



MINISTERSTVO
PRŮMYSLU A OBCHODU



Energetické šetrné lokality, možnosti úspor a zvyšování efektivity

Přehled jedinečných modelových příkladů v rámci EU s možností aplikace v České republice

prosinec 2021

identifikační číslo
122D222009816

Objednatel	Ministerstvo průmyslu a obchodu	
Zhotovitel	EGÚ Brno, a. s.	
Evidenční čísla	číslo dotace (MPO)	122D22200 9816
	číslo smlouvy (EGÚ Brno, a. s.)	77313

Energetické šetrné lokality, možnosti úspor a zvyšování efektivity

Dílo bylo zpracováno za finanční podpory Státního programu na podporu úspor energie na období 2017–2021 – program EFEKT 2 pro rok 2021

Zpracovali za zhotovitele Ing. Martin Pešek, Ph.D., MBA, Mgr. Hana Zdražilková, Mgr. Matěj Hrubý (odpovědní pracovníci) a kolektiv EGÚ Brno (zpracovatelé publikace)

Spolupracovali za objednatele Ing. Hana Schvarczová

Obsah

Obsah	2
1 Úvod	3
2 Vhled do problematiky úspor	4
3 Legislativní mantinely energeticky šetrných lokalit	8
3.1 Rakousko	9
3.2 Francie	9
3.3 Německo	10
3.4 Španělsko	11
3.5 Švédsko	11
4 Zahraniční příklady	12
4.1 Příklady energetických komunit	12
4.1.1 Vauban, Německo	12
4.1.2 Hammarby Sjöstad, Švédsko	16
4.1.3 Kodaň, Dánsko	18
4.2 Příklady energeticky šetrných budov	22
4.2.1 Bytové domy	22
4.2.2 Kancelářské a administrativní budovy	25
4.2.3 Školy	29
4.3 Shrnutí dosažených úspor energie	34
5 Aplikace poznatků na ČR	35
5.1 Úspory v ČR a vývoj konečné spotřeby energie	35
5.2 Metodika stanovení potenciálu úspor	36
5.3 Aplikování poznatků na bytové domy	39
5.4 Aplikování poznatků na administrativní budovy	42
5.5 Aplikování poznatků na školy	44
5.6 Srovnání potenciálu úspor napříč typovými kategoriemi	46
6 Závěr	48
Použité zdroje	50
Zkratky	54

1 Úvod

Energeticky šetrné lokality jsou oblasti, jejichž koncept je založený na maximalizaci energetických úspor a efektivity. Jsou to lokality, které jsou čím dál tím častěji vyhledávány nejen zájemci o bydlení, ale i sektorem služeb, průmyslu i státní správy. Takové pokrokové lokality jsou oblíbené a rozvíjené především v zahraničí. Jejich obliba se začíná projevovat také v České republice u developerských projektů.

Publikace se zaměřuje zejména na představení vzorových příkladů zahraničních projektů, které jsou zaměřeny na snižování spotřeby energie. Jedná se o pokrokové příklady z řady Evropských zemí jako Německo, Rakousko, Francie, Belgie, Švédsko nebo Dánsko. U každého z řešených projektů je součástí popis provedených opatření, vyčíslení spotřeby energie před a po zavedení opatření a jednotlivé příklady jsou také graficky ilustrovány. Řešeny jsou jednak energetické komunity, nicméně větší důraz je věnován bytovým domům, kancelářským a administrativním budovám a školám.

Na představení jednotlivých vzorových projektů navazuje aplikování zahraničních opatření do českého prostředí a vyčíslení potenciálu úspor energie. Detailně je řešený potenciál úspor v kategorii bytových domů, kancelářských a administrativních budov a škol. Vzhledem ke komplikovanému výpočtu potenciálu s řadou proměnných je potenciál stanovený variantě. Součástí vyčíslení potenciálu je stanovení spotřeby energie těchto kategorií budov, což samo o sobě představuje na české poměry jedinečnou záležitost.

Publikace jako celek nabízí vysoce komplexní vhled do problematiky energetické účinnosti. Vyjma zahraničních příkladů a vyčíslení úsporných opatření na podmínky České republiky je čtenáři představena problematika energetických úspor v širším kontextu. Další nedílnou součástí publikace je také popis národní legislativy, která zejména v západních zemích Evropy umožňuje tyto energeticky šetrné lokality efektivně realizovat.

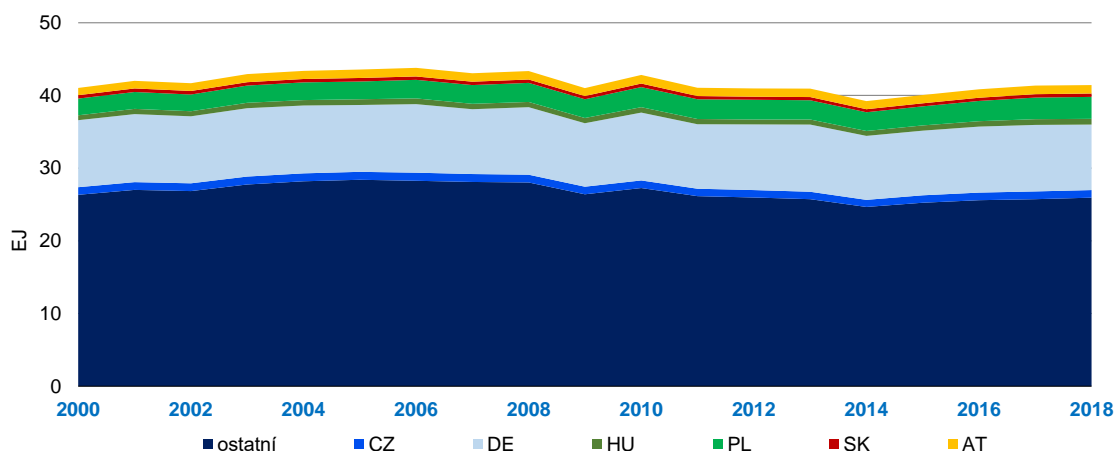
2 Vhled do problematiky úspor

Kapitola nabízí vhléd do problematiky energetické účinnosti zejména optikou evropské legislativy. Představena je aktuálně platná legislativa, kde je zásadní cíl navýšení energetické účinnosti do roku 2030 o 32,5 %. Nechybí však ani nové legislativní návrhy, které byly vydány v rámci balíku Fit for 55, v rámci kterého se očekává, že zatím stále platný cíl bude navýšen na 41 %.

Snižování poptávky po energii je jedním z pěti rozměrů strategie energetické unie stanovené sdělením Komise nazvaným *Rámcová strategie*, které má za cíl vytvořit odolnou energetickou unii za pomoci progresivní politiky v oblasti změny klimatu. Zlepšení energetické účinnosti v celém energetickém řetězci, včetně výroby, přenosu a distribuce energie a jejího konečného využití, prospěje životnímu prostředí a bude mít pozitivní vliv na vyšší nezaměstnanost či nárůst hospodářské aktivity. Energetická účinnost je také z prostředků, jak snížit závislost na dovozu energie a také předejít případnému nedostatku zdrojů energie. Evropská unie si slibuje, že energetická účinnost zároveň pomůže nákladově efektivním způsobem snižovat emise skleníkových plynů, a tím zmiřňovat změnu klimatu. Přechod na energeticky účinnější hospodářství by měl zároveň urychlit šíření inovativních technologických řešení a zlepšit konkurenceschopnost průmyslu.

Komise má snahy, aby energetická účinnost a reakce na straně poptávky mohly soutěžit za rovných podmínek s výrobní kapacitou. Energetickou účinností je třeba zohlednit při přijímání všech rozhodnutí o plánování energetických soustav nebo o financování. Dle tvrzení Komise, zvyšování energetické účinnosti musí být realizováno pokaždé, když je nákladově efektivnější než rovnocenná řešení na straně nabídky. To by mělo pomoci využívat četných výhod energetické účinnosti pro celou Unii, zejména pro občany a podniky. Energetická účinnost by měla být považována za klíčový prvek a prioritu při zvažování rozhodnutí o budoucích investicích do energetické infrastruktury Unie. Vliv energetické účinnosti se projevuje například na snižování konečné spotřeby (případně spotřeby primární energie). Následující obrázek ilustruje vývoj konečné spotřeby energie EU a vybraných zemí od roku 2000.

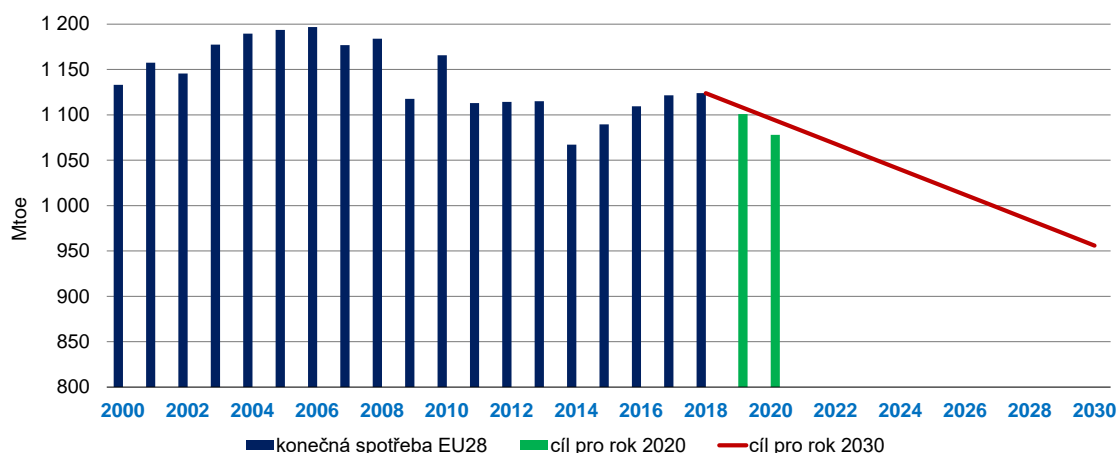
Obrázek 2.1 Vývoj konečné spotřeby energie EU27



Dnes jsou již stanovené cíle i pro rok 2030, které jsou uvedeny ve *Směrnici Evropského parlamentu a Rady 2018/2002* (mění předešlou směrnici 2012/27). Hlavní cíle pro energetickou účinnost jsou uvedeny v prvním a třetím článku (obou směrnic) – další cíle jsou například uvedené v článcích pět a sedm. Do roku 2020 EU měla dosáhnout nárůstu energetické účinnosti, aspoň o 20 % (ve srovnání s projekcemi modelu PRIMES z roku 2007). To znamená, že spotřeba primární energie v celé unii nesmí překročit 1 474 Mtoe nebo konečná spotřeba nesmí být vyšší než 1 078 Mtoe (pro doplnění za rok 2018 byla konečná spotřeba v celé Evropské unii okolo 1 124 Mtoe). Vyhodnocení těchto cílů má proběhnout nejpozději do 31. října 2022, kdy Evropská komise posoudí, zda Unie dosáhla svých cílů pro energetickou účinnost do roku 2020. Za současných okolností se jeví splnění cílů jako reálné, ovšem klíčový podíl bude mít globální pandemie způsobená virem covid-19, která výrazně utlumila hospodářství.

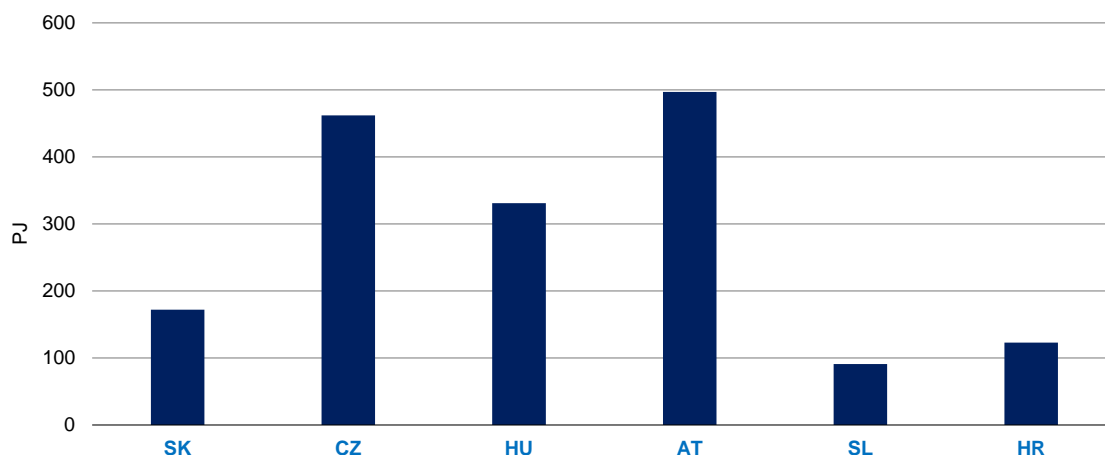
Pro rok 2030 by měla energetická účinnost dosáhnout nárůstu o 32,5 % (opět ve srovnání s projekcemi modelu PRIMES z roku 2007). Spotřeba primární energie by v roce 2030 neměla přesáhnout 1 253 Mtoe, resp. 956 Mtoe u konečné spotřeby. Evropská komise má do roku 2023 čas, aby cíl pro rok 2030 posoudila a případně navýšila (v případě výrazného snížení nákladů, nebo bude-li to potřeba ke splnění mezinárodních závazků Unie, týkajících se dekarbonizace). Pro jednotlivé členské státy Evropská komise závazné cíle do roku 2030 nestanovuje. Členské státy stanovují své vnitrostátní příspěvky samy, na základě spotřeby primární energie nebo konečné spotřeby energie s přihlédnutím k celounijnímu cíli. Na následujícím obrázku je vyznačená nutná trajektorie pro dosažení cílů v roce 2020 i 2030.

Obrázek 2.2 Vývoj konečné spotřeby EU27 a cíl pro rok 2020 a zatím platný cíl pro 2030



Tím hlavním nástrojem, který by měl napomoci zvyšování energetické účinnosti jsou systémy povinného zvyšování energetické účinnosti (resp. dosahování kumulativních úspor v konečném využití energie). Článek 7 (obou směrnic) říká, že každý členský stát vytvoří systém povinného zvyšování energetické účinnosti. Pro období 2014 až 2020 musí členské státy dosahovat nových každoročních úspor ve výši 1,5 % objemu ročního prodeje energie konečným zákazníkům (ten se vypočítal na základě průměrného prodeje za poslední tři roky před 1. lednem 2013). Nové každoroční úspory v období 2021 až 2030 mají odpovídat alespoň 0,8 % roční konečné spotřeby energie (vypočtené na základě průměru za poslední tři roky před 1. lednem 2019). Následující obrázek ukazuje cíle kumulativních úspor do roku 2030 u vybraných států.

Obrázek 2.3 Cíle kumulativních úspor do roku 2030 pro vybrané státy



Požadavky dle článku 7 (pro rok 2030) lze splnit dvěma způsoby. První způsob je prostřednictvím nových politických opatření, která budou přijata během nového období. Druhý způsob je využívání nových individuálních opatření vedoucích k úsporám energie, která vycházejí z politických opatření přijatých během předchozího období nebo ještě před ním. Za tímto účelem by měly mít členské státy možnost využít systémů povinného zvyšování energetické účinnosti nebo alternativních politických opatření či obojího. *Směrnice 2018/2002* toto téma dále doplňuje, že dlouhodobá opatření v oblasti energetické účinnosti budou přinášet úspory i po roce 2020, ovšem v zájmu příspěví k celounijnímu cíli v oblasti energetické účinnosti by měl být důraz hlavně na nové úspory. Proto by se energetické úspory dosažené po 31. prosinci 2020 neměly započítávat do povinných kumulativních úspor v konečném využití energie pro období od 1. ledna 2014 do 31. prosince 2020.

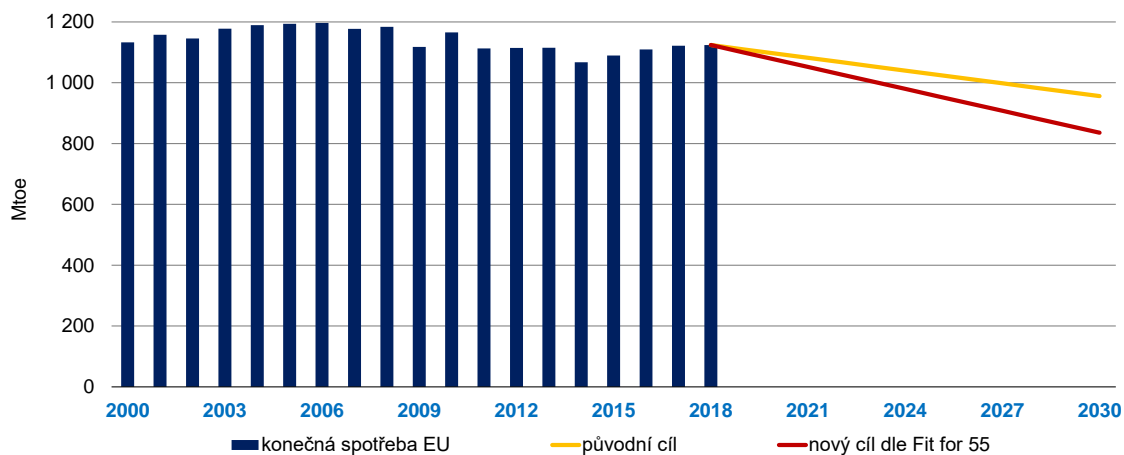
Členské státy by měly využívat všech dostupných prostředků a technologií, aby dosáhly povinných kumulativních úspor v konečném využití energie, a to i prostřednictvím podpory udržitelných technologií v soustavách účinného dálkového vytápění a chlazení. Za účelem výpočtu dopadu zavedených opatření by se měly započítat pouze čisté úspory měřené jako změna spotřeby energie, kterou lze přímo připsat danému opatření v oblasti energetické účinnosti. Pro výpočet čistých úspor, je nutné, aby členské státy vytvořily výchozí scénář obsahující variantu, jak by se situace vyvíjela při neexistenci daného opatření. Každé politické opatření by mělo být posuzováno podle tohoto výchozího scénáře. Členské státy by zároveň měly vzít v úvahu, že ve stejném časovém rámci mohou být provedena jiná politická opatření, která mohou mít rovněž dopad na objem úspor energie.

Otázkou je, jak dlouho bude výše zmíněný cíl pro energetickou účinnost do roku 2030 platný. V důsledku snah spojených s dosažením klimatické neutrality do roku 2050 představila Evropská komise v červenci 2021 balíček nazvaný Fit for 55. Tento soubor, který se týká stávajících právních předpisů EU v oblasti klimatu a energetiky současné cíle novelizuje, respektive přizpůsobuje je tomu, aby k roku 2030 došlo k poklesu emisí skleníkových plynů o 55 % a nikoliv o 40 % (ve srovnání s rokem 1990).

Balíček mimo jiné reviduje také směrnice o energetické účinnosti. Jak již bylo řečeno, v současné době tato směrnice EU zavazuje k tomu, aby splnila dohodnutý cíl 32,5 % zlepšení energetické účinnosti do roku 2030. Revidovaná směrnice o energetické účinnosti od členských států vyžaduje, aby téměř zdvojnásobily své roční povinnosti v oblasti úspor energie, což znamená

opatření v celém veřejném sektoru, opatření k řešení energetické chudoby a další opatření, která pomohou dosáhnout o 9 % více úspor energie, než předpokládá stávající směrnice o energetické účinnosti. Jinými slovy, aktuálně platný cíl, pro navýšení energetické účinnosti o 32,5 % do roku 2030 se navýší na přibližně 41 %. Jaký má tento návrh dopad na aktuálně nastavený trend navýšování energetické účinnosti ilustruje následující obrázek.

Obrázek 2.4 Porovnání cílů pro energetickou účinnost do roku 2030



3 Legislativní mantinely energeticky šetrných lokalit

Kapitola se stručně věnuje ukotvení legislativního rámce energetických komunit v konkrétních evropských zemích, které jsou relevantní v kontextu vybraných příkladů zahraničních šetrných lokalit. Přístup jednotlivých zemí k tomuto tématu se v některých aspektech různí, společným jmenovatelem však zůstává evropská Směrnice o energii z obnovitelných zdrojů.

Přístup jednotlivých zemí k rozvoji energeticky šetrných lokalit v kontextu energetických komunit se liší. Některé země se snaží jít rozvoji komunit naproti, jiné na ukotvení do legislativy pořád ještě čekají. Kolektivní výroba energie pro vlastní spotřebu je většinou myšlena pro bytové domy či kombinace kanceláří a malých a středních podniků. V některých zemích je tato forma výroby energie povolena pouze do určité míry nebo tolerována v rámci legislativní šedé zóny. V případě energetických komunit je legislativa rozvinuta mnohem méně. Přístup k těmto formám je mezi zeměmi velmi různorodý, a navíc se neustále mění.

Se Zimním balíček zavedla EU nová ustanovení o uspořádání trhu s energiemi. Přepracovaná znění směrnic o obnovitelných zdrojích energie (REDII) a o trhu s elektřinou (EMD) ustanovily základní definice a požadavky v případě termínů jako je samospotřeba, kolektivní samospotřeba, komunity obnovitelné energie a občanská komunitní energetika. Přestože je převedení do národního práva povinné, je zde značný prostor pro specifická vnitrostátní ustanovení.

V českém právním prostředí termín energetických komunit zatím ukotvený není, předběžnou podobu však ukazuje návrh Věcného záměru energetického zákona, který kromě tohoto termínu zahrnuje také další požadavky Zimního balíčku jako je koncept aktivního zákazníka. V návrhu se pracuje s obecnou základní definicí společnou pro občanskou komunitní energetiku i komunity obnovitelné energie. Společnými znaky obou pojmů je, že jde o právnickou osobu ve smyslu právního řádu ČR, hlavním účelem není vytvářet zisk, ale poskytovat environmentální, hospodářské nebo sociální společenské přínosy svým podílníkům nebo členům a anebo místním oblastem, kde provozují svou činnost a účast je založena na dobrovolné bázi. Zákon tedy vymezuje pouze minimální soubor definic v souladu s REDII a EMD. Nová právní úprava navrhuje ponechat konkrétní právnickou formu na akcionářích či členech, zároveň ale ne všechny právnické osoby v ČR splňují znaky energetické komunity v souladu s právním rámcem EU. Jedná se například o nadace či nadační fondy a sdružení vlastníků jednotek se energetickou komunitou může stát jenom v případě, že všichni členové souhlasí, neboť by jinak nebylo splněno kritérium dobrovolného členství.

Dle Věcného záměru energetické komunity mohou mimo jiné provozovat místní distribuční soustavu za předpokladu, že všechna práva zákazníků připojených k této soustavě jsou stejná jako u jiných operátorů distribuční soustavy. V případě, že by energetická komunita chtěla provozovat podnikatelskou činnost bude nutné, aby vlastnila příslušnou licenci od energetického regulátora a zároveň je potřeba dodržet podmínky pro energetické komunity, tj. hlavním účelem nesmí být vytváření zisku.

Protože není možné v publikaci obsáhnout všechny vhodné aplikovatelné příklady, muselo dojít k výběru výstižných příkladů. Německo vede už řadu let žebříček nejvíce energeticky efektivních zemí. Ostatní vybrané země se pak v těchto žebříčcích opakovaně objevují, i když na nižších pozicích. Důležitým kritériem při výběru už konkrétních příkladů pak byla hlavně dostupnost vhodných dat, určitou roli hrál při výběru hrál také subjektivní úsudek s důrazem na to, aby byly příklady porovnatelné (tedy neextrémní) a zároveň pro publikaci zajímavé. Níže jsou představeny legislativní mantinely zemí, které jsou v kontextu vybraných příkladů energeticky šetrných lokalit v této publikaci relevantní.

3.1 Rakousko

V Rakousku podporuje novela zákona o elektřině z roku 2017 soukromou a komerční kolektivní výrobu energie zahrnující sdílení elektřiny, což do té doby nebylo možné. Prozatím není dovoleno užívání veřejné sítě pro sdílení energie a problematika sousedství není v novele také zahrnuta. V novele jsou definovány specifické aspekty této problematiky, jako jsou role různých zúčastněných aktérů a požadované smluvní vztahy mezi nimi. V kontextu schémat podpory se některá města a federální části rozhodly, že místo obecné podpory fotovoltaik přejdou na specifickou podporu velkých instalací nebo kolektivní výroby energie. Na úrovni spolkových zemí je to například Štýrsko a také město Graz zavedlo podporu kolektivní výroby energie v roce 2016. Od roku 2017 existují také schémata podpory pro kolektivní výrobu energie na národní úrovni.

Nová legislativa v oblasti obnovitelných zdrojů byla zveřejněna a otevřena k diskusi v roce 2020 jako „Erneuerbaren Ausbau Gesetz 2020“. Legislativa upravuje řadu existujících energetických zákonů včetně výše zmíněného a rozšiřuje právní rámec kolektivní výroby energie (část zůstává beze změny) na energetické komunity. Do konce roku 2023 musí být příslušným spolkovým ministrem zákon vyhodnocen a navrhnutý případné změny a požadavky pro adaptaci.

Občanské energetické komunity mohou být zakládány na celém území Rakouska a kromě výroby elektřiny, ukládání, prodávání a agregace mohou svým členům poskytovat například i služby energetické efektivity nebo služby nabíjení elektromobilů. Účinné řízení je v souladu se směrnicí omezeno pouze na fyzické osoby, místní úřady a malé společnosti. Program současné vlády (2020–2024) počítá se zřízením jednotného kontaktního místa pro podporu energetických komunit.

Rakouský parlament přijal 7. 7. 2021 zákon na podporu obnovitelných zdrojů, zeleného vodíku či čisté mobility, který má za cíl dostat Rakousko do 10 let na 100% obnovitelnou elektroenergetiku. Zákon o obnovitelných zdrojích je ve skutečnosti komplexní novelou deseti různých energetických norem. Nové podmínky umožní sdílet elektřinu mezi občany, kteří vytvoří energetické společenství. Navíc k předávání elektřiny budou moci využívat veřejné distribuční sítě za snížený poplatek, tzv. místní tarif a takto sdílená elektřina bude také osvobozena od daně z elektřiny.

3.2 Francie

Termín vlastní spotřeby je ve Francii zakotven v zákonu 2017-227 a dekretu 2017-676, obsaženy jsou ustanovení jak pro individuální, tak kolektivní výrobu energie. Dle definice neumožňuje individuální vlastní spotřeba užití veřejné sítě ke sdílení vyrobené elektřiny, zatímco v případě kolektivní výroby energie ano. Toto rozlišení umožňuje zavedení různých síťových tarifů dle alternativy. Kolektivní výroba energie je povolena, pokud je elektřina vyrobena a spotřebována mezi několika spotřebiteli a výrobci, kteří jsou mezi sebou propojeni prostřednictvím právnické osoby.

Provozovatelé distribuční soustavy jsou povinni vybavit každého účastníka chytrým měřením a zajistit nezbytné smluvní a technické podmínky k usnadnění výroby pro vlastní spotřebu za transparentních a nediskriminačních podmínek. Individuální vlastní spotřeba je omezena na jednu osobu na jednom odběrném místě, u kolektivní výroby energie je potřeba uzavřít smlouvu mezi PDS a právním subjektem, který identifikuje účastníky a stanovuje schéma sdílení mezi zúčastněnými. Net metering není umožněn v žádném ze dvou režimů, aby se v krátkém časovém intervalu zabránilo nakládání s větším množstvím elektřiny, než je spotřebováno.

V roce 2019 byla kolektivní výroba energie rozšířena na geografickou vzdálenost 2 km mezi výrobou a spotřebou s kumulativním výkonem výrobních zařízení pod 3 MW a 0,5 MW v případech nepropojených oblastí. V poslední novele se počítá s výjimečným prodloužením vzdálenosti na 20 km mezi dvěma nejvzdálenějšími účastníky v případě projektů v oblastech s nízkou hustotou zalidnění.

Francie zavedla základní termín komunitní energetiky již v roce 2019 v článku L211-3-2, kdy prakticky převzala definice z evropské směrnice o energii z obnovitelných zdrojů. Tato definice je blíže specifikována a doplněna jako součást zákona o energetických komunitách a vlastní spotřebě, který je nyní v připomínkovém řízení. Vzhledem k volitelné formulaci rámce EU se předpokládá, že v případech kolektivní výroby energie a komunitní energetiky nebude možné vlastnit nebo provozovat distribuční síť.

3.3 Německo

Německo je země, která má se schématy kolektivní výroby energie dlouhou tradici. V roce 2017 byl právně zaveden tzv. „Mieterstrommodell“, který umožňuje provozovateli elektrárny v bytovém domě prodávat lokálně vyrobenou elektřinu nájemníkům v bezprostřední blízkosti, avšak nejasná definice blízkosti vedla k množství individuálních právních rozhodnutí. Provozovatel elektrárny má status dodavatele elektřiny a v případě bytových domů má nárok na podporu vlastní spotřeby od PDS v hodnotě 2,1–3,7 centů za kWh solární elektřiny (v závislosti na velikosti elektrárny) po dobu 20 let. Předpokladem dle zákona je, že fotovoltaická elektrárna má maximální výkon 100 kW a je instalována v bytové budově. Pro získání podpory může provozovatel FVE prodávat elektřinu buď nájemcům domu nebo jejich vlastníkům.

Ročně je podporováno celkově 500 MW výkonu. Za elektřinu dodávanou do sítě získává provozovatel elektrárny výkupní tarif. V případě kolektivní výroby energie musí na rozdíl od samospotřebitelů platit tzv. EEG příplatek. Tento příplatek je součástí maloobchodní ceny elektřiny a financuje německý systém podpory obnovitelných zdrojů energie.

V návrhu novely EEG v roce 2021 je podpora samospotřebitelů zvýšena na 3,79 centů za kWh (do výkonu 10 kW) a 2,73 centů za kWh do velikosti 500 kW.

3.4 Španělsko

Ve Španělsku do dnešní doby neexistuje žádná detailní legislativa na téma energetických komunit. Legislativní nařízení 23/2020 sice poprvé představilo termíny energetických komunit a agregátorů, ale pouze v kontextu obecné definice jejich účelu a charakteru. Na druhou stranu má Španělsko rozvinutý právní rámec ohledně samovýroby, umožňující využití veřejné sítě, což je opatření nad požadavky evropské směrnice o podpoře obnovitelných zdrojů.

Již v roce 2019 byla odsouhlasena královská vyhláška, která upravuje administrativní, technické a ekonomické podmínky samovýroby. Vyhláška doplňuje regulační rámec řídicí se královským legislativním nařízením z roku 2018, které zrušilo tzv. sluneční daň a poskytuje zvýšenou jistotu a bezpečnost uživatelům. Mimo jiné nařízení umožňuje samovýrobu i kolektivní výrobu energie skupinami vlastníků bytů nebo v průmyslových areálech. Omezuje administrativní postupy, zejména v případě malých samospotřebitelů, a zavádí zjednodušující mechanismus pro kompenzaci energie dodávané do veřejné sítě. Samospotřeba byla dříve povolena jenom s výrobním zařízením umístěným ve stejné bytové jednotce. Nyní je možné přebytky energie sdílet s okolními spotřebiteli také v jiných budovách nebo dodávat do veřejné sítě.

Kolektivní výroba energie pomocí veřejné sítě je fyzicky a geograficky omezena takto: účastníci se musí nacházet v distribuční soustavě nízkého napětí, maximální vzdálenost mezi měřidly výroby a spotřeby je 500 m a účastníci se nacházejí ve stejném katastrálním území. Ať už v případě samospotřebitelů, tak u kolektivní výroby energie může být spotřebitel i výrobce fyzická i právnická osoba. Zároveň je možné u obou typů instalovat akumulární prvky.

Zákon rozlišuje tyto základní formy: vlastní spotřeba bez přetoků (musí být instalován mechanismus zabráňující přetokům do sítě); vlastní spotřeba s přetoky; výrobní zařízení nepřesahující výkon 100 kW s přetoky (vyňato z povinnosti registrace jako zařízení na výrobu elektřiny, podléhá pouze technických předpisům); zařízení nad 100 kW (jejich přetok je prodáván na trhu s energiemi).

3.5 Švédsko

Ve Švédsku je podobně jako v Dánsku dovoleno využívat kolektivní výrobu energií v bytovém domě, pokud všechny byty patří ke stejnému síťovému připojení. Obecně se k tomuto řešení přistupuje tak, že celá budova sdílí jednu smlouvu na elektřinu, ale zároveň je spotřeba elektřiny měřena také interně a ovlivňuje měsíční nájem jednotlivých bytů.

Kolektivní výroba energie není zatím povolena z pohledu přenosu elektřiny přes síť pokrytou síťovou koncesí. V roce 2019 však bylo zveřejněno vládní vyšetřování, které navrhuje možnost propojení několika bytových budov na stejném pozemku. I když by to vedlo k rozšířené formě kolektivní výroby elektřiny, týká se to především elektřiny užívané ve společných prostorách či správou budov. V současné době už je možné využít výjimky umožňující propojení části elektráren pomocí vnitřní sítě mezi různými budovami.

V roce 2019 pověřila švédská vláda Národní inspekci energetického trhu, aby prověřila možnosti transpozice Zimního balíčku. Inspekce přišla s návrhem nařízení, kde je uvedeno, že energetická komunita je formována třemi a více fyzickými či právnickými osobami, z nichž každá má jeden volební hlas, pokud není stanoveno jinak.

4 Zahraniční příklady

V kapitole je uveden výčet vybraných ukázkových evropských šetrných lokalit s bližším popisem a vyčíslením úspor, kterých bylo dosaženo konkrétními opatřeními v oblasti energetické efektivity, tedy snížení energetické náročnosti budov. Kromě komplexnějších příkladů větších komunitních uskupení jsou uvedeny i příklady konkrétních budov, které jsou dále použity při vyhodnocování potenciálu úspor v kontextu České republiky.

4.1 Příklady energetických komunit

Níže jsou uvedeny a popsány příklady vybraných šetrných energetických komunit v evropském kontextu. Příklady jsou seřazeny podle počtu obyvatel od nejmenší po největší ke znázornění skutečnosti, že termín energetických komunit se neomezuje na určitou velikost, ale může se jednat o velikostně velmi rozdílné případy. Je potřeba zmínit, že kromě vybraných příkladů samozřejmě existují případy i menších (bytové domy) a naopak větších (seskupující družstva přesahující hranice regionů) komunit, které nejsou z důvodu přehlednosti a využitelnosti v rámci publikace zmíněny.

4.1.1 Vauban, Německo

Je čtvrť nacházející se na jihu města Freiburg v Německu. Byla postavena jako modelová udržitelná čtvrť na místě dřívější Francouzské vojenské základny. V roce 1993 vytvořilo několik zapálených jednotlivců vizi ekologické, většinou neautomobilní čtvrti. Za účelem uvedení této myšlenky k životu bylo v roce 1994 založeno Forum Vauban, které ve spolupráci s řadou odborníků vyvinulo koncept nové čtvrti. Ve stejném roce kancelář Kohlhoff & Kohlhoff, Stuttgart vyhrála výběrovou soutěž a vítězný design ustanovil dnešní rozvržení ulic s převážnou orientací budov východ–západ a vytvořil základ pro rozvojový plán, který byl legálně ustanoven v roce 1997. Blesková konstrukční fáze započala v roce 1998 a první obyvatelé zde začali žít od roku 2001. Už v roce 1999 začala na západě čtvrti druhá konstrukční fáze a v roce 2002 fáze třetí.

Forum Vauban svou prací dosáhlo implementace socio-ekologické čtvrti, která zahrnuje koncept sníženého provozu motorových vozidel, implementaci krátkých vzdáleností, prioritu soukromníků a kooperativních self-help projektů před investory, inovativní decentrální zásobování teplem a podporu inovativních projektů. V roce 2003 Forum Vauban vzhledem ke kontroverzním nabytím peněz z evropských fondů zbankrotovalo. Zapálení rezidenti poté po četných diskuzích založili v roce 2007 Distric Association Vauban, které oficiálně zaregistrovali jako občanské sdružení.

Obrázek 4.1 Letecký pohled na čtvrt' Vauban ve Freiburgu



Zdroj: Erich Meyer, Hasel

V roce 2021 žije ve čtvrti převážně v nízkoenergetických domech 5 267 obyvatel. Těchto domů je okolo 2 000 a mají tepelné nároky zhruba 50–60 kWh/m²rok. Navíc je ve čtvrti okolo 300 rezidenčních jednotek, které mají výrazně nižší tepelné nároky – pasivní domy a plusové energetické domy a mnoho domů vyrábějících pomocí střešních panelů solární energii. Celá jedna čtvrt' s názvem Schlierberg je postavena v pasivním standardu a vyrábí pomocí střešních fotovoltaických panelů více energie, než spotřebuje, čímž se stává plusovou energetickou komunitou. Kromě bydlení jako takového poskytuje Vauban i kompletní sortiment pro nákupy potřebné v každodenním životě a širokou škálu profesionálních služeb. Každý rok navštíví Vauban desetitisíce lidí z celého světa.

Vytápění je ve Vaubanu efektivně řešeno dálkovým vytápěním a také výrobou tepla ze dřeva a plynových kogeneračních jednotek. Do roku 2002 byla dodávka tepla zajištěna starou tepelnou stanicí, kterou nahradila kogenerační elektrárna. Před rokem 2011 byla v kotli na dřevo vyráběna pára, která byla následně přeměněna na elektřinu pomocí parního stroje a vyrobená elektřina byla distribuována přímo do sítě nízkého napětí. Protože měl parní motor sklony k poruchám, byl v roce 2010 nahrazen plynovou kogenerací s elektrickým výkonem 850 kW a tepelným výkonem 1 150 kW. Navíc byl renovován komínový systém integrující vyrovnávací nádrž o objemu 100 m³ a instalováno tepelné čerpadlo o výkonu 140 kW. Jednotka poté dosahuje rekordní efektivity více než 96 %.

Obrázek 4.2 Solární čtvrť Schlierberg, část Solar Settlement



Zdroj: Andrew Glaser

Obrázek 4.3 Solární čtvrť Schlierberg, část Sun Ship



Zdroj: Andrew Glaser

Ve čtvrti se nachází také první postavený pasivní bytový dům v Německu. Byl postaven v roce 1999 a aby bylo možné dům postavit v pasivním standardu (spotřeba 15 kWh/m²rok či méně), bylo nutné, aby bylo do stavby budovy začleněno pět nezbytných a vzájemně souvisejících prvků: vzduchotěsná konstrukce s velmi vysokou úrovní izolace; okna s trojitým zasklením a dvěma povrchy odrážejícími teplo; velká na jih mířící okna zajišťující v zimě solární zisk a zároveň čtyři velké lípy, které tato okna v létě zastíňují; mechanický ventilační systém, který předejde čerstvý přichodící vzduch tím, že jím prochází teplý odcházející vzduch; zachycení vnitřních tepelných zisků obyvatel, spotřebičů a světel.

Konstrukce s vysokou tepelnou hmotností použitá pro vnitřní stěny a podlahy v létě absorbuje a ukládá sluneční energii z oken orientovaných na jih a v létě poskytuje chlad výsledkem nočního pročišťujícího větrání. Malá kogenerační jednotka na zemní plyn (12 kWh) doplněná střešní fotovoltaikou (3,2 kW) dohromady zajišťují 80 % spotřeby elektřiny. Střešní solární ohřivače teplé vody v kombinaci s teplou vodou z kogenerační jednotky poskytují veškerý potřebný objem teplé vody pro budovu. Jak tvůrci projektu uvádí, projekt dokazuje, že je možné dosáhnout 79% snížení spotřeby primární energie pouze s mírným 7% nárůstem počátečních stavebních nákladů. Budova má navíc o 80 % nižší skleníkové emise v porovnání s běžnou stavbou.

Obrázek 4.4 Jižní strana pasivního bytového domu v létě



Zdroj: www.passivhaus-vauban.de

Obrázek 4.5 Jižní strana pasivního bytového domu v zimě



Zdroj: www.passivhaus-vauban.de

4.1.2 Hammarby Sjöstad, Švédsko

Na začátku devadesátých let měla oblast Hammarby Sjöstad ve Stockholmu reputaci chátrající, znečištěné a nebezpečné oblasti. Jedná se o bývalý bronwfield o rozloze přes 200 hektarů podél jezera Hammarby, vzdálený asi 3 km od centra města. Počáteční plány na přeměnu oblasti vznikly v roce 1996 jako plán k přeměně industriální oblasti na ekologickou sportovní oblast a atletickou vesničku s myšlenkou možné organizace letních Olympijských her v roce 2004. Přestože byl Stokholm poražen Athénami, myšlenka a inspirace pro rozvoj oblasti zůstaly. Hlavním cílem bylo vytvořit udržitelnou komunitu, která bude dvakrát efektivnější než ta běžná. Nyní je to jedna z nejpříjemnějších rezidentních oblastí a jedna z nejúspěšnějších obnovených městských částí. Čtvrť zajišťuje domov 25 000 lidem a nabízí práci dalším 11 000 zájemcům.

Obrázek 4.6 Vymezení oblasti Hammarby Sjöstad ve Stockholmu



Zdroj: *The City of Stockholm*

Hlavním aspektem designu byla udržitelnost a vysoká míra udržitelnosti byla integrována do plánovacího procesu od prvních fází. Udržitelné alternativy pro řešení vody, energie a odpadu byly důkladně prostudovány na úrovni architektury a infrastruktury. Všechna elektřina například pochází z obnovitelných zdrojů, a navíc se v oblasti testují nové typy palivových článků, solárních článků a panelů. Projekt je produktem úspěšné spolupráce městských autorit, městských plánovačů, developerů, architektů, inženýrů a dalších.

V oblasti se využívá takzvaný Hammarby model – eko-cyklus, environmentální řešení, která zahrnují energii, odpad, vodu a odpadní vodu. Snahou tohoto modelu je z lineárního systému vytvořit cirkulární systém, které optimalizuje užití zdrojů a minimalizuje odpad. Model je dnes napodobován po celém světě, konkrétně například v Číně nebo Brazílii.

Dodávky energií zajišťují teplárna a elektrárna Högdalen (spalování odpadu), teplárna Hammarby (využívá odpad a vodu z jezera), fotovoltaické elektrárny a využívána je také elektřina ze sítě. Hlavním zdrojem vytápění v oblasti je ústřední vytápění. Teplo je z 34 % vyrobeno z vyčištěné odpadní vody, 47 % ze spalování komunitního odpadu a 16 % z biopaliv z lesního průmyslu. Navíc je zbylá očištěná voda použita jako chlazení například v mrazácích v obchodech s potravinami a jako klimatizace kancelářských budov.

Automatický podzemní odpadní transportační systém pracuje na třech úrovních – běžný odpad odvádí odpadní skluzavky umístěné v budovách, pro odpad určený k recyklaci slouží recyklační místnosti a nebezpečný odpad se odevzdává na sběrných stanovištích. Bioplyn, který vzniká při zpracovávání odpadu, je využit jako palivo pro vozidla jako jsou autobusy, taxíky a auta pro svoz odpadu, a navíc také jako teplo pro 1 000 domovů v oblasti.

V Sjöstadu se velmi dbá na udržitelné zacházení s vodou. Rezidenti jsou dopředu poučeni a opatření zajišťující vodní úspory snižující spotřebu pitné vody o 50 %. Odpadní vody jsou ošetřovány přímo v oblasti a následný kal je recyklován použitím jako hnojivo na zemědělské půdě a v lese. K vytápění je také využíváno teplo, které vzniká při ošetření vody v čističce. Protože se

teplota vody během celého roku pohybuje mezi 10 a 20 stupni Celsia, je možné odpadní vodu použít nejenom k vytápění, ale v létě také ke chlazení. Využívá se také dešťová voda, některé střechy jsou konstruovány jako zelené střechy a voda stékající ze silnice je nejdříve odvedena do ošetřujících bazénů, a až poté použita k zavlažování země.

Obrázek 4.7 Environmentální informační centrum GlashusEtt



Zdroj: *GlashusEtt, 2015*

V oblasti se také experimentuje s různými možnostmi dodávek energie. Zhruba 900 bytů v oblasti má bioplynové sporáky a bioplyn navíc pochází přímo od rezidentů. Překvapivě je množství bioplynu „vyrobeného“ průměrnou domácností velmi blízký množství, které je použito k vaření. Díky výměně elektrických sporáků za bioplynové byla elektrická spotřeba těchto domácností snížena o 20 %. Původně byl nastaven cíl pro spotřebu budov na 60 kWh/m². Toho bohužel oblast nedosáhla, ale celková spotřeba 118 kWh/m² je pořád nižší než průměrná spotřeba ve Stockholmu.

4.1.3 Kodaň, Dánsko

Města spotřebují 70 % veškeré energie, proto snižování této spotřeby a uhlíkové stopy je více než žádoucí. Aby toho bylo dosaženo je důležité vytvořit kolektivní rámec udržitelnosti a uhlíkově neutrální cesty.

Kodaň plánuje být jako první město do roku 2025 uhlíkově neutrální. Aby tohoto cíle přijatého již v roce 2012 dosáhla, byl přijat klimatický plán CPH 2025. Snížení emisí o dvě třetiny by mělo být zaručeno přechodem k méně uhlíkovým variantám výroby tepla a elektřiny. Cílem je diverzifikovaná ale dostatečná dodávka čisté energie – z biomasy, větru, geotermální a solární energie. V roce 2017 Kodaň produkovala 1,37 milionů tun skleníkových plynů, což je o 42 % méně než v roce 2005, proto si představitelé města věří, že klimatická neutralita do roku 2025 je reálná.

Do těchto změn se zapojují i samotní obyvatelé města, polovina turbín ve větrném parku Middelgrunden je jimi financována. Je třeba zmínit, že Dánsko má jednu z největší míry čisté energie produkované větrnými turbínami na světě, je to 22 % z jejich celkové energetické spotřeby.

Obrázek 4.8 Nejvíce rozšířená forma udržitelné dopravy v Kodani



Zdroj: <https://urbanlifecopenhagen.weebly.com/sustainability.html>

Jak již bylo zmíněno, snaha snížit využití fosilních paliv znamená zvýšení podílu obnovitelných zdrojů – v kodaňském případě jsou to větrné turbíny. Největší elektrárna vyměnila uhlí za dřevěné pelety. Asi 98 % města je vytápěno odpadním teplem z výroby elektřiny a 49 % všech cest je uskutečněno na kole, všechny naftové autobusy nahradily jejich elektrické verze. Obyvatelé Kodaně vlastní 6,6krát více kol než aut.

Město investuje do energetické efektivity topení a chlazení. Teplo a chladicí voda jsou vyráběny centrálně, a poté rozváděny do okolních oblastí. Dálkové vytápění je jedno z nejvíce uhlíkově efektivních a flexibilních cest dodávek energií, v Kodani je 98 % topení dodáváno právě tímto způsobem. Původně bylo zprovozněno již ve dvacátých letech a v sedmdesátých letech bylo intenzivně rozvíjeno. Nejprve parní síť zásobovala nemocnice a průmysl a jakmile byl zřízen parovod, tak také kanceláře, školky a připojeny byly i blízké soukromé domy.

Tato síť je nyní nahrazena dálkovým vytápěním pomocí vody, které je energeticky účinnější a může být skladováno v tepelných uložiscích. Dálkové vytápění využívá teplo dostupné z kogenerací, které zachycují a znovu využívají tepelnou energii, která vzniká při výrobě elektřiny a která by jinak byla ztracena s efektivitou 94 %. Díky tomu potřebují elektrárny mnohem méně paliva na každou vyrobenou kWh a snižují primární spotřebu energie o 70 % ve srovnání s individuálními kotle. Kodaňským krátkodobým cílem je přeměnit veškeré uhelné kogenerace na biomasu. Zvýšená poptávka po klimatizacích vede k zvýšené spotřebě elektřiny. Dálkové chlazení je kombinací částečného chlazení mořskou vodou, absorpčního chlazení (pomocí

přebytků tepla) a tradičních kompresních chladičů. Tímto způsobem se dosahuje až 80 % úspory elektřiny ve srovnání s tradičním chlazením.

Obrázek 4.9 Elektrárna Amager-Bakke



Zdroj: SLA Copenhagen

Střecha elektrárny Amager-Bakke na energetické využití odpadu slouží celoročně jako umělá sjezdovka, turistická stezka a lezecká stěna. Z vrcholu je navíc panoramatický výhled na město a most Øresund spojující Kodaň s Malmö. Budova elektrárny se nachází na ostrově Refshaleøen, bývalém bronwfieldu, z kterého se stala jedna z nejvíce udržitelných a zelených čtvrtí. Kromě toho, že elektrárna funguje jako rekreační zařízení, je to také nejmodernější spalovna spalující nerecyklovatelný odpad z domácností a podniků. Uvnitř budovy je vysoce efektivní kogenerační jednotka, která v roce 2018 zajistila, že bylo spáleno více než 400 000 tun odpadu, čímž se vyrobil dostatek elektřiny k napájení 30 000 domácností.

Protože 40 % uhlíkatých emisí v Dánsku pochází z budov, Kodaň se snaží modernizovat staré budovy tak, aby byly energeticky efektivní a zároveň neztratily nic ze své estetičnosti. S tímto přístupem plánuje do roku 2025 snížit o 10 % spotřebu elektřiny a o 20 % spotřebu tepla v kategorii budov. Renovace zahrnují výměnu starých oken, izolace zdí, dveří, střešů, podlah a vodovodů a šetrné ventilační systémy. Kromě toho je kladen důraz také na zelené střešní zahrady, které domy izolují a pohlcují uhlík a také na solární články. Z pokročilé technologie je instalováno monitorování celkové spotřeby vody a energie a tepelná citlivostní technologie umožňuje zjistit, kolik tepla se z budovy ztrácí.

Jedním z konkrétních příkladů energetických úspor je zábavní park Tivoli Gardens postavený v roce 1843. Tento druhý nejstarší zábavní park na světě vyměnil 85 tisíc žárovek za LED alternativy. Kodaňské kanály je možné projet na lodi napájené solární energií a 70 % hotelů má eko certifikát.

Obrázek 4.10 Park Tivoli Gardens



Zdroj: Alamy

Důležité je zmínit, že Kodaň nefunguje na základě spotřebitelské poptávky, ale klade důraz na efektivitu na straně nabídky, což zajišťuje Energetická poradní služba. Tato organizace umožňuje občanům porozumět, jak omezovat spotřebu energie. Místo toho, aby lidem prodávala více energie, naučila je nakupovat energie co nejméně. Do tohoto úsilí jsou zahrnuty už děti ze základních škol, které jsou od raného věku vystavovány energeticky uvědomělému myšlení. Organizace také poskytuje poradenství podnikům, které můžou díky úsporám energií při provozu ušetřit peníze. Je jasně vidět, že je město postaveno spíše na poskytování sociálních služeb než na co největší poptávce.

4.2 Příklady energeticky šetrných budov

Jak bylo vidět díky přechozím příkladům, je definice udržitelných lokalit velmi variabilní – od budov až po města. Protože by bylo nemožné v kontextu České republiky definovat potenciál pro tak velké celky, jako jsou čtvrti a větší území, budou do výpočtu úspor vstupovat nejmenší možné formy energeticky šetrných oblastí, a to budovy. Ve druhé části čtvrté kapitoly budou proto prezentovány tři typy budov – rezidentní (bytové domy), administrativní a školy. Každý typ je zastoupen dvěma příklady napříč různými zeměmi v rámci EU s bližším popisem použitých konkrétních opatření vedoucích ke snížení energetické náročnosti a zvýšení energetické efektivity těchto budov.

4.2.1 Bytové domy

Rezidence „Les Fuschias“

Rezidence, která se nachází ve čtvrti Ménilmontant v Paříži, sestává ze tří paralelních křídel s 231 byty, které dohromady s přilehlými budovami tvoří tři uzavřené vnitřní dvory. Rezidence byla postavena v roce 1957 a v devadesátých letech byly položeny obklady. Znamky stárnutí těchto obkladů vyústily v roce 2018 v rekonstrukci rezidence.

Obrázek 4.11 Dvorní traktý rezidence



Zdroj: *Élogie-Siemp and Bouygues Building Ile-de-France Habitat Rehabilitated*

Tato rekonstrukce měla kromě snahy o dosažení cílů Pařížské klimatické dohody i ambice o snížení plýtvání stavebního materiálu a množství odpadu, který v této souvislosti vzniká. Vzhledem k použití recyklovaných materiálů bylo v tomto směru nakonec dosaženo úspory 80 %. Díky těmto úsporám došlo ke snížení ekologické stopy o 80 tun emisí uhlíku a bylo zachráněno 95 stromů. Projekt získal ocenění Low Carbon Mention a Renovation Grand Prix Mention

v soutěži Green Solutions Awards France 2019. Navíc byly některé materiály (například kování a izolační desky) ještě použity při stavbě obchodu s potravinami Epicerie Ephemeral.

Různé materiály, které by jinak byly považovány za odpad (dřevěné latě, hliníkové desky či obkladové desky) mohly být díky tomuto inovativnímu přístupu využity ke zhotovení nábytku. Společnost Intiatives solidaires, která se na rekonstrukci podílela, se tímto způsobem cirkulární ekonomiky zabývá a zajišťuje také odvoz a uskladnění materiálů ve svých skladovacích prostorech, aby bylo zajištěno jejich opětovné použití. Recyklaci skelné vaty měla na starost společnost Isover a vata byla znovu použita pro izolaci bytového zařízení v Paříži. Takto bylo zachráněno 7 000 m² obkladových desek, 7 000 m² skelné vaty, 6 000 m dřevěných latí a 6 500 m hliníkových profilů.

Obrázek 4.12 Rekonstrukce rezidence



Zdroj: *Élogie-Siemp and Bouygues Building Ile-de-France Habitat Rehabilitated*

Výměna obkladů, instalace zesílené izolace fasády a střeš, oprava vodotěsnosti fasády, hydroizolace střešy a výměna společného kondenzačního plynového kotle a vzduchotechniky umožnily trojnásobné snížení roční energetické spotřeby komplexu z 231 kWh/m² na 79 kWh/m² a zároveň zajistily lepší tepelný komfort obyvatel.

Obrázek 4.13 Residence Les Fuschias po rekonstrukci



Zdroj: *Élogie-Siemp and Bouygues Building Ile-de-France Habitat Rehabilitated*

Bytový dům „Carrer Nou“

Carrer Nou je bytový dům nacházející se v historickém centru města Girona ve Španělsku. Byl postaven v roce 1978 a rekonstrukce začala v roce 2016, o rok později byla dokončena a získala cenu Grand Prize of Sustainable Renovation v Green Solutions Awards 2018. V budově se nachází 30 bytů na šesti podlažích. Vzhledem k tomu, že je fasáda chráněna zákonem o historickém dědictví, bylo nutné všechny izolační činnosti provést za pomoci specifických technických řešení zevnitř budovy a úprava vzduchotěsnosti musela být vyřešena podlahou.

Venkovní stěny jsou tvořeny z keramických tvárnic, izolační panely jsou instalovány přímo na vnitřek stávajících stěn zateplené minerální vatou a zakryty sádkartonovými panely. Vzduchotěsnost bylo dosaženo použitím akustických membrán na líci desek. Systém vytápění a chlazení tvoří sálavé panely podporované baterií, která je součástí systému mechanické ventilace s rekuperací tepla, poháněným tepelným čerpadlem a řízeným pomocí domácí automatizace.

Systém vytápění a chlazení se skládá z tepelného čerpadla vzduch–voda, ventilátoru s rekuperací tepla, dočišťující vodní baterie a sálavých střešních panelů ke zvýšení chladicího výkonu systému a pokrytí maximální tepelné zátěže v létě. Řízení systému se provádí pomocí řídicí jednotky, snímačů teploty a vlhkosti a prvků, které ovlivňují tepelné čerpadlo, hydraulické okruhy a ventilátor, umožňující úpravu provozních parametrů a tím optimalizaci výkonu systému.

Snímače teploty a vlhkosti jsou instalované v každé z pěti místností, kde jsou umístěny sálavé desky. Naměřená data teploty a vlhkosti poté umožňují upravit teplotu vody desek tak, aby

nedocházelo ke kondenzaci, aniž by bylo nutné uzavírat okruhy, čímž se zabraňuje neustálému zapínání a vypínání tepelného čerpadla, což by vedlo k jeho nízkému výkonu a zkrácené doby životnosti.

Současně je ventilátor ovládán tak, aby snižoval nebo zvyšoval průtok podle tepelných potřeb. Ovládání umožňuje nastavení různých teplot podle harmonogramu, aby bylo dosaženo maximálního komfortu při minimální spotřebě energie. Obyvatel domu může ovládat klimatizaci a zobrazovat údaje o teplotě a vlhkosti pomocí tabletu zabudovaného ve stěně domácnosti, případně prostřednictvím mobilního telefonu odkudkoliv. Po rekonstrukci byla energetická náročnost budovy snížena o polovinu z 235 kWh/m² ročně na 111 kWh/m².

Obrázek 4.14 Bytový dům Carrer Nou



Zdroj: Progetic

4.2.2 Kancelářské a administrativní budovy

Administrativní komplex „Ampère e+“

Komplex se nachází v první evropské obchodní čtvrti La Défense, kde lze nalézt více než 3 mil. m² kancelářských místností. Ventilaci zajišťují dvě vzduchové jednotky, které jsou umístěny na střeše budovy. Rotační výměníky tepla s rekuperací přes 80 %. Ohřev a chlazení vzduchu v kanceláři je řešeno pomocí sálavých podhledů a fancoilových jednotek.

Nová generace výtahů ReGen produkuje energii na principu kinetické energie. Výtahy odvádí energii u konvenčních řešení ztracenou během brzdění zpět do vnitřní elektrické sítě budovy, kde může být dále využita. Díky tomu výtahy využívají až o 75 % méně energie než neregenerativní

pohon pro ekvivalentní pohyb výtahu. B4B systém, který funguje na principu využívání použitých baterií z elektrických automobilů, které jsou instalovány v technické místnosti, umožňuje nabíjení v době výhodné ceny energie na burze. Dohromady s inteligentním řízením je komplex schopný poskytovat služby agregátora.

Kromě samozřejmého BMS systému zajišťujícího technické informace k efektivnímu řízení budov byla speciálně vytvořena mobilní aplikace přímo pro případ Ampere e+. Každé pracoviště tak může být přizpůsobeno podle potřeb každého pracovníka. Pracovníci si například můžou upravovat příjem přirozeného nebo umělého světla nebo měnit teplotu, a navíc je možné využít doplňkové funkce aplikace jako je rezervace zasedacích místností, zavolání domovníka či nahlášení problémů.

Protože je přirozené světlo základem pro dobrou pohodu zaměstnanců, mají všechny prostory k přirozenému světlu přístup. Toho bylo dosaženo pomocí konstrukce, která přivádí světlo přes nádvoří terasového typu na úroveň zahrady. Budova má 4 druhy fasád podle orientací, všechny splňují následující kritéria: vzduchotěsnost a vodotěsnost, pevnost, časovou trvanlivost a jednoduchý přístup a údržbu. Aby se vyvarovalo tepelných mostů je rámová konstrukce z profilů a poloprofilů z extrudovaného hliníku umožňující upevnění různých typů výplňových prvků, ať už prosklených či neprosklených.

Modulované LED světlo k přenosu informací (videa, zvuk, geolokace) do vyhrazeného přijímače využívá systém LiFi. Použitím této inovace se snižuje dopad na životní prostředí dvěma způsoby – eliminuje se spotřeba měděných drátů a tím, že LiFi svítidla nevyužívají konvekční síťové rozvody a zároveň nevyžadují klimatizovanou technickou místnost, což znamená úsporu 25 kWh/m²/rok.

Terénní úprava střechy, na které je vytvořená zahrada s jedlými rostlinami, vytváří izolaci s velmi omezeným dopadem na životní prostředí. Díky úrodné půdě je tepelná ztráta střechy snížena o 15 %, což vede ke snížení spotřeby energie o 2 %. Výše uvedenými opatřeními bylo dosaženo snížení původní spotřeby 149 kWh/m² za rok na 96,5 kWh/m².

Obrázek 4.15 Administrativní komplex Ampère e+ před a po rekonstrukci



Zdroj: Charly Broyez

Obrázek 4.16 Komplex Ampère e+ po rekonstrukci



Zdroj: Charly Broyez

Administrativní budova „Kuggen“

Kuggen je pětipodlažní administrativní budova se 192 kancelářskými jednotkami postavená v roce 2011, která se nachází v Göteborgu. Už v době výstavby měla budova dobrou energetickou náročnost s roční spotřebou 73 kWh/m² a byla certifikována jako zelená budova v souladu s programem EU pro energeticky úsporné budovy. Této nízké energetické spotřeby bylo dosaženo kombinací architektury a chytrých systémů.

Instalace nového řídicího systému Ecopilot v roce 2014 pak znamenalo snížení této spotřeby na 37 kWh/m². Ecopilot je systém s integrovaným řízením ventilace, topení a chlazení. Systém zohledňuje zejména akumulaci tepla v budově a působí proti krátkodobému střídání topení a chlazení a naopak. Systém optimalizuje energii s ohledem na vnitřní zátěž, předpověď počasí, vnitřní teplotu, větrné podmínky a sluneční záření.

Budova je kruhová a každé patro se půdorysově zvětšuje s výškou budovy a tvoří tak stín pro spodní pole. Střed každého kruhu je posunut tak, aby na jižní straně vznikal nejdelší stín, a tím se budova sama zastíňuje, když je slunce vysoko na obloze. Nejvyšší patro je vybaveno posuvným systémem sluneční clony, který sleduje pohyb slunce. Fasáda se skládá z dlaždic a okna jsou trojúhelníková, aby se zmenšila jejich plocha kvůli udržení tepla, ale zároveň propouštěla přirozené světlo hluboko do budovy. Budova je postavena výhradně z betonu, plášť z prefabrikovaných prvků s vysokou tepelnou hmotností.

Obrázek 4.17 Administrativní budova Kuggen



Zdroj: *Tord-Rikard Soderstrom*

Zařízení v budově mají integrovaná čidla pokojové teploty, obsazenosti, teploty, tlaku a průtoku v potrubí. Senzory obsazenosti řídí nejen ventilaci, ale také osvětlení, což vede k tomu, že mají prázdné kanceláře minimální ventilaci a světla jsou zhasnutá. Veškeré osvětlení je také regulováno v závislosti na denním světle.

Objekt je větrán pomocí systému VAV, který je řízen nejen na základě obsazenosti, ale také na základě množství oxidu uhličitého. Vzduchotechnická jednotka je vybavena otočnou rekuperací a regulací otáček a další malá jednotka, která je vybavena fluidní rekuperací tepla, ošetřuje několik digestoří. Primárním zdrojem vytápění je sice dálkové vytápění pomocí radiátorů, budova má však také dva doplňkové zdroje tepla. Teplou vodu ohřívající střešní solární kolektory a tepelné čerpadlo venkovního vzduchu. Chlazení je zajištěno dálkovým chlazením. Všechny systémy mají vlastní měřiče a elektřina objektu je měřena nejen odděleně od podnikové elektřiny, ale také samostatně pro každé podlaží.

Obrázek 4.18 Detail posuvného systému sluneční clony



Zdroj: Wingårdh Arkitektkontor

4.2.3 Školy

Škola v Olbesdorfu

Škola byla postaven v roce 1928 v Sasku a hlavním cílem renovace bylo snížení energetické náročnosti. Tuto čtyřpodlažní zděnou budovu se sedlovou střechou využívá 180 žáků, kteří jsou rozděleni do 22 tříd. Primárním cílem bylo zajistit konzistentní termální ochranu budovy, ale také podpořit vzdělávací atmosféru, tedy zlepšit akustiku a hygienu vzduchu a zároveň snížit vnitřní teplotu v letním období.

Tepelná izolace byla zajištěna pomocí stupňovitých profilů a lepicí technologie zabraňující poškození původní fasády a také vytváření tepelných mostů. Původně byla v budově instalována dvojitá okna, vnější tabule byly nahrazeny izolačním dvojsklem a vnitřní tabule okna byla odstraněna.

Obrázek 4.19 Škola v Olbesdorfu před rekonstrukcí



Zdroj: *Build up*

Vzhledem k poloze budovy ve svahu, pronikalo do části prostorů málo denního světla a bylo nutné prostory uměle osvětlovat i přes den. Z tohoto důvodu byly, při rekonstrukci přepracovány půdorysy, aby se zlepšilo využití denního světla. Staré světelné šachty byly obnoveny či doplněny a jakékoliv umělé světlo je nyní řízeno podle denního světla a centrálně vypnuto, když se škola na konci dne zavírá.

Kromě strukturálních změn bylo energetických úspor dosaženo také zavedením moderních vytápěcích technologií a účinných strategií větrání. Plynový kotel byl nahrazen plynovým absorpčním tepelným čerpadlem s kompenzací špičkové zátěže plynovým kotlem. Před renovací bylo větrání zajištěno okny a odvody vzduchu pomocí potrubí integrovaného do zděné konstrukce. Tyto odvody byly ale bohužel během předchozích rekonstrukcí většinou zablokovány a byly tedy funkční pouze ve vstupních prostorách a částečně na toaletách. V sanitárních prostorách byl tedy instalován klasický centrální odvod vzduchu a ve výukových místnostech je větrání zajištěno hybridním větráním – založené na přirozeném tepelném vztlaku a pouze zesílené ventilátory s nízkou elektrickou spotřebou.

Obrázek 4.20 Škola v Olbesdorfu po rekonstrukci



Zdroj: *Build up*

Rekonstrukce školy si kladla za cíl snížení spotřeby vytápění o více než 80 %, čehož bylo téměř dosaženo, protože původní spotřeba vytápění klesla z 122 kWh/m² na 31,8 kWh/m², celková spotřeba pak z 174 kWh/m² na 48,9 kWh/m².

Budova „Plus-Energie-Bürohochhaus“ Technické univerzity ve Vídni

Tato budova postavená v sedmdesátých letech je jedna z osmi budov kampusu Getreidemarkt vídeňské Technické univerzity. Skládá se ze dvou částí, jedné přidružené budovy a jedenáctipatrové věže. Ta se stala první světovou energeticky plusovou administrativní věží ve smyslu rekonstrukce, a ne postavení nové budovy.

V budově byly původně umístěny aula, knihovna, kanceláře a laboratoře, protože byla zázemím Fakultě technické chemie. Vzhledem k tomu, že byla spousta místností užívána pro laboratoře, které potřebovaly silný ventilační systém, byly tyto laboratoře umístěny v nejvyšším patře budovy. Po rekonstrukci se do budovy nastěhovala Fakulta strojního a průmyslového inženýrství a místnosti, které původně sloužily jako laboratoře, byly přeměněny na kanceláře.

Obrázek 4.21 „Plus-Energie-Bürohochhaus“



Zdroj: Schöberl&Pöll

V suterénu budovy je umístěna serverovna a odpadní teplo z této serverovny je využíváno k vytápění. Pokud není k dispozici dostatek odpadního tepla, je dodatečné teplo k pokrytí nedostatku získáno z vídeňské sítě dálkového vytápění. V případě teplých měsíců, kdy nejde odpadní teplo použít na vytápění, je odvedeno do energetické jámy a využito dvěma hybridními chladicími věžemi. V závislosti na teplotě okolního vzduchu se studený vzduch získává přímo z chladících věží pomocí volného chlazení nebo nepřímo pomocí ultra-účinného chladiče. Tento vzduch se pak používá nejen k chlazení serverovny, ale i budovy samotné. Kromě toho má budova také systém noční ventilace, který pomáhá při ochlazování budovy. Pokud jsou vhodné okolní podmínky, otevřou se automaticky noční ventilační okna a klapky se automaticky otevřou a umožní proudění chladného nočního vzduchu do budovy. Zároveň staré ventilační šachty, které byly dříve využívány na větrání laboratoří, nyní odvádí ohřátý vzduch. Protože noční vzduch cirkuluje čistě v důsledku tepelného vzlaku, není k tomuto ochlazování potřebná žádná pomocná energie.

Spotřeba elektřiny je pokryta z fotovoltaických panelů umístěných na střeše a fasádě a v malém množství také prostřednictvím energie rekuperované z výtahu. Pokud není tato výroba dostatečná, je zbývající spotřeba pokryta z elektrické sítě a naopak, pokud je výroba větší než spotřeba, je přebytek odveden a využit v sousedních budovách kampusu.

Obrázek 4.22 Plusová energetická budova TU ve Vídni před a po rekonstrukci



Zdroj: TU Web, Arch. Dipl.-Ing. Gerhard Kratochwil

Kromě samotné výroby energie je důležité se v případě energeticky plusové budovy zaměřit také na snížení tepelných ztrát a spotřeby jako takové. Dobrá izolace a vzduchotěsný plášť budovy, účinný ventilační systém s rekuperací tepla a vlhkosti, izolace potrubí a jednotek jsou základní opatření, která byla v tomto smyslu u budovy integrována. Kromě toho ale byla také zkoumána a optimalizována spotřebovávaná energie. V důsledku toho se v budově používají jenom energeticky účinná zařízení – počítače, osvětlení nouzových východů, kávovary – celkem bylo optimalizováno přibližně 9 300 komponentů. Samozřejmostí je inteligentní systém, který se snaží automaticky dosáhnout stavu, ve kterém je spotřebováno nejmenší množství energie. Zásadním opatřením pro zvýšení energetické účinnosti je také monitoring, díky kterému je možné naměřená data analyzovat a začlenit je do optimalizačního procesu.

Přestože se v tomto případě jedná o univerzitu a s tím souvisí zvýšené nároky na spotřebu elektřiny z důvodu používání vysoce výkonných počítačů využívaných na výzkumnou činnost, podařilo se z původní spotřeby 803 kWh/m² výše uvedenými opatřeními dosáhnout na spotřebu skoro osmkrát menší, tedy 108 kWh/m².

4.3 Shrnutí dosažených úspor energie

V tabulkách níže jsou shrnuty základní číselné údaje k budovám uvedeným v předcházející podkapitole. V každé tabulce jsou vždy seskupeny příklady k jednomu ze tří typů vybraných budov – obytné domy, administrativní budovy a školy.

Protože hodnoty v tabulkách slouží jako vstupy do výpočtů úspor v kontextu České republiky, které jsou vyhodnoceny v následující kapitole, jsou z tohoto hlediska nejdůležitějšími údaji hodnoty ročních spotřeb energií před a po rekonstrukci. Tyto hodnoty jsou pak doplněny základními informacemi o stáří a velikosti budov, a dokreslují tak celkový kontext dispozic těchto budov. Příklady byly vybrány tak, aby pokryly různé možnosti a přístupy k renovaci budov, a zároveň tak ukázaly příklady, kde je potřeba přistoupit ke specifickým opatřením (například historické budovy). Navíc bylo nutné dbát na to, aby dávaly tyto příklady smysl v kontextu vyčíslení úspor v České republice. To znamená, že se neuvádějí extrémní příklady, které by nebylo možné v České republice reálně využít.

Tabulka 4.1 Sumární tabulka údajů obytných domů

	země	rok		plocha (m ²)	spotřeba (kWh/m ² /a)	
		konstrukce	renovace		před	po
Les Fuschias	FRA	1957	2018	15 479	231	79
Carrer Nou	ESP	1978	2017	678	235	111

Tabulka 4.2 Sumární tabulka údajů administrativních budov

	země	rok		plocha (m ²)	spotřeba (kWh/m ² /a)	
		konstrukce	renovace		před	po
Ampère e+	FRA	1980	2016	15 000	149	97
Kuggen	SWE	2001	2014	4 898	73	37

Tabulka 4.3 Sumární tabulka údajů škol

	země	rok		plocha (m ²)	spotřeba (kWh/m ² /a)	
		konstrukce	renovace		před	po
Plus-Energie-Bürohochhaus	AUT	1970	2015	13 500	803	108
Friedrich Fröbel School in Olbersdorf	DEU	1928	2007	4 900	174	49

Na ilustrované příklady následně navazuje kapitola, jež bude zjištěné závěry aplikovat do českého prostředí. V důsledku pak bude stanoven potenciál pro dosažení úspor energie v rámci aplikování uvedených úsporných opatření. Řešenými kategoriemi budov budou právě obytné domy, administrativní budovy a školy.

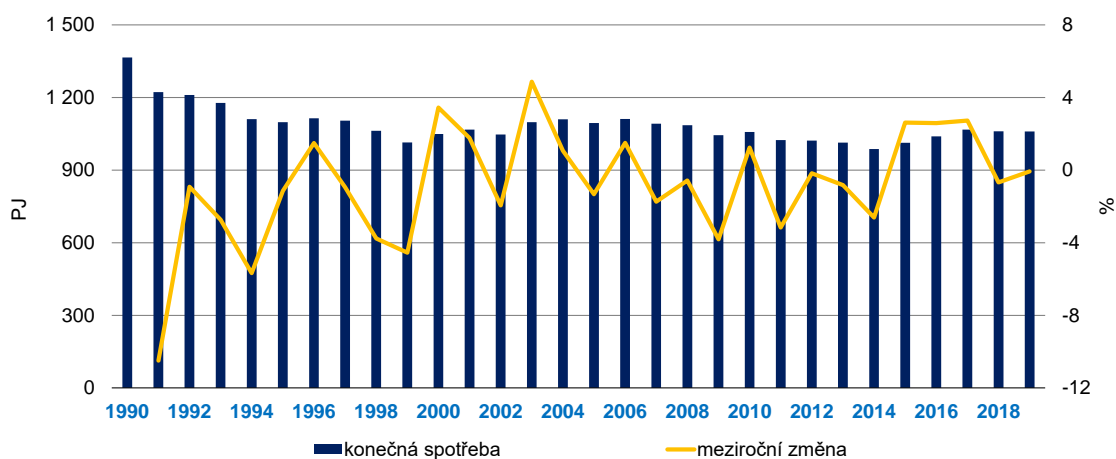
5 Aplikace poznatků na ČR

Kapitola navazuje na zahraniční příklady energeticky šetrných lokalit a nabyté poznatky aplikuje do českého prostředí. Nejprve je však čtenáři představen aktuální stav a míra dosahování energetické účinnosti v minulosti. Následně je vyčíslena celková spotřeba energie bytových domů, kancelářských a administrativních budov a škol. Z celkové spotřeby energie je následně vypočtený potenciál pro dosažení úspor v případě, že by byly v České republice plošně aplikovány zahraniční opatření. Potenciál je stanovený variantně.

5.1 Úspory v ČR a vývoj konečné spotřeby energie

Energetická účinnost patří mezi čtyři pilíře akcentované ve Vnitrostátním klimatickém plánu ČR. Aktuálně platný vnitrostátní cíl do roku 2030 je určen na úrovni maximálního potenciálu pro snížení spotřeby energie v jednotlivých sektorech ekonomiky, na hranici konečné spotřeby energie, kterou může ČR reálně dosáhnout s ohledem na předpoklad vývoje okrajových podmínek. Tento potenciál zohledňuje efekt schválených i plánovaných strategií, politik a opatření, které budou implementovány v období do roku 2030. V souladu s těmito ambicemi je cíl ČR dle článku 7 pro období 2021-2030 ve výši 84 PJ nových úspor energie na kumulované úrovni se jedná 462 PJ úspor energie do roku 2030. Následující obrázek ukazuje vývoj konečné spotřeby energie ČR od roku 1990. Z důvodu snahy ilustrovat co nejdelší časovou řadu jsou hodnoty převzaty z Eurostatu. Tyto hodnoty jsou však průměrně o 40 PJ vyšší než hodnoty uváděné v *Souhrnné energetické bilanci*, kterou každoročně publikuje Ministerstvo průmyslu a obchodu.

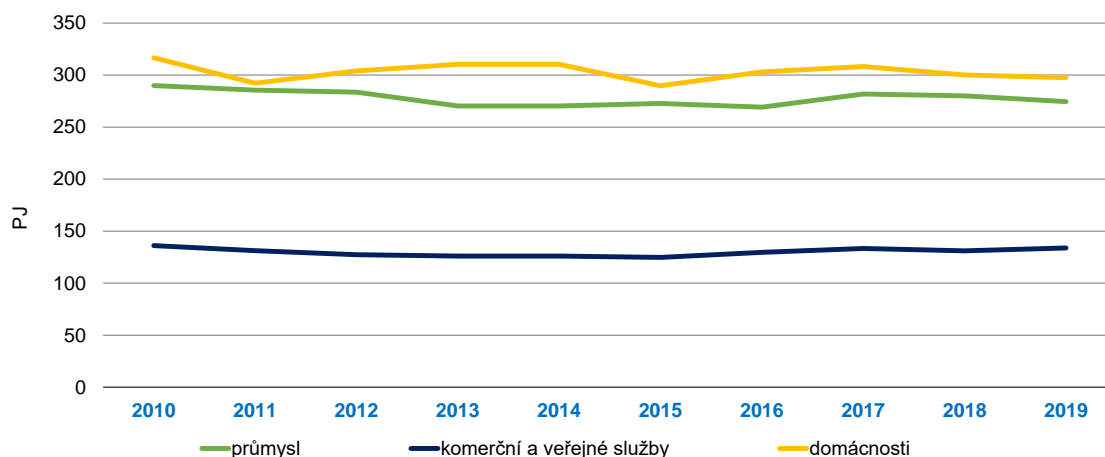
Obrázek 5.1 Vývoj konečné spotřeby energie ČR (včetně meziroční změny)



Z předešlého obrázku vyplývá, že konečná spotřeba energie má v ČR tendenci stagnovat (nutno dodat, že to není problém pouze ČR, ale i zbylých evropských zemí – ukazuje obrázek 2.1). Od roku 2014 do 2019 konečná spotřeba energie mírně vzrostla. Následující obrázek ukazuje vývoj konečné spotřeby u relevantních kategorií v rámci této publikace. Konkrétně se jedná o

domácnosti, komerční a veřejné služby a průmysl. Stejně jako na celospolečenské úrovni, také zde má konečná spotřeba energie stagnující charakter. Spotřeba průmyslu je přibližně na stejné úrovni jako u domácností (okolo 300 PJ). Spotřeba komerčních a veřejných služeb se pohybuje okolo 150 PJ. Uváděné hodnoty jsou převzaty ze *Souhrnné energetické bilance*.

Obrázek 5.2 Vývoj konečné spotřeby energie u vybraných kategorií



5.2 Metodika stanovení potenciálu úspor

Na příkladech zahraničních projektů je ilustrován potenciál úspor u vybraných kategorií budov v České republice. V rámci zahraničních projektů byly zvoleny typické příklady úspěšných projektů ze zahraničí, přičemž se jednalo o státy, které lze zařadit mezi ty nejvíce inovativnější v rámci dosahování energetické účinnosti. Cílem této kapitoly je ukázat potenciál pro snížení spotřeby energie, pokud by došlo k aplikování úsporných opatření a zejména dosažení identické spotřeby kWh/m² (tak jako u zahraničních projektů). V návaznosti na kapitolu zaměřenou na zahraniční příklady jsou řešeny tyto kategorie budov:

- bytové domy,
- administrativní budovy,
- školy.

Řešené kategorie rozhodně nepředstavují kompletní výčet všech typových budov, nicméně rozsah publikace neumožňuje detailní analýzy více kategorií budov. Zvolené kategorie navazují na *Dlouhodobou strategii renovací na podporu renovace vnitrostátního fondu obytných a jiných než obytných budov*, veřejných i soukromých, kterou publikovalo MPO a byla schválena v roce 2020. Zvolené typové kategorie obsahují budovy se značnou spotřebou energie (viz následující podkapitoly). Zároveň se také jedná o kategorie budov, na jejichž renovaci je možné uplatnit dotační tituly a v neposlední řadě má k těmto budovám velmi blízko státní sektor. Obecný postup stanovení potenciálu úspor při aplikování zahraničních zkušeností je následující:

- Zejména za využití dat z Českého statistického úřadu, případně Sčítání domů lidu a bytů je provedena kvantifikace počtu budov v kategoriích bytový dům, administrativní, kancelářská budova a škola.
- Vyjma počtu budov, je dalším zásadním indikátorem pro výpočet odhad celkové podlahové plochy řešených kategorií budov. Data ohledně odhadu podlahové plochy jsou převzata

z dílčích studií, jako je již zmíněná Dlouhodobá strategie renovací budov dle MPO či podobná strategický dokument, který představila v roce 2020 Šance pro budovy v rámci projektu TAČR.

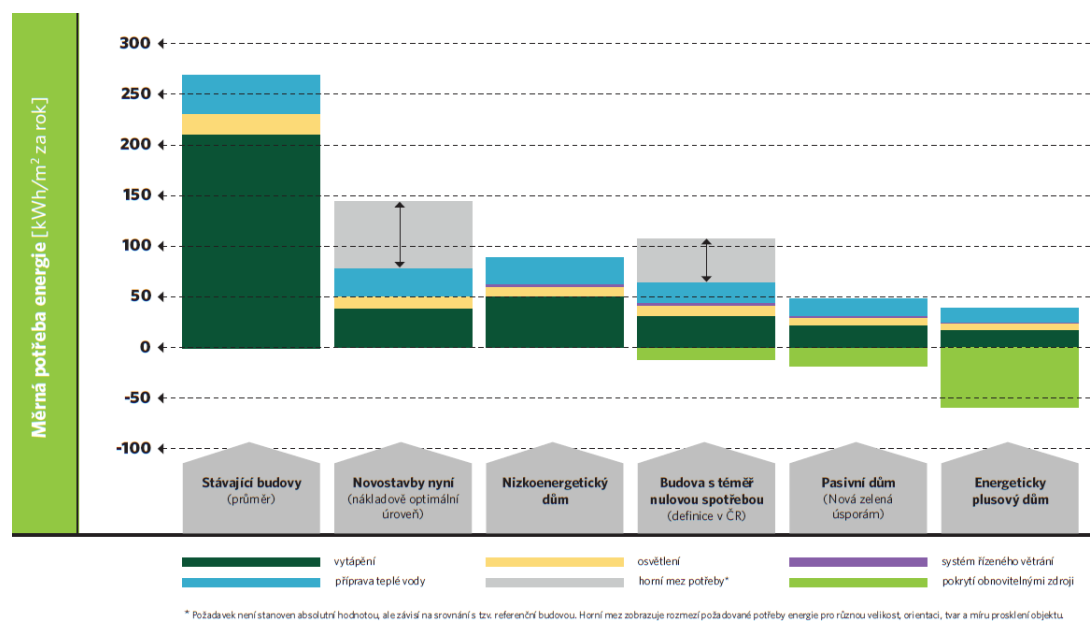
- Na základě provedených analýz a rešerší je zjištěný stav jednotlivých kategorií budov (úroveň zateplení, výměny oken, stáří budov atd.), což umožňuje stanovit průměrnou spotřebu energie na metr čtvereční pro jednotlivé konfigurace domů. Rozsah studie neumožňuje detailní šetření metodou bottom-up, aplikovaný je expertní odhad v rámci top-down přístupu.
- V důsledku předešlého kroku je expertním odhadem stanovena průměrná spotřeba kWh na metr čtvereční.
- Následně je dopočítáno, kolik každá kategorie budov spotřebovává energie na roční úrovni. Tento výpočet představuje v českém prostředí ojedinělou záležitost, protože tyto hodnoty nejsou známy nejenom v České republice, ale také v okolních zemích.
- V dalším kroku je provedena simulace ohledně potenciálu úspor při aplikování zahraničních opatření – nelze na všechny budovy aplikovat stejná opatření, je nutné reflektovat omezující podmínky. Také tento krok se do velké míry opírá o expertní odhady. Dílčí výpočty ukázaly, že vzhledem k velkému množství proměnných, je racionální potenciál úspor energie řešit variantě. Jsou stanovené dvě varianty, které dosahují odlišných spotřeb energie, a tedy i úspor v důsledku omezujících podmínek (stanoveny na základě expertního odhadu a rešerše dostupných podkladů).
- Konzervativní varianta: představené příklady v předešlé kapitole znemožňují jednotlivá opatření plošně realizovat v lokálních podmínkách. Proto je nutné zohlednit dílčí omezující podmínky. Tato varianta na základě expertního odhadu očekává větší zastoupení omezujících podmínek a v důsledku dosahuje menšího potenciálu úspor energie.
- Progresivní varianta: omezující podmínky nejsou tolik striktní a v důsledku potenciál úspor energie dosahuje vyšších hodnot – varianta umožňuje větší množství aplikování zahraničních opatření do lokálních podmínek. Specifikace jednotlivých variant jsou uvedeny dále v textu.
- Výsledný rozdíl mezi aktuální spotřebou energie a spotřebou po aplikování zahraničních opatření, bude představovat potenciál dosažení úspor v České republice.
- Publikace ze své podstaty identifikuje pouze potenciál úspory energie a neřeší nákladovou stránku jednotlivých opatření.

V rámci aplikování poznatků na bytové domy se lze do velké míry opřít o podklady ze Sčítání domů lidu a bytů, případně obecná data z Českého statistického úřadu. Toto však neplatí pro administrativní budovy ani školy. Zde je evidentní nedostatek relevantních pokladů a výpočet je nucený se často opírat o expertní odhad či případné aproximace.

Nezbytné proměnné pro výpočet

Spotřeba energie budov a zejména její vykazování (s důrazem na kancelářské či školní budovy) není v České republice intenzivně řešeno a patří spíše k okrajovým tématům. Jednou z výjimek je Šance pro budovy, což je aliance významných oborových asociací podporujících energeticky úsporné stavebnictví. Mapují zejména spotřebu rodinných domů – ilustruje následující obrázek.

Obrázek 5.3 Porovnání potřeby energie bytů v rodinných domech v ČR



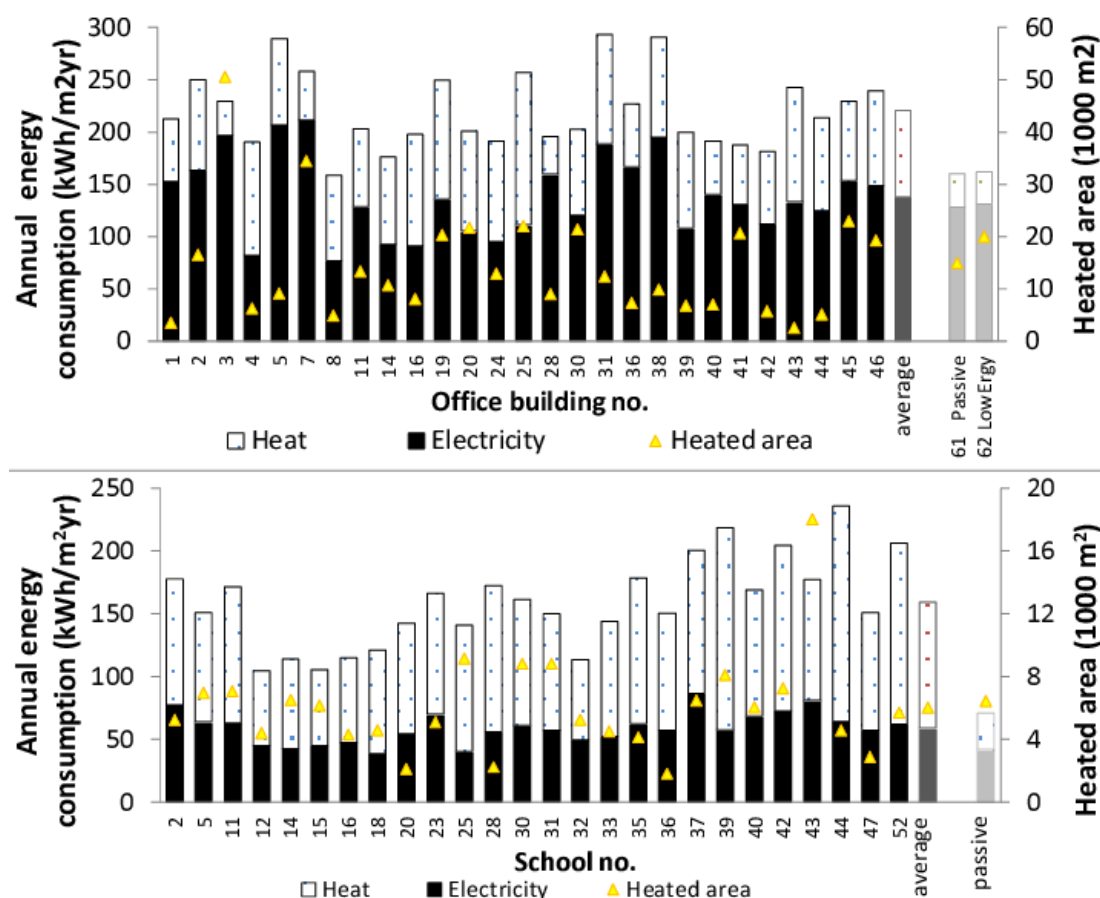
zdroj: *Šance pro budovy*

Z provedených rešerší vyplývá, že energetická náročnost domů v České republice klesla od roku 2000 přibližně o 30 % v důsledku zateplování. Jak bylo řečeno výše, zvyšování energetické účinnosti u budov stimuluje také různé dotační tituly, příkladem může být integrovaný regionální operační program (IROP), který za období 2014 až 2020 podpořil více než 3 000 projektů zateplování bytových domů a rozděleny byly dotace za přibližně 8 mld. CZK. Z dalších podkladů vyplývá, že u administrativních budov je průměrně v ročním úhrnu spotřebováno 110 kWh/m² elektřiny a 186 kWh/m² tepla, takže celková spotřeba kancelářských budov dosahuje přibližně 300 kWh/m².

Ze zahraničních institucí nelze opomenout Evropskou komisi, která na problematiku klade velký důraz. Z jejího šetření vyplývá, že nebytové budovy jsou v průměru o 40 % energeticky náročnější než obytné budovy (250 kWh/m² oproti 180 kWh/m²). Dalším závěrem, byť velmi obecným je, průměrná spotřeba energie na m² dosahuje 200 až 300 kWh.

Pro potřeby této publikace se jako přínosný jeví publikovaný článek Lindberga a kolektivu, kteří se věnovali průměrné spotřebě o administrativních budov. Jejich závěry ilustruje následující obrázek, přičemž z něho vyplývá, že průměrná spotřeba u administrativních budov dosahuje 220 kWh/m² a u škol je to přibližně 170 kWh/m².

Obrázek 5.4 Průměrná spotřeba energie kWh/m² kancelářských budov (horní obrázek) a škol (dolní obrázek)

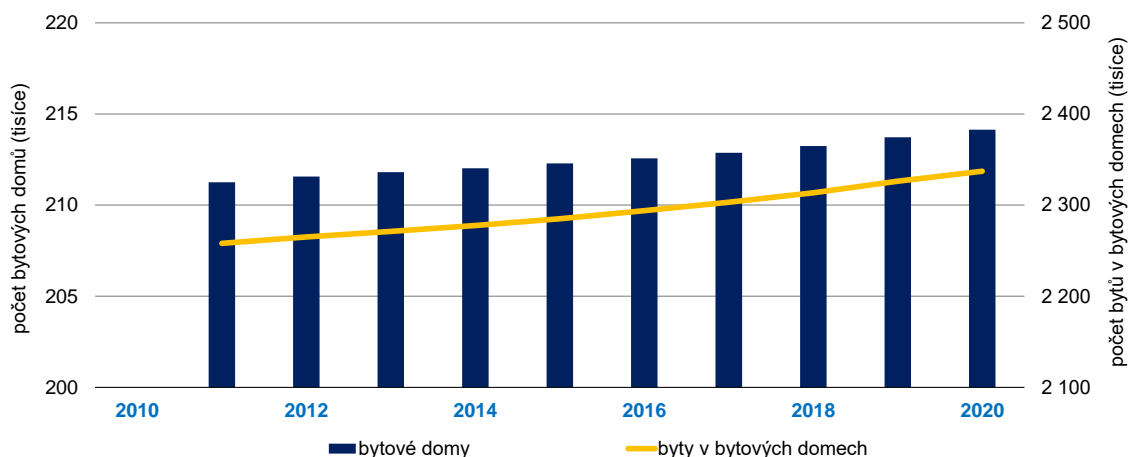


zdroj: Karen Byskov Lindberg, Jorge E. Chacon, David Fischer a Gerard Doorman (2015)

5.3 Aplikování poznatků na bytové domy

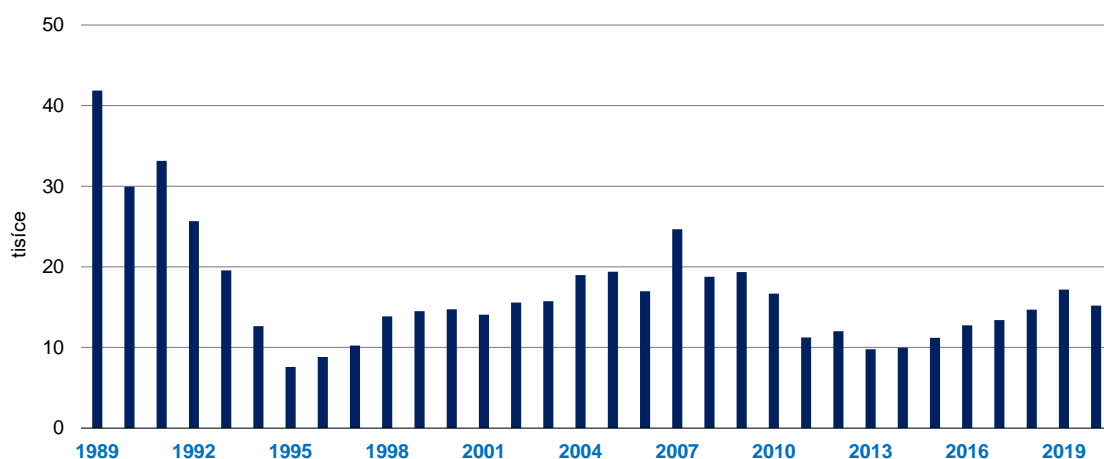
Dle Sčítání domů, lidu a bytů z roku 2011 bylo v České republice 211 tisíc bytových domů s počtem téměř 2,3 milionu bytů. Na základě každoročně publikovaných dat Českým statistickým úřadem o nově postavených bytových domech a bytech, lze dopočítat výsledný počet bytových domů a bytů v roce 2020. Vývoj bytových domů v uvedeném časovém období ilustruje následující obrázek. Je nutné zdůraznit, že osy jsou upraveny, aby byly schopny vývoj bytových domů ilustrovat. V absolutních číslech se počet bytů za sledované období zvýšil pouze o 1,3 % a bytový fond narostl o 3,5 %. Tyto hodnoty jasně ukazují, že nelze očekávat, že v dlouhodobém horizontu dojde k výrazné obměně celkového fondu bytových domů. Naprostou majoritu budou nadále představovat domy, které jsou již postavené.

Obrázek 5.5 Vývoj počtu bytových domů a bytů do roku 2020



Pro lepší ilustraci a seznámení s problematikou bytových domů, je také žádoucí ukázat, kolik se každoročně dokončí bytů v bytových domech. Je patrné, že v posledních 30 letech to je přibližně mezi 10 až 20 tisíci bytů. Také tento obrázek potvrzuje výše zmíněná tvrzení, ohledně nemožné výraznější proměny bytového fondu v dlouhodobém horizontu.

Obrázek 5.6 Počet dokončených bytů v bytových domech



Pro kontext celé publikace je zásadní šetření ENERGO, které provedl Český statistický úřad v roce 2015. Šetření se věnovalo například tomu, jaké paliva domácnosti využívají nebo jestli mají zateplení či tepelně izolační okna. Výsledky ze šetření shrnuje následující tabulka.

Tabulka 5.1 Způsob a podíl zateplení bytů v ČR

způsob zateplení	podíl zateplení (%)
zateplení stěn	47,0
zateplení střechy	33,6
tepelně izolační okna	75,4
nezatepleno vůbec	18,8

Pro stanovení celkové spotřeby bytových domů je zásadní také *Souhrnná energetická bilance*, kterou každoročně vydává Ministerstvo průmyslu a obchodu. Z ní vyplývá, že celkově všechny domácnosti (v rodinných i bytových domech) spotřebovaly 297,6 PJ energie. Dalším nezbytným vstupem pro výpočet je podlahová plocha, kterou ilustruje následující tabulka.

Tabulka 5.2 Počet bytových domů, bytů a podlahová plocha

	SLDB 2011	rok 2020
počet bytových domů	212 252	214 134
počet bytů	2 416 033	2 337 078
podlahová plocha (m ²)	156 226 000	157 611 228

Z provedených analýz lze stanovit následující:

- Dle Sčítání domů, lidu a bytů z roku 2011 je stanovena celková podlahová plocha 156,3 mil. m². Při zohlednění nárůstu počtu bytů a bytových domů do roku 2020, je podlahová plocha stanovena na 157,6 milionu m²
- Na základě expertního odhadu a analýzy stavu bytových domů byla odhadnuta průměrná spotřeba bytových domů, přičemž vážený průměr dosahuje úrovně 188 kWh m² (hodnota je v zákrytí s údaji z kapitoly 5.2). Pro zjednodušení výpočtu byly domy rozděleny do čtyřech kategorií, přičemž bytové domy vystavěné v 70. letech minulého století či dříve mají uvažovanou průměrnou spotřebu 300 kWh/m². Na druhou stranu jsou však bytové domy, kde průměrná spotřeba dosahuje 120 kWh/m² či ještě méně.
- V návaznosti na uvedené proměnné lze dopočítat celkovou spotřebu bytových domů, která dosahuje 106,7 PJ.
- Uvedené hodnoty korelují s celkovou spotřebou uvedenou v Souhrnné energetické bilanci, respektive na základě dopočtu lze ověřit správnost uvažovaných hodnot. Lze to ověřit následovně: z dat Českého statistického úřadu vyplývá, že v rodinných domech je situováno 1,83 milionu bytů, přičemž průměrný byt v rodinném domě má rozlohu 110 m². Dle obrázku 6.3 také vyplývá, že průměrná spotřeba bytů v rodinných domech se pohybuje okolo 260 kWh/m². Z toho vyplývá, rodinné domy ročně spotřebují 188 PJ.
- Prostým součtem celkové spotřeby energie bytových a rodinných domů se dostáváme na úroveň přibližně 297 PJ, které uvádí *Souhrnná energetická bilance*.

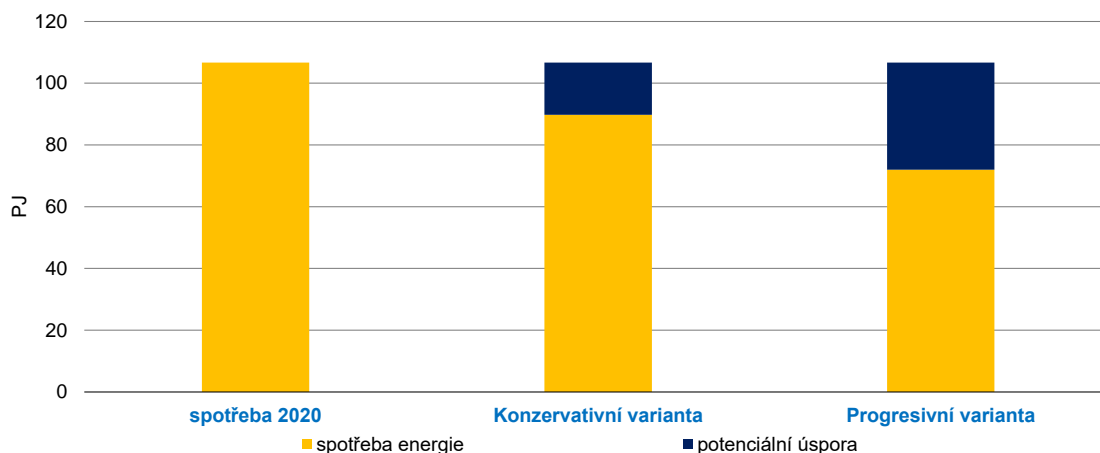
Tím zásadním pro tuto publikaci je však ukázat potenciál, pokud by byly na bytových domech v České republice aplikována stejná opatření jako na ilustrovaných zahraničních projektech v kapitole 4. Důležité je zmínit, že existuje řada omezujících podmínek, které u řady bytů znemožňují aplikovat totožná opatření. Proto je potenciál úspor vyčíslen variantně. Hodnoty pro jednotlivé varianty jsou založeny zejména na expertním odhadu, protože v průběhu řešení studie nebyly odhaleny validní podklady, o které se lze při výpočtu opřít.

- Konzervativní: 20 % budov 111 kWh/m²; 20 % budov 80 kWh/m²; 60 % budov 200 kWh/m².
- Progresivní: 35 % budov 111 kWh/m²; 35 % budov 80 kWh/m²; 30 % budov 200 kWh/m².

Celková spotřeba energie varianty Konzervativní dosahuje 90 PJ, což představuje úsporu ve výši 17 PJ. Naproti tomu celková spotřeba energie u varianty Progresivní dosahuje 72 PJ, to znamená úsporu 35 PJ a navýšení energetické účinnosti o 33 %.

Následující obrázek ilustruje spotřebu a potenciál úspor administrativních a kancelářských budov při aplikování úsporných opatření ze zahraničních projektů ilustrovaných v kapitole 4.

Obrázek 5.7 Potenciál úspor bytových domů při aplikování zahraničních opatření



5.4 Aplikování poznatků na administrativní budovy

V případě administrativních a kancelářských budov narážejí řešerše na nedostatek stejně kvalitních podkladů jako v případě bytových domů. Pokud jde o databázi kancelářských objektů, ty eviduje Český statistický úřad, a navíc jsou dostupné informace o podlahové ploše. Specifikem tohoto typu objektu je, že co do počtu budov se jedná o relativně marginální skupinu (3 % na celku; pro lepší ilustraci například nebytové budovy určené k rekreaci představují podíl 47 %). Na druhou stranu však tyto objekty disponují výraznou podlahovou plochou, konkrétně 16 %. Tyto údaje jsou převzaty z již zmíněných strategií MPO i Šance pro budovy. Údaje o počtu budov a jejich rozloze ilustruje následující tabulka. Pro úplnost je nutné dodat, že pojem administrativní budova není ukotvena v zákoně o hospodaření energií č. 406/2000 Sb. V rámci této publikace je administrativní budova chápána dle normy ČSN 73 5305. Administrativní budova je objekt, který obsahuje nejméně na 50 % své užitkové plochy kanceláře. Kanceláří se rozumí stavebně vymezený prostor určený k umístění jednoho nebo více kancelářských pracovišť, kdy kancelářským pracovištěm je myšlen prostor určený pro administrativní, koncepční nebo manažerskou činnost (práci) jednoho pracovníka a k umístění pracovní plochy a dalšího zařízení potřebného pro tuto činnost.

Tabulka 5.3 Počet a celková plocha administrativních a kancelářských budov

	počet budov	podlahová plocha (m ²)
všechny nebytové budovy	613 134	251 195 155
administrativní budovy	18 922	41 369 640
podíl administrativních budov na celku (%)	3	16

Absence širších datových souborů není patrná pouze u počtu administrativních budov, nicméně nedostatečné zdroje jsou zejména v charakteristice tohoto typu budov a jejich spotřebě energie. Vyjma stručného popisu v jedné z předešlých kapitol, kde je výrazně nápomocný obrázek 6.4, stojí za zmínku šetření provedené společností Enectiva. Výzkum byl provedený ve 400

administrativních budovách v různých městech České republiky s více než 10 tisíci obyvateli. Pokud jde pouze o spotřebu elektřiny, závěry šetření uvádějí, že u 50 % administrativních budov se spotřeba na metr čtvereční podlahové plochy pohybuje od 50 do 143 kWh/m². Průměrná roční spotřeba elektřiny celého analyzovaného souboru budov je 110,6 kWh/m², medián potom je 90,5 kWh/m².

Co se týče spotřeby energie na vytápění nebo chlazení, nejsou závěry tolik průkazné jako u elektřiny, protože na tento indikátor má velký vliv počasí, především venkovní teplota. Ze závěrů však plyne, že spotřeba energie pro vytápění/chlazení se u většiny budov pohybuje okolo 135 kWh/m² za rok. Dle výzkumu se spotřeba energie u 50 % budov pohybuje od 123 do 221 kWh/m², průměrná spotřeba se rovná 186 kWh/m². Tyto rozdíly jsou obvykle určeny kvalitou obálky budovy a jejími vlastnostmi z hlediska izolace. Střední hodnota (která dává mnohem lepší představu než průměrná hodnota) je 169 kWh/m².

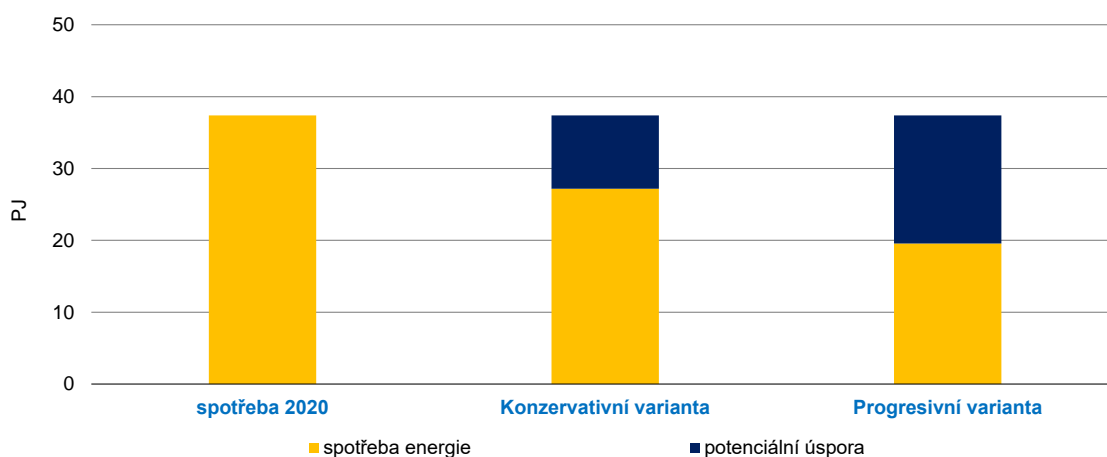
Zásadním nedostatkem na straně vstupních datových souborů je ten, že energetické bilance neuvádějí spotřebu energie této kategorie stejně jako u domácností. *Souhrnná energetická bilance* vykazuje spotřebu kategorie veřejné a komerční služby (obrázek 5.2), což ovšem neodpovídá kancelářským a administrativním budovám. Následující výpočet proto reflektuje proměnné uvedené jak v této kapitole, tak také v kapitole 5.2.

- Z obrázku 5.4 vyplývá, že průměrná spotřeba kancelářských a administrativních budov se pohybuje okolo 220 kWh/m² (vzhledem k nedostatku relevantních podkladů je zvolený příklad ze Skandinávie). V zákrytu s těmito hodnotami jsou také závěry výzkumu Enectiva, který už byl však přímo zaměřený na Českou republiku. Konkrétně na 400 administrativních budov v různých českých městech s více než 10 tisíci obyvateli. Závěry tohoto výzkumu uvádí průměrnou spotřebu elektřiny 111 kWh/m². V případě energie spotřebované na vytápění a chlazení je střední hodnota 170 kWh/m². Celkové spotřebě na metr čtvereční tak odpovídá 281 kWh. Tato hodnota mimo jiné výrazně přesahuje spotřebu 220 kWh/m² odhadovaných v rámci Skandinávie.
- Provedené rešerší šetření odhalilo, že se v České republice nacházejí také vysoce moderní kancelářské prostory, kde spotřeba energie na metr čtvereční dosahuje nižších hodnot. Provedený výpočet, proto zohledňuje více typů kancelářských a administrativních budov a vážený průměr dosahuje úrovně 251 kWh/m². Výpočet je opět provedený expertním odhadem, kdy byly administrativní budovy rozděleny do čtyř kategorií dle jejich očekávané spotřeby. Expertní odhad zároveň představuje také kompromis mezi výše zmíněnými šetřeními.
- V důsledku výše uvedených předpokladů činí roční spotřeba energie administrativních a kancelářských budov 37 PJ.
- Vzhledem k velkému počtu proměnných je potenciál úspor ilustrován na dvou variantách: Konzervativní a Progresivní. Obě varianty reflektují hodnoty spotřeby energie uvedené v kapitole 4. Nicméně omezující podmínky a charakter jednotlivých budov v ČR neumožňují aplikovat opatření paušálně. Zmíněné varianty proto pracují s následujícími podíly:
 - Konzervativní: 20 % budov 100 kWh/m²; 20 % budov 60 kWh/m²; 60 % budov 251 kWh/m².
 - Progresivní: 35 % budov 100 kWh/m²; 35 % budov 60 kWh/m²; 30 % budov 251 kWh/m².
- Celková spotřeba energie varianty Konzervativní dosahuje 27,2 PJ, což představuje navýšení energetické účinnosti o 10 PJ.

- Celková spotřeba energie varianty Progresivní dosahuje 19,6 PJ, což představuje navýšení energetické účinnosti o 18 PJ.

Následující obrázek ilustruje spotřebu a potenciál úspor administrativních a kancelářských budov při aplikování úsporných opatření ze zahraničních projektů ilustrovaných v kapitole 4.

Obrázek 5.8 Potenciál úspor administrativních budov při aplikování zahraničních opatření



5.5 Aplikování poznatků na školy

Školní budovy představují další z řešených kategorií budov, na které lze aplikovat opatření pro navýšení energetické účinnosti dle zahraničních poznatků. Školy se stejně jako administrativní a kancelářské budovy potýkají s nedostatkem relevantních vstupních informací (zejména pokud jde o spotřebu, nikoliv o kvantifikaci). Vzhledem k významu této kategorie je však žádoucí analyzovat potenciál úspor také v případě škol. S kvantifikací počtu budov opět pomáhá Český statistický úřad a rešerše. U mateřských, základních a středních škol je zjednodušeně uvažována jedna budova na školu, to však neplatí v případě vysokých škol, uvedené číslo se týká budov (nelze uvažovat, že jedna vysoká škola rovná se jedna budova). Dílčí data uvedená na následujících odrážkách korelují se sumárními daty uváděnými Českým statistickým úřadem.

- počet mateřských škol: 5,3 tisíc
- počet základních škol: 4,2 tisíce
- počet středních škol: 1,3 tisíce
- počet budov vysokých škol: 1,2 tisíce

Předešlé odrážky doplňuje následující sumární tabulka, která opět stejně jako u administrativních budov přebírá hodnoty z již zmíněných strategií MPO i Šance pro budovy.

Tabulka 5.4 Počet a celková podlahová plocha škol

	počet budov	podlahová plocha (m ²)
všechny nebytové budovy	613 134	251 195 155
administrativní budovy	12 564	24 733 375
podíl školních budov na celku (%)	2	10

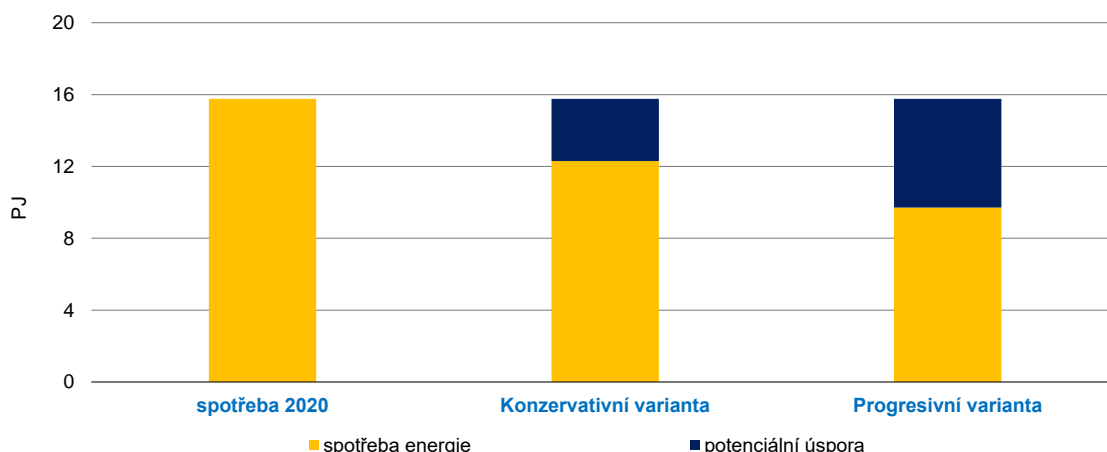
Stanovení potenciálu úspor energie u škol naráží na nedostatek relevantních zdrojů, zejména s důrazem na průměrnou spotřebu energie na metr čtvereční. Nápomocné v tomto případě je dotazníkové šetření o stavu školských budov. Z odpovědí vyplývá, že 54 % škol účastnících se dotazníku prošlo rekonstrukcí v podobě zateplení a výměny oken. Kompletní rekonstrukcí, včetně výměny zdroje tepla prošlo 16 % škol. Základní stavební materiál je uváděn cihla a 63 % škol disponuje šikmou střechou. Z hlediska počtu pater jsou nejčastěji zastoupeny školy 2 až 3patrové, kterých je 69 %.

Z dotazníku dále vyplývá, že přibližně každá třetí školská budova v České republice již realizovala aspoň základní energetická opatření vedoucí k utěsnění obálky budovy a snížení celkové energetické náročnosti budovy. Dosahování úsporných opatření v případě škol také napomáhá výměna oken, konkrétně 72 % školských budov je vybaven novými okny, tím nejrozšířenějším typem jsou plastová okna, naproti tomu 23 % stále využívá původní dřevěná okna.

- Pro ilustraci a obecný vhled do spotřeby energie u škol, lze nahlédnout na obrázek 5.4, z kterého vyplývá průměrná spotřeba energie u 185 kWh/m². Na rozdíl od obou předešlých kategorií v tomto případě chybí i jiné hodnoty, které by se přímo zaměřovaly na Českou republiku, proto se zbylý výpočet opírá zejména o expertní odhad.
- Přestože se výpočet snaží reflektovat stav jednotlivých školních budov v ČR, do velké míry se jedná o expertní odhad. Stejně jako u obou předešlých kategorií, budovy škol byly rozděleny do čtyř skupin, dle jejich spotřeby. Spotřeba škol bez zateplení a nových oken dosahuje až 350 kWh/m², naproti tomu rešerše také ukázala, že jsou školní budovy se spotřebou okolo 120 kWh/m². Vážený průměr spotřeby uvažované ve výpočtu činí 177 kWh/m².
- V důsledku výše uvedených předpokladů činí roční spotřeba energie u škol 15,8 PJ.
- Stejně jako u bytových domů, tak i kancelářských a administrativních budov je potenciál úspor u škol vyčíslen variantně. Obě varianty reflektují hodnoty spotřeby energie uvedené v kapitole 4. Nicméně omezující podmínky a charakter jednotlivých budov neumožňují aplikovat opatření paušálně. Zmíněné varianty proto pracují s následujícími podíly:
 - Konzervativní: 20 % budov 110 kWh/m²; 20 % budov 50 kWh/m²; 60 % budov 177 kWh/m².
 - Progresivní: 35 % budov 110 kWh/m²; 35 % budov 50 kWh/m²; 30 % budov 177 kWh/m².
- Celková spotřeba energie varianty Konzervativní dosahuje 12,3 PJ, což představuje navýšení energetické účinnosti o 3 PJ.
- Celková spotřeba energie varianty Progresivní dosahuje 9,7 PJ, což představuje navýšení energetické účinnosti o 6 PJ.

Následující obrázek ilustruje spotřebu a potenciál úspor u školních budov při aplikování úsporných opatření ze zahraničních projektů ilustrovaných v kapitole 4.

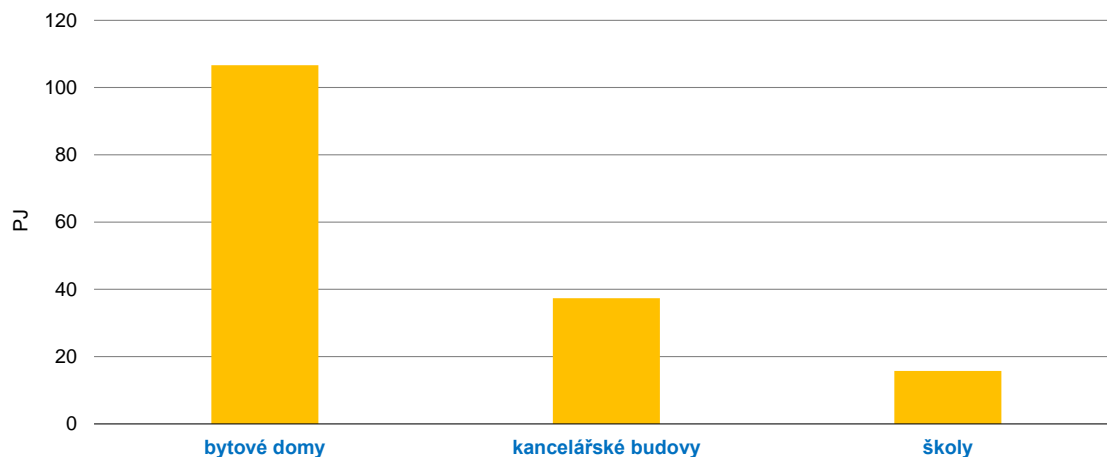
Obrázek 5.9 Potenciál úspor škol při aplikování zahraničních opatření



5.6 Srovnání potenciálu úspor napříč typovými kategoriemi

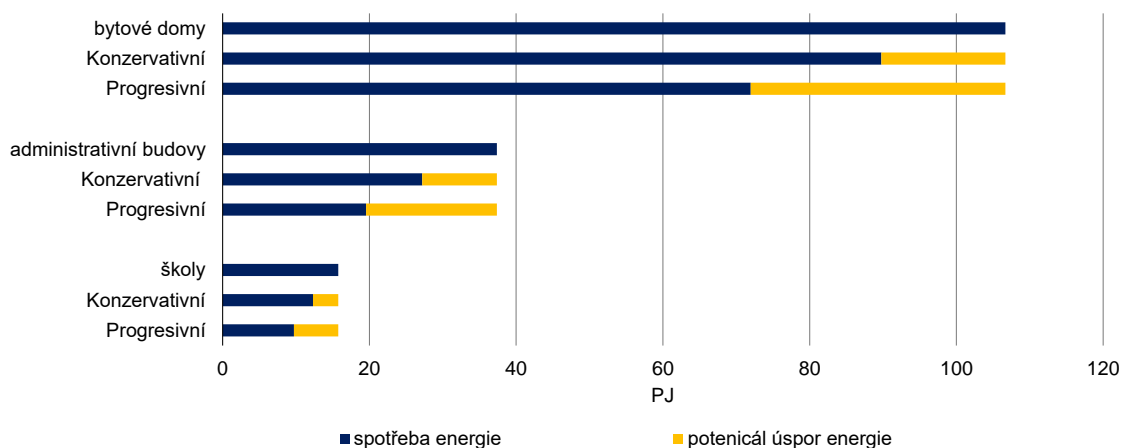
Kapitola srovnává potenciály úsporných opatření u řešených typových budov, konkrétně se jedná o bytové domy, kancelářské a administrativní budovy a školy. Výpočet celkové spotřeby energie byl provedený pomocí stanovení průměrné roční spotřeby energie na metr čtvereční. Následující obrázek srovnává celkovou roční spotřebu energie u řešených kategorií budov. Největší spotřeby dosahují bytové domy, konkrétně 107 PJ. Kancelářské a administrativní budovy dosahují 37 PJ a školy spotřebovávají okolo 16 PJ energie.

Obrázek 5.10 Srovnání roční spotřeba typových kategorií budov



Vzhledem k různorodému stavu jednotlivých budov a velkému množství indikátoru vstupujících do výpočtu potenciálu úspor energie, je potenciál stanovený variantě. Konzervativní varianta předpokládá nižší možnosti realizace zahraničních opatření (více omezujících podmínek) naproti tomu varianta Progresivní aplikuje zahraniční opatření ve větším rozsahu. Následující obrázek ukazuje potenciály úspor pro každou variantu a typ budov.

Obrázek 5.11 Potenciál úspor napříč řešenými typy budov



V případě bytových domů dosahuje Progresivní varianta úspor energie 35 PJ (při aplikování úsporných opatření dle zahraničních projektů popsaných v kapitole 4.), což představuje navýšení energetické účinnosti o přibližně 33 %. Varianta Konzervativní dosahuje úspor 17 PJ. U administrativních a kancelářských budov dochází ke spotřebě 10, respektive 18 PJ u Progresivní varianty. V relativních číslech to představuje úsporu energie ve výši 27, respektive 45 %. Školy spotřebovávají nejméně energie a s tím je také spojena potenciálně nejnižší úspora. V případě Progresivní varianty se jedná o úsporu 6 PJ, u Konzervativní varianty je úspora 3 PJ. Celkovou spotřebu energie a dosažené úspory shrnuje následující tabulka.

Tabulka 5.5 Shrnutí celkové spotřeby energie a potenciálu úspor v důsledku aplikování zahraničních opatření (PJ)

	celková spotřeba energie	úspora energie
bytové domy		
spotřeba energie 2020	107	-
Konzervativní varianta	90	17
Progresivní varianta	72	35
administrativní budovy		
spotřeba energie 2020	37	-
Konzervativní varianta	27	10
Progresivní varianta	20	18
školy		
spotřeba energie 2020	16	-
Konzervativní varianta	12	3
Progresivní varianta	10	6

6 Závěr

Cílem publikace bylo zpracování širšího přehledu o aktuálních možnostech energeticky šetrných lokalit v komunitním prostředí v EU s možností aplikovatelnosti do prostředí ČR. Publikace nabízí čtenáři komplexní vhled do problematiky úspor a energetické účinnosti. V prvních dvou kapitolách je pozornost věnována teoretickému rámci energetické účinnosti, jehož pochopení je nezbytné pro další části publikace. Nejprve je proto představena aktuálně platná legislativa na evropské úrovni, přičemž zmíněno je také očekávané navýšení cílů v důsledku balíku Fit for 55. Následuje kapitola, která popisuje legislativu související s energetickou účinností na národní úrovni, zmíněné jsou země jako Rakousko, Německo nebo Francie.

Největší prostor je věnován představení energeticky šetrných lokalit v kontextu Evropy. Souhrn vybraných zahraničních projektů nabízí jedinečnou skladbu toho nejlepšího, co se v rámci energeticky šetrných lokalit v zahraničí realizovalo. Při popisu těchto lokalit (projektů) nechybí seznam provedených opatření, vyčíslení spotřeby energie a jednotlivé příklady jsou také graficky ilustrovány. Prostor je věnován jednak energetickým komunitám, ovšem speciální důraz je kladen zejména na bytové domy, kancelářské a administrativní budovy a školy. Závěrem kapitoly jsou dosažené úspory energie shrnuté – v rámci spotřeby kWh/m².

Na popis evropských příkladů dobré praxe navazuje kapitola, která jednotlivá opatření aplikuje do prostředí České republiky a zároveň je kvantifikuje. Detailně řeší bytové domy, kancelářské a administrativní budovy a školy. V prvním kroku je pro každou z těchto kategorií stanovena celková spotřeba energie na roční úrovni. Z výsledku vyplývá, že bytové domy spotřebovávají ročně 107 PJ, kancelářské a administrativní budovy 37 PJ a školy 16 PJ. Následuje vyčíslení potenciálu úspor při aplikování zahraničních opatření. V důsledku komplexity nezbytného výpočtu a řady proměnných je potenciál řešený ve dvou variantách – Konzervativní a Progresivní.

Největších úspor energie lze dosáhnout v případě bytových domů, Konzervativní varianta dosahuje úspor 17 PJ a Progresivní varianta 35 PJ. V případě administrativních budov jsou úspory energie 10 (varianta Konzervativní), respektive 18 PJ ve variantě Progresivní. Školy samy o sobě dosahují nejnižší spotřeby a nejnižší je také možnost dosažení úspor. Varianta Konzervativní nabízí úspory 3 PJ a varianta Progresivní 6 PJ. Závěrem je také nutné dodat, že kvantifikace potenciálu úspor neřešila nákladovou stránku a investice s tím spojené. Představené potenciály úspor je proto nezbytné chápat jako teoretické hodnoty.

Použité zdroje

1. 10 Most Energy-Efficient Countries, Dostupné z: <https://www.lifehack.org/articles/productivity/10-most-energy-efficient-countries.html>
2. Archdaily: *Kuggen / Wingårdh Arkitektkontor*, Dostupné z: <https://www.archdaily.com/289856/kuggen-wingardh-arkitektkontor>
3. Auszeichnungsverfahren "Freiburg 1998 - 2006", Dostupné z: <https://www.akbw.de/baukultur/beispielhaftes-bauen/datenbank-praemierte-objekte/detailansicht/objekt/solarsiedlung-am-schlierbergmit-wohn-und-geschaeftsgebaeude-sonnenschiff-in-plusenergie-bauwei.html>
4. Campos Inés, Pontes Luz Guilherme, Marín-González Esther, Gähns Swantje, Hall Stephen, Holstenkamp Lars: *Regulatory challenges and opportunities for collective renewable energy prosumers in the EU, Energy Policy*, Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421519307943?via%3Dihub#sec2>
5. Compile: *Collective self-consumption and energy communities: Overview of emerging regulatory approaches in Europe*, Dostupné z: https://www.compile-project.eu/wp-content/uploads/COMPILE_Collective_self-consumption_EU_review_june_2019_FINAL-1.pdf
6. Compile: *Collective self-consumption and energy communities: Trends and challenges in the transposition of the EU framework*, Dostupné z: <https://www.rescoop.eu/uploads/rescoop/downloads/Collective-self-consumption-and-energy-communities.-Trends-and-challenges-in-the-transposition-of-the-EU-framework.pdf>
7. *Copenhagen Climate Adaption Plan*, Dostupné z: https://en.klimatilpasning.dk/media/568851/copenhagen_adaption_plan.pdf
8. Český statistický úřad
9. Český statistický úřad, *České školy v číslech*; Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/stoletistatistiky/ceske-skoly-v-cislech>
10. Český statistický úřad: *O šetření Energo*; Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/o-setreni-energo-2021>
11. Český statistický úřad; Dostupné z: <https://www.czso.cz/>
12. Enectiva: *Nejvíce plýtváme o svátcích*; Dostupné z: <https://www.enectiva.cz/cs/blog/2015/06/nejvice-plytvame-o-statnich-svaticih/>
13. Enectiva: *Office Building Energy Insights*; Dostupné z: <https://www.enectiva.cz/en/blog/2015/06/office-buildining-energy-insigts/>
14. Energy Cities: *100% RES – Towards energy self-sufficiency by 2050*, Dostupné z: <https://energy-cities.eu/best-practice/100-res-towards-energy-self-sufficiency-by-2050/>
15. Energy Cities: *Getting a grip on the grid: Energy communities in Germany and France*, Dostupné z: <https://energy-cities.eu/getting-a-grip-on-the-grid-energy-communities-in-germany-and-france/>

16. Energy Cities: *Who are Energy Cities' #CommunityPower champions?*, Dostupné z: <https://energy-cities.eu/who-are-energy-cities-communitypower-champions/>
17. European Parliament: *Revising the Energy Efficiency Directive: Fit for 55 package*; Dostupné z: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/698045/EPRS_BRI\(2021\)698045_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/698045/EPRS_BRI(2021)698045_EN.pdf)
18. Eurostat: *database*; Dostupné z: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/data/database>
19. Evropská komise: *Energy use in buildings*; Dostupné z: https://ec.europa.eu/energy/eu-buildings-factsheets-topics-tree/energy-use-buildings_en
20. Evropská komise: *směrnice 2012/27 o energetické účinnosti*; Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/cs/TXT/?uri=CELEX%3A32012L0027>
21. Evropská komise: *směrnice 2018/2002 o energetické účinnosti*; Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX:32018L2002>
22. G. J. Coates: *THE SUSTAINABLE URBAN DISTRICT OF VAUBAN IN FREIBURG, GERMANY*
23. Germany, Italy, and Japan Top World Energy Efficiency Rankings; Dostupné z: <https://www.aceee.org/press/2016/07/germany-italy-and-japan-top-world>
24. Hammarby Sjöstad — A New Generation of Sustainable Urban Eco-Districts, Dostupné z: <https://www.thenatureofcities.com/2014/02/12/hammarby-sjostad-a-new-generation-of-sustainable-urban-eco-districts/#respond>
25. Hammarby Sjöstad - one of the world's most successful urban renewal districts, Dostupné z: <https://www.balticurbanlab.eu/goodpractices/hammarby-sj%C3%B6stad-one-world%E2%80%99s-most-successful-urban-renewal-districts>
26. Hammarby Sjöstad – se silným plánováním za zády, Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/architektura/urbanismus/hammarby-sjostad-se-silnym-planovanim-za-zady>
27. Hammarby Sjöstad 2.0, Dostupné z: <https://hammarbysjostad20.se/?lang=en>
28. Inger Søndergaard, Tore Hulgaard: *Integrating waste-to-energy in Copenhagen, Denmark*, Dostupné z: <https://www.icevirtuallibrary.com/doi/pdf/10.1680/jcien.17.00042>
29. Jurgita Malinauskaitė, Hussam Jouhara, Bakartxo Egilegor, Fouad Al-Mansour, Lujean Ahmad, Matevz Pusnik: *Energy efficiency in the industrial sector in the EU, Slovenia, and Spain, Energy*, Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036054422031505X#sec3>
30. Karen Byskov Lindberg, Jorge E. Chacon, David Fischer a Gerard Doorman: *Hourly Electricity Load Modelling of non-residential Passive Buildings in a Nordic Climate*; Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/296596784_Hourly_Electricity_Load_Modelling_of_non-residential_Passive_Buildings_in_a_Nordic_Climate
31. Komunitní energetika, praktický průvodce, Dostupné z: https://energy-cities.eu/wp-content/uploads/2020/10/Community-Energy-Guide_CZ.pdf

32. MagiCAD: *Bengt Dahlgren creates energy-efficient design for Kuggen building with MagiCAD*, Dostupné z: <https://www.magicad.com/en/case/bengt-dahlgren-creates-energy-efficient-design-for-kuggen-building-with-magicad/>
33. Ministerstvo průmyslu a obchodu, *Dlouhodobá strategie renovací budov*. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/energetika/energeticka-ucinnost/strategicke-dokumenty/dlouhodobá-strategie-renovaci-budov--255200/>
34. Ministerstvo průmyslu a obchodu: *Souhrnné energetické bilance*; Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/energetika/statistika/energeticke-bilance/>
35. National Geographic: *Carbon-free Copenhagen: how the Danish capital is setting a green standard for cities worldwide*, Dostupné z: <https://www.nationalgeographic.co.uk/travel/2020/03/carbon-free-copenhagen-how-danish-capital-setting-green-standard-cities-worldwide>
36. Nicole Foletta, ITDP Europe: *Hammarby Sjöstad*, Dostupné z: https://itdpdotorg.wpengine.com/wp-content/uploads/2014/07/20.-092211_ITDP_NED_Hammarby.pdf
37. Passive house »Wohnen & Arbeiten«, Dostupné z: <http://www.passivhaus-vauban.de/passivhaus.en.html>
38. Realisation of the Sustainable Model City, District Vauban, Dostupné z: https://webgate.ec.europa.eu/life/publicWebsite/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=1013
39. SDG Knowledge Hub: *Energy Efficiency for Sustainable Cities: Achieving SDGs 7 and 11*, Dostupné z: <https://sdg.iisd.org/commentary/guest-articles/energy-efficiency-for-sustainable-cities-achieving-sdgs-7-and-11/>
40. Simon Field, ITDP Europe: *Vauban, Freiburg*, Dostupné z: https://itdpdotorg.wpengine.com/wp-content/uploads/2014/07/26.-092211_ITDP_NED_Vauban.pdf
41. SLA: *Amager Bakke*, Dostupné z: <https://www.sla.dk/cases/amager-bakke/>
42. Solar Settlement at Schlierberg, Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Solar_Settlement_at_Schlierberg
43. State of Green: *City of Copenhagen*, Dostupné z: <https://stateofgreen.com/en/partners/city-of-copenhagen/>
44. State of Green: *Copenhagen, Solutions for Sustainable Cities*, Dostupné z: <https://international.kk.dk/sites/international.kk.dk/files/Copenhagen%20Solutions%20for%20Sustainable%20cities.pdf>
45. Šance pro budovy, *Dlouhodobá strategie renovace budov v České republice*. Dostupné z: <https://sanceprobudovy.cz/wp-content/uploads/2020/06/strategie-renovace-a-adaptace-budov-kveten-2021.pdf>
46. Šance pro budovy: *Energetické standardy budov*; Dostupné z: <https://sanceprobudovy.cz/energeticke-standardy/>

47. The Guardian: *Copenhagen's ambitious push to be carbon-neutral by 2025*, Dostupné z: <https://www.theguardian.com/environment/2013/apr/12/copenhagen-push-carbon-neutral-2025>
48. The International Energy Efficiency Scorecard, Dostupné z: <https://www.aceee.org/portal/national-policy/international-scorecard>
49. The social media for sustainable buildings and cities, Dostupné z: <https://www.construction21.org/>
50. Tomorrow City: *WHAT HAS MADE COPENHAGEN THE GREEN CAPITAL OF THE WORLD?*; Dostupné z: <https://tomorrow.city/a/what-has-made-copenhagen-the-green-capital-of-the-world>
51. TZB-info: *Dotazníkový průzkum školských budov*; Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/12873-dotaznikovy-pruzkum-stavu-skolskych-budov>
52. Urban green-blue grids for resilient cities, Dostupné z: <https://www.urbangreenbluegrids.com/projects/hammarby-sjostad-stockholm-sweden/>
53. Urban life Copenhagen: *Sustainability*, Dostupné z: <https://urbanlifecopenhagen.weebly.com/sustainability.html>
54. Vauban district presents itself, Dostupné z: <https://vauban.de/en/welcome/sitemap>

Zkratky

BD	bytový dům
ČSÚ	Český statistický úřad
DECE	decentrální zdroje elektřiny – zdroje na napěťové úrovni nn a vn
EED	Energy efficiency directive
ERÚ	Energetický regulační úřad
ES	elektrizační soustava
FVE	fotovoltaická elektrárna
KVET	kombinovaná výroba elektřiny a tepla
Mtoe	tuna ropného ekvivalentu (Million Tonnes of Oil Equivalent)
NKEP	národní klimaticko-energetický plán
OB	obec
OM	odběrné místo
OZE	obnovitelné zdroje elektřiny
RD	rodinný dům
TNS	tuzemská netto spotřeba



www.egubrno.cz

