

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecké fakulta

Katedra rozvojových a environmentálních studií



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Olomouc 2022

Tomáš ŠVRČINA

Pasivní a nízkoenergetické bydlení s využitím smart technologií.

Bakalářská práce

Tomáš ŠVRČINA

Vedoucí práce Mgr. Jiří Chovaneček

Olomouc 2022

Mezinárodní rozvojová a environmentální studia

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval/a samostatně s vyznačením všech použitých pramenů a spoluautorství. Souhlasím se zveřejněním bakalářské práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách, ve znění pozdějších předpisů. Byl/a jsem seznámen/a s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona

č. 121/2000 Sb., autorský zákon, ve znění pozdějších předpisů.

V Olomouci dne podpis.....

Chtěl bych poděkovat panu Mgr. Jiřímu Chovanečkovi za odborné vedení práce a cenné rady, které mi pomohly tuto práci zkompletovat.

Anotace

Bakalářská práce se ve své první části zaměřuje na charakteristiku pasivního a nízkoenergetického bydlení, a na technologie, které jsou s tímto typem bydlení využívány. Práce popisuje funkci těchto technologií a jejich vliv na energetiku. Druhá část práce se zaměřuje na energetiku a na programy podporující šetrné energie v rámci bydlení. Konkrétně na energie, které domácnosti v České republice čerpají a z jakých jsou zdrojů. Závěr práce zpracovává dotazníkové šetření ohledně povědomí veřejnosti o technologiích, které jsou v pasivním bydlení využívány.

Klíčová slova

Pasivní bydlení, nízkoenergetické bydlení, smart technologie, energetika.

Anotation

First part of this thesis aims on passive and low energy housing, and technologies which are used in this type of housing. These technologies describes as well as their impact on energy usage. Second part of this work describes energy policy and programs that supports green energy in housing, especially energy that is used in the Czech Republic and which sources they come from. The end of the thesis focuses on questionnaire about awareness of the public about technologies, which are part of these types of housing.

Key words

Passive housing, low energy housing, smart technologies, energy.

Přírodovědecká fakulta

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Tomáš ŠVRČINA
Osobní číslo: R19444
Studijní program: B0588A330001 Mezinárodní rozvojová a environmentální studia
Studijní obor: Mezinárodní rozvojová a environmentální studia
Téma práce: Pasivní a nízkoenergetické bydlení s využitím smart technologií.
Zadávající katedra: Katedra rozvojových a environmentálních studií

Zásady pro vypracování

Práce se zabývá využitím smart technologií v pasivním a nízkoenergetickém bydlení v České republice.

Rozsah pracovní zprávy: 10 – 15 tisíc slov

Rozsah grafických prací: dle potřeby

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam doporučené literatury:

ZPRÁVA O STAVU ENERGETICKY ÚSPORNÉHO STAVEBNICTVÍ A DOPORUČENÍ PRO MONITOROVÁNÍ PLNĚNÍ STRATEGIE RENOVAČE BUDOV | Petr Holub et al. | 2017 | Program EFEKT & Ministerstvo průmyslu a obchodu [online]. Dostupné z: https://www.mpo-efekt.cz/upload/7799f3fd595eeee1fa66875530f33e8a/efekt_7222-publikace-bez-log.pdf
A REVIEW OF TIME USE MODELS OF RESIDENTIAL ELECTRICITY DEMAND | JACOPO TORRITI | 2014 | [online]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032114003591>
PRINCIPY A ŘEŠENÍ UDRŽITELNÉ ARCHITEKTURY | Karolína Barič Msc. et al. | 2020 | Centrum architektury a městského plánování & Česká rada pro šetřivé budovy & Ministerstvo průmyslu a obchodu [online]. Dostupné z: <https://www.czgbc.org/files/2021/03/564e5b0bc7d1c4f0f33cfc4f790cc8e4.pdf> STAVEBNICTVÍ ČSÚ. [online]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/17-stavebnictvi-xcmzav811o>
Nová zelená úsporám | Dotace pro úsporné bydlení. Nová zelená úsporám | Dotace pro úsporné bydlení [online]. Dostupné z: <https://www.novazelenausporam.cz/>

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Jiří Chovaneček

Katedra rozvojových a environmentálních studií

Datum zadání bakalářské práce: 27. dubna 2021

Termín odevzdání bakalářské práce: 22. dubna 2022

LS.

doc. RNDr. Martin Kubala, Ph.D.

děkan

doc. RNDr. Pavel Nováček, CSc.

vedoucí katedry

V Olomouci dne 11. května 2021

Obsah

Seznam grafů, tabulek a obrázků	2
Cíle práce a její metody	4
Úvod	5
1. Nízkoenergetické a pasivní domy	6
1.1 Počátky nízkoenergetických a pasivních domů	6
1.2 Charakteristika nízkoenergetického domu	7
1.3 Charakteristika pasivního domu	8
1.4 Energetické hodnocení budov a normy pasivních domů	11
2. Technologie spojené s nízkoenergetickým, pasivním a nulovým bydlením	12
2.1 Fotovoltaiky	12
2.2 Tepelná čerpadla	14
2.3. Rekuperace	15
2.4 Kogenerační jednotky	17
2.5 Recyklace vody v domácnosti a Hydraloop	18
3. Definice chytrých technologií v domácnostech	19
3.1 Chytrá elektroinstalace a zabezpečení	19
3.3 Chytré stínění a chytré senzory	20
3.4 Komunikace s chytrou domácností	21
4. Využití energií v českých domácnostech	22
4.1 Energie v domácnostech využívána spotřebiči	24
4.1 Porovnání spotřeby energií domácností s vybranými státy střední Evropy	27
5. Energetický mix Evropských států	28
5.1 Obnovitelné zdroje v České republice	29
5.2. Energetické cíle Evropské unie v rámci programu Green Deal	30
5.3. Doprava	30
5.4 Jaderná energie	31
5.5 Kritika programu Green Deal	32
6. Programy na podporu obnovitelných zdrojů	33
6.1 Nová zelená úsporám	34
6.2 Kotlíková dotace	34
7. Dotazníkové šetření	35
Závěr	38
Příloha	40
Seznam použité literatury	42

Seznam grafů, tabulek a obrázků

Graf č. 1 - Energetické štítky vybraných spotřebičů v českých domácnostech

Graf č. 2 - Energie využita na vytápění na jeden byt ve vybraných státech EU v roce 2000 a 2019

Graf č. 3 – Energetický mix Evropské unie v roce 2019

Graf č. 4 – Výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů a odpadů v ČR v roce 2019

Graf č. 5 – Věková struktura respondentů

Graf č. 6 – Výsledky dotazníkového šetření, sada otázek o typech bydlení

Graf č. 7 – Výsledky dotazníkového šetření, sada otázek o chytrých technologiích

Tabulka č. 1 - Prostup tepla podle ČSN 73 0540-2 pro novostavby, nízkoenergetický a pasivní dům

Tabulka č. 2 - Používaná paliva na vytápění v českých domácnostech

Tabulka č. 3 - Vybrané druhy zateplení bytů v roce 2015

Tabulka č. 4 - Používání paliv a energií na ohřev vody v českých domácnostech (v %)

Obrázek č. 1 – Zelená fasáda

Obrázek č. 2 – Zelená střecha

Obrázek č. 3 – Princip funkce fotovoltaického článku

Obrázek č. 4 – Princip rekuperace

Obrázek č. 5 – Příklad energetického štítku spotřebičů

Seznam zkratek

ČSN – Česká stavební norma

EEA – Evropská agentura pro životní prostředí

EEI_{WD} – Index energetické účinnosti

EU – Evropská unie

GJ – Gigajoule (10^9 J)

GWh – Gigawatthodina

K – Kelvin

kW – kilowatt

kWh – Kilowatthodina

kWp – kilowatt-peak¹

kWh/m² – Kilowatthodina na metr čtvereční

MPO – Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky

MŽP – Ministerstvo životního prostředí České republiky

NZEB – Nearly Zero Energy Buildings (budovy s téměř nulovou spotřebou energií)

PENB – Průkaz energetické náročnosti budov

PJ – Petajoule ($=10^{15}$ Joule)

TJ – Terajoule ($=10^{12}$ Joule)

Toe – Tonne of oil equivalent (Tuna ropného ekvivalentu, = 41,87 GJ)

W/m²K – součinitel prostupu tepla

WNA – World Nuclear Association (Světová jaderná asociace)

¹ Kilowatt-peak = míra nominálního výkonu solárního panelu v laboratorních světelných podmínkách

Cíle práce a její metody

Cílem práce je popsat technologie, které se využívají v pasivním a nízkoenergetickém bydlení. Smyslem práce je přehled využití jednotlivých technologií v praxi, jejich vliv na energetiku domácností a popsat princip jejich fungování, a obecně znázornit možnosti, jak s energiemi šetřit a efektivně je využívat. Práce si také dává za cíl popsat současnou energetiku České republiky, a porovnat ji s energetikou vybraných států Evropské unie. Státy byly vybrány na základě podobného historického vývoje a geografické polohy. Jelikož je Evropská unie velký celek, který se skládá z několika států, stává se, že se pohled na jisté zdroje energie a obecně na politiku energetiky může lišit. Pro dosažení cílů práce byly využity metody rešerše v rámci daného tématu, kompilace různých případových studií a vědeckých článků. Limitem práce je nedostatek akademických zdrojů o technologiích, které jsou na poli energetiky poměrně nové, a ne příliš podrobně zpracované. Stejně tak data o energetice se podrobně zpracovávají a hodnotí až s příchodem obavy ohledně klimatické změny, a jednotlivé státy se ke zveřejňování těchto dat staví rozdílně. V rámci práce byla použita i metoda dotazníkového šetření, konkrétně šlo o online dotazník. Primárně za účelem zjištění povědomí a znalostí na poli energetiky. Dotazník si kladl za cíl zjistit, zda široká veřejnost zná moderní technologie a možnosti, jak pro své bydlení získat alespoň částečnou energetickou soběstačnost.

Úvod

Motivací k výběru tématu je primárně jeho aktuálnost. Většina evropských zemí se snaží snižovat produkci emisí a používání neekologických zdrojů energie. Proto se hledají nové zdroje, které nebudou mít dopad na životní prostředí a primárně budou udržitelné. Tento trend se prolíná i do bydlení, které se v tomto ohledu transformuje. Bydlení spotřebovává velkou část energie, a ta může pocházet z neobnovitelných a nešetrných zdrojů. Přitom existují možnosti, jak bydlet s prakticky nulovou zátěží na životní prostředí. Jedním z cílů Zelené dohody pro Evropu jsou nulové emise do roku 2050, což se dotkne i bydlení a tato oblast se bude muset transformovat, a budou se muset začít využívat šetrné (nebo minimálně šetrnější) zdroje energie pro chod domácnosti. Vhodným návrhem domu si tyto zdroje za pomoci technologií, které jsou v práci popsány, může dům vytvořit sám a residenti tak mohou být z části nezávislí na energetických sítích. Aktuálnost tématu podtrhuje současná energetická situace, kdy ceny energie rostou díky nestabilní politické situaci ve východní Evropě, cílům Evropské unie ohledně emisní politiky, ale i otázky bezpečnosti jaderné energie.

Bakalářská práce „Pasivní a nízkoenergetické bydlení s využitím smart technologií“ zpracovává téma bydlení s nízkou energetickou spotřebou. Bydlení s velmi nízkou, nebo nulovou spotřebou energie se neobejde bez technologií, které nízký energetický standart zajišťují. V práci je proto popsána funkce a využití těchto technologií. Druhá část práce, primárně kapitola 6 se zaměřuje na energetiku v rámci bydlení. Popisuje, jaké zdroje energie jsou využívány v domácnostech České republiky a porovnává energetické zdroje v okolních státech Evropy.

Úvod práce popisuje samotné bydlení s nízkou spotřebou energie. Druhy takového bydlení, jejich prvky, vlastnosti a možnosti technologií, které se zde dají využít. Tyto technologie jsou v práci popsány, a to jak jejich princip fungování, tak i vliv na energetiku. V rámci moderního bydlení se často využívá pojem „chytrá domácnost“, která může mít sama osobně vliv nejen na energetiku ale i bezpečnost a pohodlí.

V rámci energetiky práce hodnotí spotřebu energie k jednotlivým účelům v domácnosti. Práce primárně cílí na Českou republiku, kterou porovnává s okolními státy Evropské unie, ke kterým má Česká republika z hlediska historického vývoje a geografické polohy nejbližší. Se členstvím v Evropské unii vznikají i závazky v rámci společné bezemisní politiky, a právě tomuto tématu, jeho úskalím a směřování se věnuje závěr práce.

1. Nízkoenergetické a pasivní domy

V této kapitole jsou rozebrány principy, standardy a historie pasivního a nízkoenergetického bydlení. Budování lidských sídel se vyvíjí po staletí a stále prochází proměnami. Ve středověku se kladl důraz na bezpečí a vhodné umístění v rámci dostupnosti přírodních zdrojů. Dnes se však stavitelství zaměřuje primárně na energetickou náročnost.

1.1 Počátky nízkoenergetických a pasivních domů

První snahy využít přírodní vlivy ve stavebnictví můžeme pozorovat už ve starém Řecku zhruba od 3. století př. n. l. V antickém Řecku stavitelé brali v potaz povětrnostní podmínky při rozhodování umístění domů. Izolace v té době nebyla na takové úrovni jako je dnes, a proto nebylo žádoucí mít dům na rovné planině. A to hlavně z důvodu přímého nárazu větru, před kterým domy nebyly ničím chráněny. Stejně jako povětrnostní podmínky se řešil i dopad slunečního svitu na zdi fasád. Všechny tyto myšlenky se dají považovat za snahu o snížení energetické náročnosti. Stavitelství se po staletí vyvíjelo a stejně tak pohled na využívání energií. Avšak zlom přišel až ve 20. století, kdy ekonomicky nastartovanou Evropu z doby industriální revoluce, zasáhly války, ekonomické krize a s tím spojený nárůst cen (HUMM, 1997).

Ropné krize vedou k vyšší motivaci a ochotě ke snižování energetické náročnosti bydlení a dalších aspektů lidského života. Jomkipurská válka² vedla k rychlému růstu cen ropy na celosvětovém trhu. Rostoucí cena ropy však nejvíce zasáhla Spojené státy americké, které si rychle uvědomily svou závislost na fosilních palivech. Pro USA to byl jasný impuls, a sice hledat úspory ve spotřebě energie. Pro stavebnictví to znamenalo využívání solární energie, jako jsou například sluneční kolektory, prosklené stěny, solární skleníky atp. (Hudec 2011).

Základy moderního nízkoenergetického bydlení položilo Švédsko, které roku 1975 vydalo stavební normu o nízkoenergetických domech, zvanou SBN 75. Tato norma byla postavena na tepelné vodivosti/prostupu tepla³ použitého materiálu při stavbě a izolaci domu. Příklady hodnot požadovaných pro splnění norem v České republice jsou uvedeny v následující Tab. 1. Tuto normu lze považovat za právní počátek nízkoenergetického bydlení, který se začal postupnými kroky šířit do Evropy, respektive do celého světa. Idea nízkoenergetického bydlení a normy pro něj se následně rozšířily po celé Evropě (Lind, 2009).

² Jomkipurská válka byl vojenský střet ve kterém Egypt a Sýrie napadli Izrael v oblasti Suzského průplavu

³ Prostup tepla se vypočítá jako W/m^2K (watt/metr čtvereční x Kelvin). Hodnoty švédské normy SBN 75 byly například 0,3 W/m^2K pro obvodové zdivo, 0,2 W/m^2K pro střechnu a 2,0 W/m^2K pro okna.

Tab. 1 – Prostup tepla podle ČSN 73 0540-2 pro novostavby, nízkoenergetický a pasivní dům

Prostup tepla dle ČSN (W/m²K)	Novostavby	Nízkoenergetický dům	Pasivní dům
Obvodové stěny	0,25	0,19	0,15
Střecha (plochá/do 45°)	0,16	0,12	0,12
Podlaha na terénu	0,3	0,2	0,15
Okna	1,7	0,8	0,8

Zdroj: Hudec (2008), zpracováno autorem

1.2 Charakteristika nízkoenergetického domu

Podle norem ČSN je nízkoenergetický dům takový, který má roční spotřebu vytápění na m² menší než 50 kWh. Pro tento typ bydlení je charakteristická minimalizace úniků tepla a snaha o eliminaci tepelných mostů. Velký důraz se proto při stavbě nízkoenergetického domu klade na vnější zateplení budovy. Okna musí být podle norem minimálně z dvojskel, v běžné praxi se ale používají trojskla, aby se únik tepla dostal na co nejnižší hodnotu. Teplo v těchto domech zajišťují moderní otopné soustavy, které se snaží co nejvíce využít obnovitelné zdroje (Česká agentura pro standardizaci, 2011).

Při stavbě nízkoenergetických domů nejsou důležité jen použité stavební prvky. Velkou roli hraje i jeho umístění z hlediska okolních staveb. Při použití fotovoltaických panelů by budova neměla být zastíněna okolními stavbami, nebo třeba zelení. Panely by tak nemohly svůj potenciál využít na maximum. V úvahu se musí vzít i rozložení místností v rámci objektu. Pokoje s větší prosklenou plochou by měly být orientovány na jih, kde je během dne nejvíce slunečního svitu – ideální pro jídelny, obývací pokoje, nebo třeba pracovnu. Ačkoli je nízkoenergetický dům, vzhledem k potřebné energii pro jeho provoz, stále výhodný, nedosahuje efektivitu jako pasivní. U nízkoenergetického domu jsou stále patrné úniky tepla a hlavní rozdíl spočívá v jeho nesoběstačnosti při výrobě energie (Smola, 2011).

1.3 Charakteristika pasivního domu

Pasivní dům hospodáří s energiemi mnohem efektivněji (zhruba třikrát efektivněji) než dům nízkoenergetický. Při efektivním hospodaření s energiemi a větší ploše fotovoltaických panelů se může stát, že v pasivním domě dojde k ročnímu přebytku energie. Potom už hovoříme o tzv. nulovém nebo plusovém domě (viz Kapitola 1.3.1). Podle normy ČSN by roční spotřeba vytápění na m² neměla přesáhnout 15 kWh (Česká agentura pro standardizaci, 2011). Pro dosažení této hodnoty je důležité dbát na zateplení. Použití oken z trojskel je nezbytným standardem. Při venkovním zateplení se dbá na využití co největších celistvých materiálů, protože i menší mezera mezi zateplením znamená potenciální vznik tepelného mostu, který je nežádoucí. Stejně tak například odpady nebo sklep, jakožto nevytápěné místnosti, představují možný únik tepla, a proto je nutné je kvalitně odizolovat. Odpadní vodu je nejlepší z domu vést sloučeně v jedné sdružené trubce. Se vstupem do sklepa je to složitější. Tepelné oddělení vstupu by bylo velmi nákladné, proto je umístění vstupu do sklepa nejlepší situovat do nevytápěných prostor v domě (například na chodbu), pro minimalizaci úniku tepla a mísení teplého vzduchu se studeným (Pregizer, 2009).

Způsob, kterým se minimalizuje ztráta tepla už při navrhování domu, spočívá ve snižování podílu ochlazovaných ploch⁴ konstrukce vůči objemu, tj. poměr plochy obvodového pláště k obestavěnému prostoru. Čím je tento podíl menší, tím jsou menší i tepelné ztráty. V praxi to tedy znamená, že je výhodnější kompaktní tvar, více pater a lehce zkosená střecha. Rozložení prostorů pasivního domu je podobné jako u domu nízkoenergetického. Na jižní straně by měly být situovány prosklené pokoje, naopak na severní straně například garáž. Stejně pravidlo platí pro oba druhy domů z hlediska stínění. Dům by tak měl být situován v dostatečné vzdálenosti od okolních staveb. Při výběru lokality se dbá i na dostupnost služeb v jeho okolí. Projektanti mohou například hodnotit dojezdovou vzdálenost od stavební parcely k lékařské péči, školám/šolkám, obchodům atd. I to v budoucím užívání hraje zásadní roli při využívání energií domácností (Hudec, 2008).

Zajímavým prvkem nejen pasivního domu může být například tzv. „zelená fasáda“ – fasáda je tak osázena zejména popínavými rostlinami (viz Obr. 1.). Zelená fasáda slouží i jako ochranný prvek zdiva, za předpokladu, že došlo k odborné realizaci této fasády. Další výhodou tohoto prvku je nižší prašnost, zlepšení kvality vzduchu (díky zachytávání částic prachu a produkci kyslíku), prostor pro hmyz a oživení architektury.

⁴ Ochlazované plochy jsou plochy, které jsou v přímém kontaktu s venkovním vzduchem (venkovní fasáda a obvodové zdivo).

Obrázek č. 1 – Zelená fasáda



Zdroj: Svaz zakládání a údržby zeleně, 2019

Moderním prvkem v architektuře je i zelená střecha, zobrazena na Obr. 2. V tomto případě je nutné si dát pozor, aby nikde na střeše nestála voda, která by mohla mít v dlouhodobém měřítku špatný vliv na statiku domu. Použití kvalitní drenáže a vhodného sklonu střechy se tomu dá efektivně předejít, poskytuje podobné výhody jako zelená fasáda – prostor pro život hmyzu (a fauny obecně), kvalitnější vzduch atp. Zelená fasáda i zelená střecha navíc přispívají k zadržení vody v krajině a tím pádem méně vody odečte do kanalizace. Během teplých letních dnů pomáhají ochlazovat dům čímž přispívají k zlepšení mikroklimatu. Zelená střecha navíc dobře izoluje kromě vody i zvuk. Údržba závisí na typu zvolené výsadby, avšak maximálně se jedná o zastříhnutí, nebo doplnění výsadby. Poslední velkou výhodou tohoto typu je prakticky neomezená životnost, čemuž jiné typy krytiny zatím nemůžou konkurovat (Dostalová, 2021).

Obrázek č. 2. – Zelená střecha



Zdroj: Státní fond životního prostředí České republiky, 2015

1.3.1 Nulový a plusový dům

Při stavbě nulového i plusového domu se stejně jako u nízkoenergetického a pasivního dbá na zvolení vhodného místa stavby a její orientaci vzhledem k světovým stranám. Nechybí mu ani velmi kvalitní izolace, která minimalizuje vznik tepelných mostů a prvky pro efektivní větrání bez tepelné ztráty. Rozdíl je v samotné produkci energie. Roční spotřeba pro vytápění nulového domu nesmí přesáhnout 5 kWh/m^2 . Nulový dům si dokáže vyrobit tolik energie, aby pokryl provoz domu. Přičemž využívá technologie, jako jsou fotovoltaické panely nebo třeba tepelná čerpadla. Plusový dům je na tom ještě o něco lépe. Spotřeba tepla pro vytápění je rovna 0 kWh/m^2 a dům si dokáže vyrobit víc energie, než je na jeho provoz potřeba, a to bez produkce emisí. Pro budovy s téměř nulovou spotřebou energie (též označované jako NZEB⁵) byla vytvořena směrnice Evropského parlamentu a Rady Evropy, která standardizuje tento typ staveb. V České republice stavby s téměř nulovou spotřebou energie kontroluje vyhláška zákona č. 406/2000 Sb. o energetické náročnosti budov (Stavebnictví. Úspory energií. Technická zařízení budov., 2022.).

⁵ NZEB = Nearly Zero Energy Buildings (budovy s téměř nulovou spotřebou energie)

1.4 Energetické hodnocení budov a normy pasivních domů

Při hodnocení budov z hlediska energie se hodnotí tepelná ochrana budovy (zateplení, tepelné mosty atd.), energetická bilance systémů technických zařízení budov (vytápění, chlazení, větrání, ohřev a distribuce vody, elektroinstalace atd.). Při hodnocení se bere ohled i na klimatickou oblast, kde se stavba nachází. Po srovnání všech zmíněných technologií a faktorů ovlivňující energetický standart budovy, se následně stavba může zařadit do jedné z kategorií. Kategorie jsou podobné jako u spotřebičů: A, B, C, D, E, F, a G. Přičemž kategorie A je mimořádně úsporná stavba a kategorie G je mimořádně nevhodná. Po tomto zhodnocení a zařazení do kategorie se pro budovu vydává tzv. „Průkaz energetické náročnosti budov“. Využití tohoto průkazu je hned několik. Vyvíjí se od něj rekonstrukce starších staveb, slouží k oceňování nemovitostí vzhledem k potřebným nákladům na provoz nemovitosti, může být nástrojem k rozhodování o výši dotací na rekonstrukci atd. Pro označení budovy energetickým štítkem se využívá metoda podle normy ČSN 73 0540-2. Avšak hodnocení energetického stavu budov je možné i pomocí jiných metod, ty se liší svou přesností a možností dalšího využití v praxi. Jednou z těchto metod je například program BSim. Byl vyvinutý v Dánsku a pomocí počítačového programu hodnotí primárně vnitřní klima domu a spotřebu energie uvnitř budovy. Na hodnocení průmyslových budov se zaměřuje počítačový program Louisa. Tento program hodnotí zejména produkci emisí daného objektu (Hírš, 2005).

Pro naplnění normy pasivního domu v České republice, je nutné nepřesáhnou roční spotřebu energie na vytápění 15 kWh/m^2 , jak bylo zmíněno v kapitole o pasivních domech. Důraz se klade na zateplení a minimalizaci vzniku tepelných mostů. Při výstavbě pasivního domu je nutná kvalitní izolace, aby vzduch (a tím pádem i teplo) neunikal spoji a spárami. Měření efektivity izolace se měří metodou „Blower door“. Během tohoto testu se ke vstupním dveřím dá větrák a zaizoluje se. Pomocí větráku je venkovní vzduch vháněn do domu a pomocí počítače se měří tlak v domě. Hodnota přetlaku pro dosažení normy pasivního domu je 50 pascalů (Stavebnictví. Úspory energií. Technická zařízení budov., 2010). V okolních státech jsou normy v základu stejné. V Německu a Rakousku platí stejné normy pro pasivní dům jako v České republice (tj. roční spotřeba energie na vytápění max. 15 kWh/m^2 a stejná hodnota přetlaku po blower door testu). A stejně jako v České republice se při klasifikaci stavby dbá na geografickou polohu stavby, která ovlivňuje místní klima, a tudíž i nároky na vytápění stavby. Obecně se normy pro pasivní domy v rámci Evropské unie liší různými dodatky, ale v základě jsou stejné (Passive house institute, 2015).

Velká Británie odlišuje od novostavby pasivního domu a rekonstrukce na pasivní dům. U novostavby jsou potřebné hodnoty stejné, jako v České republice. Při rekonstrukci staršího domu stačí splnit roční spotřebu energie na vytápění 25 kWh/m^2 , aby byl dům klasifikován jako pasivní (UK Alternative Energy, 2022).

2. Technologie spojené s nízkoenergetickým, pasivním a nulovým bydlením

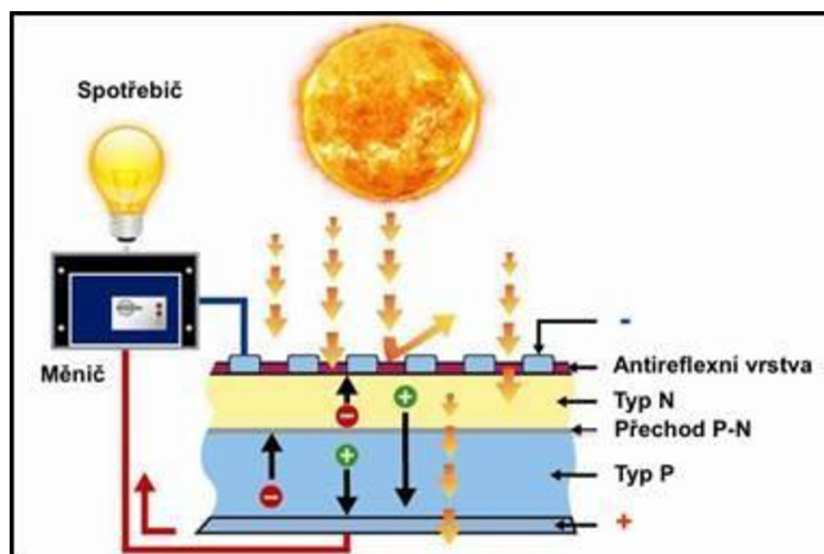
V této kapitole jsou rozebrány technologie, které značně přispívají snižování energetické náročnosti budov a podporují šetrnou energetiku. Zároveň mohou pro majitele znamenat energetickou nezávislost a tím i šetření financí. Tyto technologie se stále inovují a těší se stále větší oblibě, a to nejen díky různým vládním programům, které je podporují, ale i díky snižování finančních prostředků potřebných k provozu domácnosti.

2.1 Fotovoltaiky

První idea využívání sluneční energie vznikla v první polovině 19. století. V roce 1839 francouzský fyzik Alexandre Edmond Becquerel představil možnost využití energie ze slunce solárním článkem. O zefektivnění se pokoušeli vědci z celého světa další desítky let (Kailash, 2021). V dnešní době už jsou elektrárny získávající energii právě z fotovoltaických panelů běžné, stejně tak jsou běžné fotovoltaické panely umístěné na střeše rodinných domů, ale i na stěnách novostaveb.

Rozlišujeme dva základní typy fotovoltaických článků – monokrystalické a polykrystalické. Monokrystalické jsou tvořeny jediným krystalem s pravidelnou krystalickou mřížkou, kdežto polykrystalické jsou tvořeny z mnoha různě orientovaných krystalů. Oba ale fungují na stejném principu, který Bannert (2008) definuje takto: „přeměna dopadajícího záření na elektrickou energii spočívá ve vzájemném působení slunečního záření a hmoty polovodiče, čímž dochází k pohlcování fotonů a uvolňování elektronů. V polovodiči pak vznikají volné elektrické náboje, které jsou už jako elektrická energie odváděny ze solárního článku přes regulátor dobíjení do akumulátoru nebo ke spotřebiči.“ Pro představu může posloužit Obr. 3, kde typ N a typ P značí typ vodivosti (typ N = katoda, typ P = anoda).

Obrázek č. 3 – Princip funkce fotovoltaického článku



Zdroj: estav.cz, 2021

Při pořizování fotovoltaických panelů je důležitá odborná konzultace jejich umístění. Při instalaci fotovoltaických panelů na existující stavbu máme již plochu předem určenou. Nejčastější umístění je na střeše budovy, kde je dopad slunečního záření nejintenzivnější. Maximální efektivita je dosaženo mírným sklonem s orientací na jih. Ovšem využití mají i panely umístěné na stěny domu, ty jsou nejefektivnější v zimě, kdy je slunce nízko nad obzorem. U obou zmíněných možností je nutné dbát na co nejmenší zastínění, které má negativní efekt na funkci fotovoltaických panelů.

Fotovoltaické panely jsou stále inovovány, aby splnily očekávání a požadavky co nejvíce zákazníků. Proto dnes existují možnosti zabudování fotovoltaických panelů přímo do střechy. Ty se tím pádem stanou její součástí a zapadají do konceptu stavby více než, když jsou usazeny nad střechou. Stejně tak dnes existují možnosti, jak osadit fasádu budov, aniž by to mělo negativní vliv na estetiku stavby. Fotovoltaické panely se dají umístit na netradiční místa, jako jsou například parapetní prvky, čela balkonů (zde zároveň plní funkci zastínění), atria atp. Zákazníkům se dá vyhovět i v požadavcích na tvar, nebo barvu panelů. Zde je rozhodující materiál, který se na výrobu použije – variant je opravdu hodně, a i právě proto si fotovoltaické panely našly místo v moderní architektuře (Haselhuhn, 2011). Na většině území České republiky mohou fotovoltaické panely generovat energii zhruba devět měsíců v roce (od začátku března do konce listopadu), avšak efektivita je dána i geografickou polohou a nadmořskou výškou. Sluneční záření dopadající na vodorovnou plochu za rok, na území ČR pohybuje v rozmezí 750 až 1 250 kWh na m². Efektivitu pak lze zvýšit vhodným zvolením úhlu při instalaci fotovoltaických panelů. Rozdíly v efektivním využívání panelů jsou dány i geografickou polohou – čím blíže je panel situován směrem k rovníku, tím je intenzita záření výhodnější. Klimatické podmínky ve většině částí světa nám neumožní energetickou nezávislost pouze s využitím fotovoltaických panelů, a to primárně díky zimnímu období, kdy sluneční záření ztrácí na intenzitě. Po zbytek roku je reálné získat natolik energie pro provoz celé domácnosti bez nutnosti připojení k síti. Problém pak nečinní ani dny, kdy je zataženo, a to díky akumulátorům a bateriím (Brázda, 2007).

Častou otázkou bývá životnost fotovoltaických panelů, hlavně díky poměrně vysoké pořizovací ceně. Pro příklad se dá využít švýcarský výzkumný ústav LEEE-TISO⁶, který se mimo jiné zabývá zkoumáním fotovoltaických panelů. V jednom z jejich výzkumů byly hodnoceny fotovoltaické články po 25 letech jejich využívání. Na některých částech panelů byla znatelná korozie a obecné viditelné znaky stárnutí. Nicméně jejich efektivita se pohybovala okolo 75 % ze svého původního výkonu. Další jejich výzkum hodnotil panely staré zhruba 18 let, ty byly bez viditelných vad a jejich účinnost klesla o pouhých 8 % (Haselhuhn, 2011). Trend solárních panelů v České republice každým rokem roste. Primárně roste poptávka ze strany domácností. V roce 2021 bylo nainstalováno 9 321 nových

⁶ LEEE-TISO je výzkumný ústav ve Švýcarsku

fotovoltaických elektráren, tedy o 3 028 více než v roce 2020. Zvýšená poptávka může být způsobena rostoucími cenami za elektřinu a tím pádem snaha ušetřit. Za loňský rok také bylo proplaceno zhruba 6 500 žádostí o dotace na fotovoltaické panely z programu „Nová zelená úsporám“, který je spravován Ministerstvem životního prostředí České republiky. Naopak poptávka klesla ze strany firem a ekonomických subjektů. Meziročně zhruba o 70 %, oproti roku 2021. V tomto případě může být na vině strach z aktuální situace ohledně pandemie (Solární asociace, 2022). V současnosti přibývá možností čerpání dotací, které jsou směřovány právě na pořízení fotovoltaických panelů, a proto se zájemcům při zažádání o dotaci část ceny vrátí. Například skupina ČEZ (2022) nabízí fotovoltaické panely pro střechy menších objektů s výkonem 3 kWp, bez jakékoli akumulace energie za zhruba 150 000 Kč (ČEZ, 2022). Příklad ceny fotovoltaického panelu s akumulací baterie je uveden v příloze, i s příkladem velikosti domu.

2.2 Tepelná čerpadla

Myšlenka tepelného čerpadla je spojena s anglickým fyzikem Williamem Thomsonem, který jeho princip popsal už v 19. století. První tepelné čerpadlo bylo vyrobeno ve Švýcarsku v roce 1936. Popularitě se této technologii dostalo až po nárůstu cen za energie na přelomu 70. a 80. let. 20. století (Bříza, 2007). Rostoucí trend tepelných čerpadel je patrný i v České republice a vzhledem k vývoji cen energií se dá stále zvyšující se zájem o tuto technologii. Podle šetření ministerstva průmyslu a obchodu České republiky bylo do českých domácností dodáno celkem 18 624 tepelných čerpadel za rok 2018, což je více než dvojnásobný nárůst například oproti roku 2015, kdy jich bylo dodáno „pouze“ 8 874 kusů (MPO, 2021).

Tepelná čerpadla fungují na principu odjímání tepla z okolního prostředí a následné distribuce do domu. Takto získané teplo se primárně využívá na vytápění a ohřev vody. Při tomto procesu není produkován žádný odpad a tepelná čerpadla jsou prakticky bezúdržbová. Existuje víc druhů tepelných čerpadel, zásadním rozdílem je zdroj odjímaného tepla. V České republice je nejčastější typ vzduch/voda, který je využíván v 91 % případů, teplo je v tomto případě odjímano ze vzduchu. Dalším typem je země/voda kdy je teplo odjímano z půdy. Nejméně populárním na území ČR je typ voda/voda, teplo je v tomto případě odjímano z vody (MPO, 2019). Typ čerpadla vzduch/voda odebírá teplo z venkovního vzduchu a převádí jej do otopné vody. Takové čerpadlo se dá nainstalovat prakticky na každou stavbu, nicméně jeho efektivita závisí na venkovní teplotě. Nedoporučuje se proto instalace do horských oblastí, kde se teplota dlouhodobě pohybuje okolo $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pořizovací cena pro rodinný dům se pohybuje v rozmezí 150 tisíc až 300 tisíc Kč (E.ON, 2022). Druhým nejoblíbenějším typem čerpadel na českém trhu je země/voda (tabulka s cenou na konkrétních příkladech domu je uvedena v příloze). V tomto případě odebírá zařízení teplo pod povrchem země. Speciální kapalina se v potrubí vedeném podzemí ohřívá a ve výměníku v domě ohřívá vodu. Tento typ je efektivnější než výše zmíněný

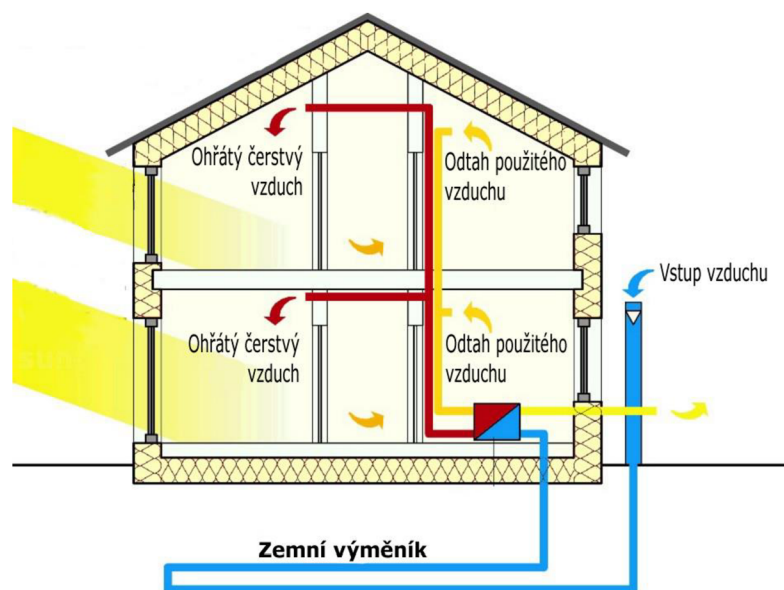
vzduch/voda, hlavně díky tomu, že jeho chod není ovlivněn venkovní teplotou. Na druhou stranu je při instalaci počítat s vyššími náklady, pořízení se neobejde bez vrtu pro zavedení kolektoru tepla. Náklady se v tomto případě pohybují od 200 tisíc do 400 tisíc Kč (E.ON, 2022).

Typ voda/voda získává teplo z vody, v praxi je nejběžnější studna, ve které je zapotřebí vždy dostatek vody. Vzhledem k tomu, že je k provozu zapotřebí vhodná vodní plocha, tak je popularita tohoto typu velmi nízká. Existuje ještě typ vzduch/vzduch, což je defacto klimatizace, která v zimním období může fungovat obráceně jako vytápění. Jedná se o nejlevnější variantu a s pořizovací cenou do 100 tisíc Kč, avšak poslouží pouze k vytápění, nikoli ohřevu vody. Díky mobilním aplikacím může mít tepelné čerpadlo uživatel vždy sebou v podobě mobilní aplikace, která mu dává možnost kontrolovat jeho funkci, ale skrz telefon lze třeba i nastavit chod čerpadla na požadovanou teplotu (Karlík, 2009).

2.3. Rekuperace

Systém rekuperace je efektivní způsob, jak minimalizovat tepelné ztráty domu. Jedná se o systém, který funguje na bázi výměníku tepla. Z odpadního produktu (nejčastěji vzduchu ale i například z vody) se získává energie, která může být znovu využita. V praxi je zatím nejčastější využití energie odpadního vzduchu. Ventilace se v tomto případě skládá ze dvou částí. První část odvádí teplý vzduch z budovy, druhá část přivádí chladnější vzduch do budovy. Obě části ventilace jsou spojeny výměníkem, díky kterému se zvýší teplota vzduchu proudícího do budovy (princip je popsán na obrázku č. 3). Tímto způsobem docílíme výměny vzduchu bez ztráty teploty. Při běžném větrání sice taktéž dosáhneme výměny vzduchu, nicméně současně dochází i k ochlazení místnosti, což je například v zimních měsících nežádoucí. Celý cyklus rekuperace navíc bývá obohacen o filtry proti pylu, prachu nebo bakteriím, čímž se zvyšuje kvalita vzduchu uvnitř objektu. Mimo jiné napomáhá rekuperace proti hromadění vlhkosti a předchází tvorbě plísní. Při výstavbě novostaveb se jedná prakticky o nedílnou součást projektového návrhu, a to jak díky snižování energie potřebné na vytápění, tak díky svým pozitivním dopadům na zdraví rezidentů (O rekuperaci, 2021).

Obrázek č. 4: Princip rekuperace



Zdroj: nazeleno.cz

Na obrázku č. 2 je patrná výměna tepla mezi vstupním vzduchem, zpravidla studeným, a vzduchem, který poputuje z domu (na obrázku označen jako „použitý“). Výměna probíhá v zemním výměníku a výsledný ohřátý čerstvý vzduch je distribuován do potřebných místností, s minimálními ztrátami tepla.

Princip u všech typů zůstává stejný – vstupující vzduch se ohřeje na žádoucí teplotu díky výměníku a vzduch z místnosti je odvětrán. Typy rekuperací se rozlišují podle principu fungování výměníku. Nejběžnějším je tzv. deskový výměník. Sestrojen je z tepelně vodivých desek, ve kterých proudí vzduch – odpadní i nový. Deskový výměník se využívá jen na menší prostory, jelikož jeho efektivita je závislá právě na velikosti větrané místnosti. S rostoucí velikostí místnosti totiž klesá účinnost. Ta se pohybuje okolo 40–80 %. Pro větší zařízení (místnost) se uplatňuje systém tzv. rotačního regeneračního výměníku. Jeho účinnost běžně dosahuje 80 % a dokáže relativně dobře řešit i přenos vlhkosti. Funguje jako pomalu rotující válec vyrobený z vodivého materiálu (hliník apod.). Uvnitř válce se nachází drobné trubice, jimiž vzduch proudí a vyměňuje si teplo. Polovinou válce proudí odváděný vzduch a druhou polovinou přiváděný vzduch, díky rotaci válce se neztrácí vlhkost, ale to už záleží na úpravě válce a uživatelských požadavků (Remark, 2021).

Kromě dvou zmíněných způsobů je možné využít jako výměník i třeba umístění trubky, která vede vzduch do domu, do podzemí. Tento způsob je vyobrazen na Obr. 4. V tomto případě je teplota vzduchu proudícího do domu ovlivněna teplotou okolní zeminy, důležité je aby v zimě nezamrzala a soustava nebyla poškozena. Efektivitu systému rekuperace lze maximalizovat chytrými technologiemi. Senzory snímající například množství oxidu uhličitého ve vzduchu, nebo teplotu a vlhkost vzduchu mohou řídit větrání prakticky bez zásahu uživatele.

2.4 Kogenerační jednotky

Kogenerační jednotku si můžeme představit, jako elektrárnu určenou jednomu konkrétnímu domu, avšak se zásadním rozdílem. V klasických elektrárnách, které vyrábí elektrickou energii spalováním např. uhlí, se odpadní teplo nijak nevyužívá, přitom je produkce tepla nedílnou součástí každé elektrárny.

U kogenerační jednotky je toto odpadní teplo využito, a to primárně za účelem ohřevu vody a vytápění. Z jednoho druhu paliva (nejčastěji zemní plyn) se tak vyrobí jak elektřina, tak teplo. Efektivita výroby energie se tak pohybuje okolo 80 % až 90 %, v závislosti na velikosti a druhu kogenerační jednotky. V praxi navíc funguje i možnost, díky které je možné nadbytečné teplo, nebo elektřinu prodávat dál do okolních budov. Díky tomu se snižují ztráty, které by byly způsobeny distribucí energií na dlouhé vzdálenosti (Stavebnictví. Úspory energií. Technická zařízení budov, 2021; O kogeneraci, 2021).

Jelikož efektivita kogenerační jednotky roste s dobou, po kterou jednotka běží, vyplatí se tak její pořízení pro budovy s velkým odběrem elektřiny i tepla. Navíc jsou pro pořízení kogenerační jednotky potřeba velké vstupní investice (zhruba půl milionu korun). Na území České republiky se kogenerační jednotky nejvíce využívají v nemocnicích, školách nebo třeba v hotelech – všechno jsou to budovy s velkým odběrem energií. V souvislosti s kogenerační jednotkou se můžeme setkat i s tzv. trigenerační. Jedná se o stejný princip, jako u kogenerační jednotky s tím rozdílem, že, kromě výroby elektřiny a tepla se generuje i chlad. (Branč, 2007).

2.5 Recyklace vody v domácnosti a Hydraloop

Mezi náklady na bydlení se kromě elektrické energie a energie potřebné k vytápění řadí i spotřeba vody. Podle Českého statistického úřadu (2019) činila průměrná denní spotřeba vody v České republice v roce 2018 89,2 litrů. Kvůli dlouhodobě rostoucím cenám za pitnou vodu a obecnému nedostatku vody v krajině, se hledají řešení, jak spotřebu vody snížit. Jednou z možností je již zmiňovaná zelená střecha, která podporu zadržování vody v krajině. Avšak zelená střecha bez zadržovací nádrže, pro následné využití dešťové vody, nemá přímý vliv na spotřebu vody v domácnosti. Přímá spotřeba vody v domácnosti se dá snížit nejen změnou návyků, ale i pomocí technologie.

Technologie Hydraloop, taktéž nazývána jako bytová studna, pracuje s šedou vodou⁷. V bytě je umístěno zařízení, které tuto vodu sbírá (z umyvadel, van, dřezů atd.). Hydraloop potom šedou vodu pomocí biologických procesů a UV světla zbavuje virů a bakterií. Kvalita takto očištěné vody je srovnatelná s dešťovou vodou. Očištěná voda se sbírá v zásobníku a dále se využívá například k splachování záchodů, nebo zalévání zahrady. Čímž se již využitá voda znovu použije a výrazně se tak snižuje spotřeba vody. Společnost Hydraloop se sídlem v Nizozemsku produkt uvedla na trh poprvé v roce 2017. Podle oficiálních stránek zařízení dokáže recyklovat až 85 % vody využitě v domácnosti a ročně dokáže čtyřčlenné rodině ušetřit okolo 75 000 litrů vody. Tuto technologii je možnost obohatit o nádrže navíc, kde se voda uchovává po delší dobu (například pro potřeby zalévání zahrady). Uživatel má navíc možnost sledovat aktivitu a množství už recyklované vody pomocí mobilní aplikace. Zařízení Hydraloop je automatické a taktéž je samočisticí. Jeho cena začíná na 90 000 Kč, avšak zájemci musí počítat i s připojením zařízení ke zdroji vody, tj. umyvadla, dřezy, vany atd. (Hydraloop, 2022).

⁷ Šedá voda je již využitá odpadní voda, neobsahující fekálie a moč

3. Definice chytrých technologií v domácnostech

Richard Harper (2003) ve své knize *Inside the Smart Home* definuje chytré technologie v domácnostech jako „*jakoukoli věc, nebo součást vybavení domu, která ulehčuje uživatelské rozhraní domu, zvyšuje komfort bydlení a je připojena k síti.*“ Představit si tak můžeme širokou škálu věcí, od chytrých kamer, které vám dají vědět o pohybu v domě, přes okna, která se sama zavřou při dopadu kapky, až po vytápění, které se reguluje v závislosti na přítomnosti osob v domě. V této kapitole jsou charakterizovány chytré technologie, které jsou využívány v nízkoenergetickém, pasivním a nulovém bydlení. Tyto technologie byly vybrány na základě jejich kladného vlivu na energetiku bydlení.

3.1 Chytrá elektroinstalace a zabezpečení

Při stavbě domu v dnešní době je široká škála možností, jak využít moderní technologie k zvýšení komfortu bydlení a zároveň tím ušetřit výdaje za energie. Rostoucí trend chytrých prvků v bydlení se dotýká stále více odvětví. Výše zmíněné technologie jdou ruku v ruce s chytrými technologiemi a přispívají výrazně ke snižování energetické náročnosti budov. Bez mnohých těchto technologií by se jak nízkoenergetické, tak pasivní domy nedostaly do vyžadovaných daných standardů. Stále ale přibývají chytré technologie hlavně z důvodu maximalizace pohodlí a jednoduššímu uživatelskému zacházení. Avšak i takové technologie mohou mít dopad na energetiku. Chytré technologie nemusí být situovány vždy v domě. Nainstalovat se dá například na zahradu chytré zavlažování. To uživateli usnadní starost s pravidelným zaléváním, ale může to ušetřit i celkové množství použité vody. V mobilní aplikaci se dá regulovat a přímo nastavit jak čas, tak množství vody. Propojením zavlažovacího systému s aplikací na předpověď počasí, může systém sám regulovat množství závlahy, nebo závlahu úplně vypnout. V deštivém počasí tak nedojde k zbytečnému plýtvání vodou. Na zahradu se dá nainstalovat i chytré osvětlení se senzory pohybu, které se taktéž budou dít dálkově regulovat. V případě vyhřívaného bazénu si resident může nastavit čas ve kterém se bazén vyhřívá, aby vytápění neběželo zbytečně delší dobu, než je nezbytné. Stejně tak se dá nastavit automatické zastřešení bazénu, v případě nepříznivého počasí, senzory rozpoznají dopadající kapky a bazén se automaticky zastřeší. Tím se šetří, jak energie na vytápění, tak kvalita vody. Další možností, jak šetřit vodu jsou chytré květináče. Princip je podobný jako u zavlažování, uživatel nastaví druh pěstované plodiny a květináč sám dává vodu podle potřeby. Chytré květináče pro vnitřní použití jsou vybaveny LED lampou, která květinám zajistí dostatek světla. Chytré technologie se pomalu stávají součástí skoro do všech elektrospotřebičů. Uživatel si může pořídit chytrou saunu, kterou si dálkově zapne před cestou z práce a po návratu domů je již nahřátá a připravena k použití. Běžné jsou i audiosystémy v domě, které uživateli poskytnou poslech oblíbené muziky při ranním probouzení, nebo audiosystém upozorní na otevřený vjezd do garáže, oznámí dokončení pracího programu pračky atd.

Tyto technologie sice nemají přímý vliv na energetiku domu, ale zvyšují pohodlí a zjednodušují uživatelské rozhraní (Strangers 2016; Ford et al, 2017).

Senzory pohybu v domě umožní reakce osvětlení na pohyb a automaticky se zapnou. Je možné nastavení intenzity světla v závislosti na fázi dne apod. Osvětlení je možné většinou ovládat dálkově přes mobilní aplikaci. Běžně je se v praxi instalováno „centrální“ ovládání, které je umístěno v místnosti, kde se tráví nejvíce času. To dává uživateli možnost z obývací místnosti zhasnout světlo v jiné místnosti například na chodbě nebo v kuchyni (Ford et al, 2017).

Hlásič požáru nebo třeba kamera před vchodem je dnes poměrně běžná. Chytrá domácnost poskytuje ale mnohem více možností, jak chránit svůj majetek. Při odchodu z domu lze centrálním ovladačem dát domu signál že odjíždíte, a centrální řízení domu například deaktivuje zásuvky, do kterých jsou zapojeny spotřebiče, které nejsou v provozu. V případě nepřítomnosti uživatele dům pomocí senzorů snímá pohyb, ale třeba i změnu polohy oken, což slouží jako ochrana proti možnému vniknutí. O všem je uživatel informován v mobilní aplikaci, a dům při vloupání dokáže sám zavolat pomoc. U střešních oken je například nainstalování detekce tlaku na sklo, a dům tak sám rozpozná déšť a může reagovat – přivřením oken, úplným zavřením nebo upozorněním uživatele, což ovšem závisí na nastavení (Karnouskos, 2013).

3.3 Chytré stínění a chytré senzory

I například zastínění může ušetřit výdaje za energie (ve formě vytápění, i osvětlení). Žaluzie i rolety vytváří poměrně efektivní izolaci tepla. V létě díky stínění udržují teplotu v domácnosti nižší, než je teplota venkovní. Naopak v zimním období brání ztrátě tepla z domu.

Při využití chytrého zastínění se o chod rolet či žaluzií postará samotný systém řízení domu, tj. centrální jednotka. Ve spolupráci s termostatem reguluje náklon, aby byla v domě požadovaná teplota, čímž šetří náklady na vytápění i bez zásahu uživatele. Zastínění dokáže samo bránit jeho poškození, při vysoké rychlosti větru se zastínění dá do takové polohy, aby bylo co nejméně zranitelné. Při námraze je chod minimalizován, aby se zařízení nepoškodilo.

Díky různým senzorům umístěným v domě, dostává uživatel informace například o vlhkosti, vnitřní i vnější teplotě, o počasí atp. Ideální předdefinovanou teplotu může autonomně regulovat chytrý termostat. Spolupracuje přitom se senzory pohybu – když zaznamená pohyb určité místnosti, zareaguje zvýšením teploty v daném místě. Na základě algoritmů dokáže předvídat rutinu uživatele, např. návrat ze zaměstnání nebo naopak odchod. Díky tomu dokáže teplotu efektivně regulovat a uživateli tak ušetřit náklady spojené s vytápěním domu. Což se dá považovat za režim „pracovního týdne“. Dalším režimem může být „režim víkend“. V tomto případě může být definováno do systému intenzivnější celodenní vytápění společenských prostor, kde tráví uživatel primárně o víkendu více času. (Lo, 2019).

3.4 Komunikace s chytrou domácností

Většina výrobců chytrých technologií spolu s produkty zároveň vyvíjí mobilní aplikace pro jejich pohodlné ovládání. Zkontrolovat si svou domácnost pak prakticky můžete kdykoli a kdekoli. To je velká výhoda například při kontrole bezpečnostního zařízení domu (zabezpečení dveří a garážových vrat, kamerového systému atp.). Stejně tak aplikace zprostředkovává kompletní přehled o využívání energií, a to i v dlouhodobém měřítku. Využívání mobilní aplikace v domě odpadá, pokud je nainstalována audio technika, která umožní ovládání hlasem (rozsvěcení světel, zapnutí hudby nebo klimatizace). Vzhledem k tomu že si pomocí aplikace uživatel dokáže nastavit teplotu místností, intenzitu osvětlení atd., není proto potřeba mít na zdech v domácnosti termostat a větší množství vypínačů (Karnouskos, 2013).

Uživatel si může předdefinovat různé režimy, podle kterých se dům chová (například režim „dovolená“, kdy je uživatel dlouhodobě pryč. V tomto režimu je v domě ztlumeno vytápění na minimum, deaktivuje zásuvky a primárně se soustředí na zabezpečení – kamery, senzory pohybu atd. Dům může simulovat vaši přítomnost pomocí ovládání světel nebo rolet. Režim se dá nastavit i tak, že bude reagovat na stav energie, kterou má dům k dispozici. Pokud energie není dostatek, omezí se postradatelné funkce domu, čímž se sníží nároky na energii (Rokach, 2012).

4. Využití energií v českých domácnostech

Z šetření Energo 2015, které bylo provedeno Českým statistickým úřadem vyplývá, že 67,1 % energií spotřebují české domácnosti na vytápění. Zbytek (32,9 %) energií je pak spotřebována na vaření, ohřev vody, osvětlení, spotřebiče atp. A ačkoli existuje dostatek šetrných zdrojů pro vytápění (viz. Předěšlá kapitola č. 2), stále velké procento českých domácností využívá k vytápění tuhá paliva nebo plyn. Popularitě se těší i obnovitelné zdroje energie, ty využívá 36 % domácností, navzdory tomu převládají nešetrná paliva. Zemní plyn k vytápění využívá zhruba 27 % domácností a tuhá paliva bezmála 20 % domácností, část domácností využívá k vytápění tzv. nakupované teplo čímž se rozumí teplo dálkově vedené např. z kotelen, konkrétní hodnoty jsou uvedeny v Tab. 2.

Tab. 2 – Používaná paliva na vytápění v českých domácnostech

Zdroj: ČSÚ, Šetření Energo, 2015, zpracováno autorem

Používaná paliva na vytápění	Podíl (%)
Obnovitelné zdroje	36
Zemní plyn	26,9
Tuhá paliva	19,2
Nakupované teplo ⁸	13,4
Elektřina	3,8
Ostatní	0,7

Na vytápění českých bytů se tak ročně spotřebuje 157,6 PJ⁹. Celkový počet obydlených bytů v České republice k roku 2015, kdy probíhalo šetření, bylo 4 304 173. Roční spotřebu na vytápění ovlivňuje nejen druh paliva, ale i zateplení bytu. Byty bez zateplení v roce 2015 tvořilo 18,8 %, přičemž důkladným zateplením se dá předejít tepelným ztrátám a tím i nižším množstvím energie potřebné na vytápění. Jednotlivé typy zateplení bytů k roku 2015 je detailně rozebráno v tabulce č. 3. Tabulka zobrazuje vybrané druhy zateplení pro celkový počet obydlených bytů 4 304 173 (ČSÚ, 2015).

⁸ Nakupované teplo je dodávané teplo z centrálního zásobování (např. blokové nebo domovní kotelny)

⁹ PJ = pentajoule = 10¹⁵ J

Tab. 3 – Vybrané druhy zateplení bytů v roce 2015

Druh zateplení	Počet celkem	Podíl (%)
Zateplení stěn	2 024 443	47,0
Zateplení střechy	1 447 098	33,6
Tepelně izolační okna	3 245 828	75,4
Bez zateplení	810 967	18,8

Zdroj: ČSÚ, Šetření Energo, 2015, zpracováno autorem

Nejvíce energie se po vytápění spotřebuje na ohřev vody. Na ohřev vody se spotřebuje ročně 50 822 TJ¹⁰, což tvoří 17,4 % spotřeby energie v domácnostech. Stejně jako u spotřeby pro vytápění má i v tomto případě největší zastoupení zemní plyn a elektřina. Detailní porovnání těchto dvou zdrojů energie je v tabulce č. 4. Porovnání se zaměřuje i na rozdíly rodinných a bytových domů (ČSÚ, 2015).

Tab. 4 – Používání paliv a energií na ohřev vody v českých domácnostech (v %)

Druh bytu	Elektřina	Zemní plyn	Nakupované teplo	Ostatní
Rodinné domy	60,5	39,6	0,4	23,5
Bytové domy	15,2	18,7	67,1	10,6

Zdroj: ČSÚ, Šetření Energo, 2015, zpracováno autorem

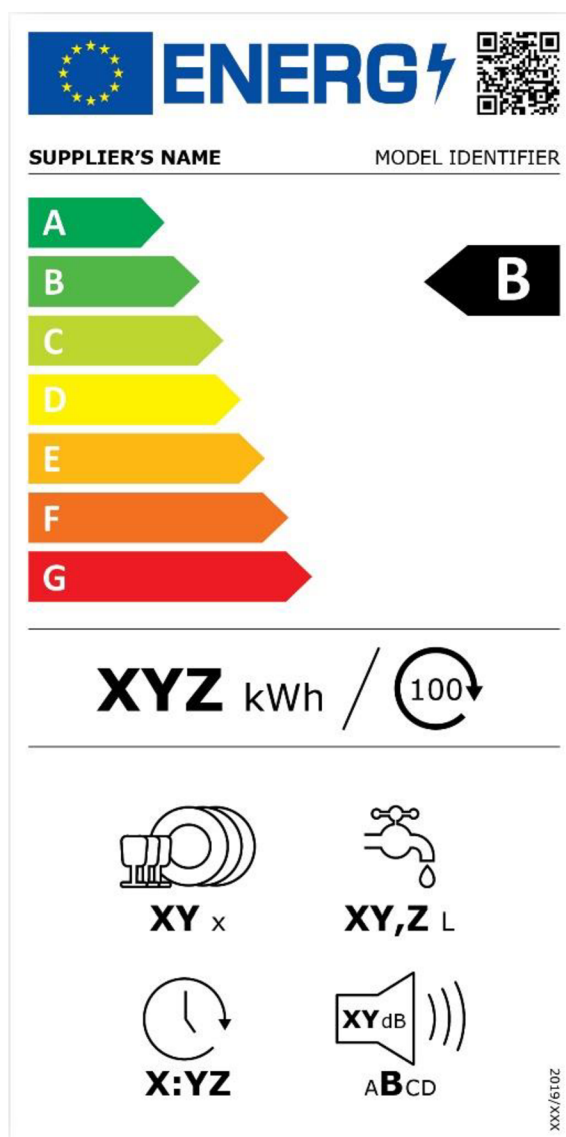
V tabulce č. 4 je patrná dominance elektřiny a zemního plynu. Těmito zdroji ohřívá vodu většina rodinných domů. Dominantním zdrojem energie bytových domů je nakupované teplo, tj. teplo vedené například z lokální kotelny (teplo/teplá voda není vyráběna přímo v bytovém domě). Kategorii ostatní tvoří primárně tuhá paliva a obnovitelné zdroje, které primárně slouží jako druhý zdroj. Pětina všech domácností využívá na ohřev vody dva, nebo více zdrojů paliva/energie. Fenomén více zdrojů energie je patrný i u vytápění. Dva nebo více zdrojů pro vytápění využívá 45,1 % všech domácností. Podobný počet domácností (40,5 %) využívá více zdrojů i pro vaření. Nejčastější kombinace jsou tuhá paliva společně s obnovitelnými zdroji. K tomu se do kombinace přidává elektřina nebo zemní plyn.

¹⁰ TJ = terajoule = 10¹² J

4.1 Energie v domácnostech využívána spotřebiči

Hodnoty uvedeny pro spotřebu energie elektrických spotřebičů v domácnostech se v různých šetřeních liší. Například ČSÚ (2015) uvádí zhruba 7,2 %, skupina ČEZ zhruba 8,0 %. Roli ve výkonu a spotřebě spotřebičů hraje energetický štítek, který má ze zákona každý spotřebič. Štítky na spotřebičích hodnotí efektivitu elektrospotřebičů vzhledem k potřebě energie k výkonu své funkce. Značí se písmeny A, B, C, D, E, F a G (viz. Obr. 5). Přičemž spotřebič označený písmenem G je nejméně efektivní a energeticky náročný na provoz, a naopak spotřebič označený písmenem A je velmi efektivní a energeticky nejméně náročný. Spotřebiče označené štítkem A se dále dělí do kategorií A+, A++ a A+++. V tomto případě je štítek s označením A+++ nejefektivnější. Označení energetickým štítkem je dáno ze zákona a jeho nejaktuálnější znění je dáno vyhláškou č. 319/2019 Sb., s názvem: „o energetickém štítkování a ekodesignu výrobků spojených se spotřebou energie“. Jednotná pravidla pro štítkování jsou dána v celé Evropské unii, a byla stanovena nařízením Evropského parlamentu v roce 2017. Štítky mají poskytovat užitečné informace pro konečné spotřebitele a pomáhat jim nakupovat energeticky méně náročné spotřebiče a tím snižovat náklady na jejich provoz (MPO, 2021).

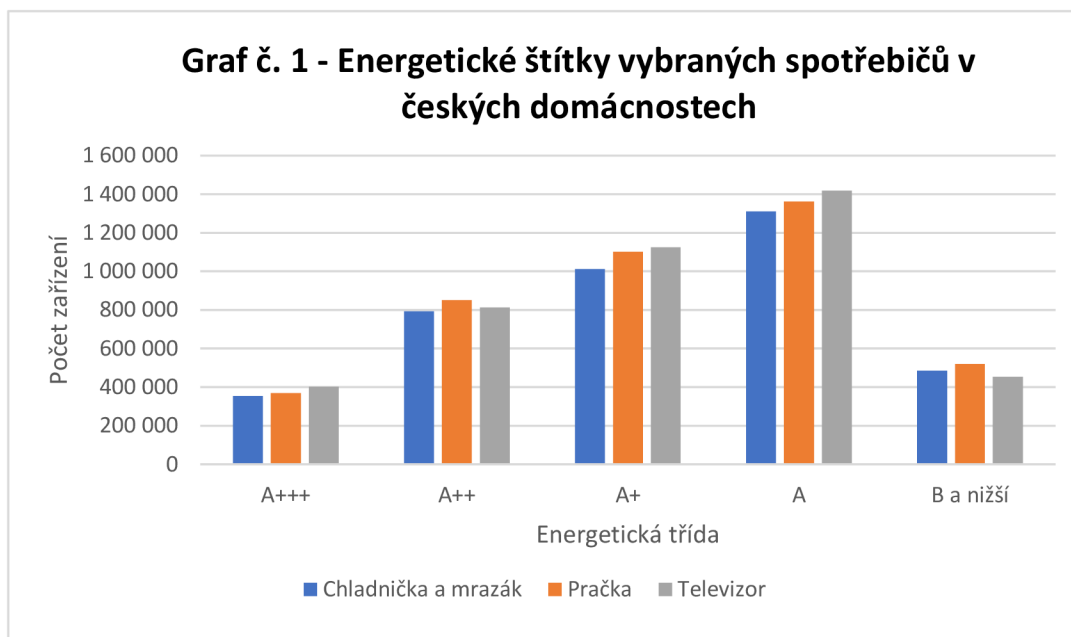
Obrázek č. 5 – Příklad Energetického štítku spotřebičů



Zdroj: Evropská komise

Na energetickém štítku, mimo kategorií energetické náročnosti, jsou uvedeny i doplňující informace, jako je například hlučnost, spotřeba vody na určitý počet cyklů, v případě ledniček například objem chladícího prostoru atp.

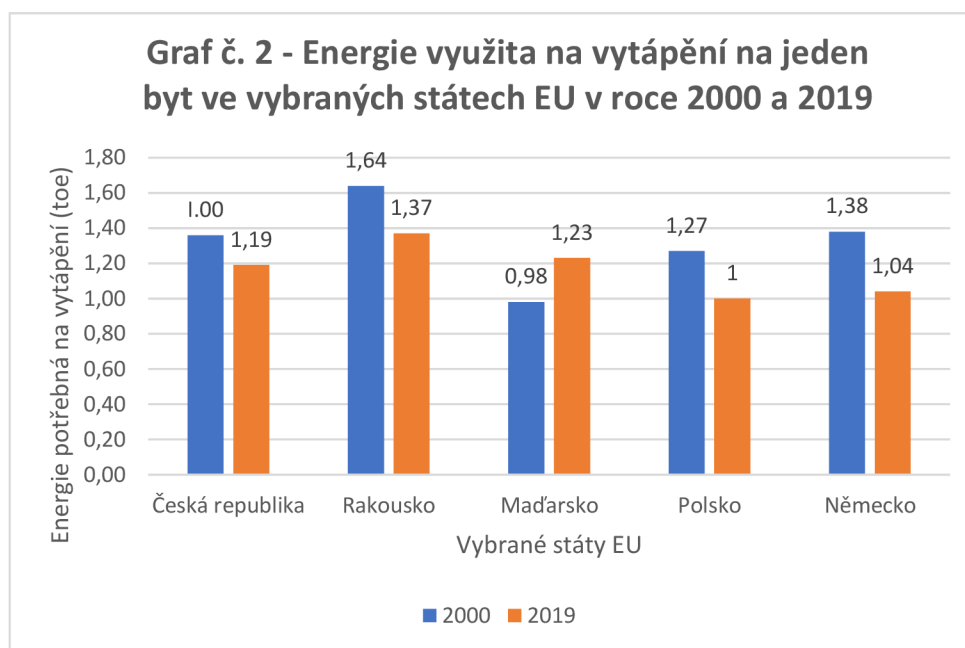
Následující graf č.1 ukazuje energetické štítky vybraných spotřebičů v českých domácnostech. Konkrétně pračku, televizor a chladničku s mrazákem, jelikož se jedná a spotřebiče které vlastní více než 90 % domácností (ČSÚ, 2015). Graf ukazuje poměrně velkou popularitu spotřebičů s energetickým štítkem označeným A, A+, A++ a to u všech vybraných spotřebičů. Naopak výrazně menší oblibě u spotřebitelů se těší spotřebiče s označením energetického štítku B a horší. Stejně tak je tomu u spotřebičů s označením A+++, u kterých bývá zpravidla vyšší pořizovací cena a nižší dostupnost na trhu. Princip energetických štítku kalkuluje s indexem energetické účinnosti (E_{WD}), čím je hodnota nižší tím je její označení lepší. Princip energetických štítku kalkuluje s indexem energetické účinnosti (E_{WD}), čím je hodnota nižší tím je její označení lepší. Na příklad pro pračku se hodnota vypočítá jako: $E_{WD} = (E_{WD}/SCE_{WD}) \times 100$, kdy E_{WD} je vážená spotřeba energie úplného cyklu (v našem případě pračky) a SCE_{WD} je standartní spotřeba energie úplného cyklu (MPO, 2021).



Zdroj: ČSÚ, 2015, zpracováno autorem

4.1 Porovnání spotřeby energií domácností s vybranými státy střední Evropy

V různých částech zemí Evropské unie jsou i různé nároky na vytápění domácností. Hlavním faktorem jsou geografické podmínky. Například podnebí Portugalska nebo Španělska umožňuje místním vytápět kratší část roku než například severským zemím Evropské unie. Dalším faktorem ovlivňující spotřebu na vytápění domácností je i životní úroveň v daných státech. Od toho se odvíjí velikost a počet bytů, čímž roste, nebo naopak klesá i vytápěná plocha bytů. Životní úroveň má vliv i na kvalitu zateplení a technologií, kterými se vytápí. Kvalitní zateplení znamená menší ztráty tepla a tím méně spotřebované energie na vytápění. A efektivní technologie znamenají více vyprodukované energie, s menšími ztrátami a menšími emisemi. Na následujícím grafu č. 2, je znázorněna spotřeba tepla na byt ve vybraných zemích EU a České republiky, a to za rok 2000 a 2019. Hodnoty jsou uvedeny v jednotce výhřevnosti toe¹¹.



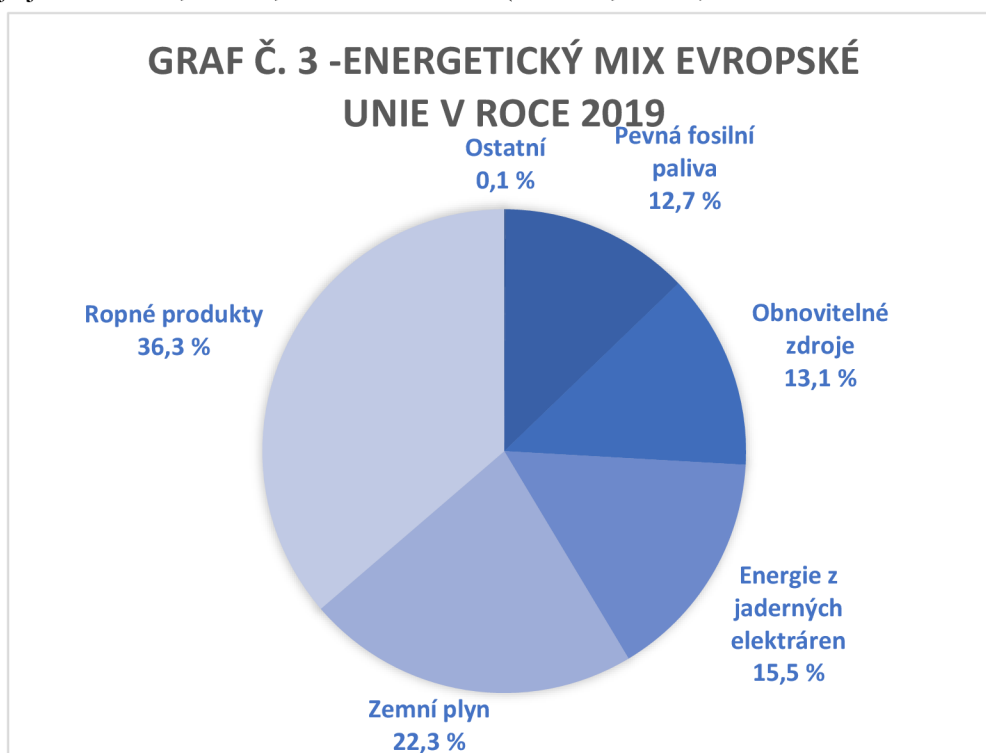
Zdroj: Odyssee, 2021, zpracováno autorem

¹¹ 1 Toe (ton of oil equivalent) = 11,63 MWh

5. Energetický mix Evropských států

Energetický mix Evropské unie je poměrně různorodý. Ačkoli plány Evropské unie směřují k razantnímu omezení využívání fosilních paliv, jejich zastoupení v energetickém mixu je stále významné (viz. Graf č. 3 - energetického mixu Evropské unie). Mezi státy v rámci Evropské unie s největší spotřebou uhlí patří i Česká republika. V roce 2020 se zařadila na třetí místo ve spotřebě uhlí. První místo zaujalo Německo a druhou Polsko (mezi největší spotřebitele uhlí v rámci celé Evropy se kromě třech zmíněných zemí řadí Turecko a Ukrajina). Naopak v ohledu spotřeby zemního plynu se Česká republika řadí na nižší příčky. Konkrétně je v rámci Evropské unie jedenáctá. Nejvíce zemního plynu v Evropské unii spotřebuje Německo společně s Itálií a Francií. Tyto neekologické zdroje energie by do budoucna měly nahradit obnovitelné zdroje energie, nebo jádro, o jehož „čistotě“ se napříč zemí Evropské unie hojně diskutuje a spekuluje. Nahrazení fosilních paliv a zemního plynu za zdroje obnovitelné by navíc přispělo energetické soběstačnosti. Evropská unie totiž v roce 2020 dokázala vyprodukovat jen 39 % z celkové spotřeby. Zbýlých 61 % tvořil import a importují se právě zdroje energie, které nejsou šetrné vzhledem k životnímu prostředí (Eurostat, 2022a).

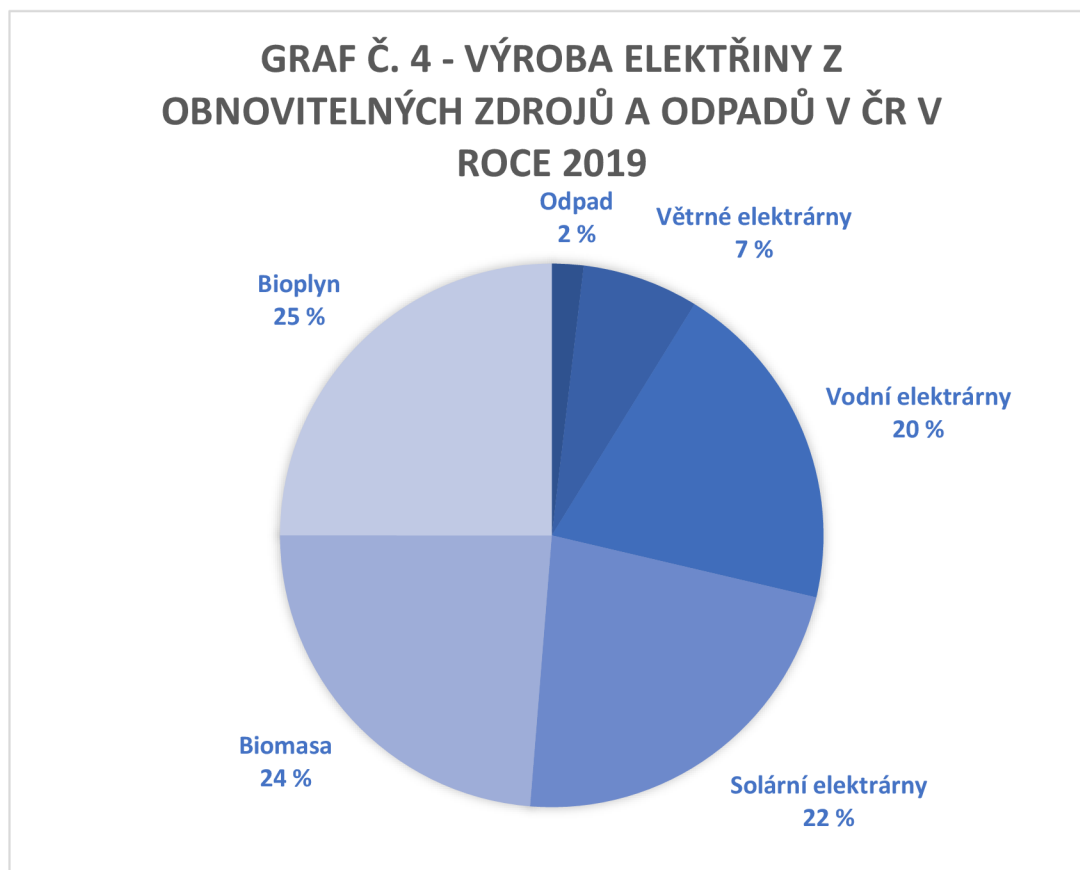
Co se týká obnovitelných zdrojů energie jsou na tom obecně nejlépe severské země. S velkým náskokem před ostatními zeměmi je Švédsko. Vodní a jaderné elektrárny se ve Švédsku ročně podílí na zhruba 45 % veškeré energetické produkci. Na vzestupu jsou zde i biopaliva, která se ročně podílí na zhruba 7,5 % energetické produkce (Wang, 2006). Hranici 30 % energie získané z obnovitelných zdrojů překračuje ještě Dánsko, Finsko, Litva a Rakousko (Eurostat, 2022b).



Zdroj: Eurostat, 2022b, zpracováno autorem

5.1 Obnovitelné zdroje v České republice

Trend využívání obnovitelných zdrojů se týká i České republiky. V roce 2010 tvořily obnovitelné zdroje 10,5 % z celkové spotřeby energie. V roce 2020 už obnovitelné zdroje tvořily 17,3 % celkové spotřeby energie (Eurostat, 2022c). Nejvíce elektřiny z obnovitelných zdrojů se v České republice vyrábí pomocí vodních a solárních elektráren, z biomasy a bioplynu. Podstatně méně elektřiny je produkováno větrnými elektrárnami a spalováním odpadu – viz tabulka č. 4 (MPO, 2020).



Zdroj: Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, 2020, zpracováno autorem

49 % energie z obnovitelných zdrojů bylo vyrobeno bioplynem a biomasou. Díky bioplynu v roce 2019 v rámci České republiky bylo vyrobeno 2 527 GWh elektřiny a díky biomase 2 399 GWh elektřiny (pro představu průměrná česká domácnost využije za rok 0,003 GWh, neboli 3000 kWh). Biomasa je taktéž hojně využívána pro výrobu tepla, často pomocí kogeneračních jednotek. Za rok 2018 bylo s využitím biomasy vyrobeno 80 000 TJ energie pro účely vytápění. Na výrobě elektřiny se podílí i odpad. Jedná se o odpad jak komunální, tak průmyslový, který se již nedá recyklovat ani znovu využít. Spaluje se v určených spalovnách, kde se z něj vyrábí elektřina i teplo. Množství vyrobené elektřiny z odpadu, oproti ostatním zdrojům, je velmi málo (za rok 2019 z odpadu bylo vyrobeno 190 GWh elektřiny). Tepla je však pomocí spalování odpadu vyrobeno více. Za rok 2018 se spalováním odpadu vyprodukovalo zhruba 10 500 TJ energie, následně přeměněné na teplo (MPO, 2020).

5.2. Energetické cíle Evropské unie v rámci programu Green Deal¹²

V rámci dohody Green Deal, která byla představena v roce 2019, se zavázaly země Evropské unie dosáhnouti klimatické neutrality. Klimatická neutralita znamená nulové emise skleníkových plynů pro všechny členské státy. Dosažení klimatické neutrality bylo vytyčeno na rok 2050. Mezistupněm dosažení klimatické neutrality je snížení emisí skleníkových plynů o minimálně 50 % v porovnání s rokem 1990. Toho by mělo být dosaženo do roku 2030. V praxi to znamená rapidní růst investic do obnovitelných zdrojů energie, transformace evropské ekonomiky a konec nešetrných zdrojů energie. Mimo jiné jsou na seznamu i cíle jako je například ochrana mořských a říčních ekosystémů, boj proti odlesňování a výsadba nových stromů, podpora biodiverzity apod. (Evropská komise, 2022a).

Evropská unie dlouhodobě investuje do obnovitelných zdrojů, podpory šetrného průmyslu a dopravy. Ale jak graf č. 3 ukazuje, stále je velké procento energie čerpáno ze zdrojů, které je pro dosažení uhlíkové neutrality potřeba snížit. Počítá se s ukončením využívání uhlí pro výrobu elektrické energie, což znamená konec uhelných elektráren. Naopak u zemního plynu se předpokládá dekarbonizace. K tomu bude potřeba vyvinout technologie, která jeho užívání změní v čistý zdroj energie. Spalování zemního plynu by tak neprodukovalo emise a bylo by možné jej dále, ač v omezené míře, využívat. Kromě zvýšení podílu obnovitelných zdrojů na výrobě energie je potřeba i zlepšit distribuci energie. Vytvořit síť, která bude spolehlivě zásobovat společnost, bez rizik spojených s výpadkem dodávek. Dalším bodem, jak cíle programu Green Deal naplnit je zvýšení efektivity výrobků, tj. stejný nebo-li vyšší výkon, přičemž by bylo spotřebováno menší množství energie, než je tomu doposud. Ani to se však neobejde bez technologického pokroku a vstupních investic pro výzkum. Uhlíková neutralita Evropy se dotkne i bydlení. S důrazem na kvalitní domy, splňující standardy minimální energetické náročnosti. To se neobejde bez technologií, kterým byly věnovány předešlé kapitoly. V neposlední řadě se jedná o zkvalitnění dopravy a snížení jejich dopadů na životní prostředí (Evropská unie, 2022).

5.3. Doprava

Doprava v Evropské unii se podílí na tvorbě zhruba třetiny veškerých emisí. Podle Evropské agentury pro životní prostředí (2019) tvořila doprava v roce 2017 přesně 27 % všech emisí vyprodukovaných na evropské půdě. A obecně má doprava z hlediska produkce emisí rostoucí trend (z roku 2016 na rok 2017 byl růst o 2,2 % a z roku 2017 na rok 2018 růst o 0,8 %). Největší podíl na těchto emisích má pozemní automobilová doprava a to necelých 72 %. Druhé a třetí místo patří letecké a námořní dopravě (každá zhruba 13,5 %). Nejmenší procentuální podíl na emisích způsobených transportem vlaková doprava. Logickým krokem pro snížení emisní zátěže tohoto sektoru jsou investice

¹² Green Deal je do češtiny často překládán jako „Zelená dohoda“

do hromadné dopravy a podpora právě vlaků, jakožto nejmenšího znečišťovatele. Od roku 2020 se emise z dopravy rapidně snížily. A to díky celosvětové pandemii viru SARS-CoV-2. Evropské země reagovali omezením pohybu osob což vedlo k snížení využívání právě osobních automobilů (EEA, 2021).

I automobilového průmyslu se dotkl program o uhlíkové neutralitě. Spalovací motory znamenají pro životní prostředí velkou zátěž. Pro dosažení cílů Evropské unie by mohli značně pomoci elektromobily, kterým se v současnosti na evropském trhu dostává velké popularity. V roce 2020 jich bylo v rámci Evropské unie, Švýcarsku, Anglii a Norsku celkem registrovaných 1 325 000. Což je více než dvojnásobný nárůst oproti předešlému roku (zhruba 550 000 registrovaných elektromobilů). Nejvyšší nárůst poptávky je zaznamenán v severských zemích (Švédsko, Dánsko, Norsko) a ve Švýcarsku (EEA, 2021). S rostoucí popularitou těchto vozů se váže i vyšší poptávka po elektrické energii. Nabíjení poskytují vybrané čerpací stanice. V zemích, kde je výskyt elektromobilů vyšší, jsou nabíjecí stanice často umístěny hned u parkovacích míst na veřejných místech. Trendem se ale stává vlastní nabíjení přímo z domova. Což se ukazuje jako praktické zejména v kombinaci například s fotovoltaickými panely. Kdy přebytek vyrobené energie dobíjí právě elektromobil, a to bez potřeby jezdit dobíjet k čerpací stanici. Navíc v případě přeplnění zásobníku, který akumuluje energii vyrobenou fotovoltaickými panely, se nestane že by potenciálně vyrobená energie nebyla nijak využita. Výzkum ze Švýcarska navíc ukazuje, že poměrně velkou roli při rozhodování pro pořízení elektromobilu hraje právě nabíjení. Pokud je nabíjení pohodlné a pro uživatele dostupné (z hlediska vzdálenosti od bydliště/zaměstnání), je větší pravděpodobnost pořízení elektromobilu namísto automobilu s klasickým spalovacím motorem. Jako nejideálnější způsob nabíjení pro uživatele vyplynulo právě nabíjení doma. Elektromobil si dá uživatel nabíjet přes noc, což ho nestojí prakticky žádný čas strávený při čekání, než se automobil nabije (Patt, 2019).

5.4 Jaderná energie

Popularita výroby energie v jaderných reaktorech prudce stoupla v druhé polovině dvacátého století. První reaktor byl uveden do provozu v padesátých letech a dnes je na světě okolo 440 jaderných reaktorů, které produkují energii. Celosvětově tyto elektrárny vyrábí zhruba 10 % veškeré energie. Největší podíl na výrobě energie mají jaderné elektrárny v USA, Číně, Francii a Rusku. Naopak nejmenší početní zastoupení mají v Africkém regionu (IAEA PRIS, 2022). Princip jaderných elektráren je podobný jako u uhelných. Štěpením jádra primárně uranu vzniká teplo, které je výměníkem ohřívá vodu a následná pára roztáčí turbíny. Ty následně generují elektrický proud. Typů elektráren je více, ale v základě fungují stejně. Na rozdíl od uhelných elektráren při tomto procesu nejsou do ovzduší vypouštěny žádné oxid uhličitý. A právě ten hraje zásadní roli při oteplování planety, která se podle Světové meteorologické organizace (2021) od preindustriální doby oteplila o zhruba 1,2 °C. Objevené

zásoby uranu na Zemi by měli stačit na provoz elektráren po dobu asi 270 let. Což jaderné energetice dává možnost hrát zásadní roli při přechodu k obnovitelným zdrojům (Lau, 2019).

V Evropské unii se názor na jadernou energetiku rozchází. Část států na jaderné elektrárny spoléhá a považuje je za čistý zdroj s minimálním rizikem. Nadranou stranu jsou zde státy, které mají obavy z potencionální havárie a téměř nevratného poškození okolí. V roce 2021 vznikla deklarace pro bezjadernou politiku. Za tuto deklaraci se postavilo Německo, Lucembursko, Rakousko, Portugalsko a Dánsko. Tyto země vyzdvihují rizika spojená s jadernou energetikou a také problém udržitelnosti jaderných elektráren. Přitom například Německo mělo do roku 2011 celkem 17 reaktorů v provozu, které generovali zhruba čtvrtinu celkové energie. Německo postupně jaderné elektrárny zavíralo a chce s nimi úplně skončit do roku 2022 (Bundesministerium für Umwelt, 2021).

Naopak řada států Evropské unie spoléhá během přechodu na obnovitelné zdroje právě na zdroj jádra. Celkem 13 zemí Evropské unie produkovalo v roce 2021 část energie díky jaderným elektrárnám (včetně České republiky). Největším producentem a tím pádem i zastáncem energie z jádra je Francie. Ta jádrem zabezpečuje okolo 70 % energie (WNA, 2022). Prezident Francie Emanuel Macron navíc chce energetickou krizi řešit právě jádrem a stavbou dalších reaktorů. Evropská unie 2. 2. 2022 označila jádro, společně se zemním plynem, jako přechodné zdroje energie k dosažení uhlíkové neutrality do roku 2050. Odůvodnila to tvrzením, že právě tyto zdroje pomohou při poměrně náročném přechodu k obnovitelným zdrojům. Navíc by mělo pomoci s odstavením zdrojů jako je uhlí. Reakce na toto vyjádření byly různé. Příznivci jaderné energetiky jsou s tímto ustanovením spokojeni. Naopak například Lucembursko a Rakousko jsou stále striktně proti a uvažují nad dalšími kroky, jak prosadit své stanovisko. Nyní toto stanovisko bude projednávat Evropský parlament, a následně ho buďto schválí, nebo zamítne (Euroactive, 2022).

5.5 Kritika programu Green Deal

Evropská Zelená dohoda se týká všech členských států. Nejedná se přitom pouze o projekt sloužící k eliminaci produkce emisí, ale jde i o komplexní změnu a transformaci ekonomiky. Což se prakticky dotkne každého obyvatele evropské unie. Tato transformace bude finančně i časově poměrně náročná. A právě díky této komplexnosti a náročnosti se potýká s pochybami a obavami z neúspěchu, jak ze strany veřejnosti, tak ze strany evropských politiků.

Jonathan Gaventa (2019) ve svém článku dělí Zelenou dohodu na pět dílčích blízce souvisejících projektů. Na klimatický projekt, společenský, ekonomický, evropský a mezinárodní. Každý z těchto dílčích projektů má jiný základ a jiná úskalí k cestě za úspěchem. Podobné pilíře popisuje Ursula von der Leyenová ve strategickém dokumentu, který představila před kandidaturou na post předsedkyně evropské komise v roce 2019.

V souvislosti se snahou o dosažení uhlíkové neutrality, byly v Evropské unii zavedeny emisní povolenky. Cílem těchto povolenek je plošné snížení emisí v členských zemích Evropské unie. Fungují na principu obchodu, přičemž obchodovat mezi sebou mohou ekonomické subjekty i státy. Ten, kdo má možnost efektivně snížit množství emisí, může se svými povolenkami obchodovat. Cílovou skupinou bude ekonomický subjekt, nebo stát, který naopak nedokáže tak efektivně snižovat vypouštění emisí. V praxi tak vede ke snaze o co nejnižší produkci emisí, jednak aby nemusely být povolenky dokupovány a druhým důvodem je možnost zisku z jejich prodeje (MŽP, 2022). Firmy, kterým se snižování emisí nedaří, a obchodování s povolenkami pro ně představují ekonomickou zátěž, musí tento výdaj nahradit jinak. Jedním z možných způsobů je zdražení produktů. Což se setkává s kritikou ze strany konečného spotřebitele. Na druhou stranu, například u dodávek energií, může spotřebitel volit levnějšího dodavatele. Tudiž toho, kterému se snižování emisí daří, a představuje tak nižší zátěž pro životní prostředí. V tomto případě ve výsledku model emisních povolenek funguje a stejně tak snaha o liberalizaci evropského energetického trhu (MŽP, 2022).

6. Programy na podporu obnovitelných zdrojů

Programy pro podporu v rámci České republiky primárně zajišťuje Ministerstvo průmyslu a obchodu a Ministerstvo životního prostředí. Na financování se podílí mimo státu i Evropská unie. Evropská unie odhaduje investiční náklady pro podporu obnovitelných zdrojů na 1 bilion eur v období od roku 2015 do roku 2030. Tato částka by měla výrazně pomoci k naplnění jednoho z cílů Zelené dohody pro Evropu, a to 40 % energie pocházející právě z obnovitelných zdrojů do roku 2030 (Evropská komise, 2016). Jedním z projektů, který mohou obyvatelé české republiky využít, je program Evropské unie „LIFE“. Tento program funguje od roku 1992 a do roku 2021 bylo skrze tento program žadatelům vyplaceno zhruba 5 miliard eur. Program se zaměřuje na podporu projektů v oblasti klimatu a životního prostředí (např. podpora biodiverzity, adaptace a mitigace na změny klimatu, obnovitelné zdroje energie atp.). V období od roku 2021 do roku 2027 je rozpočet projektu naplánován na 5,4 miliard eur (Evropská komise, 2022b).

Dotace od Evropské unie žádá Česká republika prostřednictvím dokumentu „Národní plán obnovy“. Získané finance jdou mimo jiné na podporu obnovitelných zdrojů a obnovu krajiny. Financovány jsou prostřednictvím čtyř stěžejních programů: Národní program Životní prostředí, Nová zelená úsporám 2030, Podpora obnovy přirozených funkcí krajiny, EFEKT – energie efektivně (MŽP, 2021).

6.1 Nová zelená úsporám

Dotační program Nová zelená úsporám byl zahájen v roce 2014 a spravuje jej ministerstvo životního prostředí České republiky. Prioritně je program od roku 2021 nastaven v souladu se Zelenou dohodou pro Evropu. Dotace tak směřují zejména na snížení energetické náročnosti budov – zateplení, pořízení tepelných čerpadel, kotlů na biomasu, fotovoltaických panelů, zelené střechy, ale i například spolufinancuje pořízení dobíjecích stanic pro osobní automobily. Dotaci je možné dostat i na koupi domu či bytu s nízkou energetickou náročností. Tyto dotace mohou získat fyzické i právnické osoby a budovy institucí (MŽP, 2021). Na území České republiky se jedná o nejvyužívanější dotační program pro šetrné bydlení. Celkem bylo podpořeno okolo 75 tisíc projektů (do roku 2021) a vyplaceno zhruba 11 miliard korun. V rámci programu funguje portál novazelenausporam.cz kde se zájemci mohou poradit s odborníky v ohledu rekonstrukce domu, nebo výstavbě novostavby. Portál také disponuje kalkulačkou, která na základě prvků a technologií domu vypočítá odhadovaný objem dotací. Na příklad při výstavbě pasivního domu se zelenou střechou může žadatel dostat 435 000 Kč. Vyšší počet prvků snižující energetickou náročnost znamená větší objem dotací. Při výstavbě pasivního domu se zelenou střechou, ale i s jednou dobíjecí stanicí pro elektromobily a systémem pro využití odpadní šedé vody, se dotace pohybuje okolo 540 000 Kč (Nová zelená úsporám, 2022).

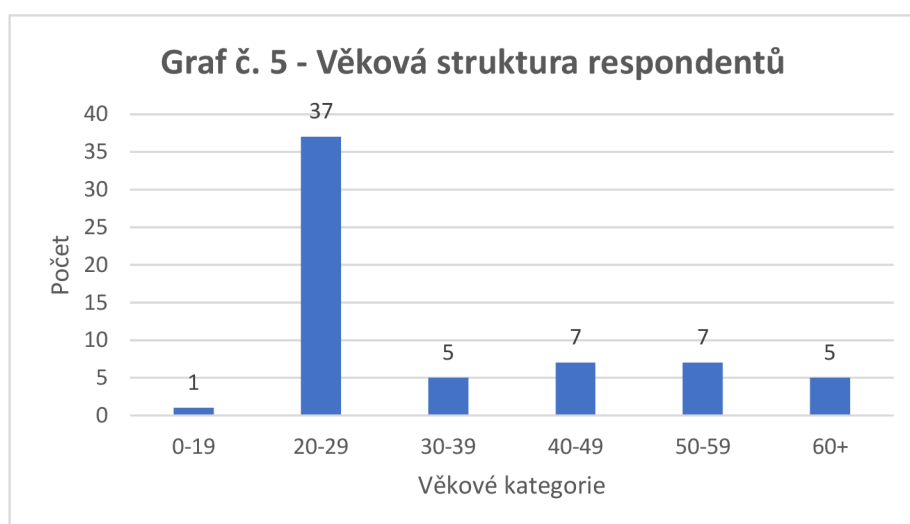
6.2 Kotlíková dotace

Dalším zajímavým programem, který má za cíl podporovat šetrnou energetiku je tzv. Kotlíková dotace. Jde o fond spravovaný Ministerstvem životního prostředí České republiky. Byl odstartován roku 2015 v reakci na úpravu zákona o ochraně ovzduší. Ten dovoluje používat pouze kotle 3. a vyšší emisní třídy. Proto jsou logicky Kotlíkové dotace určeny pro výměnu kotlů v domácnostech. Program pokračuje i v roce 2022, kdy žadatelé mohou dotaci využít na tepelné čerpadlo, kotel na biomasu nebo na plynový kondenzační kotel. Nejvyšší limit dotace je pro tepelné čerpadlo, zde může domácnost získat až 180 tisíc Kč. Naopak nejnižší limit je stanoven pro plynový kondenzační kotel, a to 100 tisíc Kč. Zajímavé je na programu dělení žadatelů. Jelikož se jedná o nutnou změnu ve vytápění na základě změny v zákonu, jsou žadatele dělení na domácnosti s nižšími příjmy a dotace pro domácnosti ostatní. Domácnost s nižšími příjmy klasifikují Ministerstvo životního prostředí jako domácnost, ve které průměrný čistý příjem jednoho člena domácnosti nepřesahuje 14 242 Kč za měsíc (Operační program Životní prostředí, 2022)

7. Dotazníkové šetření

Dotazníkové šetření bylo zaměřeno na znalost veřejnosti v oblasti pasivního a nízkoenergetického bydlení a technologií spojené s bydlením. Sběr odpovědí probíhal přibližně měsíc (od 10.2. do 6.3. 2022), přičemž sběr odpovědí probíhal online. Celkem se dotazníkového šetření zúčastnilo 62 respondentů. Cílem dotazníku bylo nastínění povědomí veřejnosti o typech bydlení a chytrých technologiích, kterými se zabývá teoretická část práce. Respondentům byly položeny pouze uzavřené otázky, s možností odpovědi: „znám“ (v tomto případě respondent daný pojem zná), „mám povědomí“ (v tomto případě respondent pojem nedokáže přesně definovat, ale neslyší ho poprvé), nebo „neznám“ (respondent pojem vůbec nezná).

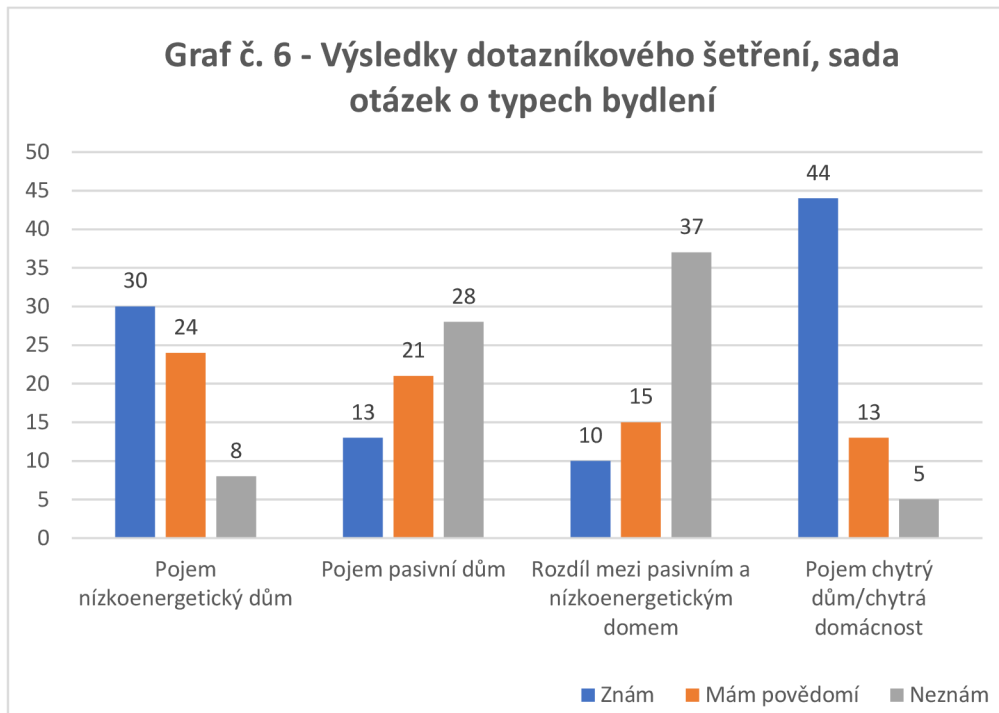
Věková struktura respondentů byla ovlivněna online formou dotazníku. Polovinu respondentů tvoří osoby ve věkové kategorii 20-29 let (viz. Graf č. 5). Zastoupení zbylých věkových skupin je poměrně vyvážené.



Zdroj: Vlastní, 2022

První sada otázek

První sada otázek se zaměřuje na typy bydlení. Respondentům byly položeny otázky ohledně pasivního domu, nízkoenergetického domu, rozdílu mezi pasivním a nízkoenergetickým domem a pojmu chytré domácnosti. Respondentům byla z této sady otázek nejbližší chytrá domácnost, celkem 71 % respondentů odpovědělo, že pojem zná a 20 % jich má povědomí. Naopak nejhůře dopadl rozdíl mezi pasivním a nízkoenergetickým domem. Necelých 60 % respondentů rozdíl nezná a pouze 16 % by rozdíl dokázalo popsat (viz. Graf č. 6).



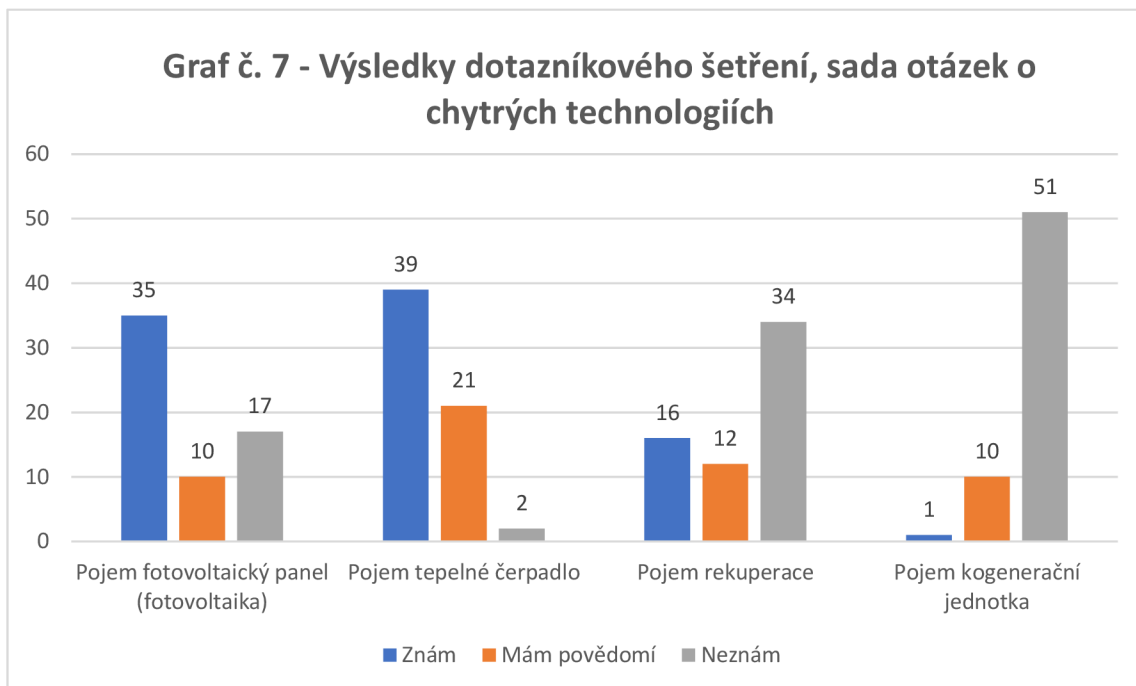
Zdroj: Vlastní, 2022

Skoro polovina respondentů zná nízkoenergetický dům. U pasivního domu naopak bezmála polovina respondentů odpověděla že nezná. Z čehož se odvíjí i výsledek otázky na „rozdíl mezi pasivním a nízkoenergetickým domem“, protože respondenti, kteří neznají pasivní dům, logicky nemohou porovnávat s domem, který znají.

Druhá sada otázek

Druhá část dotazníků cílila na vědomosti veřejnosti v oblasti technologií. Respondenti odpovídali na 4 uzavřené otázky (se stejnou možností odpovědi jako u předešlé části), které se týkaly fotovoltaického panelu, rekuperace, tepelného čerpadla a kogenerace.

V této části dopadlo nejlépe tepelné čerpadlo, které zná, nebo o něm má povědomí drtivá většina respondentů (pouze dva respondenti uvedli, že tepelné čerpadlo neznají). Dobrou znalost má veřejnost i o fotovoltaice. Přes 70 % respondentů ji zná nebo o ní má povědomí. S o něco horším výsledkem skončila rekuperace. Zhruba polovina respondentů rekuperaci nezná. Nejhůře se v druhé sadě otázek umístila kogenerace. Z celkem 62 dotazovaných zná kogeneraci pouze jeden respondent a 10 respondentů má povědomí (viz. Graf č. 7).



Zdroj: Vlastní, 2022

Závěr dotazníkového šetření

Výsledky dotazníkového šetření značí poměrně dobrou informovanost veřejnosti o pojmech a technologiích, které jsou obecně popularizovány pomocí médií atp. Jsou to například fotovoltaické panely, tepelná čerpadla nebo třeba chytrý dům. Tyto pojmy v dotazníkovém šetření vyšly jako nejpoblárnější. Naopak pojmy a technologie, které jsou prozatím určené pro jinou cílovou skupinu, než je široká veřejnost (např. kogenerace – využívány primárně v budovách s vyšší spotřebou energie atd.), vyšly v dotazníkovém šetření jako poměrně neznámá. Celkem dotazník sesbíral 496 odpovědí na vybrané pojmy. Nejčastější byla odpověď „znám“, která byla označena ve 188 případech. Odpověď „neznám“ byla označena v 182 případech (skoro polovinu odpovědí „neznám“ bylo vyznačeno u pojmu rekuperace a kogenerace), a odpověď „mám povědomí“ byla označena 126krát. Z toho vyplývá poměrně dobrá informovanost veřejnosti o základních typech bydlení a technologiích, které podporují snižování energetické náročnosti budov.

Závěr

Bakalářská práce na téma pasivního a nízkoenergetického bydlení s využitím chytrých technologií v úvodu popisuje jednotlivé fenomény, které jsou s problematikou spojeny. V úvodu jsou charakterizovány právě pasivní a nízkoenergetické domy – jejich normy, vlastnosti, historie a výhody. Tento typ bydlení je spojen s technologiemi, které snižují energetickou náročnost budov. Jsou to technologie jako jsou například fotovoltaické panely, rekuperace, tepelná čerpadla atp. Tyto technologie jsou popsány v jednotlivých kapitolách. Práce primárně popisuje jejich funkci, využití a výhody v rámci energetiky. Fenomémem 21. století se staly tzv. chytré domácnosti. Díky tomu může uživatel kontrolovat stav domu, a jednotlivé funkce ovládat na dálku pomocí mobilní aplikace. Taková chytrá domácnost přináší uživateli nejen větší pohodlí, ale i možnost úspory. Dům totiž může na základě informací z různých senzorů pomocí řídicí jednotky reagovat. Jde například o reakci pohybových senzorů na dlouhodobou nepřítomnost osob a centrální jednotka světla zhasne, nebo dokáže reagovat řízeným stíněním pro zachování chladu v letním období. I když dokáže chytrá domácnost zařídít spoustu věcí na základě předdefinovaných algoritmů, uživatel má stále možnost jednotlivé funkce ovládat skrze mobilní aplikaci i z práce, nebo z dovolené.

Druhá část práce se zaměřuje na energetiku. Právě energetika je v současnosti velmi diskutované téma jak v politice, tak mezi veřejností. Evropská unie směřuje k prakticky bezemisní politice, které chce dosáhnout do roku 2050. To sebou přináší nevyhnutelnou změnu zdrojů energie. Už nyní můžeme v energetickém mixu Evropské unie pozorovat trend směřování k obnovitelným zdrojům. Například výkon fotovoltaických panelů v posledních čtyřech letech v Evropské unii meziročně zvyšuje o zhruba 10 až 15 %. V České republice podle Solární asociace stoupla produkce fotovoltaických panelů díky nově nainstalovaným o 20 %. Navzdory prudkému zájmu o šetné zdroje energie, najdeme v energetickém mixu Evropské unie stále velký podíl zdrojů energie jako je ropa, zemní plyn nebo uhlí, jejichž spalování má negativní dopad na životní prostředí a na klimatickou změnu. Fosilní paliva zprostředkovávají zhruba 70 % veškeré energie, kdežto zdroje obnovitelné pouze 13 %. V rámci energetiky má své zastoupení i jaderná energetika. Ta produkuje zhruba 15 % veškeré energie Evropské unie. Dílčí země se ale nedokáží shodnout na její bezpečnosti. Řada zemí chce své jaderné elektrárny odstavit z provozu a skeptické jsou i v otázce blízkosti jaderných elektráren u jejich hranic. Odstavení jaderných elektráren komplikuje v současnosti politická situace ve východní Evropě. Přechodným zdrojem energie měl být zemní plyn, který Evropa dovážela z velké části z Ruska. Nicméně po napadení Ukrajiny Ruskem se vztahy, primárně obchodní, s Ruskem změnily. A proto například Německo, které v roce 2021 zahájilo kampaň proti jaderným elektrárnám, nyní uvažuje o jejich zachování pro zabezpečení dostatku energie.

Práce shrnula a definovala technologie, které jdou ruku v ruce s bydlením s nízkou spotřebou energie a dokázala shrnout současnou situaci energetiky v domácnostech České republiky a energetický mix Evropské unie. Práce by se v budoucnosti dala doplnit o výsledky sčítání lidu 2021, přičemž by tato data mohla sloužit k porovnání a vývoji energetické situace bytů. Práce by také mohla sloužit jako inspirace a motivace pro bytové rekonstrukce, nebo bytové výstavby.

Příloha

I. Tabulka cen fotovoltaiky s bateriovým úložištěm od skupiny ČEZ

Výkon (kWh/rok)	Plocha domu (m ²)	Odhadovaná cena (Kč)	Odhadovaná výše dotace (Kč)
4 000-6 000	100	Od 289 000	129 800
6 000-13 000	150	Od 469 000	205 000
13 000+	200	Od 589 000	205 000

Cena v tomto případě zahrnuje instalaci, materiál, DPH a administrativu a není z ní odečtena výše dotace. Státní dotace jsou omezeny na maximálně 50 % celkové částky a mohou se v rámci různých krajů lišit (ČEZ, 2022b).

II. Tabulka cen tepelného čerpadla země/voda od skupiny ČEZ

Tepelná ztráta (kW)	Plocha domu (m ²)	Odhadovaná cena (Kč)	Odhadovaná maximální výše dotace (Kč)
5-8	120	344 000	180 000
9-13	170	404 000	180 000
12-17	250	424 000	180 000

Cena v tomto případě zahrnuje instalaci, materiál, DPH a administrativu a není z ní odečtena výše dotace. O státní dotace si uchazeč může žádat buď v rámci programu Kotlíkové dotace (výše až 180 000 Kč), nebo v rámci programu Nová zelená úsporám (výše až 100 000 Kč). Dotace není možné kombinovat (ČEZ, 2022c).

III. Seznam otázek a odpovědí, použitých v dotazníkovém šetření.

1. Doplňte Vaši věkovou kategorii
 - <18
 - 18–30
 - 30-45
 - 45-60
 - >60
2. Pojem nízkoenergetický dům:
 - Zním
 - Mám povědomí
 - Neznám
3. Pojem pasivní dům:
 - Zním
 - Mám povědomí
 - Neznám
4. Pojem chytrý dům/chytrá domácnost:
 - Zním
 - Mám povědomí
 - Neznám
5. Pojem fotovoltaický panel (fotovoltaika):
 - Zním
 - Mám povědomí
 - Neznám

6. Pojem tepelné čerpadlo:
 - Zním
 - Mám povědomí
 - Neznám

7. Pojem rekuperace:
 - Zním
 - Mám povědomí
 - Neznám

8. Pojem kogenerační jednotka:
 - Zním
 - Mám povědomí
 - Neznám

Seznam použité literatury

Banner, P. 2008. Praktika z fotovoltaiky. Solární fotovoltaický systém a „Zelená energie“ v Českém Švýcarsku a jeho okolí. Dostupné z: http://files.polous.cz/solar_energy/Petr%20Bannert%20-%20Praktika%20z%20fotovoltaiky.pdf

Branc, M. 2007. Hodnocení kogenerace z biomasy. Dostupné z: https://eu.fme.vutbr.cz/file/Sbornik-EnBio/2007/04_Branc.pdf

Brázda, V., Skácel, D. 2007. Efektivita fototermálních solárních systémů v klimatických podmínkách České republiky. Technická Univerzita v Liberci. Dostupné z: <https://dspace.tul.cz/handle/15240/2358>

Bříza, K., Bujok, P., Ryška, J. 2007. Tepelná čerpadla-jedna z možností alternativních zdrojů energie k vytápění objektů. Acta Montanistica Slovaca, 12/2007. 163-167. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/26462953_Geothermal_heat_pumps_as_one_of_possibilities_of_an_alternative_energy_used_for_objects_heating_objects_in_Czech_Republic

Bundesministerium für Umwelt. 2021. Joint the declaration for a nuclear-free EU taxonomy. Dostupné z: <https://www.bmuv.de/meldung/joint-declaration-for-a-nuclear-free-eu-taxonomy-de>

Česká agentura pro standardizaci. 2011. Tepelná ochrana budov. ČSN 73 0540-2.

ČEZ Energo. 2021. O kogeneraci. Dostupné z: <https://www.cezenergo.cz/cs/o-kogeneraci>

ČEZ. 2022. Fotovoltaika. Dostupné z: <https://www.cez.cz/firmy/cs/sluzby-a-projekty/fotovoltaika.html>

ČEZ. 2022b. Fotovoltaika s bateriovým úložištěm. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/technologie/fotovoltaika/produkty/fotovoltaika-s-bateriovym-ulozistem>

ČEZ. 2022c. Tepelné čerpadlo Země/Voda. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/technologie/tepelna-cerpadla/produkty/tepelne-cerpadlo-zeme-voda>

ČSÚ. 2015. Šetření Energo. Spotřeba paliv a energií v domácnostech. Dostupné z: https://www.czso.cz/documents/10180/50619982/ENERGO_2015.pdf/86331734-a917-438a-b3c2-43a5414083fc?version=1.4

Dostálová, J. 2021. Zelené střechy. Grada Publishing a.s. Praha. ISBN: 978-80-271-1326-2

E.ON. 2022. Kolik stojí tepelné čerpadlo? Dostupné z: <https://www.eon.cz/radce/vytapeni-a-vetrani/tepelna-cerpadla/kolik-stoji-tepelne-cerpadlo/>

Euroactive. 2022. EU puts green label for nuclear and gas officially on the table. Dostupné z: <https://www.euractiv.com/section/energy-environment/news/eu-puts-green-label-for-nuclear-and-gas-officially-on-the-table/>

European Environment Agency (EEA). 2022. New registrations of electric vehicles in Europe. Dostupné z: <https://www.eea.europa.eu/ims/new-registrations-of-electric-vehicles>

Eurostat. 2022a. Where does our energy come from? Dostupné z: <https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bloc-2a.html?lang=en>

Eurostat. 2022b. Simplified energy balances. Dostupné z: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_BAL_S_custom_938254/bookmark/table?lang=en.en&bookmarkId=5899b6f5-2f1d-4c89-9cf0-c1c03363a528

Eurostat. 2022c. Share of renewable energy in gross final energy consumption. Dostupné z: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/t2020_31/default/table?lang=en

Evropská Unie. 2022. Switch to Green EU. Dostupné z: <https://www.switchtogreen.eu/the-eu-green-deal-promoting-a-green-notable-circular-economy/>

Evropská komise. 2016. Návrh směrnice Evropského Parlamentu a Rady o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů (přepracované znění). Dostupné z: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:52016PC0767R\(01\)&from=PL](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:52016PC0767R(01)&from=PL)

Evropská komise. 2022a. Life programme. European Climate Infrastructure and Environment Executive Agency. Dostupné z: https://cinea.ec.europa.eu/life_en

Evropská komise. 2022b. Zelená dohoda pro Evropu. Dostupné z: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_cs

Ford, R., Pritoni, M., Sanguinetti, A., Karlin, B. 2017. Categories and functionality of smart home technology for energy management. Building and environment, 10/2017. 543-554. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132317303062>

Haselhuhn, R. 2011. Fotovoltaika-Budovy jako zdroj energie. Hel. Ostrava. ISBN: 978-80-86167-33-6

Hirš, J. 2005. Hodnocení budov z hlediska spotřeby energie. VUT Brno. ISBN 80-214-2857-0

Hudec, M. 2008. Pasivní rodinný dům, proč a jak stavět. Grada Publishing a.s. Praha. ISBN: 978-80-247-2555-0

Humm, O. 1997. Nízkoenergetické domy. Grada Publishing a.s. Praha. ISBN: 80-7169-657-9

Hydraloop. 2022. Innovative water recycling systém. Dostupné z: <https://www.hydraloop.com/>

Kailash, J., Maheshwar, S. 2021. Carbon nanofiber and photovoltaic solar cell. John Wiley & sons, Inc. Hoboken, USA. ISBN: 978-1-119-76881-4

Karnouskos, S. 2013. Smart houses in the smart grid and the search for value-added services in the cloud of things era. International Conference on Industrial Technology. 2/2013. Dostupné z: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6505988>

Karlík, R. 2009. Tepelné čerpadlo pro váš dům. Grada Publishing a.s. Praha. ISBN: 978-80-247-2720-2

Lau, L., Choong, Ch., Ng, Ch., Liew, F., Ching, S. 2019. Is nuclear energy clean? Revisit of Environmental Kuznets Curve hypothesis in OECD countries. Elsevier, 3/2019. 12-20. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264999318302761>

Lind, L. 2009. Swedish ground source heat pump-Case study. GNS Science report. Dostupné z: <https://www.semanticscholar.org/paper/Swedish-Ground-Source-Heat-Pump-Case-Study-Lind/cbd815db77a5d0db158310cc0f1e82f423caf399>

Lo, H., Blumsack S., Hines, P., Meyn, S. Electricity rates for zero marginal cost grid. The Electricity Journal. 4/2019. 39-43. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1040619019300594>

Leyen, U. 2019. A Union that strives for more, my agenda for Europe. European Commission. Dostupné z: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/43a17056-ebf1-11e9-9c4e-01aa75ed71a1/language-en>

Ministerstvo životního prostředí. 2021. Emisní obchodování. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/emisni_obchodovani

MPO. 2019. Tepelná čerpadla – výsledky statistického zjišťování MPO. Dostupné z: https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/statistika/obnovitelne-zdroje-energie/2019/5/Tepelna-čerpadla_souhrn_1.pdf

MPO. 2020. Statistická ročenka České republiky – Energetika. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/16-energetika-cy3v64b9vw>

MPO. 2021. Tepelná čerpadla – prodeje 2010-2020. Dostupné z: https://www.mpo.cz/cz/energetika/statistika/obnovitelne-zdroje-energie/tepelna-čerpadla_-prodeje-2010_2020--261471/

MPO. 2022. Označování výrobků energetickými šítky. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/energetika/energeticka-ucinnost/ekodesign-a-energeticke-stitkovani-vyrobu/oznacovani-vyrobu-energetickymi-stitky--250358/>

Nová zelená úsporám. 2022. Dotační kalkulačka. Dostupné z: <https://novazelenausporam.cz/dotacni-kalkulacka>

Operační program Životní prostředí. 2022. Dostupné z: <https://www.opzp.cz/o-programu/kotlikove-dotace/>

Passive house institute. 2015. Passive house requirements. Dostupné z: https://passivehouse.com/02_informations/02_passive-house-requirements/02_passive-house-requirements.htm

Patt, A., Aplyn, D., Weyrich, P., Vliet, O. Availability of private charging infrastructure influences readiness to buy electric cars. Elsevier, 5/2019. 1-7. Dostupné z: <https://ideas.repec.org/a/eee/transa/v125y2019icp1-7.html>

Power reactor information system. 2022. The database on nuclear power reactors. Dostupné z: <https://pris.iaea.org/pris/home.aspx>

Pregizer, D. 2009. Zásady pro stavbu pasivního domu. Grada Publishing a.s. Praha. ISBN: 978-80-247-2431-7.

Remark. 2021. Jakým způsobem pracuje rotační výměník? Dostupné z: <https://www.remak.eu/cs/jakym-zpusobem-pracuje-rotacni-vymenik-tepla>

Rokach, J. 2012. Smart houses in a world of smart grids. The Electricity Journal, 5/2012. 94-97. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1040619012000607>

Smola, J. 2011. Stavba a užívání nízkoenergetických a pasivních domů. Grada publishing a.s. Praha. ISBN: 978-80-247-2995-4

Solární asociace. 2022. V Česku trhá výstavba solárních elektráren rekordy. Solární asociace očekává další strmý nárůst, varuje však před nedostatkem kapacity a panelů. Dostupné z: <https://www.solarniasociace.cz/cs/pro-media/tiskove-zpravy/26350-v-cesku-trha-vystavba-solarnich-elektren-rekordy-solarni-asociace-ocekava-dalsi-strmy-narust--varuje-vsak-pred-nedostatkem-kapacity-a-panelu>

Strangers, Y. 2016. Digital Materialities. Routledge, Londýn. ISBN: 9781003085218

Therm Wet. 2021. O rekuperaci. Dostupné z: <http://www.thermwet.cz/>

Stavebnictví. Úspory energií. Technická zařízení budov. 2010. Energeticky pasivní standard dle TNI 730329 a TNI 730330 (2010). Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/156-energeticky-pasivni-standard-dle-tni-730329-a-tni-730330-2010>

Stavebnictví. Úspory energií. Technická zařízení budov. 2021. Kogenerace. Dostupné z: <https://energetika.tzb-info.cz/kogenerace>

Stavebnictví. Úspory energií. Technická zařízení budov. 2022. Budovy s téměř nulovou spotřebou energie. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie>

UK alternative energy. 2022. Passive housing. Dostupné z: <https://www.ukalternativeenergy.co.uk/passive-housing/>

Wang, Y. 2006. Renewable electricity in Sweden: an analysis of policy and regulations. Energy policy, 7/2006. 1209-1220. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421504003258>

World nuclear association. 2022. Nuclear power in France. Dostupné z: <https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/france.aspx>