeny na zásadách jako jsou aktuální informace a měření, měly by obsahovat podrobný přezkum energetické spotřeby a vycházet z analýzy nákladů životního cyklu.

ČS zajistí, pokud je to technicky a finančně smysluplné, aby koneční zákazníci byli vybaveni měřiči, které přesně zobrazují skutečnou spotřebu konečného zákazníka a dobu užívání. Tyto individuální měřiče mají být instalovány při výměně starého zařízení, nebo při vytvoření nového připojení. Poskytovány mají být pro měření elektřiny, dálkového vytápění a chlazení, užitkové teplé vody a zemního plynu.

Koneční zákazníci, kteří nemají nainstalován měřič, musí být alespoň jednou do roka informováni o své skutečné spotřebě, a to formou vyúčtování spotřeby energie bezplatně. Zároveň poskytovatelé energetických služeb jsou povinni na žádost konečného zákazníka zpřístupnit údaje o jeho vyúčtování za energie, a to za období minimálně 24 měsíců [1].

2.1.3 Účinnost při dodávkách energie

Směrnice ukládá povinnost ČS komplexně posoudit potenciál vysoce účinné kombinované výroby tepla a elektřiny a účinného dálkového vytápění a chlazení na svém území. Každých pět let na žádost Evropské komise předloží aktualizovanou studii. Při zjištění využitelnosti vysoce účinné kombinované výroby tepla provedou ČS opatření k rozvoji, pokud je přínos vyšší než náklady.

ČS státy zajistí, aby analýza přínosů a nákladů byla provedena, pokud je plánovaná výstavba, nebo rekonstrukce tepelné elektrárny o celkovém tepelném příkonu nad 20 MW. Dále jsou povinny toto zajistit, pokud je plánována výstavba, nebo rekonstrukce průmyslového zařízení o celkovém tepelném příkonu nad 20 MW a také při plánování nové sítě dálkového vytápění (chlazení) pro zařízení na výrobu energie o celkovém tepelném příkonu nad 20 MW. Z těchto nařízení ČS mohou vyjmout jaderné elektrárny, zařízení, která pracují v době špičkového zatížení a zařízení, která jsou v blízkosti geologického uložiště. Zařízením se v tomto odstavci myslí stacionární technická jednotka, ve které probíhá jedna nebo více činností uvedeních ve směrnici [4].

Regulační orgány jednotlivých ČS zajistí, aby rozhodování o provozování infrastruktury pro vnitřní trh s elektřinou a zemním plynem ČS věnoval zvýšenou pozornost energetické účinnosti. Regulační orgány zavedou takové pobídky pro provozovatele sítí, aby tím zpřístupnili uživatelům sítě služby, které povedou ke zvýšení energetické účinnosti. Pobídky pro provozovatele sítí by měly být provedeny prostřednictvím sazeb a regulačních opatření, která souvisejí s užíváním sítí.

ČS provedou posouzení pro zvýšení účinnosti infrastruktury v oblasti elektřiny a plynu. Jedná se především o přenos, přepravu, distribuci a připojení k zařízením vyrábějícím energii. Dále by ČS měly podpořit zlepšení účinnosti infrastruktury těchto sítí pomocí opatření, investic a pobídek pro provozovatele sítí. ČS také zajistí, aby provozovatelé přenosových soustav a distribučních soustav primárně dodávali energii z vysoce účinné kombinované výroby tepla a elektřiny. Vysoce účinnou kombinovanou výrobu tepla a elektřiny v kogeneračních jednotkách malého výkonu mohou ČS usnadnit připojením k rozvodné síti, případně vybídnutím provozovatelů sítí, aby zjednodušili proces připojení pro tyto jednotky.

2.1.4 Ustanovení směrnice

Poskytovatelům energetických služeb, energetických auditů a dalším osobám v tomto odvětví, by měla být poskytnuta certifikace a kvalifikační programy pro odbornou technickou způsobilost. Dále by měli být informováni o způsobech, jak dosáhnout

zvýšení energetické účinnosti, a to nejen odborníci v tomto oboru, ale i spotřebitelé, architekti, a další osoby, které buď využívají, či se podílejí na procesu výroby, přenosu a distribuce energie. ČS by se měly snažit o zvýšení informovanosti široké veřejnosti o přínosech a významu zvyšování energetické účinnosti.

ČS mají napomáhat trhu energetických služeb, a to pomocí energetických štítků kvality, jasných a přístupných informací o smlouvách, grantech, půjčkách a dalších finančních nástrojích. Také mají podporovat veřejný sektor při příjmu energetické služby, a to například informováním o osvědčených postupech při uzavírání smluv, nebo zajištěním kvalitativního přezkumu při rekonstrukci. Energetická služba je definována paragrafem 10e zákona o hospodaření s energií [5]. Účelem služby je stanovit zvýšení účinnosti užití energie nebo úspory spotřeby energie pomocí účinnějších technologií, nebo provozních činností. Energetická služba je poskytována na základě smlouvy, která zaručuje stanovený výsledek.

ČS by měly také napomáhat se zřizováním finančních mechanismů a podporovat současné mechanismy, aby došlo k maximalizaci přínosů většího peněžního toku pro opatření, která povedou k zvýšení energetické účinnosti. Komise, či evropské finanční instituce budou ČS pomáhat s vytvářením vnitrostátních mechanismů. Komise dále bude podporovat výměnu osvědčených postupů, a to například skrz výroční schůze regulačních orgánu nebo databázemi s informacemi o provedeních opatření.

Od roku 2014 by ČS měly každé tři roky předkládat vnitrostátní akční plány energetické účinnosti a to do 30. dubna. Akční plán má obsahovat opatření, které povedou ke zvýšení energetické účinnosti, očekávané a dosažené úspory energie, a to jak v dodávkách, přenosu, distribuci energie, tak i v konečném využití. Dále by měl obsahovat odhady celkové spotřeby primární energie. Komise tyto akční plány přezkoumá a posoudí, jakého pokroku jednotlivé státy dosáhli při plnění cílů. ČS by měly zároveň s akčním plánem doložit i statistické údaje týkající se výroby elektřiny a tepla z vysoce (i nízce) účinné kombinované výroby tepla a elektřiny.

ČS provedou začlenění této směrnice do vnitrostátních právních a správních předpisů. Tyto předpisy ČS přijmou do 5. června 2014 a seznámí se svými předpisy Evropskou komisi [1].

2.2 Směrnice 2018/2002

Tato podkapitola se bude věnovat směrnici Evropského parlamentu a Rady EU 2018/2002 [2]. Tato směrnice navazuje na směrnici [1] a mění některé části a cíle starší směrnice. Zároveň ale stanovuje nové cíle do roku 2030, některé cíle mají být naplněny i po roce 2030.

Důvodem vzniku této směrnice je snaha zlepšit předchozí směrnici [1], ale i dostát dlouhodobějších závazků. Dále také vznik této směrnice souvisí s Pařížskou dohodou [6] a výzvou Evropského parlamentu k posouzení realističnosti 40 % cíle energetické účinnosti do roku 2030 (toto posouzení má vykonat Evropská komise). Od prodloužení

úspor energií do roku 2030 si Komise slibuje i větší stabilitu pro investory a investice v energetické účinnosti. Další výhodu energetické účinnosti Komise spatřuje ve snížení potřeb dovozu paliva ze třetích zemí a tím zlepšení zabezpečení dodávek energie.

Revidovaná směrnice [2] stanovuje nově cíl energetické účinnosti pro rok 2030 a to ve výši nejméně 32,5 % oproti předpokládané spotřebě energie v roce 2030, podle scénáře z roku 2007. Dále přispívá k tomu, aby energetická účinnost byla hlavní zásadou v energetické oblasti. Splnění tohoto cíle by znamenalo dosažení maximálně 15 259 TWh spotřeby primární energie a 11 119 TWh konečné spotřeby v EU. Komise posoudí do 31.10.2022, zda EU dosáhla svých cílů do roku 2020 a případně může ještě zvýšit svůj stanovený cíl. Dále si ČS musí stanovit, jak přispějí k cíli zlepšení energetické účinnosti do roku 2030 a to za předpokladu, že nemá dojít ke zvýšení spotřeby primární energie a konečné spotřeby v EU.

2.2.1 Nová nařízení

ČS by měly splnit cíl každoročních úspor energie v období od 1.1.2021 do 31.12.2030 ve výši 0,8% roční konečné spotřeby, a to oproti průměru tří let před rokem 2019. Po roce 2030 by ČS měly dosahovat stejného každoročního cíle úspor energie, pokud Komise nerozhodne do roku 2027 jinak. Úspory energií, kterých ČS dosáhly po 31.12.2020, nesmějí být započítávány do požadovaných úspor v letech 2014 až 2020.

ČS zajistí, aby koneční zákazníci byli vybaveni individuálními měřiči, a to na elektřinu, zemní plyn, vytápění, chlazení a také teplé užitkové vody. Dále směrnice klade ČS, aby všechny nově instalované měřící přístroje od 25.10.2020 byly dálkově odečitatelné. Pokud jde o již nainstalované měřiče, které nejsou dálkově odečitatelné, mají být nahrazeny do 1.1.2027 dálkově odečitatelnými individuálními měřiči energie. Pokud ČS neprovedou instalaci nebo výměnu měřičů, musí prokázat, že to bylo z důvodu neefektivity nákladů.

ČS zajistí, aby konečným zákazníkům byla nabízena možnost informování o spotřebě energie a její vyúčtování elektronickou formou. Vyúčtování musí obsahovat skutečnou spotřebu, skutečnou cenu, informace o použitých zdrojích energie, roční emise skleníkových plynů na danou spotřebu. Dále pak srovnání spotřeby oproti minulému období a srovnání spotřeby s průměrným nebo referenčním konečným zákazníkem, který je ve stejné uživatelské kategorii. Všechny tyto informace musí být zajišťovány bezplatně a s ochranou soukromí a údajů konečných spotřebitelů.

Komise se zavazuje že do 28.2.2024, a poté každých pět let, posoudí platnost této směrnice, a to například z hlediska cílů po roce 2030. Tyto výsledky předkládá Evropskému parlamentu a Radě. ČS jsou povinny uvést v účinnost tuto směrnici do 25.6.2020. Znění vzniklých hlavních předpisů ihned po zavedení předloží členské státy Komisi k přezkumu.

2.3 Nové plány v energetice EU

2.3.1 Fit for 55

Evropská unie si v rámci Zelené dohody pro Evropu zavázala dosáhnutí klimatické neutrality do roku 2050. K dosažení závazku bude potřeba snížit úroveň emisí skleníkových plynů v příštích desetiletích. Jako dílčí krok k tomuto závazku je vytvářen balíček „Fit for 55“, který pracuje na revizi legislativy v oblasti klimatu, energetiky a dopravy, a to s cílem snížení emisí do roku 2030 alespoň o 55 % [75].

Evropská unie definuje balíček „Fit for 55“ takto „*Balíček „Fit for 55“ je souborem návrhů na revizi a aktualizaci právních předpisů EU a na zavedení nových iniciativ, který má zajistit, aby byly politiky EU v souladu s klimatickými cíli dohodnutými Radou a Evropským parlamentem.*“ [75]. Pro účel této bakalářské práce budou shrnuty návrhy, které se týkají především oblasti energetiky v EU.

V plánu jsou změny pro obchodování s emisemi, ty by měly do roku 2030 přispět ke snížení emisí o 61 % v porovnání s rokem 2005. Do obchodování s emisemi by měla být zahrnuta námořní doprava a urychleno ukončení přidělování bezplatných povolenek pro letectví, dovoz výrobků s vysokými emisemi uhlíku, jako jsou produkty z odvětví cementu, hliníku, hnojiv, železářství, ocelářství a výroby elektrické energie. Také by měl být vypracován plán na systém obchodování s emisemi pro odvětví budov a silniční dopravy.

Další oblastí energetiky, která bude ovlivněna tímto balíčkem budou obnovitelné zdroje. Do konce roku 2030 má být zvýšen podíl obnovitelných zdrojů na celkové skladbě na 40 % z původních 32 %.

Ohledně energetické účinnosti Komise navrhuje revidovat stávající směrnice o energetické účinnosti a zvýšení současného cíle 32,5 % na 36 % pro konečnou spotřebu a 39 % pro spotřebu primární energie. Také navrhuje další snížení spotřeby energie u budov veřejných institucí.

V souvislosti s tímto balíčkem navrhla Komise revidovat pravidla pro emise z osobních automobilů a dodávky. Hlavní bodem je zákaz uvádění automobilů a dodávek se spalovacím motorem do konce roku 2035.

2.3.2 REPowerEU

Evropská komise po Ruské invazi na Ukrajinu zahájila postupné odstranění závislosti na fosilních palivech z Ruska. V roce 2021 bylo do EU dováženo přibližně 45 % plynu z Ruska. U dovozu ropy je Rusko také největším dovozcem s 27 % z celkového dovozu ropy. Na dovozu uhlí do EU se Rusko podílelo 45 % v roce 2021 [74].

Za tímto účelem Komise navrhuje vypracování plánu REPowerEU [74]. Jako cíl by měla být diverzifikace dodávek zkapalněného zemního plynu a plynu z plynovodů od dodavatelů, kteří nejsou napojeni na Ruskou federaci. Druhým cílem by mělo být zvýšení výroby a vodíků z obnovitelných zdrojů a tím zrychlení odstupu od fosilních paliv.

Dalším cílem je zdvojnásobit produkci Biometanu do roku 2030, tedy docílit produkce 35 miliard metrů krychlových biometanu na území EU. Zároveň chce komise předložit návrh na povinnost naplnění zásobníků na plyn přes 90 % do 1. října [74].

REPowerEU [74] by také měl urychlit výstavbu střešních solárních panelů, tepelných čerpadel a zvýšit snahu na energetické úspory. S tím souvisí i snaha o snížení doby, po kterou trvá získání povolení k výstavbě Fotovoltaických (dále FV) elektráren a tepelných čerpadel.

Evropská komise také s ohledem na mimořádné okolnosti jako je stoupající inflace, dozvuky Covid-19 a války na Ukrajině, potvrdila že členské státy mohou stanovit regulované ceny pro zranitelné spotřebitele a malé podniky [74].

3. MOŽNOSTI ZVÝŠENÍ ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI

3.1 Zvýšení energetické efektivity na straně výroby elektrické energie

V Evropě byl evropským parlamentem a radou EU vydána směrnice o průmyslových emisích [30]. Součástí tohoto legislativního souboru je i systém výměny informací o nejlepších dostupných technikách. Výsledkem výměny informací mezi ČS EU jsou referenční dokumenty o nejlepších dostupných technikách (BREF – Reference Document on Best Available Techniques). Tyto dokumenty obsahují technické a ekonomické průmyslové činnosti, které vedou k určení nejlepší dostupné techniky (BAT – Best Available Techniques).

Pro účely této práce bude nejdůležitější část BREF [29] dokumentů o energetické účinnosti. Zvýšení energetické účinnosti je možné zvýšit optimalizací využívání energie a účinnosti procesu výroby energie. Každý článek řetězu od způsobu spalování, druhu chlazení, přenosu, transformace a konečného využití elektrické energie se podílí na účinnosti celého procesu. Energetickou účinnost ale mohou ovlivňovat i okolní podmínky, například teplota.

V současnosti může dojít ke značnému zvýšení účinnosti pomocí využívání odpadního tepla a zabránění jeho vypouštění bez užitku [29]. K tomu může být využita technika kombinované výroby elektřiny a tepla (KVET), kdy spotřeba paliva je nižší, než kdyby došlo k výrobě stejného množství tepla a elektřiny odděleným způsobem. Je důležité ale i říct, že KVET nelze využít vždy a všude, je třeba zhodnotit jednotlivé specifikace lokality, ekonomické náklady a využití.

V této kapitole bude vycházeno především z dokumentu [29] BREF z roku 2017 od Joint Research Centre. Techniky, které zde budou popsány nemusí být nejlepší pro všechny typy elektráren, vždy záleží na mnoha faktorech jako například umístění, dobu provozu, velikosti investice, instalovaného výkonu, podnebí atd.

3.1.1 Druhy technik pro zvýšení účinnosti

Nejlepšími dostupnými technikami pro energetickou účinnost se rozumí poměr mezi čistým energetickým výkonem výrobní jednotky (spalovací) a energetickým příkonem použitého paliva. Obecný přehled nejlepších dostupných technik je uveden v následující tabulce.

Tabulka 3.1 Obecný přehled nejlepších dostupných technik [29]

	Druh techniky	Popis
1.	Pokročilí řídící systém pro optimalizaci spalování	Automatický počítačový systém ke kontrole účinnosti spalování. Minimalizování obsahu nespálených látek a maximalizování účinnosti přeměny energie.
2.	Kombinovaná výroba elektřiny a tepla	Opatření pro umožnění dodávek užitečného tepla mimo zařízení. Za předpokladu, že bude dosaženo alespoň 10 % úspor spotřeby primární energie ve srovnání s oddělenou výrobou elektřiny/tepla.
3.	Kombinovaný cyklus	Využití kombinace dvou, anebo více termodynamických cyklů. Například: Brayton Rankineovým
4.	Kondenzátor spalin	Pára, která je obsažena ve spalinách při ochlazení technologickou vodou kondenzuje.
5.	Superkritické stavy páry	Použití parního okruhu, ve kterých může pára dosáhnout tlaku přes 220,6 barů a teploty větší než 540 °C
6.	Ultra-superkritické stavy páry	Použití parního okruhu, ve kterých může pára dosáhnout tlaku více jak 250-300 barů a teploty větší než 580 °C
7.	Mokrý komín	Komín je konstruován tak že umožní kondenzaci vodních par z nasycených spalin. Tím není třeba využít ohřívače spalin po mokrém odsíření spalin.

Jednou z nejlepších technologií pro zvýšení energetické účinnosti je kogenerace (kombinovaná výroba tepla a elektřiny). Existuje mnoho konfigurací k využití páry pro zásobování teplem průmyslové procesy nebo centrální zásobování teplem. Při výstavbě KVET je třeba počítat s potřebou odebírání tepla a tím spojenou infrastrukturou pro dodávky. Díky KVET dochází k úsporám primární energie (3 až 20) % v porovnání s oddělenou výrobou elektřiny a tepla. Díky tomu dosahují tyto elektrárny 80 až 90% roční efektivity, pokud je možné zajistit odběr tepla celoročně [29].

Teploty a tlaky využívané v elektrárnách založených na spalování uhlí lze rozdělit do tří kategorií - podkritické, superkritické a ultra-super kritické, jejich přehled je uveden v tabulce 3.2.

Tabulka 3.2 Teploty a tlaky pro různé druhy elektráren spalujících uhlí [49]

	Teplota (°C)	Tlak (bar)	Příklad využitých slitin
Podkritické	do 538	167	EM12, HT9, HCM9M
Superkritické	540 - 566	250	HCM12, T91, HCM2S
Ultra-superkritické	580 - 620	270 -285	P92, P122, P911

Zvýšením teploty a tlaku v oběhu elektráren na teploty blízké 700 °C by účinnost celé elektrárny například spalující uhlí stoupla až k 50 % [50]. Podkritické elektrárny pracují s účinností okolo 35 % [49]. Je důležité zmínit, že využití těchto pokročilých materiálů je i pro jiné druhy spalovaných paliv. V současné době byly již postaveny desítky elektráren, které pracují s ultra-superkritickými hodnotami teplot a tlaku v parním systému. Tyto elektrárny jsou schopné dosahovat účinnosti výroby elektrické energie až 45 %. Zvýšení účinnosti parních technologií je v současnosti limitováno především materiálem, který je schopen dlouhodobě vydržet teploty a tlaky potřebné k dosažení 700 °C. Zároveň je potřeba aby tyto materiály byly ekonomicky smysluplné pro využití v energetickém průmyslu.

V tabulce 3.3 jsou uvedeny další způsoby technologií, které lze využít při výstavbě, nebo rekonstrukci velkých elektráren.

Tabulka 3.3 Další druhy možných BAT technologií [29]

Technika	Popis
1. Předehřev spalovacího vzduchu	Znovu využití tepla získaného ze spalin pro předehřev vzduchu používaného při spalování.
2. Minimalizace spotřeby energie	Snížení spotřeby energie potřebné pro výrobu. Například využitím čerpadla přívodní vody o vyšší účinnosti.
3. Předehřev paliva	Využitím znovu získaného tepla (odpadního) pro předehřev paliva.
4. Předehřev přívodní vody	Předehřev vody přiváděné z parního kondenzátoru s využitím znovu získaného tepla předtím, než je znovu využita v kotli
5. Předsušení paliva	Před spalováním projde palivo snížením obsahu vlhkosti a tím dojde ke zlepšení podmínek při spalování
6. Využití pokročilých materiálů	Využití materiálů, které jsou určeny pro velmi vysoké teploty a tlaky (Souvisí s ultra-superkritickými stavy páry)
7. Modernizace parních turbín	Techniky na zvýšení teploty a tlaku středotlaké páry, přidání nízkotlaké stupně turbíny a úprava geometrie lopatek rotoru turbíny.

U některých druhů paliv lze před vložením do spalovací komory využít předehřívání, či sušení, paliva. Lze aplikovat u páry, uhlí, biomasy, ale i u plynu. V současnosti je využití spíše jen pro velmi mokrá paliva, a to z důvodu investičních nákladů.

Pokud se zaměříme na chladící systémy, každá vynaložená energie navíc na snížení teploty vody či páry se projeví snížením energetické účinnosti. Pokud dochází k chlazení či oteplení okolní teplotou, nebo využitím tepla z jiné části systému, nedochází ani ke snížení energetické účinnosti [31]. Proto je vždy třeba u chladícího systému zhodnotit přínos energetické účinnosti při změně teploty dané látky díky chladícímu systému.

Výměníky tepla slouží k regeneraci tepla uvolněného při procesech spalování (výroby energie) a jeho efektivní využití. Mezi tuto technologii patří kombinovaný cyklus

spalování, výroby elektřiny a tepla, předehřívání napájecí vody, chlazení teploty spalin, vysušování paliva a další způsoby.

Příkladem výměníku tepla je kondenzátor spalin. Vratná vody je spalinami předehřívána před ohřevem v parních generátorech. Využitím kondenzátoru spalin lze vygenerovat přibližně 20 % tepelné energie bez potřeby zvýšit spotřebu paliva. Princip je založen na výměně tepla mezi teplými vlhkými spalinami a například vratnou vodou ze systému zásobování teplem. Takto teplota spalin klesne například z 180 °C na 55 °C a dojde ke kondenzaci vody ze spalin.

V následující tabulce 3.4 budou vypsána opatření při modernizaci spalovacích zařízení a technických postupů a jejich vliv na zvýšení účinnosti. Procentuální vliv závisí na možnosti využití a původního stavu technologie.

Tabulka 3.4 Používané techniky pro zvýšení účinnosti spalovacích zařízení [29]

Opatření:	Procentní zvýšení účinnosti:
Modernizace hořáků	4-5 %
Vylepšení předehřívače vzduchu	Zvýšení teploty vzduchu o 150 °C odpovídá zvýšení účinnosti o 6 %
Optimalizace spalování	0,5-3 %
Měření a regulace	0,5-3 %
Snížení zanášení na povrchu pro přenos tepla	1-3 %
Snížení úniku vzduchu	1,5-3 %

3.1.2 Spalování tuhých paliv

Tato podkapitola se bude zaměřovat především na spalování biomasy. V současnosti se sice v největším měřítku využívá hnědé uhlí (popřípadě černé), od tohoto paliva se však v Evropě ustupuje. Plánuje se i ukončení provozu elektráren a tepláren, které využívají toto palivo, případně přestavba těchto elektráren (resp. tepláren) na využívání jiného paliva, jako je biomasa, spalovny odpadu, nebo zemní plyn.

Palivo pro spalování biomasy lze získat z různých zdrojů. Například to může být biomasa pěstovaná pro energetické účely (rychle rostoucí dřeviny, obiloviny, rostliny atd.), nebo odpadní biomasa, což mohou být zbytky z rostlinné výroby, živočišné výroby, a hlavně z těžby a zpracování dřeva. V poslední době stoupá využití pelet biomasy. Na výrobu pelet je sice potřeba energie, ale na druhou stranu je jednoduší přeprava, manipulace a skladování. Další výhodou pelet je, že mají nižší obsah vlhkosti (okolo 10 %) [29].

Biomasa lze spalovat na roštu, fluidním loži nebo pomocí práškového spalování. V dnešní době se spalování na roštu téměř nevyužívá pro spalování biomasy. Kotle pro spalování na fluidním loži mají obvykle tepelný příkon do 500 MW a je možné touto metodou vyrábět jak elektřinu, tak i teplo. Zároveň u tohoto kolte je možné spalovat

kombinaci dalších paliv s biomasou. Spalování práškové biomasy je využíváno při přestavbě černouhelné elektrárny na spalování biomasy. Nevýhodou oproti fluidnímu loži je tvorba strusky a nižší hustota suspenze, také je třeba biomasu upravit na malé částice, což jsou náklady a spotřeba navíc oproti fluidnímu loži.

Zařízení pro spalování biomasy jsou vhodná pro využití kombinované výroby elektřiny a tepla. Jejich výkon lze dobře regulovat a přizpůsobit poptávce v okolí zařízení. Jeden z důvodů je potřeba zajištění dostatečné biomasy v okolí. Přeprava paliva z větších vzdáleností než 100 km je v mnoha případech neekonomická. Pro využití tohoto typu paliva z hlediska energetiky se využívá kogenerační zařízení u větších měst s desítkami tisíc obyvatel.

Pokud je spalování biomasy využíváno pouze pro výrobu elektrické energie (důvodem je nižší náklady na stavbu a není třeba zajištění odběru tepla) tak dosahuje elektrická účinnost při využití BAT až 33,5-38 % [29].

Pro biomasu je primárním zdrojem energie sluneční záření, které je zachyceno a pomocí fotosyntézy je tato energie spotřebována na vnitřní procesy v rostlině. Pokud se spočítá teoretická účinnost fotosyntézy tak dojdeme přibližně na 4 %, intenzivně ošetřené plodiny mohou dosáhnout průměrně 2 % účinnosti [51]. Za předpokladu, že každý rok jsme schopni získat v průměru 10 tun suché biomasy z jednoho hektaru půdy, jsme ročně z tohoto hektaru biomasy (10 tun) schopni vyrobit přibližně 10 MWh [51]. Pokud by došlo k dovozu biomasy do elektrárny z větších vzdáleností je třeba počítat ještě další spotřebu energie na převoz této biomasy. Pro srovnání je možné uvést, že solární elektrárny na jeden hektar produkují v průměru 500 MWh ročně. To značí, že využití biomasy má význam především pro menší spalování z lokálních zdrojů a využívání například odpadní biomasy.

Velké elektrárny na biomasu jsou v provozu ve Velké Británii, Nizozemí nebo Dánsku, kde přestavěli uhelné elektrárny na spalování biomasy. Tyto země jsou povětšinou nuceny dovážet biomasu na velké vzdálenosti. Často dováží dřevěné pelety z Ruska, Ameriky, Pobaltských států, nebo Kanady. Zároveň kvůli velké spotřebě museli vystavět velké zásobníky na miliony tun pelet, které se dovážejí k elektrárnám.

3.1.3 Spalování plynných paliv

Pod kategorii plynných paliv můžeme zařadit zemní plyn, bioplyn a plyn vznikající při výrobě železa a oceli [29]. Pro účely této práce je hlavní zemní plyn. Čistě bioplyn se využívá pouze v plynových turbínách o malém maximálním výkonu.

Ke spalování zemního plynu se využívají plynové turbíny, plynové kotle a plynové spalovací motory. V současnosti je důraz kladen na zvýšení účinnosti pomocí techniky chlazení umožňující dosáhnout vyšších teplot na vstupu plynové turbíny. Dále to je použití více tlakových stupňů a zvýšení přístupných teplot přiváděné páry, což je možné díky vývoji vysoce žáruvzdorných materiálů. Důvodem k těmto vylepšením na plynové

turbíně (resp. před plynovou turbínou) jsou ztráty energie z paliva ve výši okolo 41,5 % [29] na plynové turbíně a spalinovém výměníku.

Průměrná roční čistá elektrická účinnost se pohybuje u KVET okolo (22,8-46) %, provozní využití paliva ale může dosahovat až 94 %. Čistá elektrická účinnost u zařízení vyrábějící pouze elektřinu dosahuje 33-57, 8 %, provozní čisté využití paliva je rovněž rovno 33-57,8 % [29].

U spalování plynu lze nejvyšší energetické účinnosti dosáhnout pomocí některých z následujících možných technik – KVET, pokročilých materiálů umožňujících vysoké provozní teploty, dvojitého přihřívání, předehřevu přívodní vody a využitím správně nastaveného řídícího systému. Další možností je použití expanzní turbíny, která umožní opětovné využití energie z paliva, které je přiváděno pod tlakem.

Dosažení vyšší tepelné účinnosti je možné pomocí rekuperačního cyklu plynové turbíny, nebo chlazení přiváděného spalovacího vzduchu. Pomocí těchto technik je možné dosáhnout jednotkového nárůstu účinnosti [29].

Pro zvýšení tepelné energetické účinnosti lze využít Chengův cyklus se vstřikováním páry. Vyrobená pára je vstřikována do spalovací komory, a to vede ke zvýšení výkonu turbíny. Tento cyklus zvedá tepelnou účinnost až o 45 %. Modernizaci tímto cyklem lze využít u všech plynových turbín s konvenční spalovací technologií. Jeho instalace vede i k vyššímu energetickému výkonu anebo nižší spotřebě paliva při zachování stejného výkonu [29].

Nově vznikající BAT technikou pro plynové turbíny je chlazení párou namísto vzduchem v plynových turbínách s kombinovaným cyklem. V současnosti je vzduch odebírán z kompresoru plynové turbíny a využíván k chlazení hřídele a lopatek turbíny. Tím je odebráno přibližně 25 % objemového průtoku kompresoru, který pak není k dispozici pro spalovací proces. Další nevýhodou stlačeného vzduchu je že při průtoku kanály v lopatkách turbín klesá i jeho tlak, což vede ke ztrátám účinnosti v plynové turbíny. Při použití páry může, podle prvních testů v provozních podmínkách, dojít k nárustu účinnosti spalování o 1-2 procenta [29].

Další technikou je možnost rekuperace. Rekuperace je využita pro vrácení tepla spalin do procesu parní turbíny, kde se využívá několik metod, například plynová turbína s mezichladičem a rekuperací. U této metody dojde ke snížení zatížení kompresoru (snížení potřební energie k pohonu kompresoru) pomocí chlazení vzduchu proudícího kompresorem [29]. Další metoda, které snižuje teplotu stlačeného vzduchu za kompresorem je cyklus HAT (Humidified Air Turbine). Proces TOPHAT je metoda při, které je na vstupu do kompresoru vstřikována voda k zvlhčení vzduchu. K ohřevu vody, která je vstřikována se využívá teplo ze spalin.

3.1.4 Spalování odpadu

U tohoto typu spalování může být palivo v plynném, kapalném ale i pevné podobě. Plynné se většinou dopravují do elektráren pomocí potrubí. Skladování odpadu na palivo

může být náročnější než u jiných druhů paliva. Je třeba zabránit hromadění metanu, šíření zápachu do okolí a skladování ve speciálních prostorech k tomuto účelu určených. První možností, jak zvýšit energetickou účinnost je správný proces zpracování odpadů ve formě předúpravy. A to podle druhu odpadu a způsobu následného využití. Především se využívá mletí, sušení, pyrolýza nebo zplyňování. Tyto předúpravy paliva se mohou i navzájem kombinovat [29].

Výhodou spalovny na odpad je i redukce objemu odpadu. Lze dosáhnout až 90 % redukce objemu oproti původní hodnotě před spalováním a tím se na skládky odpadu dostane mnohonásobně méně odpadu. Výhřevnost odpadu se pohybuje mezi 8-9,5 MJ/kg, u hnědého uhlí se výhřevnost pohybuje mezi 13-17 MJ/kg [80].

Způsobů, jak spalovat odpad je několik. První z nich je směšování odpadu s hlavním palivem. Odpad je přimícháván k hlavnímu palivu o stejném skupenství. U spalování v kotli s fluidním ložem je důležitý dobrá kvalita a nízké znečištění kovy a sklem, také je třeba dodávat stálé množství o stejné kvalitě. Druhou možností jsou samostatné trysky, které se využívají pouze ke spalování produkt z odpadů [29].

Nejčastěji je v současnosti spalování odpadu prováděno formou spoluspalování uhlí [29]. Spoluspalováním odpadu dochází ke snížení nákladů a snížení skleníkových plynů. Z pohledu energetické účinnosti velmi záleží na účinnosti přeměny odpadu. Na tu má vliv obsah vlhkosti odpadu, výhřevnost, obsah popelovin, a další. Spoluspalování se na energetickém výkonu může projevit změnou teploty a průtoku v kotli, více nedopalu v popílku, změně teploty páry. Aby došlo k co nejmenšímu nežádoucímu vlivu, je třeba provést správnou předúpravu.

Jeden z příkladů využití BAT může být Brněnská spalovna odpadu SAKO, která spálí ročně v průměru 240 000 tun odpadu. V této spalovně odpadu bylo instalováno absorpční tepelné čerpadlo do chladícího okruhu obslužných systémů. Instalací tohoto čerpadla je využíváno odpadní teplo z chlazení generátoru a ložisek na teplotu vhodnou k vytápění. V režimu vyšší produkce elektřiny je tak na jedné parní turbíně vyráběno o 1047 MWh/rok. Svorkový výkon generátoru se zvýšil na 10 966 kW_h z původních 10 805 kW_e, tedy o 161 kW_e [52]. Ekonomická návratnost tohoto projektu je do sedmi let, zároveň došlo i ke zvýšení celkové účinnosti využití paliva.

Během dvou let Sako Brno plánuje zapojení nové protitlakové turbíny do systému chlazení. Po zapojení této nové protitlakové turbíny se očekává zvýšení produkce elektřiny. Nová turbína by měla být instalována do roku 2024 a celkově se odhaduje že od roku 2025 bude vyrobeno navíc 1703 MWh/rok díky instalovanému absorpčnímu tepelnému čerpadlu [52].

3.2 Zvýšení energetické efektivity na straně spotřeby elektrické energie

Hlavní způsob, jakým EU a členské státy chtějí dosáhnout a dosahují zvýšení energetické účinnosti a snížení spotřeby je pomocí ekodesignu. Ten udává soubor parametrů pro výrobky, které ke svému fungování spotřebovávají energii. Tyto parametry musí dodavatel u výrobku splnit pro uvedení na trh EU. Legislativa [35] [36] má za cíl stanovit požadavky na ekodesign a podpořit využívání té nejúčinnější technologie, aby došlo ke snížení spotřeby, a tedy i ke zvýšení energetické účinnosti.

Výrobky uváděné na trh musí být označeny a musí pro ně být vydáno prohlášení o shodě s ekodesignem pro daný výrobek. Pokud dojde ke zjištění, že výrobek nesplňuje potřebná kritéria, musí být stažen z trhu. Požadavky na ekodesign jsou způsob výroby, balení, distribuce, instalace, údržba, používání, životnost atd. Vyhodnocuje se množství materiálu, energie a jiných zdrojů na výrobu, množství emisí při výrobě, znečištění životního prostředí, produkce odpadního materiálu a možnosti recyklace.

Legislativní nařízení [36] se týká především povinnosti označit výrobek normalizovanou informací o výrobku. Toto označení informuje o energetické účinnosti a spotřebě energie. Dodavatel je povinen dodat obchodníkovi ke každému výrobku tyto štítky s informacemi o daném výrobku. Dodavatel zajistí přesnost a správnost uvedených údajů. Obchodník (prodejce) má povinnost viditelně označit výrobek štítkem, který mu byl poskytnut dodavatelem.

Od března 2021 se začala využívat nová stupnice hodnotící výrobek, která má hodnotu A až G. Tímto označením (energetickým štítkem) musí být označeny žárovky, svítidla, topná tělesa, chladničky a mrazničky, pračky, sušičky, klimatizátory vzduchu ventilátory, televize, obrazovky, kuchyňské spotřebiče a pneumatiky [37].

Další podkapitoly budou zaměřeny jen na část výrobků, kterých se týká ekodesign, nebo s nimi úzce souvisí. Mezi další výrobky, které nebudou popsány, patří například elektromotory, vodní čerpadla, větrací jednotky, chladící boxy, distribuční a výkonové transformátory, televize a mnoho dalších.

3.2.1 Automatizované řízení budov

Automatizované řízení budov je moderní systém, jak ovládat elektroniku a teplotu v budově a tím docílit zvýšeného pohodlí uživatelům budovy a lepších energetických výsledků. Pro automatizované řízení se využívá nejmodernější elektroinstalace s cílem vytvoření komplexního automatizovaného systému disponující počítačovou a komunikační technikou [39]. V těchto budovách je ve většině případů využita jedna z nejúčinnějších technologií, které podléhají ekodesignu.

Systém úspor energie v automatizovaném řízení budov řídí správu energií za účelem úspor a efektivnějšího využívání. Sběr dat může být uskutečněn pomocí snímačů,

teploměrů a další měřící techniky. Na základě těchto dat a nastavených hodnot, které uživatel požaduje, je vyhodnocen nejlepší způsob pro úsporu energie [8].

V posledních letech dochází k využití systému úspor energie v kombinaci s obnovitelnými zdroji jako je například fotovoltaika, solární kolektory na ohřev vody, tepelná čerpadla anebo geotermální energie. Při takto řízených budovách je možné dosáhnout úspor energie mezi 10-20 % [40]. Pro dosažení těchto hodnot je potřeba kvalitní projektové plánování a využití moderní technologie v této oblasti.

3.2.2 Osvětlení

Osvětlení je jedna z kategorií kde lze dosáhnout a již bylo dosaženo znatelného zvýšení energetické účinnosti. Dříve využívané žárovky proměnili až 95 % elektrické energie na teplo. Světelná účinnost klasické žárovky je okolo 12 lm/W, oproti tomu LED osvětlení dosahuje světelné účinnosti přes 130 lm/W. LED osvětlení má tedy mnohonásobně menší spotřebu energie při stejné svítivosti [81].

Jednou z výhod klasických žárovek je jejich jednoduchá a levná výroba. Ovšem životnost klasických žárovek je mnohonásobně menší než u LED zdrojů [81]. Díky zmíněným důvodům jsou LED světla energeticky úspornější, ekonomicky úspornější a jejich používání snižuje emise oxidu uhličitého.

Jak již bylo zmíněno, tak žárovky musí splňovat nařízení o ekodesignu v EU a musí být označeny energetickým štítkem. Do nejhorší kategorie G (z pohledu energetické účinnosti) spadají světelné zdroje pod 85 lm/W. V současnosti je většina světelných zdrojů, které se běžně využívají, v kategorii F (85–110 lm/W) a E (110-135 lm/W) [38]. Nařízení [38] a [36] počítá s lepšením technologie osvětlení v budoucnosti, a proto zavedla tuto novou stupnici energetických štítků, i přes to, že v současnosti není ekonomicky, či technologicky možné dosáhnout třídy účinnosti A ve velkém měřítku.

Další možností, jak snížit spotřebu elektrické energie při osvětlování je správná regulace osvětlení. K tomu mohou sloužit pohybové senzory, světelné senzory a časové spínače osvětlení, nebo řízení pomocí softwaru. Využití těchto technologií je vždy závislé na místě využití, požadavcích a možnostech, tak aby to bylo ekonomicky a technologicky smysluplné.

3.2.3 Elektrotepelná technika

Ekodesign se týká i elektrotepelné techniky, a to pro výrobky pro vytápění vnitřních prostorů a kombinované ohřívače o jmenovitém tepelném výkonu do 400 kW [41]. Dále to jsou kotle na tuhá paliva o jmenovitém tepelném výkonu do 500 kW [42], lokální topidla pro domácnosti do 50 kW [43] a lokální paliva s jmenovitým tepelným výkonem nejvýše 50 kW [44].

V ČR je od roku 2022 zakázán provoz kotlů na tuhá paliva 1. a 2. emisní třídy [45], povoleny jsou pouze kotle, které splňují minimálně 3. emisní třídu. Při správném řízení

hoření a správné regulaci mohou tyto kotle dosahovat maximální tepelné účinnosti okolo 90 % [46]. V tabulce 3.5 jsou vypsány účinnosti kotlů, podle druhu paliva.

Tabulka 3.5 Účinnost kotlů na tuhá paliva [46]

Kotle na tuhá paliva	
druh paliva	% účinnost
zemní plyn	94
Olej	92
Uhlí	88
Dřevěné brikety	87
Kůra	85
Rašelina	85

Dalším druhem tepelné techniky jsou tepelná čerpadla. Stejně jako předchozí technologie v této kapitole i tepelná čerpadla spadají pod ekodesign a jejich prodej i instalace podléhá nařízení komise EU [48]. Hlavním účelem tepelných čerpadel je přeměna energie z jedné teploty na vyšší úroveň.

Tepelná čerpadla se dělí na několik druhů podle principu získávání tepla. Hlavními principy jsou vzduch/voda, země/voda, voda/voda. Technologický způsob, jakým tepelná čerpadla fungují, je známý už desítky let, ale až nyní nachází uplatnění v rezidenčním bydlení, které pro provoz potřebují mnohem méně tepla než starší stavby. V současnosti, kdy dojde k modernizaci zateplení budovy, nebo výstavbě nových nízkoenergetických budov, je využití tepelného čerpadla povětšinou ekonomicky smysluplné při využití dotací, které poskytuje stát. Vždy ovšem záleží na druhu stavby, velikosti objektu a požadavkům uživatele.

Tepelná čerpadla jsou schopna na jeden kW elektřiny vyrobit zhruba 4kW tepelné energie. Lze tedy říct, že 75 % energie je z obnovitelného zdroje a zbylých 25 % je potřeba dodávat z jiných zdrojů. V současné době jsou v kombinaci s tepelným čerpadlem využívány fotovoltaické elektrárny [47].

K roku 2020 bylo v EU instalováno téměř 15 milionů jednotek tepelných čerpadel a lze předpokládat, že tento trend bude pokračovat. Meziroční nárůst instalovaných tepelných čerpadel od roku 2013 do roku 2019 se pohyboval okolo 12 % [47]. K tomuto nárůstu instalací tepelných čerpadel došlo i kvůli státním dotacím na výstavbu.

V České republice zájem o tepelná čerpadla roste meziročně o přibližně 5 %. Nejčastěji jsou prodávaná tepelná čerpadla vzduch-voda, a to téměř v 94 % případů prodeje. Celkově v 11,6 % byla tepelná čerpadla instalována jako hlavní způsob vytápění v nově dokončeních rodinných domech a bytech [60].

4. ENERGETICKÁ ÚČINNOST V EU

Energetická účinnost je jednou z hlavních cest, jak chce Evropská unie dosáhnout svých cílů v energetice a s tím souvisejících klimatických cílů, které si vytyčila. Všechny členské státy dohromady by měly dosáhnout cíle snížení primární spotřeby energie ve výši 20 % a do roku 2030 ve výši nejméně 32,5 % a to oproti scénáři vývoje spotřeby z roku 2007 [17], viz. obrázek 1.1 v kapitole 1.1.1. Hlavní způsob, jak toho EU plánuje dosáhnout, je právě energetická účinnost.

Celková energetická bilance pro EU byla již uvedena v kapitole číslo 1.1. Nyní budou popsány způsoby, jak těchto cílů vybrané státy EU plánují dosáhnout (respektive dosáhly) podle popsaných směrnic [1], [2] v 2. kapitole.

Pro účely této bakalářské práce byly vybrány k popsání pouze některé členské státy Evropské unie. Francie byla vybrána z důvodu velkého podílu jaderných elektráren, podobného podílu spotřeby energie v domácnostech jako ČR. Dánsko bylo vybráno z důvodů velkých dosažených úspor ve spotřebě primární energie a zaměření na obnovitelné zdroje. Finsko z důvodu velkého podílu průmyslu na celkové spotřebě energie, dosažených úspor energie a také své polohy na severu Evropy, kde je předpoklad delšího období mrazů.

4.1 Finsko

Finsko je skandinávská země, v roce 2019 její primární spotřeba činila 372,2 TWh, konečná spotřeba byla na úrovni 294,4 TWh [64]. Největší podíl na výrobě elektrické energie ve Finsku mají jaderné elektrárny a to 34,9 % pro rok 2019. Druhý a třetí podíl na výrobě mají vodní elektrárny a biomasa, jejich procentuální roční výroba se u obou druhů pohybuje okolo 19 %. Velmi malý podíl má Finsko u uhlí a plynu a to okolo 6 %. Z větrných elektráren je výroba téměř 9 % [34]. Finská spotřeba energie je velmi závislá na počasí, kdy záleží, po jakou dobu v roce bude třeba zajišťovat vytápění.

Finsko si stanovilo, že v roce 2020 bude mít konečnou spotřebu pod 310 TWh a spotřebu primární energie pod 417 TWh [67]. Hlavní energetickou strategii Finsko obsáhlo v „National Energy Effiency programme“ [66]. Ten obsahuje i cíle podle článku 7 směrnice 2012/27/EU [1]. Tento program určuje vytvoření kumulovaných úspor ve výši 92,14 TWh v období 2014-2020 [66]. Tím by Finsko mělo i dosáhnout splnění článku 7 směrnice 2012/27/EU [1].

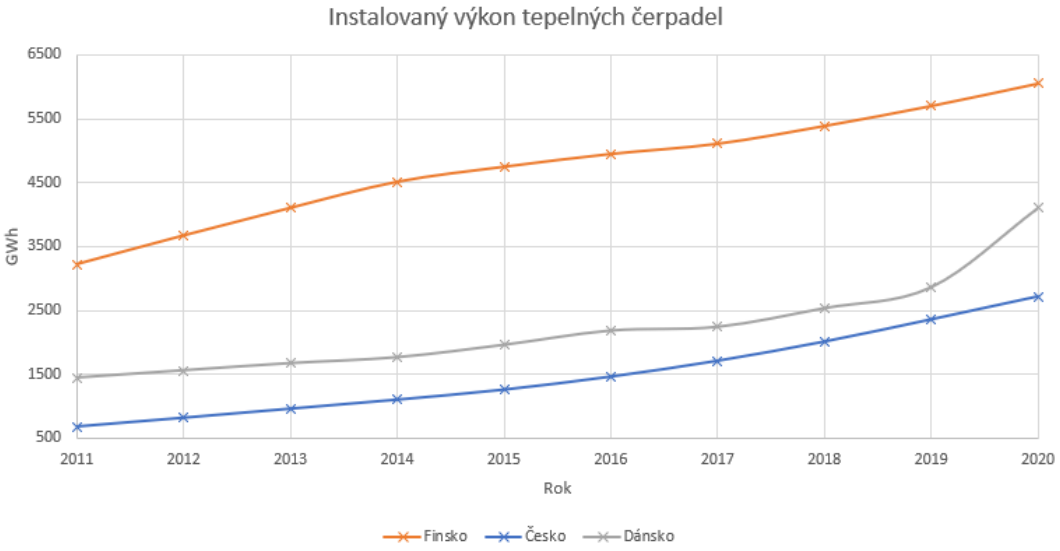
4.1.1 Programy pro podporu energetické účinnosti

Hlavní program, pomocí kterého Finsko dosahuje a plánuje dosahovat minimálně do roku 2025, jsou dobrovolné dohody, a to pro průmysl, obce (města) a nemovitosti. Vláda uděluje energetické dotace při využití energetických účinných technologií a energetické audity (dotace pro energetické audity neplatí pro velké společnosti). Zapojení účastníci

mají povinnost každoročně informovat o dosažených energetických úsporách [69]. Do těchto dohod byly a jsou zapojeny stovky finských firem [71].

Energetické audity sahají až do roku 1992, kdy byly zavedeny první energetické audity pro dobrovolné firmy, které se chtějí zapojit a povinné pro velké firmy a to každé 4 roky [67]. Pokud se firma zapojí dobrovolně do energetického auditu (tedy malé a střední společnosti), může zažádat o podporu, která pokryje 40-50 % nákladů na audit [71].

V roce 2018 bylo více jak 70 % novostaveb postaveno s tepelnými čerpadly. Tepelná čerpadla mají dlouhodobě velkou veřejnou podporu. Statní dotace pro tepelné čerpadlo pokryje až 20 % nákladů a je možné využít snížení daně až 60 % na přestavbu, instalaci a renovaci, pokud je při těchto pracích instalováno tepelné čerpadlo [68]. Také Finsko zavedlo dotaci na dobrovolnou výměnu kotlů za tepelné čerpadlo [67]. Ke konci roku 2017 bylo ve Finsku nainstalováno přes 850 000 tepelných čerpadel [71].



Obrázek 4.1 Instalovaný výkon tepelných čerpadel ve Finsku, Česku, Dánsku [79]

Na obrázku č. 4.1 jsou porovnány instalované výkony tepelných čerpadel v domácnostech mezi Finskem, Českem a Dánskem. Finsko má téměř trojnásobně větší podíl tepelných čerpadel než Česká republika i přesto že má téměř o polovinu méně obyvatel, tedy i méně domácností.

4.1.2 Dosavadní naplňování cílů

Cílů, které si Finsko stanovilo do roku 2020 ohledně primární a konečné spotřeby, se nejspíše podaří dosáhnout. Již v roce 2019 mělo Finsko primární spotřebu na úrovni 384 TWh a konečnou 300 TWh [70].

Naplňování energetických úspor skrze renovaci veřejných budov a budov institucí bylo již v roce 2019 dosaženo dvojnásobně, než stanoví povinnost směrnice

2012/27/EU [1 čl. 5]. Do konce roku 2020 se očekává další navýšení úspor v této oblasti. Finsko těchto úspor energie dosáhlo včasným zavedením této povinnosti [70].

Ohledně povinných úspor konečné spotřeby, dle směrnice 2012/27/EU [1] článku 7, Finsko jich dosáhlo již v roce 2016. V období 2014-2018 dosáhlo Finsko kumulovaných úspor ve výši 163 % oproti stanovenému cíli [70]. V roce 2020 dle předpokladů dosáhne až 187 % kumulovaných úspor konečné energie v období 2014-2020 z toho, co stanovuje směrnice 2012/27/EU [1].

4.2 Francie

Spotřeba primární energie v tomto největším (rozlohou) státě EU dosáhla 2 736,5 TWh v roce 2019. Konečná spotřeba byla 1 691 TWh. Pokud se zaměříme na výrobu elektrické energie, v roce 2019 bylo vyrobeno 565,6 TWh [34]. Největším producentem elektrické energie bylo jádro s téměř 400 TWh. Oproti České republice je podíl uhlí na výrobě ve Francii pouze 0,6 % [34]. V celé EU má uhlí podíl 15,7 %. Zároveň je Francie nejvíce energeticky „čistou“ zemí v EU, podíl fosilních paliv je pouze 9,5 %. To je především díky jaderným elektrárnám, které EU v roce 2022 zařadila za určitých podmínek mezi čisté zdroje pro investiční pobídky [23].

Stejně jako ČR a další evropské státy i Francie implementovala legislativní nařízení [1] a [2] do svých zákonů. Podle nařízení z roku 2012 [1], vypracovala dokument [53], který obsahuje stanovení cílů a přibližný popis a odhad, jak svých cílů plánuje dosáhnout. Cíl snížení spotřeby primární spotřeby byl určen na 2 557,4 TWh a 1 528,2 TWh konečné spotřeby do roku 2020. Do roku 2050 si Francie vytyčila dokonce snížení energetické spotřeby o 50 % oproti předpokládané spotřebě vypracovaného v roce 2012. Zároveň plánuje zvýšit podíl obnovitelných energií na 23 % hrubé konečné spotřeby do roku 2020. Do konce roku 2030 tento podíl chce navýšit celkově na 32 % [53]. Cílem Francie do konce roku 2030 by mělo být snížení konečné spotřeby na 1406 TWh a 2349 TWh primární energie [54].

Podle nového plánu Programmation pluriannuelle de l´énergie [55] Francie chce dosáhnout snížení finální spotřeby energie o 16,5 % do roku 2028 a 35 % u spotřeby primární spotřeby fosilních paliv v porovnání s rokem 2012 [54].

4.2.1 Programy pro podporu energetické účinnosti

Klíčovým způsobem zvyšování energetické účinnosti je schéma energeticky úsporných certifikátů. Tyto certifikáty, které Francie vypracovala, jsou určeny pro budovy, průmysl, dopravu, zemědělství a další sektory. Díky těmto certifikátům plánuje Francie ušetřit 140 TWh energie každý rok. Pro získání tohoto certifikátu při rekonstrukcích rodinných domů je třeba, aby byla snížena spotřeba o 55 %. Při rekonstrukci obytných budov s více byty to činí alespoň 35 % [53].

Energetická náročnost budov je jedno z hlavních témat, jakým chce Francie dosahovat cílů v energetické účinnosti. Bylo zavedeno opatření pro výstavbu nízkoenergetických

novostaveb, od kterého si slibují úspory 49 TWh do roku 2030. Dále zavedli bezúročné eko-půjčky a eko-půjčky na sociální bydlení pro renovaci bytových jednotek a domů. Pro získání těchto půjček musí být rekonstrukcí dosaženo úspor energie pro získání již zmíněních certifikátů pro energeticky úspornou budovu. Další motivací, kterou Francie zavedla, je možnost využití daňové úlevy na nákup a instalaci energeticky nejúčinnějších materiálu pro budovy, nebo na výrobu obnovitelné energie [53]. Tato daňová úleva se týká také snížení sazby dph na 5,5 % na práce vztahující se ke zlepšení energetické kvality bydlení [54].

V oblasti transportu si Francie slibuje zvýšení energetické účinnosti od elektrifikace železniční dopravy a výstavby (respektive rekonstrukce) vysokorychlostních tratí [53]. Také podporuje provoz elektro aut a hybridů, kdy jejich počet na francouzských silnicích prudce roste a řadí se do první pětice států s počtem nově registrovaných aut. Pro veřejnou dopravu zavedli ekonomické dotace pro nákup nových vozů a zavedli povinnost nákupu elektrických aut do svého portfolia pro taxikářské firmy [53].

V průmyslu zavedli energetické audity, jak ukládá směrnice [1] z roku 2012 [53]. Dále zavedli ekonomická opatření pro podporu investic do energeticky efektivních projektů. Na tyto opatření bylo vyčleněno 1,2 bilionu eur [54].

4.2.2 Dosavadní naplňování cílů

Podle dat z Eurostatu (viz. tabulka číslo 1.1) byla primární spotřeba energie 2736 TWh a konečná spotřeba 1691 TWh v roce 2019. Údaje z roku 2019 ukazují, že Francie s největší pravděpodobností nenaplní nastavené cíle do roku 2020 (2 557,4 a 1 528,2 TWh). Je vycházeno z toho, že největší dosavadní meziroční nárůst v úsporách primární energie byl dosažen mezi roky 2013 a 2014 a to na úrovni necelých 128 TWh.

Co se týká naplňování cílů u obnovitelných zdrojů, povedlo se je navýšit v roce 2020 na 19,1 % na celkové konečné spotřebě [54]. Tento trend bude nejspíše pokračovat, ale k dosažení stanoveného cíle 33 % do roku 2030 bude muset Francie své úsilí ještě zvýšit. Největší nárůst z obnovitelných zdrojů je skrze větrné elektrárny, kdy v roce 2013 byla výroba jen 2,8 % na celkové výrobě, v roce 2020 to již bylo 7,6 %. Co se týká naplňování článku 7 ohledně úspor konečné energie ročně o 1,5 %, Francie v roce 2020 nejspíše nedosáhla cíle 365 TWh ale pouze přibližně 90 % z tohoto cíle [65].

4.3 Dánsko

Dánsko je země na severu Evropy s velkým územním přístupem k moři a rozlohou přes 43 0000 m^2. Dánská spotřeba primární energie v roce 2019 byla 195,7 TWh a konečná 166,7 TWh. [34]. Za rok 2019 bylo v Dánsku vyrobeno 30,1 TWh elektrické energie. Největší podíl na výrobě elektrické energie mají větrné elektrárny, které vyprodukovaly 54,7 % v roce 2019. Výroba elektřiny z uhlí byla v posledních letech snížena na nízké jednotky procent, ještě v roce 2014 se uhlí podílelo 41,1 %. V roce 2019 to bylo již jen 11,2 % [34].

Dánsko je jednou z nejvíce rozvinutých zemí v oblasti obnovitelných zdrojů kolísavého charakteru, tím je myšlena především sluneční energie a větrná energie. Z těchto dvou zmíněních zdrojů má nejvyšší podíl na dodávkách elektrické energie z celé Evropy.

Cíl do roku 2030 je 50 % energie z obnovitelných zdrojů. Do roku 2050 plánuje být naprosto nezávislé na fosilních palivech. To přináší velké výzvy pro Dánsko na poli tepelného vyhřívání. Dánsko má velkou síť dálkového vytápění, která se na celkovém vytápění podílí téměř z poloviny celkového objemu. V posledních letech se palivo pro dálkové vytápění mění z fosilních paliv na biomasu. To ale znamená, že Dánsko je velkým dovozcem kůry, dřevěných pelet a dřeva [61].

4.3.1 Strategie pro podporu energetické účinnosti

V roce 2016 byla představena strategie „Utillities for the Future“, která má za cíl iniciovat zvýšení energetické účinnosti v řízení státu, dopravě i ekonomických oblastech státu. Dánsko si stanovilo úsporu primární energie o 14,5 % oproti roku 2006 [61] a 7,5 % v konečné spotřebě [62]. V roce 2006 byla primární energie na úrovni 241,9 TWh a konečná potřeba 182,6 TWh [64].

Energetické distribuční společnosti mají povinnost dosáhnout ročních úspor konečné energie ve výši 2,81 TWh [62], což je více než udává směrnice [1] v čl. 7. Tyto úspory mohou od roku 2017 vypočítat i skrze zřízení tepelných čerpadel pro centrální zásobování teplem, rekonstrukci zateplení a oken.

Dánsko zavedlo investiční dotace pro přechod z ropy, nebo zemního plynu na tepelné čerpadlo. Vytvořilo síť poradců a webů na podporu a poskytnutí informací, jak zvýšit energetickou účinnost v domácnostech a provedlo informační kampaň skrze média, vzdělávací programy a brožurky. Dále vytvořilo katalog již typově zrekonstruovaných budov, kde uvádí, na kolik investice do energetické účinnosti vlastníka vyšla, a jakých výsledků dosahuje. Tento katalog [63] obsahuje přes 130 druhů budov. Zavedlo finanční podporu i pro nemovitosti, které jsou dlouhodobě pronajímány, aby přimělo majitele ke zvýšení úspor v těchto objektech [62].

Informační programy a podporu Dánsko zavedlo i pro malé a střední podnikatele. Jedním z kroků, který byl učiněn, byly osobní návštěvy odborníků z dánské energetické agentury přímo v podnicích, kde majitelům vysvětlovali možnosti potencionálních úspor přímo na místě. Podniky a to malé, střední i velké, mají možnost zažádat o finanční podporu pro zavedení zvýšení energetické účinnosti ve svých provozech [62]. Dále také zavedla energetické služby, do kterých jsou zapojeny desítky obcí v Dánsku a střední a velké podniky.

Dánsko zavedlo schéma dobrovolných dohod, kdy dojde k závazku společnosti a státu ke snížení spotřeby a zvýšení energetické účinnosti. Například díky dobrovolné dohodě podniky energeticky náročné mohou obdržet granty za uzavření tříleté dohody o zlepšení energetické účinnosti.

4.3.2 Dosavadní naplňování cílů

Dánsku se velmi dobře daří naplňovat své cíle v obnovitelné energii, a to i díky možnostem využití větrných elektráren, které Dánsko má svou lokalitou na severu Evropy. Na výrobu elektrické energie byly z 65,4 % použité obnovitelné zdroje energie. Pro výrobu tepla a chlazení byly obnovitelné zdroje využity z 48 % [64].

Svůj cíl snížení primární energie o 15 % oproti roku 2006 se Dánsku podařilo naplnit. Druhého cíle snížení konečné spotřeby o 7,5 % se Dánsku také povedlo dosáhnout. S největší pravděpodobností Dánsko dosáhne snížení primární spotřeby oproti roku 1990 o více jak 20 % do roku 2020. V roce 2019 se jim podařilo snížit o 19,25 %. Dánsku se především daří snižovat primární spotřebu, například konečnou spotřebu oproti roku 1990 snížili o 8,48 %. Snížení primární energie může být způsobeno i velkým nárustem obnovitelných zdrojů.

5. ENERGETICKÁ ÚČINNOST V PROSTŘEDÍ ČR

Postup plnění směrnice [1] Česká republika částečně řeší pomocí Státní energetické koncepce ČR (dále jen SEK) z roku 2015 [8]. První shrnutí dosažených a plánovaných cílů v oblasti energetické účinnosti po zveřejnění směrnice [1] reportuje Česká republika v Národním akčním plánu ČR [7]. Národní akční plán byl poprvé vydán v roce 2014 a poté dvakrát aktualizován v letech 2016 a 2017. Implementaci směrnice [2] Česká republika provedla Vnitrostátním plánem ČR v oblasti energetiky a klimatu [9]. Česká republika dosud volila postup alternativních opatření, především skrze dotační programy a motivační postupy k dosažení zvýšení energetické účinnosti.

5.1 Státní energetická koncepce

Státní energetická koncepce ČR [8] z roku 2015 chce dosáhnout cílů energetické účinnosti pomocí opatření jako jsou zateplování a renovace budov, využívání účinnějších spotřebičů, zvyšování energetické účinnosti technologických procesů v průmyslu a snížení ztrát při přenosu a distribuci energie. V přenosové síti by měly být ztráty udrženy pod 1,3 % a v distribučních sítích pod 6 % [8]. Jedná se o strategický dokument v energetice, který má horizont do roku 2040. Stanovuje strategické priority v energetice, kterými jsou „*i) vyvážený energetický mix/transformace energetického průmyslu; ii) úspory energie a zvyšování energetické účinnosti; iii) rozvoj infrastruktury; iv) výzkum v oblasti energetiky a průmyslu, lidské zdroje; v) energetická bezpečnost*.“ [9]. Dále se v této podkapitole bude vycházet ze zdroje [8].

V oblasti elektroenergetiky a teplárenství se zaměřuje na zlepšení účinnosti při rekonstruování a nové výstavbě zdrojů. Většina výtopen má být přestavěna na vysokoúčinné kogenerační jednotky a také má dojít k využití tepelných čerpadel, což povede ke snížení ztrát v distribuci tepla. Pro konečné zákazníky by měla vzniknout podpora za záměnu přímotopných systémů za tepelná čerpadla, která dosahují vyšších účinností. Jednou z vizí je i podporovat rozvoj distribučních tarifů a instalace inteligentních měřičů spotřeby, které povedou k řízení spotřeby u konečných zákazníků.

Ve službách, domácnostech a veřejném sektoru se podle SEK budou podporovat spotřebiče s vyšší účinností a informovat o výhodách těchto úsporných spotřebičů. Stát by měl jít příkladem a nakupovat úsporné spotřebiče nejvyšších energetických tříd. Také by mělo dojít ke snižování energetické náročnosti budov, stát plánuje renovaci budov ústředních institucí a podporování využívání energetických služeb.

U průmyslu dojde k podpoře rekonstrukcí zařízení a technologií, u kterých to povede ke zvýšení efektivity a energetické účinnosti. Také by měl být podporován systém energetického managementu a certifikace hospodaření s energií.

V dopravě se chce ČR zaměřit na snížení ztrát při provozu napájecích soustav a zařízení v elektrické trakci, zvýšení využívání alternativních pohonných hmot, a to hlavně

elektromobility a CNG. Také při pořizování nových hnacích vozidel v trakční dopravě chce zvýšit účinnost přeměny a využívat rekuperaci na tratích.

ČR v oblasti budov přistoupí k povolení výstavby pouze nízkoenergetických budov, které mají téměř nulovou spotřebu energie. Ekonomicky efektivním způsobem by mělo dojít i k využívání lepších technologií při rekonstrukcích budov. Také chce zvýšit informovanost v této oblasti a využívat bodový systém energetické náročnosti budov. Dále by ČR měla podporovat energetické audity a posudky, a to především energetický management a metody energetické služby se zárukou (EPC, je popsána v kapitole 5.2.2). Tato podpora by se měla týkat nejen podnikatelského sektoru ale i veřejného sektoru.

5.2 Národní akční plán energetické účinnosti ČR do roku 2020

Všechny své postupy, jak ČR plánuje dosáhnout stanovených cílů dle [1], jsou sepsány v Národním akčním plánu energetické účinnosti [7] a v této podkapitole se bude vycházet z tohoto dokumentu. Národní akční plán byl naposledy aktualizován v roce 2017 a věnuje se období od roku 2014 do roku 2020. ČR tedy využívá dlouhodobé nástroje, a to regulatorní a ekonomické nástroje, informovanost široké odborné i neodborné veřejnosti. Tyto nástroje mají podporovat domácnosti, průmysl i sektor služeb. ČR odhaduje, že konečná spotřeba na území ČR by byla v roce 2020 rovna 368 TWh. Aby ale ČR dostála cíle EU, tedy 20% snížení konečné spotřeby oproti roku 2007, musela by konečná spotřeba ČR v roce 2020 odpovídat 294 TWh. Podle analýz provedených k 28.2.2017 si ČR stanovuje cíl ve výši 51,10 PJ (14,2 TWh) nových úspor energie, do konce roku 2020 by to tedy činilo 204,39 PJ (56,8 TWh) kumulovaných úspor energie. K tomuto výpočtu ČR využila úlevu v plné výši uvedenou v [1, čl. 7, odst. 2, písm. a) a d)]. Tento cíl ČR označuje za orientační a za cíl nezávazného charakteru. Výše tohoto cíle byla stanovena v souladu se Státní energetickou koncepcí ČR [8].

ČR si zvolila vytvoření alternativního systému povinného zvyšování energetické účinnosti, dle [1, č. 7, odst. 9]. To znamená, že nebyl zvolen postup, kdy distributoři energie a maloobchodní prodejci energie musejí dosáhnout úspor ve výši 1,5 % ročního objemu prodeje energie konečným zákazníkům. Byl vytvořen postup ke snížení spotřeby u konečného zákazníka pomocí nástrojového finančního inženýrství, investičních dotací a neinvestičních dotací. Tento postup je zdůvodňován dlouholetou tradicí s těmito procesy, jasným vykazováním dosažených úspor a také efektivity vynaložených prostředků. ČR zavedla dvě období pro dosažení cílů, první období na pět let (od roku 2014-2018) a dvouleté období (2019-2020). První období je delší, aby došlo k plnému legislativnímu schválení alternativního schématu. Tím, že ČR zvolila alternativní schéma, realizaci budou provádět veřejné orgány, které mohou pověřit provedením jiný subjekt. V tomto zvoleném schématu tedy nebudou žádné povinné strany. Pověřenými orgány jsou Ministerstvo průmyslu a obchodu (MPO), Ministerstvo životního prostředí,

Ministerstvo pro místní rozvoj, Národní rozvojová banka (dříve Českomoravská záruční a rozvojová banka a. s.) a kraje zapojené do programu na výměnu kotlů. Kontrolu plnění cílů, opatření a úkolů má na starost Koordinační výbor, který je poradním orgánem ministra průmyslu a obchodu.

5.2.1 Investiční a neinvestiční dotace

Největší přínos úspor ČR očekává od strategického rámce udržitelného rozvoje, a to ve výši 4,4 TWh během let 2014 až 2020. Strategický rámec má za cíl zvýšit energetickou efektivitu při přeměně primárních energetických zdrojů, zvýšit úsporu energie v národním hospodářství a u konečného spotřebitele a podporovat efektivní technologie. Na tento dokument právě navazuje SEK a udává konkrétnější cíle, jak těchto cílů dosáhnout. Například hlavní cíl do roku 2040 je pokrytí 60 % dodávky tepelné energie ze soustavy zásobování teplem pomocí výroby z kombinované výroby elektřiny a tepla (dále jen KVET).

Dalším opatřením, od kterého si ČR slibuje velké úspory, je program Nová zelená úsporám 2014-2020. U tohoto opatření očekávají úspory za obě období ve výši 2,93 TWh. Zasahuje do sektoru domácností a budov veřejného sektoru. Podpora z tohoto programu je určena pro přestavbu, výstavbu rodinného domu, bytového domu v Praze a budovy veřejného sektoru. Opatření má přesně daná pravidla a cílem je snížení energetické náročnosti stávajících budov a výstavba s velmi nízkou energetickou náročností. Dále podporuje výměnu zdrojů tepla za efektivnější a ekologičtější.

Integrovaný regionální operační program je určen jednotlivým regionům. Z oblasti energetické účinnosti poskytuje dotace na snížení energetické náročnosti veřejných budov, provedení inteligentních systémů hospodaření s energií a využití energie z obnovitelných zdrojů. Přispívá také na zlepšení infrastruktury a nákupu nových vozů městské hromadné dopravy. Celkové úspory jsou očekávány ve výši 0,86 TWh za obě období.

Operační program životního prostředí 2014-2020 je určen sektoru služeb, průmyslu a domácností. Z hlediska energetických úspor má dvě priority, a to snížit emise z vytápění a snížit energetickou náročnost veřejných budov a využívat obnovitelné zdroje energií. Za obě období by měly být úspory ve výši 1,28 TWh.

Nakonec zde bude zmíněn operační program Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost 2014-2020, který je určen pro průmysl a služby. Cílem je zvýšit energetickou účinnost z podnikatelské oblasti, a to například modernizací a rekonstrukcí rozvodů, zavedením systémů na měření a regulaci, využíváním energeticky účinnějších zařízení a spotřebičů, instalace OZE nebo kogenerační jednotku pro vlastní spotřebu a využitím efektivnějších procesů při výrobě. Od tohoto programu si ČR slibuje úspory energie ve výši 2,67 TWh.

ČR zavedla celkem 26 opatření, od kterých si slibuje úspory energie ve výši až 15,5 TWh za obě období (2014 až 2020).

5.2.2 Energetické služby

Energetické služby jsou v České republice podporovány již od roku 1999 až do dnes, a to skrze program EFEKT. Státní program EFEKT na podporu úspor energie byl vyhlášený Ministerstvem obchodu a průmyslu. Cílem energetické služby je zvýšení energetické účinnosti a úspora energie pomocí vyspělých technologií, údržbou a využití efektivnějších činností při výrobě. Hlavní podporovanou energetickou službou je metoda EPC, a to právě podporou z programu EFEKT, realizací publikací, seminářů, letáků a brožur [7].

Energy Performance Contracting (EPC) lze přeložit jako energetické služby se zárukou. Tuto metodu vymezuje zákon [5] a je to komplexní služba, která obsahuje návrh, přípravu, financování projektu, realizaci, zaškolení a dlouhodobý dohled a vyhodnocování po dobu trvání smlouvy. Provádí se v existující budově, nebo areálu, kde roční spotřeba překračuje 1 milion korun, a jedná se o potenciálně vhodný objekt, ve kterém dojde k úspoře energií. Investici na provedení smluvně uzavřených činností pro zvýšení úspor hradí dodavatel (tedy poskytovatel energetické služby). Tato investice je splácena z dosažených úspor díky provedeným činnostem. Smlouva se uzavírá mezi dodavatelem a příjemcem. Běžně se uzavírá na dobu 8 až 12 let [10]. Ministerstvo průmyslu a obchodu ve spolupráci s Asociací poskytovatelů energetických služeb vytvořily vzorovou smlouvu, která je dostupná [11] na webu MPO.

Podle metody EPC se má postupovat pro realizaci projektů krajů, měst, obcí a státních institucí a organizací. ČR očekává realizaci 30 až 50 objektů ročně, což dle odborného odhadu činí každoroční úsporu minimálně ve výši 8,33 GWh [7].

5.2.3 Energetická účinnost budov

Ke zvyšování energetické účinnosti budov jsou využívány regulatorní a fiskální nástroje. Fiskální nástroje vycházejí ze směrnice [1] a regulatorní ze směrnice o energetické náročnosti budov [12]. Mezi fiskální nástroje, které využívá ČR, lze zmínit Nová zelená úsporám, operační program Životního prostředí a operační program Podnikání a inovace. V roce 2014 až 2016 probíhalo vyhodnocení energetické účinnosti budov vládních institucí. Vyhodnocením bylo zjištěno, že 561 budov o celkové ploše 1 563 941 m^2 nevyhovuje požadavkům na energetickou náročnost budov (klasifikační třídu C).

Tabulka 5.1 Úspora energie v budovách ústředních institucí [7]

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Celkem
Závazek ročních úspor energie (GWh)	1,47	1,47	1,47	5,75	5,75	5,75	5,75	27,42
	Realizované							Celkem
Roční úspory energie (GWh)	1,14	3,39	2,17	7,00	2,39	3,67	7,25	26,97
Plnění závazku (GWh)	-0,33	1,92	0,69	4,5	-3,36	-2,08	1,5	-0,44

V tabulce 5.1 je zaznamenáno, jakých úspor ČR dosáhla do roku 2020. Z výsledků zprávy o pokroku [56] vyplývá, že Česká republika nesplnila závazek o 0,44 GWh do konce roku 2020. Pro budovy veřejných subjektů jsou také využívány regulatorní a fiskální nástroje. Kraje a hlavní město Praha musejí vypracovávat územní energetickou koncepci a každých pět let aktualizovat, zda nelze dospět k lepším energetickým úsporám.

5.2.4 Podpora účinného vytápění a distribuce energie

V České republice bylo v roce 2017 zásobeno dálkovým teplem přibližně 1,6 milionu domácností (40 % všech domácností). Většinu dodávky tepla (1 800 z 2 000) zajišťují zdroje s výkonem nad 5 MWt. Délka tepelné sítě je okolo 10 000 kilometrů, z toho přibližně 11 % je dálkový parovodní rozvod. Většina tohoto dálkového parovodního rozvodu (přibližně 900 km) vyžaduje rekonstrukci. Rekonstrukci chce provést výměnou parovodů za horkovody a tím očekává roční úspory energie ve výši 1,44 TWh.

ČR podporuje vznik nových kombinovaných výroben elektřiny a tepla, a to zavedením investičních i provozních podpor výroby elektřiny z KVET. O výši podpory elektřiny z KVET rozhoduje Energetický regulační úřad. Další zvýhodnění pro KVET v ČR je, že osvobozeno od daně z plynu a daně z pevných paliv. Od roku 2015 je pro výstavbu nebo rekonstrukci větší části výrobny elektřiny o celkovém tepelném příkonu nad 20 MW povinnost provést energetický posudek, který vyhodnotí, zda je ekonomicky a technicky přínosné provést vysokoúčinnou kombinovanou výrobu elektřiny a tepla.

Distribuční společnosti (ČEZ Distribuce, E. ON Distribuce a PRE distribuce) jsou finančně motivovány ke zvyšování účinnosti přenosu elektrické energie. Distributoři elektrické energie jsou nucení trvale zlepšovat kvalitu svých služeb, a to Energetickým regulačním úřadem, který sleduje průměrný počet přerušení distribuce elektřiny u zákazníka a průměrnou dobu trvání přerušení distribuce elektřiny u zákazníka [13]. V ČR jsou rozlišeny dva síťové tarify, které jsou rozděleny podle zatížení sítě. Cílem je omezení špiček v diagramu elektrizační soustavy, což snižuje ztráty elektrické energie.

ČR dlouhodobě využívá technologií hromadného dálkového ovládání (HDO). Tato technologie umožňuje ovlivnění průběhu spotřeby. Systém hromadného dálkového ovládání je „*Jednosměrným skupinovým sdělovacím systémem, využívajícím rozvodné elektrické sítě jako společného přenosového kanálu, který je sdílen mnoha přijímacími koncovými stanicemi.*“ [7]. V roce 2017 se v ČR v době nízkého tarifu spotřebovalo okolo

46 % celkové spotřeby elektřiny v domácnostech a 31 % celkové spotřeby v malých firmách, a to právě pomocí řízení HDO. Nejčastěji se HDO využívá pro vytápění elektřinou, akumulační ohřev vody a nově i pro nabíjení elektromobilů. HDO se využívá ke snížení ztrát v distribuční síti, předcházení a nápravě mimořádných stavů v síti a k řízení spotřeby. Tuto technologii řídí a financuje provozovatel distribuční soustavy. Náklady spojené s HDO jsou hrazeny provozovatelům distribuční soustavy v ceně za distribuci elektřiny. Distribuční tarify definuje Energetický regulační úřad a také určuje jejich cenu. Česká republika na základě nařízení [57] z roku 2019 bude nucena vyměnit HDO za novější technologii AMM pro měření odběru, aby naplnila požadavky nařízení. Pro tento účel zavedla ČR vyhlášku č 359/2020 sb. [58]. AMM poté bude klíčový nástroj, aby spotřebiteli umožnila optimalizovat náklady na elektřinu podle svých preferencí. Instalace AMM by měla probíhat mezi roky 2024 a 2027 pro zákazníky s odběrem nad 6 MWh [59].

5.3 Vnitrostátní plán ČR v oblasti energetiky a klimatu

Vnitrostátní plán ČR v oblasti energetiky a klimatu [9] byla Česká republika povinna připravit kvůli nařízení EU o správě energetické a opatření v oblasti klimatu z 24. 12. 2018 [14]. Tento plán pokrývá všech pět hlavních cílů energetické unie a slouží i k informování Evropské komise od jednotlivých ČS. Hlavních pět cílů je snižování emisí a uhlíku, energetická účinnost, energetická bezpečnost, vnitřní trh s energií a pátým je výzkum, inovace a konkurenceschopnost [14]. V této kapitole se budu věnovat především druhému cíli (energetické účinnosti) na území České republiky a budu vycházet z vnitrostátního plánu ČR [9]. Tento plán vychází z ostatních strategických dokumentů v oblasti energetiky a pro účely této práce to je především SEK [7] a NAP EE [8]. Na rozdíl od SEK a NAP EE tento vnitrostátní plán již respektuje směrnici 2018/2002 [2] a to je tím, že se jedná o nejnovější dokument, který vyšel v platnost na začátku roku 2020.

Revidovaná směrnice udává cíl EU v energetické účinnosti do roku 2030 ve výši 32,5 %. ČR tento cíl bere jako „*rámcový cíl nezávazného charakteru, který nezakládá konkrétní a právně vymahatelnou povinnost jak pro ČR, tak i pro další subjekty*“ [9]. Cílem ČR je dosáhnout v roce 2030 konečné spotřeby maximálně 275 TWh a ve spotřebě primární energie nepřekročit hranici 482 TWh. V reakci na [2] se ČR stanovuje vytvoření 23,3 TWh nových úspor energie v období 2021 až 3030, což činí celkem 129,7 TWh kumulovaných úspor energie.

ČR i mezi lety 2021 až 2030 bude pokračovat s alternativním politickým opatřením v plnění [2 čl. 7], tedy vytvoří politická opatření v oblasti zvýšení energetické účinnosti. K tomu využije finanční mechanismy, daňová opatření, regulatorní opatření, behaviorální opatření a dobrovolné dohody (ty se týkají distribučních společností a obchodníků s energiemi). Tato opatření, která ČR provádí a zavede, jsou vypsány v tabulce 5.2. Politická opatření pro roky 2021-2030 budou do konce roku 2020 implementovány a bude proveden přezkum, zda plní stanovený cíl.

Tabulka 5.2 Přehled opatření ČR a jejich úspora pro roky 2021 až 2030 [9]

Opatření	**Typ opatření**	**Nové úspory**	**Kumulované úspory**
Politická opatření 2021-2030		**(GWh)**	**(GWh)**
Operační program Konkurenceschopnost 2021-2027	Finanční mech.	556	3 056
Operační program Životní prostředí 2021-2027	Finanční mech.	556	3 056
Integrovaný regionální operační program 2021-2027	Finanční mech.	111	3 195
Program Nová zelená úsporám/Nástupnický program NZÚ	Finanční mech.	5 278	23 778
Program EFEKT	Finanční mech.	83	4 583
Program PANEL 2013+	Finanční mech.	278	153
Modernizační fond	Finanční mech.	3 417	
Zdanění paliv v domácnostech	Daňové opatření	139	139
Zdanění pohonných hmot	Daňové opatření	5 556	5 556
Zákaz provozování kotlů na pevná paliva 1. a 2. emisní třídy	Regulatorní opatření	2 222	17 778
Podpora Ecodriving	Behaviorální opatření	556	1 667
Politická opatření z 2014-2020 generující nová individuální opatření			
Operační program – Podnikání a Inovace pro Konkurenceschopnost	Finanční mech.	333	3 333
Operační program Životní prostředí 2014-2020	Finanční mech.	14	139
Integrovaný regionální operační program 2014-2020	Finanční mech.	14	139
Program Nová zelená úsporám	Finanční mech.	222	2 222
Dobrovolné schéma v oblasti zvyšování energetické účinnosti	Dobrovolná dohoda	6 445	43 611
Dodatečná opatření			
Dobrovolná dohoda s distributory a prodejci spotřebičů energie	Dobrovolná dohoda	333	1 833
Informační kampaň	Behaviorální opatření	2 778	8 333
Překryvy a odstranění dvojího započítání úspor energie		-3 345	-21 722
Odhadované úspory energie včetně dodatečných opatření		**26 195**	**102 222**

Jelikož se výše úspor může změnit, například z důvodu, že dobrovolné dohody závisí na počtu zapojených subjektů a jejich přístupu, ČR zavádí dodatečná opatření viz. Tabulka 5.3. Tato dodatečná opatření připraví na implementaci pro případ, kdyby politická opatření nebyla dostatečná.

Tabulka 5.3 Dodatečná vznikající opatření [9]

Dodatečná opatření:	
Dobrovolné dohody s významnými spotřebiteli energie	Dobrovolná dohoda
Podpora modální změny ve prospěch veřejné dopravy	Finanční mechanismus
Snižování energetické náročnosti nákladní dopravy	Regulatorní opatření
Podpora náhrady energeticky náročných vozidel (šrotovné)	Finanční mechanismus
Povinnosti spojené s vyplácením kompenzací pro průmysl	Finanční mechanismus
Plán čisté mobility měst	Regulatorní opatření
Systém povinného zvyšování energetické účinnosti	Regulatorní opatření

5.3.1 Opatření v určitých sektorech energetiky

V oblasti renovace obytných domů po roce 2020 Česká republika plánuje zavést finanční podpory renovací budov. Dále chce zlepšit informovanost o vhodných opatřeních ke snížení energetické náročnosti budov, a to pomocí garantovaných poradenství tzv. Energetických konzultačních a informačních střediscích (dále jen EKIS). Tato služba by měla být pro veřejnost zdarma, či za minimální cenu. Také ČR bude pokračovat s podporou využívání metody EPC, a to i ve veřejném sektoru.

Co se týká procesu přenosu elektrické energie, zde ČR spatřuje možnost ke zvýšení energetické účinnosti nahrazením transformátorů o vyšším jednotkovém výkonu a náhradě transformace 220/110 kV transformací 400/110 kV. Také chce dosáhnout snížení ztrát na vedení využitím lan o větším průřezu. Dále je také plánováno využití lan typu 490-AL1/64-ST1A a 434-AL1/56-ST1A místo staršího 350AlFe4, čímž by mělo dojít k poklesu jednotkových činných ztrát při zachování přenosu stejného činného výkonu až o 30 %.

Tabulka 5.4 Vlastnosti vodičů venkovního vedení pro užití v ČR [72], [73]

Vodiče venkovního vedení	Počet drážek	Průměr lana	Průřez lana	Hmotnost na km vedení	DC odpor při 20 °C
Druh lana	Plášť+duše	mm	mm^2	Kg/km	Ω/km
350AlFe4	30+19	26,80	414,5	1 454,6	0,087
434-AL1/56-ST1A	54+7	28,8	490,6	1 652,4	0,0666
490-AL1/64-ST1A	54+7	30,6	553,8	1 865,5	0,059
758-AL1/43-ST1A	72+7	36,5	801,2	2 431,7	0,0384

V tabulce číslo 5.4 jsou vypsaná vybraná lana, která se v ČR používají, plánují nebo by se mohli používat. Z těchto údajů je zřejmé, že pro energetickou účinnost (tedy menší ztráty na vedení) jsou plánované typy lan lepší. Rozdíl mezi současně používaným lanem

350AlFe4 oproti 490-Al1/64-ST1A je lepší o 0,028 Ω/km, což představuje snížení odporu při 20 °C o více jak 33 %. Nevýhodou vedení z 490-Al1/64-ST1A je jeho váha, která je o 411 kg/km větší než u 350AlFe4. Je tedy potřeba počítat s větší váhou vedení a větší ekonomickou náročností, při instalovaní 490-Al1/64-ST1A. Obecně lze tedy říci, že pro správný výběr druhu lana je důležité uvažovat nejen o velikosti DC odporu, ale i o váze a ceně použitého materiálu.

Ze strany distributora je možnost snížení spotřeby elektrické energie značně omezena, ale i zde může docházet ke zlepšení. Distributor může zavést nové technologie a nahrazovat stávající prvky distribuční soustavy za prvky s vyšší účinností. Dalšími možnostmi je zvětšení průřezu distribučního vodiče (v hladině nízkého napětí a vysokého napětí) a zlepšení monitoringu sítě. ČR počítá s tím, že postupným úbytkem využívání uhelných zdrojů bude posilovat využití zemního plynu, či bioplynu. Zde spatřuje ČR potenciál zlepšení energetické účinnosti skrze instalaci účinnějších zařízení, která sníží energetickou náročnost provozování soustavy. I v období 2020-2030 mají kraje a hlavní město Praha povinnost zpracovávat územní energetickou koncepci, tak jak bylo uvedeno v podkapitole 0.

V rámci plnění [1 čl. 7], respektive [2 čl. 7] ČR zavádí investiční a provozní podporu zavádění KVET, investiční podporu na modernizaci přenosové a distribuční sítě, investiční podporu na dobíjecí infrastrukturu pro elektromobilitu a další opatření, která vycházejí ze zákona [5].

5.4 Dosavadní naplňování směrnic o energetické účinnosti

Nejprve je vhodné zmínit se o plnění stanovených na úrovni EU. V roce 2014 po přezkumu Komise bylo zjištěno že EU do roku 2020 dosáhne pouze 18 až 19 % snížení spotřeby energie (cíl 20 %) [15]. Z toho důvodu byla revidována směrnice 2012/27/EU. V roce 2016 publikovala Komise návrh na Čistou energii pro všechny Evropany [3]. Ta určovala nové cíle do roku 2030, tyto cíle byly implementovány do revidované směrnice 2018/2002. Podle posledních údajů z Eurostatu [19] Evropská unie dosáhla stanovených cílů ke snížení primární a konečné spotřeby.

Co se týká stanovených nezávazných cílů ČR (294,4 TWh konečné spotřeby energie a 515,3 TWh spotřeby primární energie), v této části bude vycházeno z poslední vydané zprávy o pokroku v oblasti plnění vnitrostátních cílů [15]. Podle údajů MPO z roku 2021 byla primární spotřeba 466,5 TWh, tedy stanovený cíl byl naplněn na 110 %. Konečná spotřeba byla 293,6 TWh a tedy i u konečné spotřeby byl naplněn cíl. Tyto údaje nemusí být přesné a po započtení všech dat, která v době tvorby zprávy [15] nebyly dostupné mohou být data v řádech maximálně TWh rozdílné. Z kompletních dat z roku 2019 již ČR naplnila cíle pro primární spotřebu energie a velmi těsně naplnila spotřebu konečné energie. Je důležité zmínit, že se jedná o cíl, který si ČR nastavila sama. Pokud srovnáme

procentní pokrok ČR s ostatními státy EU, zjistíme, že pokrok byl podprůměrný mezi roky 1990 a 2019.

Pokud se podíváme na spotřebu v jednotlivých sektorech, v sektoru domácností od roku 2014 docházelo k meziročnímu nárůstu o 1,7 až 3,6 TWh, až v roce 2018 došlo k meziročnímu poklesu o 2,2 TWh na úroveň 83,3 TWh. V sektoru průmyslu dochází k poklesu energetické náročnosti průmyslu na přidanou hodnotu již od roku 2012. V sektoru služeb dochází meziročně k lehkému nárůstu konečné spotřeby. Až v roce 2018 došlo k poklesu tohoto trendu a meziročně došlo ke snížení o 0,56 TWh. Pro rok 2019 hodnota opět vzrostla o 0,5 GJ/zaměstnance.

Naplňování závazného cíle podle směrnice [1 čl. 5] by Česká republika měla dosáhnout 27,42 GWh úspor konečné energie skrze renovaci budov vlastněných a užívaných ústředními institucemi. Tento cíl ČR nejspíše do roku 2020 nenaplní a předpokládá dosažení 27 GWh. Tento cíl je možné podle [1 čl. 5] naplnit i 3 roky zpětně. Lze tedy předpokládat, že tento cíl ČR do konce roku 2022 zvládne splnit.

ČR, dle závazného cíle [1 čl. 7], má stanoven závazek ve výši 56,8 TWh kumulovaných úspor energie do roku 2020. Jedná se o kumulované úspory z každoroční snížení konečné spotřeby energie o 1,5 % nakupované energie pro konečné užití. Z analýz provedených MPO vychází, že v období 2014-2019 bylo dosaženo pouze 27,3 TWh kumulovaných úspor. Zároveň ČR předpokládá, že do roku 2020 zvládla naplnit jen 38,4 TWh kumulovaných úspor, což by odpovídalo pouze 68 %. Lze tedy říct, že Česká republika nebude schopna naplnit cíl [1 čl. 7] do roku 2020. Nedosažení tohoto cíle je způsobeno především pomalým a nedostatečným zaváděním opatření na realizaci úspor v rocích 2014 a 2015. ČR bude hrozit zahájení řízení o porušení smlouvy kvůli nenaplnění závazného cíle [1 čl. 7].

6. MOŽNOSTI ZVÝŠENÍ ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI V PODMÍNKÁCH ČR

Ze zjištění vycházejících z podkapitoly 5.4 Česká republika nenaplnila povinný závazek, který vychází z evropské legislativy [1], [2]. Vzhledem k tomu, že do roku 2030 by měla ČR dosáhnout dalších úspor na konečné i primární energii, budou představeny některé možnosti, jak dosáhnout zvýšení energetické účinnosti, tedy i snížení spotřeby primární a konečné energie. V kontextu vznikajících legislativních balíčků „Fit for 55“ a REPowerEU budou cíle do roku 2030 a i do roku 2050 ještě navýšeny oproti již schváleným cílům v následujících letech.

Následující dvě podkapitoly 6.1 a 6.2 budou zaměřeny na primární spotřebu a konečnou spotřebu. Pokud dojde ke snížení primární spotřeby při zachování například stejného množství vyrobené energie, dojde ke zvýšení energetické účinnosti. Pokud dojde ke snížení konečné spotřeby, při zachování všech potřeb, sníží se i spotřeba primární a tím se také zvýší energetická účinnost. Jako jednoduchý příklad lze uvést výměnu klasických žárovek za LED svítidla, kdy je zajištěna potřeba osvětlení prostoru, ale dojde ke snížení spotřeby konečné energie.

6.1 Z hlediska primární spotřeby

Jednou z hlavních možností, jak ČR může snížit primární spotřebu je větší podíl obnovitelných zdrojů na celkovém mixu. Jak již bylo popsáno v podkapitole 2.2.2, v současnosti se OZE podílejí na výrobě elektrické energie pouze z 12 %. Na oblast energetického mixu ČR vypracoval ČEPS studii [76], která vytvořila dva scénáře možného energetického mixu do roku 2040. Oba scénáře počítají s rostoucí poptávkou po energii a dostavbou dvou bloků v jaderné elektrárně Dukovany, což by znamenalo zvýšení instalovaného výkonu JE z 4 055 MW na 5 195 MW [76]. První z nich je Konzervativní scénář, ten vychází z aktuální strategie a plánů ČR. Progresivní plán už vychází z plánovaných zvýšení cílů EU (jako jsou balíčky „Fit for 55“ a REPower EU).

ČR by k naplnění cílů na podíl OZE v EU, odklonu od uhlí do roku 2038 a zvýšení nezávislosti na Ruském plynu měla zvýšit svou snahu ke zvýšení podílu obnovitelných zdrojů. Pokud by místo Konzervativního plánu ČR postupovala podle Progresivního plánu, který představil ČEPS [76], mělo by dojít k navýšení instalovaného výkonu FV elektráren do konce roku 2030 na 11,4 GW (Konzervativní plán počítá pouze s 8,1 GW). Dále by měla navýšit podíl instalovaného výkonu větrných elektráren, alespoň o 20 % do konce roku 2030. Do roku 2040 by ČR podle progresivního scénáře mohla dosáhnout až 2,5 GW instalovaného výkonu, oproti předpokládanému 1,1 GW. V souvislosti s rozvojem FV a větrných elektráren by také měl vyrůst podíl instalovaného výkonu bateriových akumulací. Zvýšení podílu OZE je v podmínkách ČR možné a v souvislosti se zvyšujícím se podílem osobních automobilů na elektrickou energii by mělo dojít i

k většímu rozvoji OZE v ČR. Ke zvýšení rozvoji OZE v ČR by mělo dojít i kvůli novým balíčkům jako je „Fit for 55“ a vznikajících jako je REPowerEU.

Rozdíl v investiční náročnosti do roku 2030 by u Progresivního scénáře činil 193,5 miliard korun tedy o 31,7 miliardy korun více oproti Konzervativnímu scénáři. Pokud vezmeme v potaz investiční náročnost do roku 2040, ČEPS [76] předpokládá, že by při Progresivním scénáři bylo dosaženo investiční náročnosti na úrovni 615,3 miliard korun, což je o 104 miliardy korun více než při konzervativním scénáři.

Česká republika by měla podporovat zavádění nejlepších dostupných technik (popsaných ve čtvrté kapitole). Zavedení těchto technik může vést ke zvýšení energetické účinnosti v řádu nižších jednotek procent. V tomto ohledu by Česká republika měla finančně podpořit studie vedoucí k rozboru přínosu nejlepších dostupných technik pro elektrárny v ČR. A to po stránce technické, ekologické a ekonomické.

6.1.1 Komunitní energetika

Historicky je energetika České republiky založena na centralizovaném konceptu. Ovšem využití komunitní energetiky by vedlo ke snížení přenosových ztrát, které činí přibližně 20 % celkové vyrobené energie. Komunitní energetika by tedy vedla ke snížení části těchto ztrát, jelikož by nebylo třeba přenášet vyrobenou energii desítky až stovky kilometrů k místu spotřeby. EGÚ Brno vypracovalo v roce 2021 studii na využitelnost komunitní energetiky v ČR [78]. Komunitní energetika lze využít jak pro obce, tak pro bytové domy a průmyslové clustery.

Pro vznik komunitních energetik je třeba legislativně ukotvit tento pojem energetických komunit, a to i z důvodu případných finančních dotací pro výstavbu, které by zvýšily ekonomický potenciál k výstavbě. Komunitní energetika by vedla k rozvoji obnovitelných zdrojů, především fotovoltaiky, ale i například Biomasy a Bioplynu. Další výhodou by bylo možné lokální řízení nabíjení elektromobility, která v budoucích letech bude pravděpodobně stoupat. Komunitní energetika by mohla být využita při výstavbě nových bytových domů, kterých se každý rok staví přibližně 400, v následujících letech bude každoroční výstavba přes 500 bytových domů [78]. V souvislosti s bytovými domy by Česká republika měla zjednodušit administrativu spojenou s instalací fotovoltaických panelů na střechy bytových domů.

6.2 Z hlediska konečné spotřeby

Úspory konečné spotřeby lze dosáhnout ve více odvětvích, pro konečnou spotřebu EU (jak bylo sepsáno v kapitole 2) zavedla povinné snižování pro členské státy. Dosažení těchto úspor se České republice nepodařilo dosáhnout do roku 2020 a do období 2021 až 2030 bude muset dosáhnout dalšího snížení konečné spotřeby. V této podkapitole budou uvedeny některé způsoby, jak by dosažení těchto cílů mohla ČR dosáhnout.

Jednou z oblastí, kde by bylo možné dosáhnutí větších úspor konečné spotřeby je ve stavebnictví. Zateplením a celkovou rekonstrukcí je možné dosáhnout desítky procent

úspor. Ovšem není to jediný způsob, jak snížit spotřebu v budovách, dalšími způsoby jsou způsoby vytápění, automatizované řízení budov, úsporné spotřebiče (ekodesign) a informovanost odběratelů o energeticky úsporném chování.

6.2.1 Budovy

Jedním způsobem, jak by ČR mohla ještě navýšit rekonstrukce budov, zateplení a instalaci tepelných čerpadel by mohla být inspirována z Francie (viz. kapitola 5.1.1). Tedy zavedení bezúročných půjček na renovace bytových jednotek a domů pod podmínkou dosažení určité hranice energetických úspor. Dále možnost využít daňovou slevu na nákup a instalační práce při instalaci fotovoltaických panelů, či tepelných čerpadel a dalších ekologických a energeticky účinných způsobů. Tím je možné přímo a okamžitě „ulevit“ finančně majitelovi objektu, který tuto daňovou slevu využije. S ohledem na vcelku velké zastoupení dálkového vytápění (přibližně polovina domácností) by ČR měla začít podporovat velká průmyslová čerpadla na dodávky tepla, aby dokázala nahradit dodávky tepla po ústupu uhlí. Nemusí to být ale pouze tepelná čerpadla, ale i využití KVET, nebo spaloven odpadu.

Jako motivace pro nízkoenergetickou výstavbu a přestavbu současných budov na nízkoenergetické by mohla být snížení, nebo odpuštění daně z nemovitosti. Tuto slevu na dani, případně odpuštění, by bylo vhodné zavést na 3-5 let po dokončení a jedině za předpokladu, že budova bude splňovat status nízkoenergetické stavby. Tuto formu slevy na dani zavedla například Francie [53].

6.2.2 Audity a dobrovolné dohody

Další snaha České republiky (především ministerstva průmyslu a obchodu a ministerstva financí) by měla být zavedení celospolečenského tématu s ohledem na zvýšení energetické účinnosti. Provést informační kampaň jak pro domácnosti i pro malé a střední podniky. Případné zavedení určitě motivační finanční podpory pro malé a střední podniky na provedení auditů na energetickou účinnost. Ve Finsku je tato podpora například mezi 40-50 % na provedení těchto auditů. Další cestou, jak informovat a přesvědčit domácnosti k renovaci budov a využití tepelných čerpadel by mohlo být vytvoření „katalogu“. V tomto katalogu by byly uvedeny finanční náklady, rozsah oprav, velikost energetických úspor a odhadovaná návratnost dané rekonstrukce.

Česká republika by také měla vytvořit co největší snahu o uzavírání dobrovolných dohod v oblasti energetické účinnosti. Finsku, které schéma dobrovolných dohod zavedlo již před několika lety, se povedlo doposud zapojit desítky až stovky firem a obcí do těchto dohod. Je to jeden z hlavních důvodů úspěchu Finska v naplňování zvyšování energetické účinnosti. ČR schéma dobrovolných dohod zavedla v roce 2021, ale doposud se zapojilo pouze 8 firem [77].

7. ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se věnovala zvýšení energetické účinnosti, což je základní pilíř pro dosažení energetických úspor a klimatické neutrality Evropské unie. Práce obsahuje způsoby dosahování závazných i nezávazných cílů České republiky uvedených ve směrnicích [1], [2] a vyhodnocení naplňování těchto cílů, které je následující – 1) Závazný cíl [1 čl. 5], který se týká renovace budov vlastněných a užívaných ústředními institucemi státu, Česká republika naplní. 2) Závazný cíl [1 čl. 7] týkající se každoročního snížení konečné spotřeby o 1,5 % nakupované energie pro konečné užití ČR nenaplní, do požadované hodnoty kumulovaných úspor do roku 2020 bude chybět 30 % až 35 % úspor. To pro ČR znamená výzvu, mezi lety 2021–2030 by měla každoročně dosahovat dalších 0,8 % těchto úspor.

Pro naplnění těchto cílů ČR zavedla regulační, finanční, daňová a behaviorální opatření, které v této práci byly představeny společně s návrhy, jak zvýšit energetickou účinnost inspirovanými postupy některých členských států nebo nejlepšími dostupnými technologiemi.

Z popsaných způsobů představených členských států by se ČR mohla inspirovat například slevou na dani při rekonstrukcích a instalací energeticky efektivních technologií, finančními příspěvky na provádění energetických auditů, větší zapojení firem do dobrovolných dohod a provedením dalších informačních kampaní na téma energetické účinnosti.

Z hlediska zvýšení efektivity na straně výroby elektrické energie jsou možnosti v podmínkách ČR do určité míry omezeny. Jednou z možností je zaváděním nejlepších dostupných technik, tím je možné dosáhnout pouze nižších procent zvýšení energetické účinnosti. Snížení primární spotřeby by ČR mohla dosáhnout pomocí zvýšení instalovaného výkonu obnovitelných zdrojů. Pro snížení přenosových ztrát je možné instalovat venkovní vodiče o menším DC odporu na kilometr.

Přínosem práce je vytvoření přehledu evropské i české legislativy týkající se zvýšení energetické účinnosti a návrh možných způsobů, jak zvýšit účinnost v podmínkách ČR v kontextu současného plnění cílů EU i ČR a nejlepších dostupných technologií.

Tato práce má několik limitů. Velmi široká mezioborová oblast zaměření energetické účinnosti vedla spíše k obecnému a povrchnímu řešení energetické účinnosti. Další práce, které by zpracovávaly téma energetické účinnosti by se mohly zaměřit na vybrané části oblasti – například energeticky účinného zásobování tepla, vyhodnocení energeticky nejúčinnějších materiálů ve stavebnictví, anebo vyhodnocení zavádění energetické účinnosti z ekonomického hlediska. Dalším limitem práce je zpracování omezeného počtu členských států, v dalších pracích týkajících se tohoto tématu by bylo přínosné jich zpracovat větší počet pro vytvoření komplexnějšího přehledu různých přístupů.

LITERATURA

[1] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2012/27/EU ze dne 25. října 2012 o energetické účinnosti, o změně směrnic 2009/125/ES a 2010/30/EU a o zrušení směrnic 2004/8/ES a 2006/32/ES [online]. In: . Úřední věstník Evropské unie, 2012, 14.listopadu 2012, sv. 55, L 315 ISSN. 1977-0626. Dostupné také z: 10.3000/19770626.L_2012.315.ces

[2] Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/2002 ze dne 11. prosince 2018, kterou se mění směrnice 2012/27/EU o energetické účinnosti [online]. In: . Úřední věstník Evropské unie, 2018, 21. prosince 2018, L 328. Dostupné také z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2002&from=EN

[3] Clean energy for all Europeans [online]. Luxembourg: Publications office of the European Union, c2019 [cit. 2020-11-26]. ISBN 978-92-79-99835-5. Dostupné z: doi:10.2833/9937

[4] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/75/EU. In: . Štrasburk: Evropský parlament a Rada EU, 2010, ročník 2010, L 334.

[5] Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření s energií. In: . 2001, číslo 406.

[6] Pařížská dohoda. In: . V Paříži: Úředního věstník EU, 2016, ročník 2016, L282. Dostupné také z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:22016A1019(01)

[7] 5. Národní akční plán energetické účinnosti ČR. In: . Praha: MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU, 2017, III., číslo 215. Dostupné také z: https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/energeticka-ucinnost/strategicke-dokumenty/2017/11/_17_III_Aktualizace-NAPEE-2016_vlada_final.pdf

[8] Státní energetická koncepce. In: . Praha: MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU, 2014. Dostupné také z: https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/52841/60959/636207/priloha006.pdf

[9] Vnitrostátní plán České republiky v oblasti energetiky a klimatu. In: . Praha: MPO, 2020. Dostupné také z: https://www.mpo.cz/cz/energetika/strategicke-a-koncepcni-dokumenty/vnitrostatni-plan-ceske-republiky-v-oblasti-energetiky-a-klimatu--252016/

[10] APES Energetické služby. APES [online]. Praha: APES [cit. 2021-01-21]. Dostupné z: https://www.apes.cz/energeticke-sluzby.php

[11] Energetické služby se zárukou. MPO [online]. Praha: MPO, 2017 [cit. 2021-01-21]. Dostupné z: https://www.mpo.cz/dokument105425.html

[12] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU ze dne 19. května 2010 o energetické náročnosti budov. In: . Štrasburk: Úřední věstník Evropské unie, 2010. Dostupné také z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A32010L0031

[13] Národní akční plán pro chytré sítě 2019 - 2030. MPO [online]. Praha: MPO [cit. 2021-01-23]. Dostupné z:

https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/strategicke-a-koncepcni-dokumenty/narodni-akcni-plan-pro-chytre-20site/2019/9/Aktualizace_NAP_SG_2019-2030.pdf

[14] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/1999 ze dne 11. prosince 2018 [online]. In: . Úřední věstník Evropské unie, 2018, L 328. Dostupné také z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R1999&from=EN

[15] 9. ZPRÁVA O POKROKU V OBLASTI PLNĚNÍ VNITROSTÁTNÍCH CÍLŮ ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI V ČESKÉ REPUBLICE. *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/energeticka-ucinnost/strategicke-dokumenty/2021/5/9--zprava-o-pokroku-plneni-cilu-energeticke-ucinnosti-v-CR-_2021_-.pdf

[16] ENERGY EFFICIENCY. *European parliament* [online]. listopad 2020 [cit. 2021-01-25]. Dostupné z: https://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/en/FTU_2.4.8.pdf

[17] REUTER, Matthias, Martin K. PATEL a Wolfgang EICHHAMMER. Applying ex-post index decomposition analysis to primary energy consumption for evaluating progress towards European energy efficiency targets. *Energy Efficiency* [online]. 2017, **10**(6), 1381-1400 [cit. 2022-04-04]. ISSN 1570-646X. Dostupné z: doi:10.1007/s12053-017-9527-2

[18] GDP per capita in PPS. *Eurostat* [online]. Lucemburk, 2022, 23.03.2022 [cit. 2022-04-04]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tec00114/default/table?lang=en

[19] Energy efficiency. *Eurostat* [online]. Lucemburk, 21.12.2021 [cit. 2022-04-04]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_ind_eff/default/table?lang=en

[20] Eurostat. *Eurostat* [online]. Lucemburk, 2021 [cit. 2022-04-04]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Energy-savings-2019-EU27_-_update_27-01-2021.xlsx

[21] Energy Union factsheets for EU countries. *European Commission* [online]. Brusel, 2017, 24.11.2017 [cit. 2022-04-04]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/info/publications/energy-union-factsheets-eu-countries_en

[22] BERTOLDI, P., F. DILUISO, L. CASTELLAZZI, N. LABANCA a T SERRENHO. *Energy Consumption and Energy Efficiency Trends in the EU-28 2000-2015* [online]. 2018, 1.2.2018 [cit. 2022-04-04]. ISSN 1831-9424. Dostupné z: doi:10.2760/6684

[23] EU taxonomy for sustainable activities. *European Commission* [online]. Brusel [cit. 2022-04-04]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/banking-and-finance/sustainable-finance/eu-taxonomy-sustainable-activities_en#documents

[24] Emisní obchodování. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha [cit. 2022-04-04]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/legislativa_emisni_obchodovani

[25] Reforma systému EU pro obchodování s emisemi. *European Council* [online]. 2019, 6.12.2019 [cit. 2022-04-04]. Dostupné z: https://www.consilium.europa.eu/cs/policies/climate-change/reform-eu-ets/

[26] *Roční zpráva o provozu elektrizační soustavy ČR 2019* [online]. 2020 [cit. 2022-04-04]. Dostupné z: https://www.eru.cz/documents/10540/5381883/Rocni_zprava_provoz_ES_2019.pdf/debe8a88-e780-4c44-8336-a0b7bbd189bc

[27] Výrobní zdroje. *Skupina Čez* [online]. [cit. 2022-04-04]. Dostupné z: https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobni-zdroje

[28] *Roční zpráva o provozu teplárenských soustav ČR 2019* [online]. 2020 [cit. 2022-04-04]. Dostupné z: https://www.eru.cz/documents/10540/5391332/Rocni_zprava_provoz_TS_2019.pdf/a4d8e72d-4f7b-4d02-b464-201bf1648479

[29] LECOMTE, Thierry, José FERRERÍA DE LA FUENTE, Frederik NEUWAHL, Michele CANOVA, Antoine PINASSEAU, Ivan JANKOV, Thomas ROUDIER a Luis SANCHO. *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Large Combustion Plants* [online]. 2017 [cit. 2022-04-12]. ISSN 1831-9424. Dostupné z: doi:10.2760/949

[30] *SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2010/75/EU: ze dne 24. listopadu 2010 o průmyslových emisích (integrované prevenci a omezování znečištění)*. In: . Úřední věstník Evropské unie, 2010. Dostupné také z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex:32010L0075

[31] *Reference Document on the application of Best Available Techniques to Industrial Cooling Systems* [online]. European commission, 2001 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z:

https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/cvs_bref_1201.pdf
[32] Energy efficiency statistics. *Eurostat* [online]. [cit. 2022-05-14]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_efficiency_statistics#Country_specific_evolution
[33] Gross and net production of electricity and derived heat by type of plant and operator. *Eurostat* [online]. [cit. 2022-05-14]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_IND_PEH__custom_2717260/default/table?lang=en
[34] EU electricity generation by source. *Ember* [online]. [cit. 2022-05-14]. Dostupné z: https://ember-climate.org/data/data-explorer/
[35] DIRECTIVE 2009/125/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 21 October 2009 establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-related products. *EUR-Lex* [online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32009L0125
[36] REGULATION (EU) 2017/1369 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 4 July 2017 setting a framework for energy labelling and repealing Directive 2010/30/EU. *EUR-Lex* [online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32017R1369
[37] Energetický štítek. *Europa.eu* [online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/labels-markings/energy-labels/index_cs.htm
[38] NAŘÍZENÍ KOMISE V PŘENESENÉ PRAVOMOCI (EU) 2019/2015 ze dne 11. března 2019. *Evropská komise* [online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX%3A32019R2015&from=EN&fbclid=IwAR2Rm5S1dfN0xMOTq17boce3jUa9eOEchvRBwyKJeMZ5y39LmbCXHhSOjd8
[39] *Návrh systémového řízení inteligentního domu a jeho zabezpečení*. Brno, 2019. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. Petr Sedlák.
[40] *Building Energy Management Systems (BEMS)*. SAYED, Khairy a Hossam A.GABBAR. Energy Conservation in Residential, Commercial, and Industrial Facilities [online]. Červen 2018. جامعة سابقا االداب كلية ,Sohag: Sohag University Faculty of Engineering, 2018, s. 15-81 [cit. 2020-10-22]. ISBN

9781119422068. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/326083652_Building_Energy_Management_SySyst e_BEMS

[41] NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 813/2013 ze dne 2. srpna 2013, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES, pokud jde o požadavky na ekodesign ohřívačů pro vytápění vnitřních prostorů a kombinovaných ohřívačů. *EUR-lex* [online]. [cit. 2022-05-16]. Dostupné z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R0813

[42] NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2015/1189 ze dne 28. dubna 2015, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES, pokud jde o požadavky na ekodesign kotlů na tuhá paliva. *EUR-lex* [online]. [cit. 2022-05-16]. Dostupné z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=OJ:JOL_2015_193_R_0005

[43] NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2015/1188 ze dne 28. dubna 2015, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES, pokud jde o požadavky na ekodesign lokálních topidel. *EUR-lex* [online]. [cit. 2022-05-16]. Dostupné z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=OJ:JOL_2015_193_R_0004

[44] NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2015/1185 ze dne 24. dubna 2015, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES, pokud jde o požadavky na ekodesign lokálních topidel na tuhá paliva. *EUR-lex* [online]. [cit. 2022-05-16]. Dostupné z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=OJ:JOL_2015_193_R_0001

[45] *Vyhláška č. 452/2017 Sb*. In: . 2017, ročník 2017, číslo 452.

[46] *The Coal Handbook: Towards Cleaner Production: Coal Utilisation: Boiler Efficiency* [online]. [cit. 2022-05-16]. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/boiler-efficiency

[47] Key Facts on Heat Pumps. *European heat pump association* [online]. [cit. 2022-05-16]. Dostupné z: https://www.ehpa.org/technology/key-facts-on-heat-pumps/

[48] NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2016/2281 ze dne 30. listopadu 2016, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES o stanovení rámce pro určení požadavků na ekodesign výrobků spojených se spotřebou energie, pokud jde o požadavky na ekodesign ohřívačů vzduchu, chladicích zařízení, vysokoteplotních procesních chladičů a ventilátorových konvektorů. *EUR-Lex* [online]. [cit. 2022-05-16]. Dostupné

z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R2281&from=HU

[49] ABSON, D. J., J. S. ROTHWELL a B.J. CANE. ADVANCES IN WELDED CREEP RESISTANT 9-12%CR STEELS. *TWI* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: https://www.twi-global.com/technical-knowledge/published-papers/advances-in-welded-creep-resistant-9-12cr-steels-october-2007

[50] YANG, Mei, Yunlong ZHOU, Jinfu YANG, Jiaxin BAO, Di WANG a Qingshan YU. Performance analysis of an efficient waste heat utilization system in an ultra-supercritical coal-fired power plant. In: *Energy Reports* [online]. 2022, s. 5871-5882 [cit. 2022-05-20]. ISSN 2352-4847. Dostupné z: doi: https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.04.044

[51] Jaký je potenciál využití biomasy v Česku a ve světě. *Oenergetice* [online]. [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: https://oenergetice.cz/nazory/jaky-potencial-vyuziti-biomasy-cesku-ve-svete

[52] Využití odpadního tepla parní turbíny pomocí absorpčního tepelného čerpadla v SAKO Brno. *Exergie* [online]. [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: https://www.exergie.cz/_files/ugd/019f02_f7ce1708cad040499c19ea4db2694844.pdf

[53] Report of France: 2017 Update. *European commission* [online]. [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: https://energy.ec.europa.eu/system/files/2017-09/fr_neeap_2017_en_0.pdf

[54] IEA. *France 2021* [online]. Paris, 2021 [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: https://www.iea.org/reports/france-2021

[55] Programmation pluriannuelle de l'énergie. *Gouvernement.fr* [online]. [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: https://www.gouvernement.fr/programmation-pluriannuelle-de-l-energie-quelle-ambition

[56] 9. ZPRÁVA O POKROKU V OBLASTI PLNĚNÍ VNITROSTÁTNÍCH CÍLŮ ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI V ČESKÉ REPUBLICE. *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/energeticka-ucinnost/strategicke-dokumenty/2021/5/9--zprava-o-pokroku-plneni-cilu-energeticke-ucinnosti-v-CR-_2021_-.pdf

[57] *DIRECTIVE (EU) 2019/944 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 5 June 2019 on common rules for the internal market for electricity and amending Directive 2012/27/EU* [online]. [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32019L0944&from=cs

[58] *Vyhláška č. 359/2020 Sb*. In: . Ministerstvo průmyslu a obchod, 2020. Dostupné také z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-359

[59] Nová vyhláška o měření elektřiny č. 359/2020 Sb. *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/strategicke-a-koncepcni-dokumenty/narodni-akcni-plan-pro-chytre-site/2021/1/Prezentace-MPO-vyhlaska-o-mereni-elektriny.pdf

[60] Tepelná čerpadla (energie prostředí). *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/statistika/obnovitelne-zdroje-energie/2021/5/Tepelna-cerpadla-2010-2020-210527.pdf

[61] Energy Policies of IEA Countries: Denmark 2017 Review. *IEA* [online]. [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: https://www.iea.org/reports/energy-policies-of-iea-countries-denmark-2017-review

[62] Denmark's National Energy Efficiency Action Plan (NEEAP). *European commission* [online]. [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: https://energy.ec.europa.eu/system/files/2017-07/dk_neeap_2017_en_0.pdf

[63] Bliv inspireret af hvordan andre har energiforbedret. *Sparenergi* [online]. [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: https://sparenergi.dk/forbruger/vaerktoejer/casebank

[64] Country datasheets: energy statistical country datasheets. *European Commission* [online]. [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/eu-energy-statistical-pocketbook-and-country-datasheets_en

[65] Report from France. *European commission* [online]. [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: https://energy.ec.europa.eu/system/files/2020-08/fr_annual_report_eed_2020_tra_0.pdf

[66] Finland's Integrated Energy and Climate Plan. *Ministry of economic affairs and employment of finland* [online]. [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/fi_final_necp_main_en.pdf

[67] Finland's National Energy Efficiency Action Plan NEEAP-4. *European Commission* [online]. [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: https://energy.ec.europa.eu/system/files/2017-09/fi_neeap_2017_en_0.pdf

[68] Peer-to-peer support and rapid transitions: how Finland found an answer to heating homes. *Nesta* [online]. [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: https://www.nesta.org.uk/feature/stories-change/peer-peer-support-and-rapid-transitions-how-finland-found-answer-heating-homes/

[69] Energy Efficiency Agreements. *Energy effiency* [online]. [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: https://energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/en/agreements/

[70] 2020 EED Annual Report: Report to the European Commission pursuant to Article 24 of the Energy Efficiency Directive (2012/27/EU). *European Commission* [online]. [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: https://energy.ec.europa.eu/system/files/2020-08/fi_annual_report_eed_2020_tra_0.pdf

[71] ENERGY POLICIES OF IEA COUNTRIES: Finland 2018 Review. *: IEA* [online]. [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: https://iea.blob.core.windows.net/assets/ee5f4f0d-cd59-40f9-924e-ef260d248ccc/Energy_Policies_of_IEA_Countries_Finland_2018_Review.pdf

[72] BALÁK, Dušan. *ANALÝZA STATICKÉHO A DYNAMICKÉHO NAMÁHÁNÍ STÁVAJÍCÍ ROZVODNY 110 KV PRO ZVÝŠENÍ ZKRATOVÉ ODOLNOSTI*. Brno, 2016. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Doc. Ing. Jaroslava Orságová, Ph.D.

[73] *Elektroenergetika 2* [online]. [cit. 2022-05-27]. Dostupné z: https://www.powerwiki.cz/attach/EN2/EN2_pr01_parametryRLG.pdf?version=2

[74] REPowerEU: A plan to rapidly reduce dependence on Russian fossil fuels and fast forward the green transition*. *European Commision* [online]. [cit. 2022-05-28]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_22_3131

[75] Balíček „Fit for 55“. *Rada Evropské unie* [online]. [cit. 2022-05-28]. Dostupné z: https://www.consilium.europa.eu/cs/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/?fbclid=IwAR2p4vEuLhWLQ44zfFUXXFrbvyU0S9Ijwa8YZMO24-TqhUIE-Fw8T2S6n1Y

[76] *Hodnocení zdrojové přiměřenosti ES ČR do roku 2040 (MAF CZ)* [online]. In: ČEPS. Praha, 2021 [cit. 2022-05-29]. Dostupné z: https://www.ceps.cz/cs/novinka/ceps-vydava-maf-cz-2021-analyzuje-dopady-ruznych-smeru-vyvoje-energetickeho-mixu-do-roku-2040

[77] Dobrovolné dohody v oblasti energetické účinnosti. *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. [cit. 2022-05-29]. Dostupné z: https://www.mpo.cz/cz/energetika/energeticka-ucinnost/dobrovolne-dohody-v-oblasti-energeticke-ucinnosti--257513/

[78] *Studie potenciálu komunitní energetiky v obcích a bytových domech ČR* [online]. In: HRUBÝ, Matěj, Pavel LIEDERMANN, Michal MACENAUER, Petr MODLITBA, Jan TOUFAR a Jiří WEBER. Brno: EGÚ Brno, 2021 [cit. 2022-05-30]. Dostupné z: https://www.cde-org.cz/media/object/1933/studie_potencialu_komunitni_energetiky.pdf

[79] Heat pumps: ambient heat captured by technology and climate. *Eurostat* [online]. [cit. 2022-05-30]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_IND_AHBTC/default/line?lang=en&category=nrg.nrg_quant.nrg_quanta.nrg_ind.nrg_ind_share

[80] ENERGETICKÉ VYUŽITÍ ODPADU. *Sako* [online]. [cit. 2022-05-31]. Dostupné z: https://www.sako.cz/pro-brnaky/cz/801/energeticke-vyuziti-odpadu/

[81] DVOŘÁČEK, Vladimír. Záměnné světelné zdroje. *Světlo* [online]. 2020, **2020**(1) [cit. 2022-05-31]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz//flipviewer/Svetlo/2020/01/Svetlo_01_2020/index.html#p=12

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratky:

FEKT	Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
VUT	Vysoké učení technické v Brně
EU	Evropská unie
ČS	Členské státy EU
ČR	Česká republika
SEK	Státní energetická koncepce
CNG	Stlačený zemní plyn
EPC	Energy Performance Contracting
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
KVET	Kombinovaná výroba elektřiny a tepla
HDO	Hromadné dálkové ovládání
NAP EE	Národní akční plán energetické účinnosti ČR
EKIS	Energetické konzultační a informační středisko
HDP	Hrubý domácí produkt
PPS	Purchasing power standard (kupní síla)
OZE	Obnovitelné zdroje energie
HAT	Humidified air turbine
BAT	Best Available Techniques
BREF	Reference Document on Best Available Techniques
DC	Direct current (stejnosměrný elektrický proud)
FV	Fotovoltaické

Symboly:

MW	megawatt
TW	Terawatt
Mtoe	množství energie uvolněné spálením jedné tuny ropy
PJ	petajoule
m^2	metr čtverečný
MWt	tepelný megawatt
km	kilometr
V	volt
TWh	Terawatthodina
GWh	Gigawatthodina
Ω/km	Stejnosměrný odpor na kilometr
mm	milimetr
mm^2	milimetr čtverečný
kg/km	kilogram na kilometr