



Obr. 1 Příklad implementace principů udržitelné výstavby (zdroj: generováno umělou inteligencí)

MODEL UDRŽITELNÉ VÝSTAVBY

V PROJEKTU
„SILESIA. BLUE
SKY RESTORED“

Obsah 1

1 Integrovaný projekt LIFE „Silesia. Blue Sky Restored” Komplexní realizace

Program ochrany ovzduší pro Slezské vojvodství 3

Opatření C.3. Vývoj modelů pro snižování dopadu na životní prostředí ve veřejných budovách 5

3 Otázky udržitelné výstavby 6

3.1 Udržitelná výstavba 6

3.2 Myšlenka Green City 9

4 Základní komponenty a výhody a nevýhody použití prvků udržitelné výstavby 11

4.1 Principy komplexní tepelné modernizace 11

4.2 Výhody a nevýhody některých komponent udržitelné výstavby 12

5 principů vyvinutých modelů udržitelné výstavby 19

5.1 Obecné poznámky 19

5.2 Poptávka po energii 19

5.3 Zdroje tepla 21

5.4 Zdroje chladu 21

5.5 Zdroje elektrické energie 21

5.6 Dešťová voda 22

5.7 Vzdělávání 22

5.8 Ukládání energie 22

5.9 Modernizace systémů hospodaření s energií 22

5.10 Doplnující poznámky 23

6 Snižování emisí 24

6.1 Výpočtový model 24

6.1.1 Okamžitá energetická bilance budovy 25

6.1.2 Výroba energie 27

6.2 Poptávka po energii 28

6.3 Výpočty emisí 28

6.3.1 Emise související s instalací nových zdrojů energie 28

6.3.2 Emise ze sítě 29

6.3.3 Emise související se spalováním paliva 29

6.4 Výsledky výpočtů 30

7 Modely udržitelných budov pro 9 stávajících zařízení v následujících odvětvích: administrativa, vzdělávání a kultura 35

7.1 Implementace v 9 zařízeních 35

7.2 Udržitelné modely budov 37

7.2.1 Model č. 1: Krzepice – Základní škola č. 1 Adama Mickiewicze (vzdělávání) 37

7.2.2 Model nr 2: Żory - Základní škola č. 4 (vzdělávání) 42

7.2.3 Model č. 3: Skoczów - Komplex speciálních škol (vzdělávání) 47

7.2.4 Model č. 4: Katowice - Maršálovův úřad (správa) 51

7.2.5 Model č. 5: Pietrowice Wielkie – Centrum komunitních služeb (správa) 55

7.2.6 Model č. 6: Bytom – mládežnické kulturní centrum č. 2 (kultura) 60

7.2.7 Model č. 7: Nędza - multifunkční budova (kultura) 64

7.2.8 Model č. 8: Opatów, Obecní veřejná knihovna (kultura) 69

7.2.9 Model č. 9: Świerklaniec – Dům sportovců (kultura) 73

8 Cirkulární architektura – celý „životní“ cyklus budovy 78

8.1. Využití principů cirkulární architektury pro analyzované případy implementace

Modelů udržitelné výstavby 79

Bibliografie 80

Seznam výkresů 82



Seznam tabulek 83

Obr. 2 Příklad implementace principů udržitelné výstavby (zdroj: generováno umělou inteligencí)

1. Integrovaný projekt LIFE „Silesia. Blue Sky Restored“ *Komplexní implementace Programu ochrany ovzduší pro Slezské vojvodství.*

„Silesia. Blue Sky Restored“ je největší projekt na ochranu ovzduší v Evropě, který zahrnuje celé Slezské vojvodství.

Koordinující příjemce - slezské vojvodství

Spolupříjemci – 83 partnerů, včetně:

- 74 obcí Slezského vojvodství
- 4 subregionální sdružení slezského vojvodství
- Meziobecní sdružení pro ekologii v Żywci
- Ústav technologií paliv a energie
- Slezská technická univerzita
- Slezská botanická zahrada Asociace sdružení
- Evropské seskupení územní spolupráce TRITIA

Jeho implementační období je od 1. ledna 2022 do 31. prosince 2027.

Projekt je spolufinancován programem Evropské unie LIFE – Životní prostředí a program pro oblast klimatu a Národním fondem ochrany životního prostředí a vodního hospodářství.

Primárním cílem projektu je efektivní a účinná implementace Programu ochrany ovzduší pro Slezské vojvodství (dále jen POP), který byl přijat usnesením č. VI/21/12/2020 ze dne 22. června 2020 Sněmem Slezského vojvodství.

Hlavní cíl projektu je v souladu s hlavním cílem POP, tj. vývojem a implementací nápravných opatření, jejichž realizace povede ke zlepšení kvality ovzduší, což následně sníží nepříznivý dopad znečištění ovzduší na zdraví a život obyvatel Slezského vojvodství. Opatření provedená v rámci projektu umožní výrazně urychlit tempo výměny nízkoenergetických topných zařízení (pod 1 MW) na pevná paliva v komunálním a rezidenčním sektoru, což je hlavní zdroj problematické situace ve vojvodství.

Cíle projektu jsou následující:

- rozvoj institucionálního potenciálu, regionálního poradenského podpůrného systému a regionální informační platformy pro zlepšení kvality ovzduší (vytvoření lokální sítě kompetentních ekoporadců na místní – obecní a subregionální úrovni);
- rozvoj know-how, nástrojů, metod a demonstračních aktivit, které mohou posílit implementaci POPs a Evropské zelené dohody ve Slezském vojvodství, sousedních přeshraničních regionech a v Polsku;
- zvyšování úrovně znalostí mezi různými cílovými skupinami v oblasti nízkoemisních a preventivních opatření s ohledem na jejich finanční efektivitu, a to jak v rámci Slezského vojvodství, tak i v přeshraničním měřítku;
- přenos osvědčených postupů do dalších regionů Polska a Evropy.

Díky realizaci projektu bude dosaženo také následujících specifických cílů:

- zvýšení účinnosti zavedených legislativních řešení (usnesení proti smogu) vynucující výměnu zastaralých, neúčinných topných zařízení;
- zavádění mechanismů pro účinnou kontrolu znečištění na úrovni místní samosprávy a rozvoj osvědčených postupů v této oblasti;
- rozvoj osvědčených postupů v investičním plánování na úrovni obcí;
- implementace metod pro optimální zlepšení energetické účinnosti a racionální investice do veřejných zařízení;
- podpora místních samospráv v jejich úsilí o zlepšení kvality ovzduší a přizpůsobení se změně klimatu zlepšením kvality veřejného prostoru a zvýšením podílu zeleně v městských oblastech.

Celková hodnota projektu: 16 515 020 EUR (přibližně 76 milionů PLN), včetně:

- prostředky LIFE (60%): 9 908 979 EUR (přibližně 45.6 milionů PLN)
- prostředky NFOŚiGW (35 %): 5 780 243 euro (tj. 25 883 350 PLN)
- celkový vlastní příspěvek všech partnerů (5 %): 825 798 EUR (přibližně 3.8 milionů PLN)
 - z toho vlastní příspěvek Slezského vojvodství: 412 121 EUR (přibližně 1.9 milionů PLN).

2. Opatření C.3. Vývoj modelů pro snižování dopadu na životní prostředí ve veřejných budovách

Cílem aktivity je vývoj modelů, tj. optimálních organizačních, právních a investičních řešení pro zlepšení energetické účinnosti a snížení dopadu veřejně prospěšných budov na životní prostředí (MZB – modely udržitelné výstavby).

Mezi úkoly zahrnuté v aktivitě patří:

- Slezská technická univerzita vyvinula šablonu průzkumu spotřeby energie pro budovy v partnerských obcích projektu,
- analyzovala průzkumy předložených budov (přes 150 předložených budov),
- monitorovala 27 zařízení měřením jejich spotřeby energie (v následujících kategoriích: administrativa, vzdělávání a kultura),
- analyzovala data z monitorování,
- vypracovala principy a doporučení pro implementaci MZB během expertních workshopů,
- vypracovala modely udržitelné výstavby pro budovy studované Slezskou technickou univerzitou s ohledem na jejich výše uvedené kategorie,
- vybrala pět zařízení, ve kterých budou implementovány modely udržitelné výstavby,



- realizovala aktivity v pěti budovách (jedna v každém subregionu a jedna ve vlastnictví Slezského vojvodství),
- pilotně připravila koncepční dokumenty v rámci dlouhodobého rozvoje aktivit v kontextu klimatické neutrality - implementace modelů udržitelné výstavby v pohraniční oblasti,
- replikace řešení.

Monitorování 27 budov, na jejichž základě byly vyvinuty modely udržitelných budov, zahrnovalo:

- Výzkum provedený pro všechny budovy:
 - Lokální meteorologické podmínky (teplota, rychlost větru, sluneční záření) – externí měření,
 - Měření teploty ve vybraných místnostech,
 - Hladiny koncentrace CO₂ v místnostech,
 - Měření parametrů indikujících intenzitu užívání budovy, jako je počítadlo otevírání dveří, počítadlo vstupů a výstupů atd. (v závislosti na typu budovy a možnostech instalace).
- Pro budovy vybavené klimatizačními systémy:
 - Měřič spotřeby elektřiny pro napájení klimatizačních jednotek.
- Měření celkového množství energie spotřebované na vytápění a ohřev teplé vody.
 - Měsíční měření: u kotlů na uhlí – celková hmotnost spáleného uhlí spolu s dokladem od dodavatele s uvedením druhu a výhřevnosti uhlí;
 - u kotlů na olej – objem spáleného oleje spolu s výhřevnostmi deklarovanými výrobcem;
 - u dálkového vytápění – celkové množství energie nakoupené od dodavatele dle měřiče tepelné energie; u kotlů na plyn – celkový objem spáleného plynu;
 - u tepelných čerpadel – celkové množství elektřiny použité k pohonu čerpadla;
 - v případě tepelného čerpadla – celkové množství elektřiny použité k pohonu čerpadla,
 - měření okamžitého tepelného výkonu pro vytápění a ohřev teplé užitkové vody – měřič tepelné energie na straně přijímací instalace nebo dva měřiče v případě možnosti samostatného měření tepla dodaného pro ohřev teplé užitkové vody.
- V případě fotovoltaických panelů nebo solárních kolektorů:
 - měření množství vyrobené elektřiny v případě fotovoltaických panelů a měřič tepelné energie v případě tepelných kolektorů.

Modely udržitelné výstavby umožní identifikaci klíčových opatření a nástrojů, které lze implementovat v různých zařízeních (administrativa, vzdělávání a kultura), což sníží negativní dopad budov na životní prostředí. Kromě vývoje směrnic a teoretických modelů proběhne i jejich **demonstrační implementace** - testování, vyhodnocení a prezentace výsledků **v pěti budovách ve Slezském vojvodství** (lokalita bude vybrána na základě doporučení a směrnic vypracovaných Slezskou technickou univerzitou). Za tímto účelem projekt „Silesia. Bringing Back the Blue“ vyčlenil na **každou budovu necelých 0,5 milionu €**.

3. Problémy udržitelné výstavby



Obrázek 1 Příklad implementace principů udržitelné výstavby (zdroj: generováno umělou inteligencí)

Co je to udržitelná výstavba?

Udržitelná výstavba je přístup k navrhování, výstavbě a provozu budov způsobem, který minimalizuje negativní dopad na životní prostředí a zároveň zajišťuje vysokou kvalitu života uživatelů. Zahrnuje strategie zaměřené na efektivní využívání přírodních zdrojů, snižování emisí CO₂ a podporu zdravých a pohodlných obytných a pracovních prostor.

Udržitelná výstavba není jen o ekologických řešeních, ale také o dlouhodobých úsporách, zlepšení komfortu bydlení a odpovědnosti za budoucí generace.

Nejdůležitější prvky udržitelné výstavby

- **Energetická účinnost**
 - Využívání energeticky úsporných technologií (např. tepelná čerpadla, fotovoltaické panely, systémy hospodaření s energií).
 - Tepelná izolace a vzduchotěsnost budov pro snížení tepelných ztrát.
 - Využití obnovitelných zdrojů energie.
- **Vodní hospodářství**
 - Sběr a opětovné využití dešťové a šedé vody.
 - Instalace zařízení šetřících vodu (např. perlátory, systémy dvojitého splachování).
- **Ekologické stavební materiály**
 - Využití obnovitelných a nízkoemisních surovin (např. dřevo z certifikovaných plodin, beton s popílkem).
 - Recyklace a opětovné využití stavebních materiálů.
- **Kvalita vnitřního prostředí**
 - Vysoká kvalita vnitřního ovzduší (mechanické větrání s rekuperací tepla, vzduchové filtry).
 - Využití netoxických materiálů (např. barvy a laky s nízkým obsahem VOC).
 - Přirozené osvětlení a akustika pro zlepšení uživatelského komfortu.
- **Minimalizace stavebního odpadu**
 - Prefabrikace stavebních prvků pro snížení odpadu.
 - Segregace a recyklace stavebního odpadu.
- **Zelená infrastruktura**
 - Zelené střechy a stěny pro podporu tepelné izolace a zlepšení kvality ovzduší.

- Biodiverzita v okolí budov (např. deštné zahrady, květinové louky, výsadba stromů).
- **Doprava a mobilita**
 - Navrhování čtvrtí přátelských k pěším a cyklistům.
 - Blízkost veřejné dopravy a infrastruktury pro nabíjení elektromobilů.

Zelená budova, nebo přesněji řečeno udržitelná budova, je tedy budova, která je ekonomická, pohodlná a postavená s ohledem na přírodní prostředí. Mezi její součásti patří:

- Efektivní využívání zdrojů, zejména neobnovitelné energie a vody.
- Zajištění zdravého a pohodlného prostředí pro uživatele budovy.
- Odpovědnost vůči okolí a umístění budovy.
- Flexibilita a přizpůsobivost budovy, jakož i jejích instalací a zařízení, jako prostředek k šetření zdrojů a úsporám peněz.
- Zavedení systémů správy budov, které monitorují a řídí zařízení a zařízení s cílem minimalizovat spotřebu energie a dalších zdrojů.
- Minimalizace produkce a recyklace odpadu.
- Zabránění toxickým a jiným škodlivým emisím.
- Používání ekologicky šetrných stavebních materiálů, což znamená, že splňují alespoň jedno z následujících kritérií:
 - ✓ vyrobeno z recyklovaných materiálů a zemědělského odpadu,
 - ✓ při jejich výrobě se nepoužívají žádné přírodní zdroje,
 - ✓ minimalizace negativního dopadu na životní prostředí během jejich výroby, ničení nebo opravy,
 - ✓ šetření energií a vodou během jejich výroby,
 - ✓ přispívání ke zdravému a bezpečnému vnitřnímu prostředí,
 - ✓ místní výroba.



Obrázek 2 Příklad implementace principů udržitelné výstavby (zdroj: generováno umělou inteligencí)

Udržitelná výstavba a koncept Green City nebo Zelených měst.

Green City (Zelená města) je koncept urbanistického plánování, jehož cílem je vytvářet města šetrná k lidem a životnímu prostředí prostřednictvím udržitelného hospodaření se zdroji, zelené infrastruktury a technologií, které snižují negativní dopady na klima. Jejich cílem je zlepšit kvalitu života obyvatel, snížit emise CO₂ a přizpůsobit se změně klimatu.

Klíčové rysy **Green City**

➤ **Udržitelná mobilita**

- Rozvoj veřejné dopravy a cyklostezek.
- Podpora elektromobilů a nabíjecích stanic.
- Bezemisní zóny a snížení automobilové dopravy v centrech měst.

➤ **Zelená infrastruktura**

- Vytváření parků, zelených střech a zdí.
- Ochrana zelených ploch a biodiverzity.
- Dešťové zahrady a retenční nádrže pro hospodaření s dešťovou vodou.

➤ **Energetická účinnost**

- Využití obnovitelných zdrojů energie (fotovoltaika, geotermální energie, větrné turbíny).



Obrázek 3 Příklad implementace principů zeleného města
(zdroj: generováno umělou inteligencí)

- Pasivní a bezemisní budovy.

- Inteligentní systémy hospodaření s energií v budovách.

➤ **Cirkulární ekonomika**

- Minimalizace odpadu a podpora recyklace.
- Opětovné využití dešťové a šedé vody.
- Lokální výroba a krátké dodavatelské řetězce.

➤ **Adaptace na změnu klimatu**

- Městské chladicí systémy (např. zastíněné plochy, fontány).
- Ochrana před povodněmi prostřednictvím zadržování vody a propustných povrchů.
- Strategie pro prevenci tepelných ostrovů ve městech.

➤ **Komunitní a environmentální vzdělávání**

- Vzdělávací programy pro obyvatele a podniky.
- Občanská účast na urbanistickém plánování.
- Iniciativy podporující místní ekonomiku a městské zemědělství.

Příklady **Green City** z celého světa:

- **Kodaň (Dánsko)** – klimaticky neutrální město s prioritou pro cyklisty.

- **Singapur** – rozsáhlá zelená infrastruktura a ekologické budovy.

- **Freiburg (Německo)** – modelové ekoměsto s čtvrtí Vauban jako modelem pro udržitelné plánování.

4. Základní komponenty, stejně jako výhody a nevýhody použití udržitelných stavebních prvků.

❖ Principy komplexní tepelné modernizace:

- Komplexní tepelná modernizace budovy je soubor opatření zaměřených na zlepšení energetické účinnosti, snížení tepelných ztrát a snížení provozních nákladů. Zahrnuje:
 - ✓ Izolace vnějšího pláště
 - Vnější stěny – izolace polystyrenem, minerální vlnou nebo jinými izolačními materiály.
 - Střecha/plochá střecha – izolace pro zabránění tepelných ztrát přes horní část budovy.
 - Podlahy a podlahy na zemi – tepelná izolace spodních částí budovy.
 - ✓ Výměna oken a dveří – instalace oken a dveří se zlepšenými izolačními parametry (např. trojskla, dveře s nízkým koeficientem prostupu tepla).
 - ✓ Modernizace topného systému
 - Výměna kotle za účinnější (např. plynový kondenzační kotel, tepelné čerpadlo, kotel na biomasu).
 - Optimalizace topného systému (modernizace radiátorů, systémů ústředního topení).
 - Instalace inteligentních systémů hospodaření s teplem (termostaty, ekvitermní systémy).
 - ✓ Modernizace ventilačního systému – instalace mechanického větrání s rekuperací tepla, které snižuje tepelné ztráty.
 - ✓ Modernizace systému ohřevu teplé vody (TUV) – výměna zastaralých ohřivačů vody za energeticky úsporná zařízení (tepelná čerpadla na TUV, solární kolektory).
 - ✓ Využití obnovitelných zdrojů energie (OZE) – instalace fotovoltaického systému pro výrobu elektřiny.
 - ✓ Optimalizace spotřeby elektřiny.
 - Výměna osvětlení za energeticky úsporné LED.
 - Využití inteligentních systémů hospodaření s energií.
 - ✓ Výhody komplexní tepelné modernizace:
 - Snížení nákladů na vytápění (až o 50–70 %).
 - Zlepšení tepelné pohody v budově (žádný průvan, žádné studené stěny).
 - Snížení emisí CO₂ a zlepšení environmentální výkonnosti budovy.
 - Zvýšení hodnoty nemovitosti díky zlepšení energetické účinnosti.
 - Možnost získání financování z programů jako „Čistý vzduch“ nebo z fondů EU.

❖ Výhody a nevýhody některých složek udržitelné výstavby:

➤ Zelené stěny:

- ✓ Výhody zelených stěn:

- Zlepšení kvality ovzduší – Rostliny absorbují znečišťující látky a produkují kyslík, což vede k čistšímu vzduchu.
- Regulace teploty – Zelené stěny snižují efekt městského tepelného ostrova a izolují budovy, čímž snižují letní teploty a omezují tepelné ztráty v zimě.
- Estetika a pohoda – Zelené stěny vytvářejí příjemné prostředí, snižují stres a zlepšují náladu uživatelů prostoru.
- Zvýšení biodiverzity – Vytvářejí stanoviště pro hmyz, ptáky a další organismy, čímž podporují místní ekosystém.
- Snížení hluku – Vrstva rostlin absorbuje zvuk, čímž zlepšuje akustiku uvnitř i vně budov.
- Zvýšení hodnoty nemovitosti – Zeleň na budovách přitahuje pozornost investorů a zvyšuje prestiž lokality.
- Retenční systém – opětovné využití dešťové vody.
- ✓ Nevýhody zelených stěn
 - Vysoké náklady na instalaci – Systémy zelených stěn, zejména ty s automatickým zavlažováním, mohou být drahé.
 - Údržba a údržba – Vyžadují pravidelnou údržbu, hnojení a kontroly zavlažovacího systému, což generuje dodatečné náklady.
 - Riziko poškození fasády – Špatně navržená instalace může vést k vlhkým stěnám a poškození konstrukce budovy.

➤ Zelené střechy

- ✓ Výhody zelených střech
 - Zlepšená kvalita ovzduší – Střešní rostliny filtrují znečišťující látky a produkují kyslík.
 - Regulace teploty – Zelené střechy izolují budovy, snižují letní teploty a omezují tepelné ztráty v zimě.
 - Snížení efektu městského tepelného ostrova – Pokrytí střech vegetací pomáhá snižovat teploty ve městech.
 - Zachycování a zadržování dešťové vody – Zelené střechy snižují množství vody proudící do kanalizace, čímž snižují riziko záplav.
 - Zlepšená estetika a duševní pohoda – Vegetační střechy vytvářejí atraktivní a relaxační prostory.
 - Zvýšená biodiverzita – Vytvářejí biotopy pro hmyz, ptáky a malá zvířata.
 - Ochrana střechy – Vegetace chrání střechu před povětrnostními vlivy a prodlužuje její životnost.
 - Možnost využití jako užitného prostoru – Intenzivní střechy lze použít k vytvoření zahrad, teras nebo rekreačních oblastí.
- ✓ Nevýhody zelených střech
 - Vysoké náklady na instalaci – Vyžaduje vhodnou přípravu stavební konstrukce a odvodňovacího systému.
 - Zatížení konstrukce – Zelené střechy mohou být těžké a vyžadují konstrukční výztuhu.
 - Údržba a péče – Intenzivní střechy vyžadují pravidelnou závlahu, hnojení a prořezávání rostlin.

- Potenciální problémy s odvodněním – Špatně navržené systémy mohou vést k zamokření a netěsnostem.
- **Tepelná čerpadla** – odebírají teplo z prostředí (vzduch, voda nebo země) a přenášejí ho do topného systému budovy.
 - ✓ Typy:
 - Tepelná čerpadla vzduch-voda – nejčastěji používaná, odebírají teplo z venkovního vzduchu.
 - Tepelná čerpadla země-voda – využívají tepelnou energii uloženou v zemi (vyžadují horizontální kolektor nebo vertikální sondy).
 - Tepelná čerpadla voda-voda – odebírají energii z podzemní nebo povrchové vody (méně často používaná).
 - ✓ Výhody:
 - Velmi vysoká účinnost (COP 3–5, což znamená, že 1 kWh elektriny poskytuje 3–5 kWh tepla).
 - Nízké provozní náklady.
 - Žádné emise na místě.
 - ✓ Nevýhody:
 - Vysoké pořizovací a instalační náklady.
 - Vyžaduje přístup k elektřině.
- **Kotle na biomasu** – spalují obnovitelné organické materiály a vyrábějí teplo pro vytápění budovy a ohřev teplé vody.
 - ✓ Typy:
 - Kotle na pelety – automatické, snadno použitelné a velmi účinné.
 - Kotle na dřevo a dřevní štěpku – vyžadují ruční přikládání paliva, ale jejich provoz je levnější.
 - ✓ Výhody:
 - Vysoká energetická účinnost.
 - Nízké provozní náklady ve srovnání s plynem nebo topným olejem.
 - ✓ Nevýhody:
 - Vyžadují prostor pro skladování paliva.
 - Emise výfukových plynů, i když výrazně nižší než u uhlí.
- Méně populární, i když používané, jsou v Polsku **solární kolektory**, které zachycují sluneční energii a přeměňují ji na teplo pro ohřev teplé užitkové vody nebo podporu vytápění.
 - ✓ Typy:
 - Ploché solární kolektory – levnější, ale v zimě méně účinné.
 - Vakuové trubkové kolektory – dražší, ale v chladnějších měsících účinnější.
 - ✓ Výhody:
 - Žádné náklady na údržbu po instalaci.
 - Dlouhá životnost (až 25–30 let).
 - Žádné emise CO₂.
 - ✓ Nevýhody - Závislost na povětrnostních podmínkách (účinnost je v zimě nižší).

- Geotermální energie – využívá teplo z nitra Země k vytápění budov a ohřevu teplé užitkové vody.
 - ✓ Výhody:
 - Velmi nízké provozní náklady.
 - Stálá dostupnost bez ohledu na počasí.
 - Žádné emise CO₂.
 - ✓ Nevýhody:
 - Vysoké náklady na výstavbu infrastruktury.
 - Vyžaduje umístění v oblastech bohatých na geotermální zdroje.

- **Topné systémy založené na odpadním teple a obnovitelných zdrojích energie** získávají teplo z průmyslových procesů, ventilačních systémů nebo kanalizačních systémů a využívají ho k vytápění budov.
 - ✓ Výhody:
 - Vysoká energetická účinnost.
 - Možnost integrace s městskými topnými sítěmi.
 - ✓ Nevýhody:
 - Vyžaduje pokročilou infrastrukturu.
 - Omezená dostupnost pro jednotlivé budovy.

- **Výběr zdroje tepla v závislosti na budově:**
 - ✓ Nejúčinnější řešení pro rodinné domy:
 - Tepelná čerpadla (nízké provozní náklady, žádné emise).
 - Kotle na biomasu (pro ty, kteří preferují pevná paliva).
 - Solární kolektory (skvělé jako záloha pro ohřev teplé vody).
 - ✓ Nejlepší pro velké budovy a sídliště:
 - Geotermální energie (pro vhodné lokality).
 - Sítě odpadního tepla a dálkového vytápění (pokud jsou v regionu k dispozici).

- **Typy zdrojů chlazení a jejich použití**
 - ✓ **Klimatizace** – kompresorové systémy – Klimatizační jednotky používají chladivo k odběru tepla z místnosti a jeho uvolnění ven.
 - Typy:
 - Split a Multi-Split – pro byty a malé kanceláře, s individuálními vnitřními a venkovními jednotkami.
 - VRF/VRV – pro větší budovy systém umožňuje současné chlazení a vytápění různých zón.
 - Centrální systémy – používají se ve velkých komerčních budovách, často v kombinaci s větracími systémy.
 - Výhody:
 - Účinnost a rychlé chlazení.
 - Možnost regulace teploty v různých místnostech.
 - Možnost vytápění v zimě (tepelná čerpadla).
 - Nevýhody:
 - Vysoká spotřeba elektřiny.
 - Může způsobovat průvan a suchý vzduch.

- ✓ **Tepelná čerpadla s funkcí chlazení** (reverzibilní provozní režim) – tepelné čerpadlo může pracovat v režimu chlazení a odvádět teplo z venkovního prostoru budovy.
 - Typy:
 - Tepelná čerpadla vzduch-voda – nejjednodušší na instalaci, dobře fungují v mírném podnebí.
 - Tepelná čerpadla země-voda – využívají chladný vzduch ze země (tzv. pasivní chlazení), což je velmi energeticky úsporné.
 - Výhody:
 - Nízké provozní náklady, zejména v případě pasivního chlazení.
 - Lze je použít k vytápění budovy v zimě.
 - Tichý provoz.
 - Nevýhody:
 - Vysoké instalační náklady.
 - Tepelná čerpadla vzduch-voda – nižší účinnost při velmi vysokých teplotách.
- ✓ **Free cooling** (pasivní chlazení – bez kompresoru) – využívá chladný venkovní vzduch nebo chladný vzduch uložený v zemi/vodě ke snížení teploty budovy.
 - Typy:
 - Noční větrání – budova se v noci ochlazuje výměnou vzduchu.
 - Vodní chlazení s akumulací chladu – využití chladné vody z přírodních zdrojů (např. řeky, jezera, hluboké vrty).
 - Zemní chlazení – systém tepelných výměníků v zemi, často používaný s tepelnými čerpadly.
 - Výhody:
 - Velmi nízké provozní náklady.
 - Ekologické a efektivní řešení.
 - Žádný hluk ani negativní dopad na kvalitu ovzduší.
 - Nevýhody:
 - Omezená účinnost ve velmi horkých obdobích.
 - Vyžaduje dobře navržený ventilační systém nebo přístup ke zdrojům chladu.
- ✓ **Absorpční a adsorpční chladicí systémy** (trigenerace) – využívají odpadní teplo (např. z průmyslových procesů nebo solárních kolektorů) k výrobě chladu.
 - Výhody:
 - Lze integrovat se systémy vytápění.
 - Vysoká účinnost ve velkých budovách.
 - Ekologické – umožňuje využití odpadního tepla.
 - Nevýhody:
 - Vysoké investiční náklady.
 - Primárně nákladově efektivní ve velkých komerčních budovách.
 -

➤ **Výběr zdroje chladu:**

- ✓ Pro rodinné domy a byty:
 - Tepelné čerpadlo s funkcí chlazení (pro moderní instalace).
 - Split-systém klimatizace (pokud není instalováno tepelné čerpadlo).
 - Free cooling s nočním větráním (pro pasivní domy).
- ✓ Pro kanceláře a malé komerční budovy:
 - Klimatizační systémy VRF/VRV (možnost vícezónové regulace).
 - Volné chlazení v kombinaci s mechanickým větráním.
- ✓ Pro velké komerční a průmyslové budovy:
 - Absorpční/adsorpční chlazení (pokud je k dispozici odpadní teplo).
 - Vodní chlazení nebo trigenerace (pro velká nákupní centra a kancelářské budovy).

➤ Výběr zdroje chlazení pro budovu závisí na několika faktorech, jako je zamýšlené využití budovy, velikost, potřeba chlazení, energetická účinnost a investiční a provozní náklady.

Klíčová kritéria pro výběr zdroje chlazení jsou:

- ✓ Plocha budovy – větší budovy vyžadují pokročilejší chladicí systémy.
- ✓ Potřeba chlazení – závisí na počtu obyvatel, slunečním záření a technologii budovy.
- ✓ Energetická účinnost – vyplatí se volit řešení s nízkou spotřebou energie.
- ✓ Kapitálové a provozní náklady – některá řešení vyžadují vyšší počáteční investici, ale jejich provoz je levnější.
- ✓ Zdroj energie – pokud má budova přístup k obnovitelným zdrojům energie, vyplatí se zvážit například tepelné čerpadlo v režimu chlazení.

➤ **Výhody systémů energetického managementu (EMS – Energy Management Systems)** - Systémy energetického managementu (EMS) jsou pokročilá technologická řešení, která monitorují, řídí a optimalizují spotřebu energie v budovách, průmyslu a městské infrastruktuře. Jejich použití přináší mnoho výhod:

- ✓ Úspory energie a nižší provozní náklady
 - Snížená spotřeba energie – inteligentní řízení vytápění, větrání, osvětlení a dalších systémů může snížit spotřebu až o 20–30 %.
 - Nižší účty – díky automatické regulaci a detekci neefektivních zařízení.
 - Lepší správa tarifů za energie – přizpůsobení spotřeby energie obdobím s nižší sazbou.
- ✓ Optimalizace systémů budovy
 - Automatické přizpůsobení parametrů HVAC (vytápění, větrání, klimatizace) skutečným potřebám.
 - Inteligentní správa osvětlení – např. senzory pohybu a intenzity světla.
 - Koordinace provozu zařízení v reálném čase, aby se zabránilo špičkové spotřebě energie.
- ✓ Podpora udržitelného rozvoje a ekologie
 - Snížení emisí CO₂ – snížení využívání fosilních paliv přispívá k ochraně klimatu.
 - Integrace s obnovitelnými zdroji energie (OZE) – EMS umožňuje efektivní využití fotovoltiky, tepelných čerpadel a akumulace energie.
 - Optimalizace spotřeby vody a tepla – také správa dalších zdrojů v budově.

- ✓ Lepší kontrola a analýza energetických dat
 - Systémy EMS umožňují sledování spotřeby energie v reálném čase.
 - Generování reportů a analýz pomáhá při lepších rozhodnutích ohledně investic do energetické účinnosti.
 - Schopnost detekovat poruchy systému a úniky.
- ✓ Pohodlí uživatele a automatizace procesů
 - Inteligentní systémy upravují teplotu, větrání a osvětlení podle preferencí uživatele.
 - Dálkové ovládání a správa prostřednictvím mobilních aplikací nebo online platform.
 - Volitelná integrace se systémy chytré domácnosti a chytrého města.
- ✓ Zvýšená hodnota nemovitosti a soulad s předpisy
 - Budovy se systémy energetického managementu mají vyšší tržní hodnotu.
 - Zvýšená energetická účinnost usnadňuje získání environmentálních certifikací (např. BREEAM, LEED).
 - Pomáhá splňovat normy energetické účinnosti, jako je evropská směrnice o budovách (EPBD).
- ✓ Zlepšení energetické bezpečnosti
 - Systémy EMS pomáhají minimalizovat riziko výpadků proudu vyrovnaváním zatížení sítě.
 - Systémy mohou spolupracovat se zařízeními pro ukládání energie, což zvyšuje nezávislost na dodavateli elektřiny.
 - Detekce anomálií v energetickém systému pomáhá předcházet poruchám a nákladným prostojům.

5. Zásady pro modely udržitelných budov vyvinuté během odborných workshopů.

❖ Obecné poznámky

- Každá budova a její umístění jsou do určité míry jedinečné, a proto se optimální řešení zásobování energií v každém případě liší. Mnoho dodavatelů zároveň preferuje jednotná, standardizovaná řešení.
- Vzhledem k vysokým nákladům na modernizační práce a jejich významnému dopadu na následné provozní náklady budovy se důrazně doporučuje jmenovat tým, který jménem investora zajistí, aby dodavatel provedl modernizační práce optimálně pro danou lokalitu. Tým by měl kromě stavebních specialistů a dalších specialistů na obnovitelné zdroje energie zahrnovat i osobu specializující se na zelené plochy.
- Před zahájením modernizace je vhodné provádět každoroční monitoring spotřeby tepla a elektřiny, který umožní lepší výběr velikostí a typů zařízení (podrobný popis každoročního monitoringu je uveden v Akci C.3 tohoto dokumentu).
- Budovy podléhající ochraně památkové péče (historické památky) jako samostatná kategorie budov vyžadují individuální a zvláštní posouzení. Ačkoli jsou definovány individuálním posouzením, lze je modernizovat i podle principů definovaných jako modely udržitelných budov. Principy týkající se modernizace, tepelné modernizace, zavádění obnovitelných zdrojů energie, zelených střech atd. jsou zahrnuty v dokumentu vypracovaném v rámci projektu „Silesia. Bringing Blue Back“ (podrobnosti v poznámce pod čarou).

- Před získáním stavebního povolení by architektonickému a stavebnímu návrhu mělo předcházet vypracování funkčního a prostorového programu spolu s koncepcí zohledňující obnovitelné zdroje energie a provedení předprojektových studií v následujících oblastech: principy navrhování energeticky úsporných a ekologických budov, principy zelené architektury, udržitelná výstavba a univerzální design. Návrhy by měly zohledňovat místní podmínky, polohu pozemku, polohu vodních toků, tzv. ekologické úseky, místní infrastrukturu, obecné přírodní podmínky včetně mikroklimatu.

❖ Poptávka po energii

- Potřeba tepla závisí na konstrukci budovy, jejím okolí a jejím budoucím využití. Každý z těchto faktorů může do určité míry ovlivnit správce budovy.
- Jedním ze způsobů, jak snížit energetickou náročnost, je ochrana budovy před větrem, čehož lze dosáhnout použitím ochranné vegetace (podle typologie doporučené Slezskou botanickou zahradou, Svazem sdružení, v rámci projektu „Silesia. Návrat modré“) a vytvořením hliněných náspů s vegetací (krycí nebo nízko rostoucí). Obojí musí být samozřejmě zahrnuto do plánu rozvoje oblasti kolem budovy.
- Důležitým způsobem, jak snížit energetickou náročnost budovy na chlazení, je její zastínění listnatými stromy, které v létě přispívají k ochlazení a v zimě umožňují proudění sluneční energie. Podrobné pokyny pro druhy jsou uvedeny v typologii, kterou vypracovala Asociace sdružení Slezské botanické zahrady¹.
- Při plánování modernizace budovy je důležité zvážit změnu funkčního uspořádání budovy tak, aby místnosti určené k trvalému obývání byly umístěny primárně na jižní straně a pomocné místnosti na severní.
- Důležitým způsobem, jak snížit potřebu tepla, je použití nuceného větrání s rekuperací tepla. V budovách s gravitačním větráním je výměna vzduchu obvykle příliš nízká, když je budova v provozu, a příliš vysoká, když se nepoužívá. Řídicím signálem pro intenzitu cirkulace by mělo být měření CO₂ v místnostech (s ohledem na požadavky stanovené ve stavebním řádu).
- Tepelná pohoda člověka závisí především na teplotě vzduchu, teplotě stěn a vlhkosti. Zvýšení vlhkosti v zimě kromě pozitivních účinků na zdraví umožňuje také snížení teploty a následně i potřeby vytápění. Jednou z doporučených metod pro zvýšení vlhkosti vzduchu je zavádění rostlin do pracovních prostor².
- Cílem by mělo být snížení amplitudy faktorů prostředí (vlhkost vzduchu, teplota, intenzita slunečního záření, rychlost větru).
- Významného snížení potřeby tepla lze dosáhnout využitím zimních zahrad a zimních zahrad, které lze využít jako společenské a propagační zóny atd.
- Zelené stěny, které výrazně zlepšují tepelnou izolaci budovy, by měly být konstruovány s použitím rostlin, které nepoškozují omítku. Je také vhodné, pokud je to možné, aby zelená stěna měla vlastní nosnou konstrukci.
- Doporučují se zelené střechy; pro severně orientovaná a/nebo zastíněná místa (extenzivní střechy) je lze realizovat s použitím trvalých, suchu odolných rostlin, jako jsou epifytické mechy. V ostatních případech se před extenzivními zelenými střechami doporučují intenzivní zelené střechy (keře a

¹ tamtéž

² WAHAB, Izudinshah Abd; ISMAIL, Lokman Hakim. A study on plant selection for green building design. *Journal of Science and Technology*, 2012, 4.2.

stromy). Je třeba zvážit velikost a typ kořenového systému a hydroizolaci. Realizaci musí předcházet studie proveditelnosti.³

- Je vhodné instalovat clony, které omezují pronikání slunečního záření do místností, clony chránící před přehříváním a clony chránící před tepelnými ztrátami.
- Tepelná modernizace budovy by měla zahrnovat nejen zvýšení izolace stěn, ale také izolaci oken a dveří.

❖ Zdroje tepla

- Pokud je budova připojena k síti dálkového vytápění, měla by být síť dálkového vytápění považována především za zdroj tepla. Zdroje tepla pro síť dálkového vytápění budou podrobeny energetické transformaci, která povede k cílovému odběru tepla bez zatížení uhlíkové stopy.
- Pokud umístění budovy neumožňuje odběr tepla ze sítě dálkového vytápění, měla by být nejprve zvážena tepelná čerpadla. Důrazně se doporučují čerpadla s tepelnými výměníky země-voda, spíše než výměníky vzduch-voda, pokud to umístění umožňuje. V případě instalace tepelného čerpadla se doporučuje instalace fotovoltaických panelů.
- Kotle na biomasu lze plánovat jako alternativu k tepelným čerpadlům nebo jako špičkový zdroj tepla. Zejména se doporučují nízkoúdržbové kotle na biomasové pelety, které splňují požadavky *ekodesignu*.

❖ Zdroje chlazení

- S výjimkou velmi specifických případů, kdy je k dispozici odpadní teplo, což ospravedlňuje použití sorpčních chladičů, jsou primárním zdrojem chlazení kompresorové jednotky. Je však důležité pečlivě zvážit, zda je klimatizace skutečně nezbytná a zda nelze dosáhnout tepelné pohody pasivními metodami.
- Nejprve zvažte centrální zdroj chlazení a jeho distribuci pomocí chlazené vody do místností, kde je chlazení potřeba. Centrální zdroj chlazení umožňuje použití chladicího zařízení.
- Pro pohodlí uživatelů by měla být v každé místnosti zavedena individuální regulace teploty vzduchu.

❖ Zdroje elektřiny

- Vzhledem ke své sociální funkci by veřejné budovy měly zajišťovat bezpečné zásobování elektřinou prostřednictvím připojení k elektrické síti. Nedoporučuje se navrhovat budovy pro použití *off-grid*.
- Primárním zdrojem elektřiny vyrobené v samotné budově jsou fotovoltaické panely, které lze instalovat i na zelené střechy s dodatečnou vyvýšenou nosnou konstrukcí, což umožňuje funkční realizaci zelených střech. Pro montáž fotovoltaických panelů by měla být využita i parkoviště nebo jiné drobné architektonické stavby, pokud nejsou umístěny ve stínu. Při instalaci panelů na šikmé střechy a fasády je třeba dbát na estetiku; doporučuje se použití „solárních rovin“.

³ STARZEWSKA-SIKORSKA, Anna, et al. *Handbook SALUTE4CE: handbook on urban environmental acupuncture*. VŠB-Technical University of Ostrava, Faculty of Civil Engineering, 2022., str 100

- Optimální úhel fotovoltaických panelů závisí na funkci budovy. Například školní budovy spotřebovávají elektřinu převážně ráno a v létě mají prázdninovou přestávku, což snižuje spotřebu energie. Optimální orientace panelů je proto směrem na východ. Snaha o maximalizaci využití elektřiny pro vnitřní potřeby, aniž by se prodávala do sítě, vyžaduje různé úhly pro optimální orientaci panelů v obou rovinách. To platí především pro ploché střechy.
- Doporučuje se zvážit hybridní (vodou chlazené) fotovoltaické panely PVT, které využívají odpadní teplo k ohřevu teplé vody nebo k regeneraci zemního tepla.

❖ Ukládání energie

- V budovách s instalovanými FV panely je vhodné použít akumulaci elektřiny. Pro výběr akumulační kapacity by se mělo použít měření toku elektřiny v budově.
- V budovách vybavených tepelnými čerpadly je vhodné použít akumulaci tepla, která umožňuje akumulaci tepla ekvivalentního denní spotřebě v typický den topné sezóny. Tepelné čerpadlo může naplňovat akumulační nádrž v obdobích vysoké dostupnosti elektřiny z obnovitelných zdrojů energie. Možnost připojení systému obnovitelných zdrojů energie ke stávající budově by však měla být analyzována, zejména vzhledem k faktorům, které brání implementaci akumulačního systému, jako je vysoká teplota cirkulující kapaliny v topném systému.
- V budovách vybavených centrální klimatizací a chlazením studenou vodou se doporučuje používat chladicí jednotky s kapacitou odpovídající spotřebě chlazení v typický letní den.

❖ Modernizace systému energetického managementu

- Inteligentní systémy energetického managementu.
- Automatické řízení vytápění, větrání a osvětlení.
- Integrace se systémy pro ukládání energie (např. lithium-iontové baterie).
- Zónová regulace tepelných podmínek v budově.

❖ Dešťová voda:

- Doporučuje se používat dešťovou vodu k zalévání zelených střech, okolní zeleně, chlazení FVT panelů a zabezpečení nádrží šedé vody.

❖ Vzdělávání:

- Pro správce a uživatele by měly být připraveny samostatné provozní pokyny k budově, které vysvětlí použitá řešení a jejich správné použití.

❖ Doplnující poznámky:

- Při plánování vegetace vyberte druhy s nízkým rizikem alergií a nízkým invazivním potenciálem.
- Zvažte použití protismogových nástěnných maleb a protismogových barev, zejména pro propagační účely na exponovaných stěnách.

- Využijte principy cirkulární architektury, včetně použití demoličních materiálů při plánované modernizaci.

6. Udržitelné modely budov pro 9 stávajících budov v následujících odvětvích: administrativa, vzdělávání a kultura

6 Snížení ročních emisí oxidu uhličitého.

6.1 Výpočtový model

Pro výpočet ročních emisí CO₂ z dané budovy je nutná řada předběžných

výpočtů. Emise generované budovou závisí na spotřebě elektřiny, dálkového vytápění a paliva. Instalace nového zařízení v budově také generuje určité emise. Každá budova vzhledem ke své roli, struktuře a umístění vyžaduje jiné množství energie. Různé budovy mají různé možnosti pro instalaci obnovitelných zdrojů energie. Potřeby a možnosti se v čase mění v důsledku povětrnostních podmínek, provozních režimů a obsazenosti. Z tohoto důvodu byly navrženy výpočty s rozlišením 1 hodiny. Základem pro výpočty je okamžitá (hodinová) energetická bilance. Rozlišují se zde dvě bilance – teplo a

elektřina, které spolu souvisejí. Výpočty se provádějí za období jednoho roku. Nakonec se sečtou veličiny, jako jsou emise a spotřeba energie.

Nejprve se pro danou budovu určí podmínky pro instalaci fotovoltaického systému.

Pomocí údajů o dostupné ploše střechy se vypočítá počet fotovoltaických panelů. Dále se určí úhel sklonu a azimut panelu. Použití systému PV GIS umožňuje

generování ročních údajů o intenzitě slunečního záření dopadajícího na danou

instalaci. Poté se shromažďují roční meteorologická data z nejbližší stanice IMWM. Shromažďují se také roční data z energetické soustavy, včetně okamžitého (hodinového) podílu obnovitelných zdrojů, a také data o okamžitých cenách elektřiny na vyrovnávacím trhu (nákupní/prodejní ceny pro komerční zákazníky). Vzhledem k dostupnosti dat jsou data z roku 2020.

Pro výpočet hodinové bilance elektřiny je nutné určit spotřebovanou a vyrobenou energii. Spotřebovaná energie je součtem energie tepelného čerpadla, energie spotřebované pro energetické účely a energie klimatizace. Výkon tepelného čerpadla se vypočítává na základě okamžité potřeby tepla, která se skládá ze dvou složek: tepla pro vytápění a tepla pro ohřev teplé užitkové vody. Teplo pro vytápění se vypočítává pomocí empirických funkcí vyvinutých na základě dat z monitorování energie. Teplo pro ohřev teplé užitkové vody se vypočítává pomocí týdenních profilů spotřeby, rovněž připravených na základě dat z monitorování. V případě elektrické energie pro energetické účely se používají také týdenní profily spotřeby. Výkon klimatizace se určuje pomocí empirických funkcí podobně jako topný výkon. Energie vyrobená z fotovoltaické instalace se určuje na základě údajů o okamžité intenzitě slunečního záření a dalších meteorologických údajů pomocí korelačních vzorců z literárních zdrojů. Rozdíl mezi vyrobenou a spotřebovanou energií je hodnota energie spotřebované nebo dodané do sítě. V konečném důsledku se předpokládá, že data o spotřebě shromážděná z monitorování budou použita bez vytváření týdenních profilů

a empirických funkcí. To však není možné kvůli probíhajícím měřením a nedostatku dat za celou topnou sezónu.

Protože výměna energie s energetickou soustavou zahrnuje finanční ztráty, byly poskytnuty určité metody kompenzace těchto ztrát. Zaprvé, pokud budova vykazuje roční energetický deficit (po sečtení), je výkon kotle na biomasu iterativně upraven (jako zlomek

výkonu tepelného čerpadla), aby se deficit minimalizoval. Absence denního vyvažování elektřiny

je také nežádoucí, například když je během dne přebytek energie vyrobené fotovoltaikou a v noci je současně spotřebovávána tepelným čerpadlem. Byla navržena

lokální, krátkodobá akumulace tepla v zásobníku vody ohříváném tepelným čerpadlem s využitím přebytečného výkonu. Objem zásobníku je také volen iterativně.

Hodinové údaje o spotřebě energie ze sítě umožňují odhadnout emise CO₂

generované neobnovitelnými zdroji energie připojenými k energetické soustavě (používají se výše zmíněná okamžitá data o podílu obnovitelných zdrojů), které jsou následně agregovány na roční bázi. Dále

se přidávají emise související se spotřebou energie z topného systému (pokud je to relevantní). K ročním

emisím, rozloženým na 20leté období, se přidávají také emise CO₂ související s výstavbou a instalací nových zařízení – fotovoltaických panelů, kotlů na biomasu a tepelných čerpadel.

Výpočty lze provést pro mnoho možností modernizace. Vyvinutý výpočtový algoritmus umožňuje výběr čtyř typů fotovoltaických článků (monokrystalické, HIT,

polykrystalické, CIGS), dvou typů tepelných čerpadel (vzduch a země) a zahrnutí nebo vyloučení funkcí

souvisejících s výběrem kotle na biomasu. Pro každou budovu to vede k 16 možnostem výpočtu modernizace. Jako kritérium pro posouzení navrhovaných možností z hlediska splnění projektových cílů se používají ušetřené roční emise CO₂.

6.1.1 Okamžitá energetická bilance budovy

$Q_{cw u}$

Základní rovnicí pro výpočty je rovnice energetické bilance. Řeší se pro

teplo potřebné k vytápění budovy (ústřední topení) a ohřevu teplé užitkové vody (TUV), jakož i pro elektřinu pro energetické potřeby, vytápění a klimatizaci. Energetickou bilanci pro teplo lze tedy prezentovat následovně:

$$Q_{in}(f_i) = Q_{co}(f_i) + Q_{cw u}(f_i); \quad (1)$$

kde Q_{in} označuje teplo dodané (topným zařízením), Q_{co} výdaj na vytápění a

pro ohřev teplé užitkové vody. Tyto veličiny představují tepelný výkon, vyjádřený v kW, a jsou specifické pro daný časový okamžik f_i . Vnitřní výroba tepla se vynechává. Okamžitý topný výkon se vypočítává na základě teplotního rozdílu mezi nastavenou vnitřní teplotou a venkovní teplotou pomocí empirické funkce. Funkční vztah mezi nastaveným teplotním rozdílem a tepelným výkonem se určuje na základě dříve shromážděných monitorovacích dat, jak je popsáno v kapitole 4.3. Tento přístup má fyzikální opodstatnění, protože tepelné ztráty, a to jak přenos tepla přes přičky ven a do země, tak i ztráty větráním, jsou funkcí teplotního rozdílu. Spotřeba teplé užitkové vody se také vypočítává pomocí modelu založeného na dříve shromážděných monitorovacích datech s výhradou, že je pouze funkcí času (den v týdnu a hodina), jak je popsáno v kapitole „Teplá užitková voda“.

Okamžitá spotřeba energie pro vytápění musí být pokryta zdrojem tepla. U budov

připojených k síti dálkového vytápění předpokládáme nulové emise po roce 2050 [13],

takže se nepředpokládá instalace nových zdrojů tepla. U budov nepřipojených k síti se předpokládá, že zdroji tepla mohou být vzduchová tepelná čerpadla, zemní tepelná čerpadla nebo kotle na biomasu. Elektrický výkon tepelného čerpadla lze vypočítat jako:

$$N_{el;pc}(fi) = \frac{Q_{in}(fi)}{COP_{pc}(fi)} \quad (2)$$

Kde COP_{pc} je koeficient energetické účinnosti tepelného čerpadla. Vypočítává se na okamžitém

základě jako funkce převládajících podmínek a zatížení čerpadla vzhledem k jeho jmenovitému výkonu, dle metod doporučených Marsikem a kol. [10] a Qianem a kol. [12] pro tepelná čerpadla vzduch-voda a země-voda. Jmenovitý výkon čerpadla je definován jako maximální tepelný výkon během roku, bez specifikace

konkrétního modelu zařízení, což je významný zjednodušující předpoklad.

Kotel na biomasu byl považován pouze za doplňkový zdroj tepla.

$$Q_{in}(fi) = Q_{pc}(fi) + Q_{kb}(fi); \quad (3)$$

kde indexy „pc“ a „kb“ označují tepelné čerpadlo a kotel na biomasu.

Výkon kotle na biomasu se volí iterativně. Pokud výsledky výpočtu ukazují roční přebytek výroby elektřiny, kotel se neuvažuje. Pokud se však

vyskytne roční deficit, výkon kotle se postupně zvyšuje, dokud se neodstraní.

Dále byla zvážena možnost instalace vyrovnávací nádrže, která by ukládala teplo vyrobené tepelným čerpadlem v případě nadprodukce elektřiny během topné sezóny. Jedná se o metodu krátkodobého skladování energie. Velikost nádrže se volí iterativně, aby se snížila denní nadprodukce a podprodukce. Jakákoli přebytečná elektřina vyrobená fotovoltaickým systémem během topné sezóny se neprodává do sítě, ale místo toho se používá v tepelném čerpadle k ohřevu nádrže. Předpokládá se, že akumulacním médiem je voda. „Nabíjení“ nádrže způsobuje zvýšení teploty média, zatímco vybíjení její snížení, podle rovnice energetické bilance:

$$\sum_{fi=1}^n \dot{Q}_{in}(fi) = \sum_{fi=1}^n \dot{Q}_{out}(fi) \quad (4)$$

$$U_{2;zb} = U_{1;zb} + \int_1^{f_i} Q_{pc}(f_i) - Q_{out}(f_i) df_i;$$

kde U je vnitřní energie a indexy 1 a 2 označují začátek a konec nabíjení/vybíjení.

Vnitřní energii lze zapsat jako:

$$U_{zb} = V_{zb} \rho_w C_w t \quad (5)$$

kde V je objem, ρ je hustota vody a C_w je její tepelná kapacita. Objem nádrže se volí iterativně, aby se minimalizovala nadprodukce elektřiny.

Konečná bilance elektřiny je následující:

$$N_{el;siec}(f_i) = N_{el;pc}(f_i) + N_{el;uz}(f_i) + N_{el;klim}(f_i) - N_{el;gen}(f_i); \quad (6)$$

kde okamžité výkony N jsou vyjádřeny v kilowattech a indexy označují: Grid - síť, gen -

- lokální výrobu z obnovitelných zdrojů energie, PC - tepelné čerpadlo, Uz - spotřebu energie pro energetické účely, Klim - spotřebu energie pro klimatizaci. Výslednou hodnotou je výkon odebíraný ze sítě. Výroba z obnovitelných zdrojů energie závisí na použité technologii a vypočítává se s využitím meteorologických dat a dat ze systému PVGIS[4], jak je popsáno v následující kapitole.

6.1.2 Výroba energie

Fotovoltaické panely jsou považovány za hlavní obnovitelné zdroje energie. Lze použít čtyři varianty fotovoltaických panelů s různými technologiemi článků, a to obecně bez specifikace konkrétního výrobce. Tohle jsou články:

1. monokrystalické,
2. HIT (heterojunkce s vnitřní tenkou vrstvou),
3. polykrystalické,
4. CIGS (měď-indium-gallium-selen).

Okamžitý výkon fotovoltaické instalace se určuje na základě slunečního záření a dalších meteorologických dat.

$$N_{el;p_v}(f_i) = G_i(f_i) \cdot A_{p_v} \cdot n_{p_v} \cdot \eta_{el;p_v}(f_i); \quad (7)$$

kde $N_{el;p_v}$ je výkon instalace ve W, G_i je intenzita slunečního záření ve W/m^2 , A_{p_v} je plocha panelu, n_{p_v} je počet panelů v dané části instalace a $\eta_{el;p_v}$ je okamžitá účinnost

panelu. Hodnoty G_i pocházejí ze systému PVGIS[4] pro vybrané místo. Tento nástroj vyžaduje informace o úhlu sklonu panelu k horizontální rovině a azimutu, do kterého jsou nasměrovány. U plochých střech se předpokládá optimální úhel a azimut uvedený systémem PVGIS. U budov

se šikmými střechami a u budov s šikmými střechami byly tyto údaje odhadnuty na základě fotografií budov, satelitních snímků a geodetických dat. Počet panelů je založen na ploše střechy budovy, přičemž plocha jednoho panelu je shodná s plochou panelů studovanou Paudyalem a kol. [11] (1:66, 1:67, 1:63, 0:94 m^2 pro monokrystalické, HIT, polykrystalické a CIGS panely). Předpokládá se plné pokrytí šikmých střech (panely umístěné na povrchu střechy) a částečné pokrytí plochých střech (což je významný zjednodušující předpoklad vzhledem k přítomnosti dalších instalací na plochých střechách a skutečnosti, že panely umístěné pod úhlem k povrchu musí být od sebe vzdáleny). Účinnost panelu je funkcí jeho teploty[5]:

$$\eta_{el;p_v}(f_i) = \eta_{el;p_v;nom} \cdot [1 - \alpha_{p_v}(t_{p_v}(f_i) - t_{st})]; \quad (8)$$

kde $\eta_{el;p_v;nom}$ je nominální účinnost panelu, α_{p_v} je teplotní koeficient, t_{st} je referenční teplota článků a t_{p_v} je okamžitá teplota. Okamžitou teplotu lze odhadnout pomocí korelace Skoplaki a kol. [15]. Má podobu:

0:25

$$t_{p_v}(f_i) = t_{zew}(f_i) + G_i(f_i) \cdot \frac{5:7 + 3:8w_w(f_i)}{1000}; \quad (9)$$

kde t_{zew} je aktuální venkovní teplota a w_w je rychlost větru v m/s.

Ve výpočtech bylo
zohledněno

i sněžení. V případě srážek se dle naměřených

dat IMWM předpokládá, že výkon fotovoltaických panelů je 0. Parametry panelů použitých jako základ (dle [11]) jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1: Souhrn základních parametrů fotovoltaických panelů

	α_{pv} , °	β_{pv} , °	H, m	L, m
Monokrystalické	-0.0027	0.194	1.675	0.992
HIT	-0.0024	0.194	1.59	1.053
Polykrystalické	-0.0028	0.163	1.64	0.992
CIGS	-0.0026	0.138	1.19	1.9

6.2 Spotřeba energie

Metodika výpočtu spotřeby energie je podrobně popsána v dokumentu „Zpráva o energetickém monitorování budov [14]. Je třeba poznamenat, že data pocházejí z období 2024-2025 a nejsou identická s údaji z průzkumů poskytnutých uživateli budov na základě odečtů z předchozích let.

6.3 Výpočty emisí

6.3.1 Emise související s instalací nových zdrojů energie

Výstavba fotovoltaických instalací, tepelných čerpadel nebo kotlů na biomasu je spojena s dodatečnými emisemi CO₂. Ty vznikají během výroby, těžby surovin nezbytných pro konstrukci jednotlivých zařízení, jejich přepravy a montáže. Pro jejich odhad byly použity metody analýzy životního cyklu (LCA, Life Cycle Analysis).

Pro výpočet emisí spojených s výstavbou fotovoltaických instalací byly použity výsledky

studií Imrana a kol. [7] a Barroua [1]. Tito výzkumníci uvádějí hodnoty emisí CO₂ spojené s výrobou fotovoltaických panelů a celých instalací. Emise ve vztahu k instalovanému výkonu v kW jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2: Souhrn emisí spojených s výstavbou fotovoltaických instalací z [7, 1].

	Pro panel, kgCO ₂ =kW	Pro instalaci, kgCO ₂ =kW
Monokrystalické	1220	1280
HIT	612	682
Polykrystalické	757	824
CIGS	634	715

Emise související s konstrukcí tepelných čerpadel (varianty vzduch a země-voda) a kotlů na biomasu se vypočítávají pomocí rovnic publikovaných Caduffem a kol. [2]. Tyto rovnice umožňují odhadnout hmotnost zařízení na základě jejich výkonu, hmotnosti jednotlivých surovin použitých při jejich výrobě ve vztahu k vypočítané hmotnosti a v konečném důsledku hmotnosti podrobené daným procesům. Tyto výsledky se vynásobí emisemi specifickými pro suroviny/procesy s využitím dat získaných z knihoven GABI [6].

Je třeba poznamenat, že emise související s instalací nového zařízení jsou v jistém smyslu jednorázové. Požadovaným výsledkem jsou roční emise. Proto se předpokládá, že jednorázové emise

související s instalací zařízení jsou rozloženy na období 20 let.

6.3.2 Emise ze sítě

Odběr energie z celostátní energetické soustavy a tepla z lokálních topných systémů je spojen s emisemi CO₂. Lze zde předpokládat, že v souladu s předpoklady klimatické politiky budou tyto systémy od roku 2050 s nulovými emisemi [13], což by tyto emise stanovilo na 0 kg/kWh. Na druhou stranu tyto předpoklady nejsou v blízké budoucnosti splněny a odhad emisí generovaných budovami poskytuje cenné informace pro další analýzy.

Podobně jako u jiných výpočtů byl odhad emisí proveden na hodinové bázi s využitím dat za základní rok. Zde byla použita veřejně dostupná data z Polské energetické sítě [3]. Data PSE obsahují informace o vyrobené energii a jejích zdrojích na hodinové bázi. To umožňuje výpočet podílu celkové energie vyrobené z neobnovitelných zdrojů. Součin podílu neobnovitelných zdrojů a průměrných emisí na jednotku energie z neobnovitelných zdrojů,

zveřejněný Národním centrem pro bilancování a řízení emisí [9], je odhadovaná okamžitá emise CO₂ na kWh:

$$m_{CO2=kWh}^{(fi)} = \frac{N_{n-ren}(fi)}{N_{n-ren}(fi) + N_{ren}(fi)} \cdot W_{em;kobize} \quad (10)$$

kde N_{n-ren} je výroba energie z neobnovitelných zdrojů (MW), N_{ren} je výroba energie z obnovitelných zdrojů (MW) a $W_{em;kobize}$ je průměrný ukazatel emisí na jednotku energie vyrobené v Polsku z neobnovitelných zdrojů, který činí 788 kgCO₂ = MWh. Zde se předpokládá, že výroba energie z obnovitelných zdrojů nezahrnuje emise.

Emise CO₂ související se spotřebou energie z lokálních tepelných sítí byly podle zprávy KOBiZE [9] odhadnuty na 111,26 kgCO₂=GJ.

Tyto hodnoty se vztahují k energetickým jednotkám. Protože výpočty jsou založeny na hodnotách výkonu, předpokládá se, že výkon je během dané hodiny konstantní; energie odebíraná ze sítě je proto součinem výkonu a času. Údaje o množství CO₂ emitovaného během jednotlivých hodin jsou agregovány za celý rok.

8760

$$m_{CO2;el;rok} = \sum_{i=1}^x E_{el}(fi) m_{CO2=kWh}^{(fi)}; \quad (11)$$

kde $E_{el}(fi)$ je energie spotřebovaná v dané hodině roku v kWh ($E_{el}(fi) = N_{el;sec}(fi) \cdot fi$, za předpokladu konstantního výkonu v dané hodině).

6.3.3 Emise související se spalováním paliva

Emise související se spalováním paliva jsou odhadovány na základě dat KOBiZE, která uvádějí množství emisí CO₂ na jednotku energie z daného paliva pro daný typ budovy. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce 3. Jedná se o hodnoty vhodné pro kategorii „institute/obchod/služby“.

Tabulka 3: Souhrn emisních ukazatelů pro vybraná paliva

	Emise CO2 kg/GJ
Topný olej	77.75
Zemní plyn	55.39
Černé uhlí	94.25

Tyto hodnoty se vynásobí roční spotřebou energie na vytápění v dané

budově s přihlédnutím ke spotřebě tepla na ohřev teplé užitkové vody:

$$m_{CO_2;pal;rok} = \frac{8760 \cdot \sum_i Q_{in}(fi) \cdot W_{pal}}{3600} \quad (12)$$

kde W_{pal} je emisní faktor pro dané palivo, $Q_{in}(fi)$ je energie spotřebovaná pro vytápění za danou hodinu vyjádřená v GJ.

6.4 Výsledky výpočtů

Výpočty s využitím popsaného modelu byly provedeny pro 27 vybraných budov v 16 různých

variantách modernizace. Varianty se liší použitím různých typů fotovoltaických článků, tepelných čerpadel – vzduch nebo země-voda a instalací kotle na biomasu. Shrnutí variant je uvedeno v tabulce 4. Je třeba poznamenat, že se jedná o varianty výpočtu a v praxi nemusí být nutně proveditelné (např. možné technické problémy s instalací FV panelů na střechy nebo tepelných čerpadel země-voda v hustě zastavěných oblastech). Modernizace zdrojů tepla v budovách zásobovaných dálkovým vytápěním se navíc nedoporučuje, protože podle klimatické politiky budou tyto systémy do roku 2050 bezemisní [13]. Výpočty jsou předmětem určité nejistoty v důsledku učiněných předpokladů a nedostatku měření pokrývajících celou topnou sezónu.

Tabulka 4: Shrnutí variant výpočtu

Varianta/List	Typ FV článků	Typ tepelného čerpadla	Možnost instalace kotle na biomasu
1	Monokrystalické	Vzduch-voda	Ano
2	HIT	Vzduch-voda	Ano
3	Polykrystalické	Vzduch-voda	Ano
4	CIGS	Vzduch-voda	Ano
5	Monokrystalické	Země-voda	Ano
6	HIT	Země-voda	Ano
7	Polykrystalické	Země-voda	Ano
8	CIGS	Země-voda	Ano
9	Monokrystalické	Vzduch-voda	Ne
10	HIT	Vzduch-voda	Ne
11	Polykrystalické	Vzduch-voda	Ne
12	CIGS	Vzduch-voda	Ne
13	Monokrystalické	Země-voda	Ne
14	HIT	Země-voda	Ne
15	Polykrystalické	Země-voda	Ne
16	CIGS	Země-voda	Ne

Vzhledem k velkému počtu variant jsou výsledky prezentovány v grafech. Graf na obrázku 6 znázorňuje

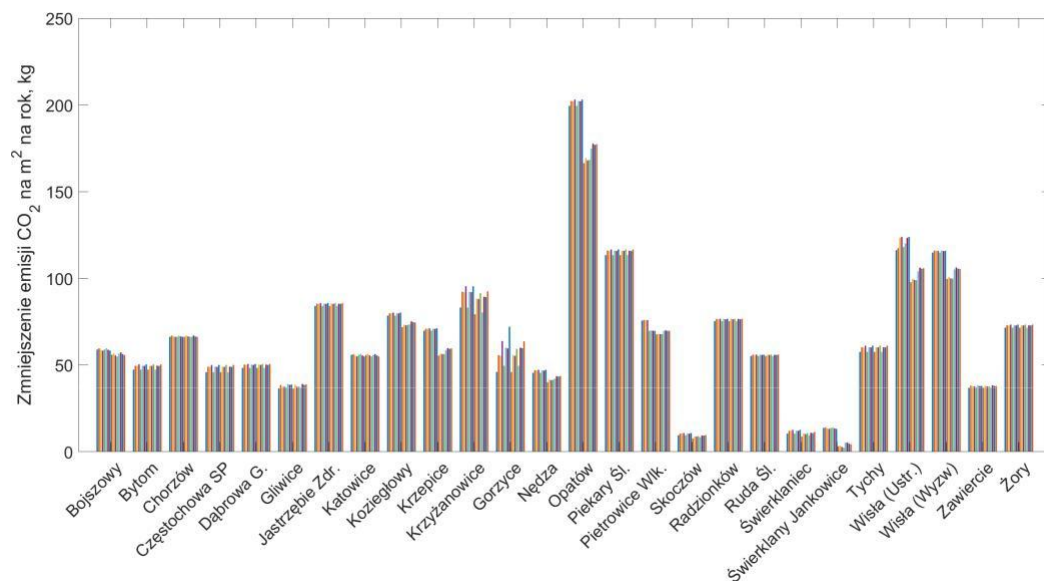
rozdíly v emisích CO₂ po implementaci dané varianty v relativním vyjádření (tj. na metr čtvereční

plochy). Graf na obrázku 7 ukazuje stejné rozdíly v absolutním vyjádření. Obrázek 8

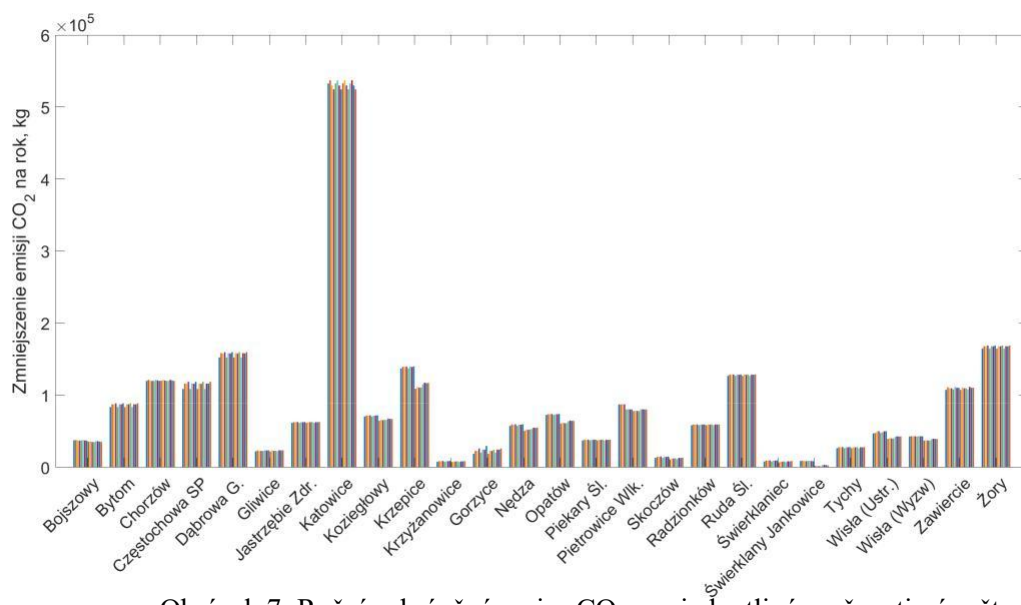
znázorňuje emise spojené s implementací jednotlivých variant.

Jak je vidět, rozdíly mezi nimi jsou malé. Hodnoty pro nejlepší varianty

(z hlediska zabráněných emisí) jsou uvedeny v tabulkách 5 a 6, v relativním a absolutním vyjádření. Tabulky jsou seřazeny podle zabráněných emisí.



Obrázek 6: Relativní (na jednotku plochy) roční zabráněné emise CO₂ pro jednotlivé možnosti výpočtu.



Obrázek 7: Roční zabráněné emise CO₂ pro jednotlivé možnosti výpočtu.

6.4 Výsledky výpočtu

6. SNÍŽENÍ EMISÍ

Tabulka 5: Roční zabráněné emise CO₂ na plochu budovy a emise související s výstavbou instalací na plochu budovy, pro nejvýhodnější variantu. Seřazeno podle zabráněných emisí.

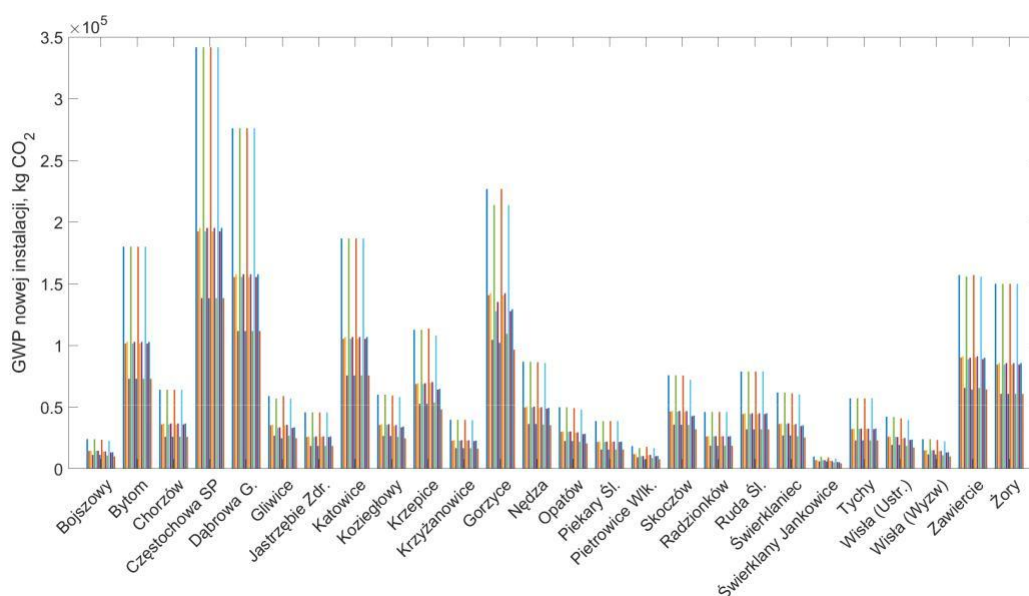
Číslo	Subregion	Palivo	Název	Zamezené emise kg/ m2 rok	Emise ze zařízení kg/ m2	Hodnota
14	Severní	Uhlí	Opatów	203,06	61,61	2
24	Jižní	Plyn	Wisła (Ustr.)	123,89	47,54	4
16	Centrální	Tepelná síť	Piekary Sl.	116,68	47,13	2
25	Jižní	Plyn	Wisła (Wyzw)	116,03	39,78	4
11	Západní	Plyn	Krzyzanowice	95,42	178,98	4
7	Západní	Tepelná síť	Jastrzebie Zdr.	85,73	25,17	6
9	Severní	Plyn	Koziegłowy	80,27	29,56	4
19	Centrální	Tepelná síť	Radzionków	76,67	24,03	2
17	Západní	Plyn	Pietrowice Wlk.	75,95	8,08	4
27	Západní	Tepelná síť	Zory	73,31	26,32	4
12	Západní	Uhlí	Gorzyce	72,11	248,09	4
10	Severní	Topný olej	Krzepice	71,18	26,77	8
3	Centrální	Tepelná síť	Chorzów	67,03	19,82	4
23	Centrální	Tepelná síť	Tychy	61,15	49,72	4
1	Centrální	Topný olej	Bojszowy	59,66	22,86	4
8	Centrální	Tepelná síť	Katowice	56,31	11,04	4
20	Centrální	Tepelná síť	Ruda Sl.	56,02	13,86	4
5	Centrální	Tepelná síť	Dabrowa G.	50,64	35,36	4

2	Centrální	Tepelná síť + plyn	Bytom	50,36	41,30	4
4	Severní	Tepelná síť	Częstochowa , SP	50,08	58,28	4
13	Západní	Uhlí	Nedza	47,27	28,68	2
6	Centrální	Plyn	Gliwice	39,11	54,32	4
26	Centrální	Plyn	Zawierci e	38,36	30,52	4
22	Západní	Plyn	Jankowice	14,03	10,80	2
21	Centrální	Plyn	Swierklaniec	12,69	34,90	6
18	Jižní	Plyn	Skoczów	10,81	25,58	4

Tabulka 6: Absolutní roční ušetřené emise CO₂ a emise spojené s výstavbou zařízení pro nejpříznivější scénář. Seřazeno podle zabráněných emisí.

Číslo	Subregion	Palivo	Název	Zamezené emise kg/rok	Emise ze zařízení kg	Hodnota
8	Centrální	Tepelná síť	Katowice	537150,60	105284,33	2
27	Západní	Tepelná síť	Zory	169041,44	60686,21	4
5	Centrální	Tepelná síť	Dabrowa G.	159860,07	111629,96	4
10	Severní	Topný olej	Krzepice	140018,51	52657,32	4
20	Centrální	Tepelná síť	Ruda Sl.	128925,28	31907,46	4
3	Centrální	Tepelná síť	Chorzów	121465,53	35907,88	2
4	Severní	Tepelná síť	Czestochowa SP	118808,93	138263,71	4
26	Centrální	Plyn	Zawiercie	111671,97	88841,56	6
2	Centrální	Tepelná síť + plyn	Bytom	88926,17	72930,58	4
17	Západní	Plyn	Pietrowice Wlk.	87571,49	9320,74	4
14	Severní	Uhlí	Opatów	74117,73	22486,74	4
9	Severní	Plyn	Koziegłowy	72242,13	26600,53	4
7	Západní	Tepelná síť	Jastrzebie Zdr.	63014,45	18501,21	4
13	Západní	Uhlí	Nedza	59792,90	36277,35	4
19	Centrální	Tepelná síť	Radzionków	59599,35	18679,96	4
24	Jižní	Plyn	Wisła (Ustr.)	50242,94	19278,66	4
25	Jižní	Plyn	Wisła (Wyzw)	43280,34	14838,08	2
16	Centrální	Tepelná síť	Riekary Sl.	38506,14	15551,83	4
1	Centrální	Topný olej	Bojszowy	37953,25	14544,68	2

12	Západní	Uhlí	Gorzyce	29665,64	102061,02	8
23	Centrální	Tepelná síť	Tychy	28250,43	22969,96	4
6	Centrální	Plyn	Gliwice	23854,61	33132,46	6
18	Jižní	Plyn	Skoczów	15106,18	35739,50	4
			/			
21	Centrální	Plyn	Swierklanec	9809,59	26985,48	4
			/			
22	Západní	Plyn	Jankowice	9134,53	7031,12	2
			Krzyzanowice			
11	Západní	Plyn	e	8891,37	16677,60	4



Obrázek 8: Ekvivalent CO₂ spojený s výstavbou zařízení pro jednotlivé varianty výpočtu.

7 Modely udržitelných budov pro 9 stávajících zařízení v následujících odvětvích: administrativa, vzdělávání a kultura

7.1 Posouzení proveditelnosti implementace modelů udržitelných budov ve vybraných zařízeních

Ve dnech 26. a 27. března 2025 vytvořil expertní panel expertů z oblasti energetiky, architektury a zelených ploch modely udržitelných budov. Účastníci měli možnost seznámit se s profily budov. Během diskuse byla diskutována proveditelnost implementace jednotlivých, zavedených principů modelů udržitelných budov, a to na příkladech devíti uvedených zařízení. Vzhledem k tomu, že principy MZB byly podrobně popsány v kapitole 4, jsou výsledky úvah uvedeny v tabulkové formě v tabulce 7.

Obecné komentáře se samozřejmě vztahují na všechny budovy. Implementace systémů energetického managementu je také možná ve všech případech. Zbývající body byly považovány za proveditelné (nebo neproveditelné) s ohledem na umístění budovy, její okolí, možnosti rozšíření, velikost

pozemku a připojení k síti dálkového vytápění. Požadavky na tepelnou pohodu byly navíc posuzovány odlišně v závislosti na funkci budovy. Rozsah realizace je u historických budov také automaticky menší.

2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

5.6 Dešťová voda:

1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

5.7. Vzdělávání:

1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

5.8. Ukládání energie

1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

5.9. Modernizace systému energetického managementu

1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

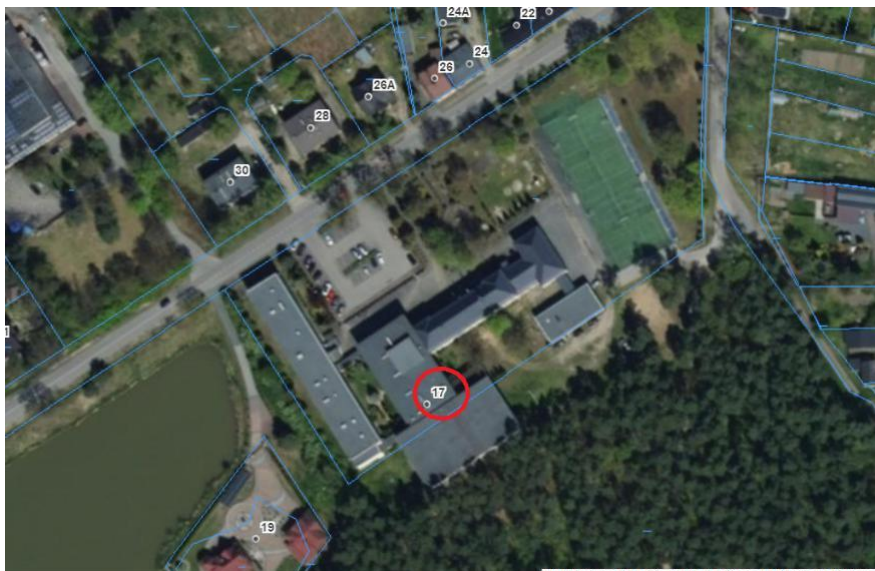


Projekt zintegrowany LIFE „Śląskie. Przywracamy błękit”. Kompleksowa realizacja Programu ochrony powietrza dla województwa śląskiego realizowany jest przy dofinansowaniu z Programu LIFE Unii Europejskiej oraz Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.
LIFE20 IPE/PL/000007 - LIFE-IP AQP-SILESIA-SKY

7.2 Udržitelné modely budov

7.2.1 Model č. 1: Krzepice – Základní škola č. 1 Adama Mickiewicze (vzdělávání)

Budova se nachází na adrese ul. A. Mickiewicza 13/17, 42-160 Krzepice. Jedná se o severní subregion vojvodství. Budova vzbudila značný zájem expertní komise díky své poloze a velké ploše pozemku. Podle údajů z průzkumu má komplex budov užitnou plochu 1 967 m², je vytápěn 52 000 l topného oleje ročně a má celkovou roční spotřebu energie 577 634,33 kWh, z toho 563 333,33 kWh na vytápění. Budova je částečně zateplena polystyrenem o tloušťce 40 mm. Modernizace zdrojů tepla a instalace obnovitelných zdrojů energie by mohly snížit roční emise CO₂ o 140 018,51 kg/rok.



Obrázek 9: Školní budova v Krzepicích, umístění (zdroj - Geoportal)

Tabulka 8: Data z průzkumu pro budovu v Krzepicích.

Město	Krzepice
Subregion	Severní
Funkce	Vzdělávání
Adresa	Krzepice, ul. Mickiewicza 13/17
Zdroj tepla	Topný olej
Užitná plocha	1967
Klimatizace	ne
(počet jednotek)	
Mechanické větrání	ne
Přijímače elektriny	Elektrické ohřívače vody; 3, ledničky; 1, počítače; 2 servery + 49 počítačů
Tloušťka stěny	0,41 m (cihla), 0,32 m (dutý blok)
Materiál stěny	cihla, dutý blok
Izolace	Polystyren
Tloušťka izolace	40 mm
Typ střechy	plochý
Izolace podkroví/střechy	Polystyren, 20 mm
Izolace podlahy	ne
Okenní truhlářství	PVC



Obrázek 10: Školní budovy v Krzepicích, fot

Při implementaci udržitelného modelu pro tuto budovu je třeba věnovat zvláštní pozornost následujícím otázkám:

- Poptávka po energii

1. Potřeba tepla závisí na konstrukci budovy, jejím okolí a jejím budoucím využití. Každý z těchto faktorů může do určité míry ovlivnit správce budovy.

2. Snížení dopadu faktorů prostředí stíněním budovy před větrem,

čehož lze dosáhnout použitím ochranné vegetace (jak doporučuje typologie

vypracovaná Sdružením slezských botanických zahrad Sdružení v rámci projektu

„Silesia. Blue Sky Restored“. stejně jako hliněnými náspy s vegetací (pokrývající

nebo nízkou vegetací). Obojí musí být samozřejmě zahrnuto do plánu rozvoje oblasti kolem budovy.

3. Zastínění listnatými stromy, které přispívají k ochlazování v létě a umožňují přísun sluneční energie v zimě. Podrobné pokyny týkající se druhů

jsou uvedeny v typologii vypracované Sdružením sdružení Slezských botanických zahrad [18].

4. Použití nuceného větrání s rekuperací tepla. V budovách s gravitačním větráním je výměna vzduchu obvykle příliš nízká, když je budova v provozu, a příliš vysoká, když není v provozu. Signálem řídicím

intenzitu cirkulace by mělo být měření CO₂ v místnostech (s přihlédnutím k požadavkům stanoveným ve stavebním zákoně).

5. Zvýšení vlhkosti v zimě kromě pozitivních účinků na zdraví umožňuje také snížení teploty, a tím i potřeby vytápění. Jednou z

doporučených metod pro zvýšení vlhkosti vzduchu je zavádění rostlin do pracovních prostor [19].

6. Je třeba usilovat o snížení amplitudy faktorů prostředí (vlhkost vzduchu, teplota, intenzita slunečního záření, rychlost větru).

7. Zvažte využití zimních zahrad a zimních zahrad, které lze využít jako společenské, propagační zóny atd.

8. Implementace zelených stěn. Zelené stěny, které výrazně zlepšují tepelnou izolaci budovy, by měly být založeny na rostlinách, které nepoškozují omítku. Je také vhodné, pokud je to možné, aby zelená stěna měla vlastní nosnou konstrukci.

9. Doporučují se zelené střechy; pro severně orientovaná a/nebo zastíněná místa (extenzivní střechy) je lze realizovat s použitím trvalých, suchu odolných rostlin, jako jsou epifytické mechy. V ostatních případech se před extenzivními zelenými střechami doporučují intenzivní zelené střechy (keře a stromy). Pozornost je třeba věnovat velikosti a typu kořenového systému a hydroizolaci. Realizaci musí předcházet studie proveditelnosti [16].
10. Je vhodné instalovat clony, které omezují pronikání slunečního záření do místností, clony chránící před přehříváním a clony chránící před tepelnými ztrátami.
11. Tepelná modernizace budovy by měla zahrnovat nejen zvýšení izolace stěn, ale také izolaci oken a dveří.

- Zdroje tepla

1. Tepelná čerpadla by měla být zvážena jako první, přičemž pokud to lokalita umožňuje, důrazně se doporučují čerpadla s tepelnými výměníky země-voda namísto výměníků vzduch-voda. V případě instalace tepelného čerpadla se doporučuje instalace fotovoltaických panelů.
2. Kotle na biomasu lze plánovat jako alternativu k tepelným čerpadlům nebo jako špičkový zdroj tepla. Zejména se doporučují nízkoúdržbové kotle na biomasové pelety, které splňují požadavky ekodesignu.

- Zdroje elektřiny

1. Vzhledem ke své sociální funkci by veřejné budovy měly mít zabezpečené

napájení elektřinou prostřednictvím připojení k elektrické síti. Nedoporučuje se navrhovat budovy pro použití off-grid.

2. Primárním zdrojem elektřiny vyrobené v samotné budově jsou fotovoltaické panely, které lze instalovat i na zelené střechy s dodatečnou vyvýšenou nosnou konstrukcí, což umožňuje funkční realizaci zelených střech.

Pro montáž fotovoltaických panelů by měla být využita i parkoviště nebo jiné drobné architektonické stavby, pokud nejsou umístěny ve stínu. Při instalaci panelů na šikmé střechy a fasády je třeba dbát na estetiku; doporučuje se použití „solárních rovin“.

3. Optimální úhel fotovoltaických panelů závisí na funkci budovy. Například školní budovy spotřebovávají elektřinu převážně ráno a v létě mají prázdninovou přestávku, což snižuje spotřebu energie. Optimální orientace panelů je proto směrem na východ. Snaha o maximalizaci využití elektřiny pro vnitřní potřeby, aniž by se prodávala do sítě, vyžaduje různé úhly pro optimální orientaci panelů v obou rovinách. To platí především pro ploché střechy.
4. Doporučuje se zvážit hybridní (vodou chlazené) fotovoltaické panely PVT, které využívají odpadní teplo k ohřevu teplé vody nebo k regeneraci zemního tepla.

- Dešťová voda:

1. Doporučuje se používat dešťovou vodu k zalévání zelených střech, okolní zeleně, chlazení FVT panelů a zabezpečení nádrží šedé vody.

- Vzdělávání

1. Pro správce a uživatele by měly být vypracovány samostatné provozní pokyny k budově, které vysvětlí použitá řešení a jejich správné použití.

- Ukládání energie

1. Při instalaci fotovoltaických panelů je vhodné použít akumulaci elektřiny. Pro výběr akumulační kapacity by se mělo použít měření toku elektřiny v budově.

2. Při instalaci tepelných čerpadel je vhodné použít akumulaci tepla, která umožňuje

akumulaci množství tepla odpovídajícího denní spotřebě v typický den topné sezóny. Tepelné čerpadlo může plnit akumulační nádrž v obdobích vysoké dostupnosti

elektřiny z obnovitelných zdrojů energie. Měla by se však analyzovat možnost připojení instalace

obnovitelné energie ke stávající budově, zejména vzhledem k faktorům, které vylučují implementaci akumulačního systému, jako je vysoká teplota cirkulujícího média v topném systému.

- Modernizace systémů hospodaření s energií.

1. Inteligentní systémy hospodaření s energií.
2. Automatické řízení vytápění, větrání a osvětlení.
3. Integrace se systémy pro ukládání energie (např. lithium-iontové baterie).
4. Zónová regulace tepelných podmínek v budov

- Doplňující poznámky

1. Při plánování vegetace vyberte druhy s nízkým rizikem alergií a nízkým invazivním potenciálem.
2. Zvažte použití protismogových nástěnných maleb a protismogových barev, zejména pro propagační účely na exponovaných stěnách.
3. Využijte principy cirkulární architektury, včetně použití demoličních materiálů při plánované modernizaci.

7.2.2 Model č. 2: Zory - Základní škola č. 4 (vzdělávání)

Budova se nachází na adrese Borynska 38C, 44-240 Zory. Jedná se o západní subregion vojvodství.

Podle údajů z průzkumu má komplex budov užitnou plochu 2 305,7 m², je vytápěn sítí dálkového vytápění a má celkovou roční spotřebu energie 415 442,33 kWh, z toho 373 833,33 kWh pro vytápění. Budova není zateplená. Modernizace zdrojů tepla a instalace obnovitelných zdrojů energie by mohly snížit roční emise CO₂ o 169 041,44 kg/rok.



Obrázek 11: Školní budova v Zorech, umístění (zdroj - Geoportal)

Tabulka 9: Data z průzkumu pro budovu v Zorech.

Město	Zory
Subregion	Západní
Funkce	Vzdělávání
Adresa	Bořynská 38c
Zdroj tepla	Tepelná síť
Užitná plocha	2305,7
Klimatizace	1, centrální
(počet jednotek)	
Mechanické větrání	ne
Přijímače elektřiny	Segment A, B - Plochá střecha, železobetonová, krytá střešní lepenkou. Segment D, E - plochá střecha, železobetonová, krytá polystyrenem.
Tloušťka stěny	n/a
Materiál stěny	cihla
Izolace	žádná
Tloušťka izolace	
	Segment A, B - Plochá střecha, železobetonová, krytá střešní lepenkou.
Typ střechy	
	Segment D, E - plochá střecha, železobetonová, krytá polystyrenem.
Izolace podkroví/střechy	ne
Izolace podlahy	ne
Okenní truhlářství	dřevěné



Obrázek 12: Školní budovy v Žorach, fotografie.

Při implementaci udržitelného modelu pro tuto budovu je třeba věnovat zvláštní pozornost následujícím otázkám:

- Poptávka po energii

1. Potřeba tepla závisí na konstrukci budovy, jejím okolí a jejím budoucím využití. Každý z těchto faktorů může do určité míry ovlivnit správce budovy.

2. Snížení dopadu faktorů prostředí stíněním budovy před větrem,

čehož lze dosáhnout použitím ochranné vegetace (jak doporučuje typologie

vypracovaná Sdružením slezských botanických zahrad Sdružení v rámci projektu

„Silesia. Blue Sky Restored“. stejně jako hliněnými náspy s vegetací (pokrývající

nebo nízka). Obojí musí být samozřejmě zahrnuto do plánu rozvoje oblasti kolem budovy.

3. Zastínění listnatými stromy, které přispívají k ochlazování v létě a umožňují přísun sluneční energie v zimě. Podrobné pokyny týkající se druhů

jsou uvedeny v typologii vypracované Sdružením sdružení Slezských botanických zahrad [18].

4. Použití nuceného větrání s rekuperací tepla. V budovách s gravitačním větráním je výměna vzduchu obvykle příliš nízká, když je budova v provozu, a příliš vysoká, když není v provozu. Signálem řídicím

intenzitu cirkulace by mělo být měření CO₂ v místnostech (s přihlédnutím k požadavkům stanoveným ve stavebním zákoně).

5. Zvýšení vlhkosti v zimě kromě pozitivních účinků na zdraví umožňuje také snížení teploty, a tím i potřeby vytápění. Jednou z doporučených metod pro zvýšení vlhkosti vzduchu je zavádění rostlin do pracovních prostor [19].
6. Je třeba usilovat o snížení amplitudy faktorů prostředí (vlhkost vzduchu, teplota, intenzita slunečního záření, rychlost větru).
7. Zvažte využití zimních zahrad a zimních zahrad, které lze využít jako společenské, propagační zóny atd.
8. Implementace zelených stěn. Zelené stěny, které výrazně zlepšují tepelnou izolaci budovy, by měly být založeny na rostlinách, které nepoškozují omítku. Je také vhodné, pokud je to možné, aby zelená stěna měla vlastní nosnou konstrukci.
9. Doporučují se zelené střechy; pro severně orientovaná a/nebo zastíněná místa (extenzivní střechy) je lze realizovat s použitím trvalých, suchu odolných rostlin, jako jsou epifytické mechy. V ostatních případech se před extenzivními zelenými střechami doporučují intenzivní zelené střechy (keře a stromy). Pozornost je třeba věnovat velikosti a typu kořenového systému a hydroizolaci. Realizaci musí předcházet studie proveditelnosti [16].
10. Je vhodné instalovat clony, které omezují pronikání slunečního záření do místností, clony chránící před přehříváním a clony chránící před tepelnými ztrátami.
11. Tepelná modernizace budovy by měla zahrnovat nejen zvýšení izolace stěn, ale také izolaci oken a dveří.

- Zdroje tepla

1. Zachování sítě dálkového vytápění jako zdroje tepla. Zdroje tepla pro síť dálkového vytápění projdou energetickou transformací, která povede k cílovému odběru tepla bez zatížení uhlíkové stopy.

- Zdroje chlazení

1. S výjimkou velmi specifických případů, kdy je k dispozici odpadní teplo, což ospravedlňuje použití sorpčních chladičů, jsou kompresorové jednotky primárním zdrojem chlazení. Je však důležité pečlivě zvážit, zda je klimatizace skutečně nezbytná a zda nelze dosáhnout tepelné pohody pasivními metodami.

2. Nejprve zvažte centrální zdroj chlazení a jeho distribuci pomocí chlazené vody do místností, kde je chlazení potřeba. Centrální zdroj chlazení umožňuje použití chladicího zařízení.
3. Pro pohodlí uživatelů by měla být v každé místnosti zavedena individuální regulace teploty vzduchu.

- Zdroje elektřiny

1. Vzhledem ke své sociální funkci by veřejné budovy měly mít zabezpečené

napájení elektřinou prostřednictvím připojení k elektrické síti. Nedoporučuje se navrhovat budovy pro použití off-grid.

2. Primárním zdrojem elektřiny vyrobené v samotné budově jsou fotovoltaické panely, které lze instalovat i na zelené střechy s dodatečnou vyvýšenou nosnou konstrukcí, což umožňuje funkční realizaci zelených střech.

Pro montáž fotovoltaických panelů by měla být využita i parkoviště nebo jiné drobné architektonické stavby, pokud nejsou umístěny ve stínu. Při instalaci panelů na šikmé střechy a fasády je třeba dbát na estetiku; doporučuje se použití „solárních rovin“.

3. Optimální úhel fotovoltaických panelů závisí na funkci budovy. Například školní budovy spotřebovávají elektřinu převážně ráno a v létě mají prázdninovou přestávku, což snižuje spotřebu energie. Optimální orientace panelů je proto směrem na východ. Snaha o maximalizaci využití elektřiny pro vnitřní potřeby, aniž by se prodávala do sítě, vyžaduje různé úhly pro optimální orientaci panelů v obou rovinách. To platí především pro ploché střechy.

- Dešťová voda:

1. Doporučuje se používat dešťovou vodu k zalévání zelených střech, okolní zeleně, chlazení FVT panelů a zabezpečení nádrží šedé vody.

- Vzdělávání

1. Pro správce a uživatele by měly být vypracovány samostatné provozní pokyny k budově, které vysvětlí použitá řešení a jejich správné použití.

- Ukládání energie

1. Při instalaci fotovoltaických panelů je vhodné použít akumulaci elektřiny. Pro výběr akumulační kapacity by se mělo použít měření toku elektřiny v budově.

2. Při instalaci tepelných čerpadel je vhodné použít akumulaci tepla, která umožňuje

akumulaci množství tepla odpovídajícího denní spotřebě v typický den topné sezóny. Tepelné čerpadlo může plnit akumulaci nádrží v obdobích vysoké dostupnosti

elektriny z obnovitelných zdrojů energie. Měla by se však analyzovat možnost připojení instalace

obnovitelné energie ke stávající budově, zejména vzhledem k faktorům, které vylučují implementaci akumulčního systému, jako je vysoká teplota cirkulujícího média v topném systému.

3. V budovách vybavených centrální klimatizací a chlazením studenou vodou se doporučuje používat chladicí jednotky s kapacitou odpovídající spotřebě chlazení v typický letní den.

- Modernizace systémů hospodaření s energií.

1. Inteligentní systémy hospodaření s energií.

2. Automatické řízení vytápění, větrání a osvětlení.

3. Integrace se systémy pro ukládání energie (např. lithium-iontové baterie).

4. Zónová regulace tepelných podmínek v budově.

- Doplnující poznámky

1. Při plánování vegetace vyberte druhy s nízkým rizikem alergií a nízkým invazivním potenciálem.

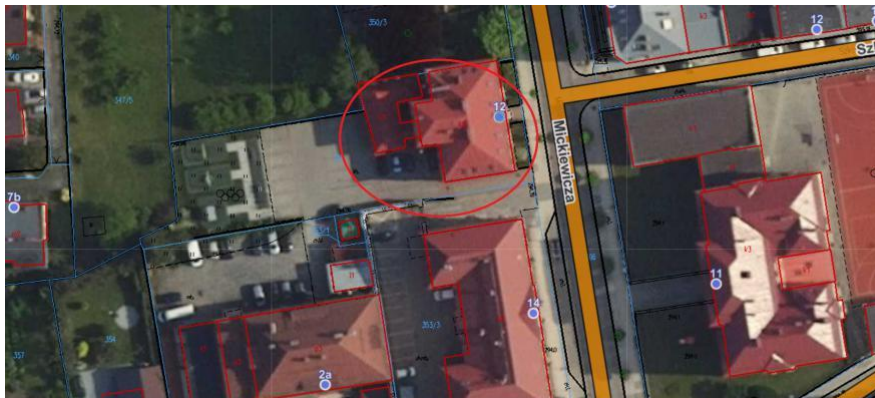
2. Zvažte použití protismogových nástěnných maleb a protismogových barev, zejména pro propagační účely na exponovaných stěnách.

3. Využijte principy cirkulární architektury, včetně použití demoličních materiálů při plánované modernizaci.

7.2.3 Model č. 3: Skoczów - Komplex speciálních škol (vzdělávání)

Budova se nachází na ul. Mickiewicza 12, 43-130 Skoczów. Je to jižní subregion

Vojvodství a podléhá vojvodské správě. Budova nepochybně představuje výzvu z hlediska realizace MZB vzhledem ke svému historickému charakteru a umístění.



Obrázek 13: Školní budova v Skoczowě, umístění (zdroj - Geoportal)



Obrázek 14: Školní budova v Skoczowě, fotografie

Dle údajů z průzkumu má komplex budov užitnou plochu 1397 m^2 , je vytápěn zemním plynem v množství 8186,82 m³ ročně, celková roční spotřeba energie je 79068,73 kWh, z toho 72771,73 kWh pro vytápění. Budova je částečně zateplena polystyrenem o tloušťce 40

mm. Modernizace zdrojů tepla a instalace obnovitelných zdrojů energie by mohly snížit roční emise CO₂ o 15106.18 kg/rok.

Tabulka 10: Data z průzkumu pro budovu v Skoczowě.

Město	Skoczów
Subregion	Jižní
Funkce	Vzdělávání
Adresa	Skoczów, ul. Mickiewicza 10
Zdroj tepla	Plyn
Užitná plocha	1397
Klimatizace	ne
(počet jednotek)	
Mechanické větrání	ano
Přijímače elektřiny	Osvětlení, počítače
Tloušťka stěny	Přízemí – 74 a 64, horní patra 50
Materiál stěny	Cihla
Izolace	žádná
Tloušťka izolace	
Typ střechy	šikmá, dlaždicová
Izolace podkroví/střechy	ne
Izolace podlahy	ne
Okenní truhlářství	staromódní dřevěné

Při implementaci udržitelného modelu pro tuto budovu je třeba věnovat zvláštní pozornost následujícím otázkám:

- Poptávka po energii

1. Potřeba tepla závisí na konstrukci budovy, jejím okolí a jejím budoucím využití. Každý z těchto faktorů může do určité míry ovlivnit správce budovy.

2. Použití nuceného větrání s rekuperací tepla. V budovách s gravitačním větráním je výměna vzduchu obvykle příliš nízká, když je budova v provozu, a příliš vysoká, když není v provozu. Signálem řídicím

intenzitu cirkulace by mělo být měření CO₂ v místnostech (s přihlédnutím k požadavkům stanoveným ve stavebním zákoně).

3. Zvýšení vlhkosti v zimě kromě pozitivních účinků na zdraví umožňuje také snížení teploty, a tím i potřeby vytápění. Jednou z

doporučených metod pro zvýšení vlhkosti vzduchu je zavádění rostlin do pracovních prostor [19].

4. Je třeba usilovat o snížení amplitudy faktorů prostředí (vlhkost vzduchu, teplota, intenzita slunečního záření, rychlost větru).

5. Implementace zelených stěn. Zelené stěny, které výrazně zlepšují tepelnou izolaci budovy, by měly být založeny na rostlinách, které nepoškozují omítku. Je také vhodné, pokud je to možné, aby zelená stěna měla vlastní nosnou konstrukci.

6. Tepelná modernizace budovy by měla zahrnovat nejen zvýšení izolace stěn, ale také izolaci oken a dveří.

• Zdroje tepla

1. Tepelná čerpadla by měla být zvážena jako první, přičemž pokud to lokalita umožňuje, důrazně se doporučují čerpadla s tepelnými výměníky země-voda namísto výměníků vzduch-voda. V případě instalace tepelného čerpadla se doporučuje instalace fotovoltaických panelů.

2. Kotle na biomasu lze plánovat jako alternativu k tepelným čerpadlům nebo jako špičkový zdroj tepla. Zejména se doporučují nízkoúdržbové kotle na biomasové pelety, které splňují požadavky ekodesignu.

• Zdroje chlazení

1. S výjimkou velmi specifických případů, kdy je k dispozici odpadní teplo, což ospravedlňuje použití sorpčních chladičů,

jsou kompresorové jednotky primárním zdrojem chlazení. Je však důležité pečlivě zvážit, zda je klimatizace skutečně nezbytná a zda nelze dosáhnout tepelné pohody pasivními metodami.

2. Nejprve zvažte centrální zdroj chlazení a jeho distribuci pomocí chlazené vody do místností, kde je chlazení potřeba. Centrální zdroj chlazení umožňuje použití chladicího zařízení.

3. Pro pohodlí uživatelů by měla být v každé místnosti zavedena individuální regulace teploty vzduchu.

- Dešťová voda

1. Doporučuje se používat dešťovou vodu k zalévání zelených střech, okolní zeleně, chlazení FVT panelů a zabezpečení nádrží šedé vody.

- Vzdělávání

1. Pro správce a uživatele by měly být vypracovány samostatné provozní pokyny k budově, které vysvětlí použitá řešení a jejich správné použití.

- Ukládání energie

1. Při instalaci tepelných čerpadel je vhodné použít akumulaci tepla, která umožňuje

akumulaci množství tepla odpovídajícího denní spotřebě v typický den

topné sezóny. Tepelné čerpadlo může plnit akumulační nádrž v obdobích vysoké dostupnosti

elektriny z obnovitelných zdrojů energie. Měla by se však analyzovat možnost připojení instalace

obnovitelné energie ke stávající budově, zejména vzhledem k faktorům, které vylučují implementaci akumulačního systému, jako je vysoká teplota cirkulujícího média v topném systému.

2. V budovách vybavených centrální klimatizací a chlazením studenou vodou se doporučuje používat chladicí jednotky s kapacitou odpovídající spotřebě chlazení v typický letní den.

- Modernizace systémů hospodaření s energií.

1. Inteligentní systémy hospodaření s energií.
2. Automatické řízení vytápění, větrání a osvětlení.
3. Integrace se systémy pro ukládání energie (např. lithium-iontové baterie).
4. Zónová regulace tepelných podmínek v budově.

- Doplňující poznámky

1. Při plánování vegetace vyberte druhy s nízkým rizikem alergií a nízkým invazivním potenciálem.
2. Zvažte použití protismogových nástěnných maleb a protismogových barev, zejména pro propagační účely na exponovaných stěnách.
3. Využijte principy cirkulární architektury, včetně použití demoličních materiálů při plánované modernizaci.

7.2.4 Model č. 4: Katowice - Maršálovský úřad (administrativa)

Budova se nachází na adrese Henryka Dąbrowskiego, 23, 40-035 Katowice. Pochází z 50. let 20. století a je zapsán v Obecním seznamu památek. Je to centrální subregion Vojvodství. Umístění

budovy na náměstí Chrobryho v centru Katovic vylučuje řešení, která by zasahovala do okolí budovy.



Obrázek 15: Budova maršálovského úřadu v Katovicích, umístění (zdroj - Geoportal)



brázek 16: Budova maršálovského úřadu v Katovicích, umístění (zdroj - Geoportal) (Jan Mehlih, GFDL, Creative Commons Attribution ShareAlike 2.5)

Podle údajů z průzkumu má komplex budov užitnou plochu $9540m^2$, je vytápěn sítí dálkového vytápění a má celkovou roční spotřebu energie 1426095.12 kWh, z toho 865458.12 kWh pro vytápění. Budova není zateplená. Modernizace zdrojů tepla a instalace obnovitelných zdrojů energie by mohly snížit roční emise CO₂ o 537150.60 kg/rok. Budova už má zelené stěny. V budově je instalováno přes 50 klimatizačních jednotek. Toto je největší z budov předložených k projektu.

Tabulka 11: Data z průzkumu pro budovu v Katowicích.

Město	Katowice	
Subregion	Centrální	
Funkce	Administrativa	
Adresa	Katowice, ul. Dąbrowskiego	23
Zdroj tepla	Tepelná síť	
Užitná plocha	9540	
Klimatizace	260 (interní) / 50 (externí)	
(počet jednotek)		
Mechanické větrání	ne	
Přijímače elektriny	3 nouzové ohřívače vody, ledničky; 15, počítače; 40 serverů, 500 počítačů	
Tloušťka stěny	n/a	
Materiál stěny	cihla	
Izolace	pískovcová deska	
Tloušťka izolace	n/a	
Typ střechy	plochý	
Izolace podkroví/střechy	Vlna 20 cm	
Izolace podlahy	ne	
Okenní truhlářství	PVC	

Při implementaci udržitelného modelu pro tuto budovu je třeba věnovat zvláštní pozornost následujícím otázkám:

- Poptávka po energii

1. Potřeba tepla závisí na konstrukci budovy, jejím okolí a jejím budoucím využití. Každý z těchto faktorů může do určité míry ovlivnit správce budovy.

2. Použití nuceného větrání s rekuperací tepla. V budovách s gravitačním větráním je výměna vzduchu obvykle příliš nízká, když je budova v provozu, a příliš vysoká, když není v provozu. Signálem řídicím

intenzitu cirkulace by mělo být měření CO₂ v místnostech (s přihlédnutím k požadavkům stanoveným ve stavebním zákoně).

3. Zvýšení vlhkosti v zimě kromě pozitivních účinků na zdraví umožňuje také snížení teploty, a tím i potřeby vytápění. Jednou z

doporučených metod pro zvýšení vlhkosti vzduchu je zavádění rostlin do pracovních prostor [19].

4. Implementace zelených stěn. Zelené stěny, které výrazně zlepšují tepelnou izolaci budovy, by měly být založeny na rostlinách, které nepoškozují omítku. Je také vhodné, pokud je to možné, aby zelená stěna měla vlastní nosnou konstrukci.

5.

• Zdroje tepla

1. Zachování sítě dálkového vytápění jako zdroje tepla. Zdroje tepla pro síť dálkového vytápění projdou energetickou transformací, která povede k cílovému odběru tepla bez zatížení uhlíkové stopy.

• Zdroje chlazení

1. S výjimkou velmi specifických případů, kdy je k dispozici odpadní teplo, což ospravedlňuje použití sorpčních chladičů,

jsou kompresorové jednotky primárním zdrojem chlazení. Je však důležité pečlivě zvážit, zda je klimatizace skutečně nezbytná a zda nelze dosáhnout tepelné pohody pasivními metodami.

2. Nejprve zvažte centrální zdroj chlazení a jeho distribuci pomocí chlazené vody do místností, kde je chlazení potřeba. Centrální zdroj chlazení umožňuje použití chladicího zařízení.

3. Pro pohodlí uživatelů by měla být v každé místnosti zavedena individuální regulace teploty vzduchu.

• Zdroje elektřiny

1. Vzhledem ke své sociální funkci by veřejné budovy měly mít zabezpečené

napájení elektřinou prostřednictvím připojení k elektrické síti. Nedoporučuje se navrhovat budovy pro použití off-grid.

2. Primárním zdrojem elektřiny vyrobené v samotné budově jsou fotovoltaické panely, které lze instalovat i na zelené střechy s dodatečnou vyvýšenou nosnou konstrukcí, což umožňuje funkční realizaci zelených střech.

Pro montáž fotovoltaických panelů by měla být využita i parkoviště nebo jiné drobné architektonické stavby, pokud nejsou umístěny ve stínu. Při instalaci panelů na šikmé střechy a fasády je třeba dbát na estetiku; doporučuje se použití „solárních rovin“.

- Dešťová voda

1. Doporučuje se používat dešťovou vodu k zalévání zelených střech, okolní zeleně, chlazení FVT panelů a zabezpečení nádrží šedé vody.

- Vzdělávání

1. Pro správce a uživatele by měly být vypracovány samostatné provozní pokyny k budově, které vysvětlí použitá řešení a jejich správné použití.

7.2 Modely udržitelných budov

7 MZB PRO 9 STÁVAJÍCÍCH ZAŘÍZENÍ

- Modernizace systémů hospodaření s energií.

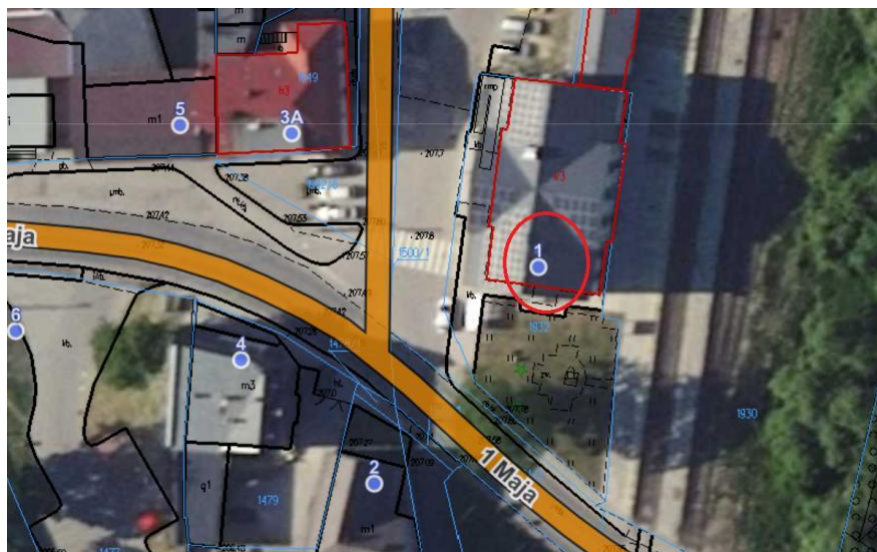
1. Inteligentní systémy hospodaření s energií.
2. Automatické řízení vytápění, větrání a osvětlení.
3. Integrace se systémy pro ukládání energie (např. lithium-iontové baterie).
4. Zónová regulace tepelných podmínek v budově.

- Doplňující poznámky

1. Při plánování vegetace vyberte druhy s nízkým rizikem alergií a nízkým invazivním potenciálem.
2. Zvažte použití protismogových nástěnných maleb a protismogových barev, zejména pro propagační účely na exponovaných stěnách.
3. Využijte principy cirkulární architektury, včetně použití demoličních materiálů při plánované modernizaci.

7.2.5 Model č. 5: Pietrowice Wielkie – Centrum komunitních služeb (správa)

Budova se nachází na adrese 1 Maja 1, 47-480 Pietrowice Wielkie. Jedná se o budovu bývalého železničního nádraží z roku 1855, která se nachází na aktivním úseku LK177. Jedná se o západní subregion vojvodství.



Obrázek 17: Budova Centra komunitních služeb v Pietrowicích Wielkich, umístění (zdroj - Geoportal)



Obrázek 18: Budova Centra komunitních služeb v Pietrowicích Wielkich, fotografie

Tabulka 12: Data z průzkumu pro budovu v Pietrowicích Wlk.

Město	Pietrowice Wielkie
Subregion	Západní
Funkce	Administrativa
Adresa	Pietrowice Wielkie, ul. 1-go Maja 1
Zdroj tepla	Plyn
Užitná plocha	1153
Klimatizace	2
(počet jednotek)	
Mechanické větrání	ano
Přijímače elektřiny	
Tloušťka stěny	0,24-0,74 m
Materiál stěny	cihla
Izolace	polystyren, vlna, PE deska
Tloušťka izolace	10-20 cm
Typ střechy	šikmá a plochá
Izolace podkroví/střechy	ano
Izolace podlahy	n/a
Okenní truhlářství	PVC

Podle údajů z průzkumu má komplex budov užitnou plochu 1153 m^2 , je vytápěn sítí dálkového vytápění a má celkovou roční spotřebu energie 342892,56 kWh, z toho 309555,55 kWh pro vytápění. Budova je zateplena polystyrenem o tloušťce 50 mm. Modernizace zdrojů tepla a instalace obnovitelných zdrojů energie by mohly snížit roční emise CO₂ o 87571.49 kg/rok.

Při implementaci udržitelného modelu pro tuto budovu je třeba věnovat zvláštní pozornost následujícím otázkám:

- Poptávka po energii

1. Potřeba tepla závisí na konstrukci budovy, jejím okolí a jejím budoucím využití. Každý z těchto faktorů může do určité míry ovlivnit správce budovy.
2. Při plánování modernizace budovy je důležité zvážit změnu funkčního uspořádání budovy tak, aby místnosti určené k trvalému obývání byly umístěny primárně na jižní straně a pomocné místnosti na severní.
3. Použití nuceného větrání s rekuperací tepla. V budovách s gravitačním větráním je výměna vzduchu obvykle příliš nízká, když je budova v provozu, a příliš vysoká, když není v provozu. Signálem řídicím

intenzitu cirkulace by mělo být měření CO₂ v místnostech (s přihlédnutím k požadavkům stanoveným ve stavebním zákoně).

4. Zvýšení vlhkosti v zimě kromě pozitivních účinků na zdraví umožňuje také snížení teploty, a tím i potřeby vytápění. Jednou z

doporučených metod pro zvýšení vlhkosti vzduchu je zavádění rostlin do pracovních prostor [19].

5. Implementace zelených stěn. Zelené stěny, které výrazně zlepšují tepelnou izolaci budovy, by měly být založeny na rostlinách, které nepoškozují omítku. Je také vhodné, pokud je to možné, aby zelená stěna měla vlastní nosnou konstrukci.
6. Doporučují se zelené střechy; pro severně orientovaná a/nebo zastíněná místa (extenzivní střechy) je lze realizovat s použitím trvalých, suchu odolných rostlin, jako jsou epifytické mechy. V ostatních případech se před extenzivními zelenými střechami doporučují intenzivní zelené střechy (keře a stromy). Pozornost je třeba věnovat velikosti a typu kořenového systému a hydroizolaci. Realizaci musí předcházet studie proveditelnosti [16].
7. Je vhodné instalovat clony, které omezují pronikání slunečního záření
do místností, clony chránící před přehříváním a clony chránící před tepelnými ztrátami.

8. Tepelná modernizace budovy by měla zahrnovat nejen zvýšení izolace stěn, ale také izolaci oken a dveří.

• Zdroje tepla

1. Tepelná čerpadla by měla být zvážena jako první, přičemž pokud to lokalita umožňuje, důrazně se doporučují čerpadla s tepelnými výměníky země-voda namísto výměníků vzduch-voda. V případě instalace tepelného čerpadla se doporučuje instalace fotovoltaických panelů.
2. Kotle na biomasu lze plánovat jako alternativu k tepelným čerpadlům nebo jako špičkový zdroj tepla. Zejména se doporučují nízkoúdržbové kotle na biomasové pelety, které splňují požadavky ekodesignu.

• Zdroje chlazení

1. S výjimkou velmi specifických případů, kdy je k dispozici odpadní teplo, což ospravedlňuje použití sorpčních chladičů,

jsou kompresorové jednotky primárním zdrojem chlazení. Je však důležité pečlivě zvážit, zda je klimatizace skutečně nezbytná a zda nelze dosáhnout tepelné pohody pasivními metodami.

2. Nejprve zvažte centrální zdroj chlazení a jeho distribuci pomocí chlazené vody do místností, kde je chlazení potřeba. Centrální zdroj chlazení umožňuje použití chladicího zařízení.

3. Pro pohodlí uživatelů by měla být v každé místnosti zavedena individuální regulace teploty vzduchu.

- Zdroje elektřiny

1. Vzhledem ke své sociální funkci by veřejné budovy měly mít zabezpečené

napájení elektřinou prostřednictvím připojení k elektrické síti. Nedoporučuje se navrhovat budovy pro použití off-grid.

2. Primárním zdrojem elektřiny vyrobené v samotné budově jsou fotovoltaické panely, které lze instalovat i na zelené střechy s dodatečnou vyvýšenou nosnou konstrukcí, což umožňuje funkční realizaci zelených střech.

Pro montáž fotovoltaických panelů by měla být využita i parkoviště nebo jiné drobné architektonické stavby, pokud nejsou umístěny ve stínu. Při instalaci panelů na šikmé střechy a fasády je třeba dbát na estetiku; doporučuje se použití „solárních rovin“.

3. Doporučuje se zvážit hybridní (vodou chlazené) fotovoltaické panely PVT, které využívají odpadní teplo k ohřevu teplé vody nebo k regeneraci zemního tepla.

- Dešťová voda

1. Doporučuje se používat dešťovou vodu k zalévání zelených střech, okolní zeleně, chlazení FVT panelů a zabezpečení nádrží šedé vody.

- Vzdělávání

1. Pro správce a uživatele by měly být vypracovány samostatné provozní pokyny k budově, které vysvětlí použitá řešení a jejich správné použití.

- Ukládání energie

1. Při instalaci fotovoltaických panelů je vhodné použít akumulaci elektřiny. Pro výběr akumulační kapacity by se mělo použít měření toku elektřiny v budově.
2. Při instalaci tepelných čerpadel je vhodné použít akumulaci tepla, která umožňuje akumulaci množství tepla odpovídajícího denní spotřebě v typický den topné sezóny. Tepelné čerpadlo může plnit akumulační nádrž v obdobích vysoké dostupnosti elektřiny z obnovitelných zdrojů energie. Měla by se však analyzovat možnost připojení instalace obnovitelné energie ke stávající budově, zejména vzhledem k faktorům, které vylučují implementaci akumulačního systému, jako je vysoká teplota cirkulujícího média v topném systému.
3. V budovách vybavených centrální klimatizací a chlazením studenou vodou se doporučuje používat chladicí jednotky s kapacitou odpovídající spotřebě chlazení v typický letní den.

- Modernizace systému energetického managementu

1. Inteligentní systémy hospodaření s energií.
2. Automatické řízení vytápění, větrání a osvětlení.
3. Integrace se systémy pro ukládání energie (např. lithium-iontové baterie).
4. Zónová regulace tepelných podmínek v budově.

- Doplňující poznámky

1. Při plánování vegetace vyberte druhy s nízkým rizikem alergií a nízkým invazivním potenciálem.
2. Zvažte použití protismogových nástěnných maleb a protismogových barev, zejména pro propagační účely na exponovaných stěnách.
3. Využijte principy cirkulární architektury, včetně použití demoličních materiálů při plánované modernizaci.

7.2.6 Model č. 6: Bytom – mládežnické kulturní centrum č. 2 (kultura)

Budova se nachází na adrese ul. Ksiedza Jerzego Popieluszki 9, 41-906 Bytom. Jedná se o modernistickou budovu z 50. let 20. století. Budova se nachází v centrální subregionu vojvodství.



Obrázek 19: Budova mládežnického kulturního centra č. 2 v Bytomi, umístění (zdroj - Geoportal).



Obrázek 20: Budova mládežnického kulturního centra č. 2 v Bytomi, fotografie

Budova má užitnou plochu $1765,89 \text{ m}^2$, není zateplená, ale má plastová okna. Budova se nachází na okraji města a má velký pozemek. Budova je vytápěna zemním plynem v množství $18\,003 \text{ m}^3$ ročně. Celková roční spotřeba energie je $306\,011,22 \text{ kWh}$, z toho $290\,582,22 \text{ kWh}$ na vytápění. Poloha budovy - městská část Karb je silně zasažena škodami způsobenými těžbou. Modernizace zdrojů tepla a instalace obnovitelných zdrojů energie by mohly snížit roční emise CO_2 o $88\,926,17 \text{ kg/rok}$.

Tabulka 13: Data z průzkumu pro budovu v Bytomi.

Město	Bytom
Subregion	Centrální
Funkce	Kultura
Adresa	Bytom, ul. Popiełuszki 9
Zdroj tepla	Tepelná síť
Užitná plocha	1765,89
Klimatizace	ne
(počet jednotek)	
Mechanické větrání	ne
Přijímače elektřiny	ohřívače vody; 3, ledničky; 2, počítače; 8 + 1 server
Vnější stěny	postaveno z plných cihel s cementovou maltou.
Tloušťka stěny	Stěny skepa o tloušťce 1 cihly – 25 cm (0,25 m), Stěny nadzemního patra jsou z 1,5 cihly o tloušťce 38 cm (0,38 m). Fasáda je z vápenocementové omítky.
Materiál stěny	cihla
Izolace	žádná
Tloušťka izolace	
Typ střechy	vícespádové dřevěné, betonové stropy
Izolace podkroví/střechy	žádná
Izolace podlahy	podlaha na trámech (částečně)
Okenní truhlářství	PVC

Při implementaci udržitelného modelu pro tuto budovu je třeba věnovat zvláštní pozornost následujícím otázkám:

- Poptávka po energii

1. Potřeba tepla závisí na konstrukci budovy, jejím okolí a jejím budoucím využití. Každý z těchto faktorů může do určité míry ovlivnit správce budovy.
2. Snížení dopadu faktorů prostředí stíněním budovy před větrem,
čehož lze dosáhnout použitím ochranné vegetace (jak doporučuje typologie
vypracovaná Sdružením slezských botanických zahrad Sdružení v rámci projektu
„Silesia. Blue Sky Restored“. stejně jako hliněnými náspy s vegetací (pokrývající
nebo nízka). Obojí musí být samozřejmě zahrnuto do plánu rozvoje oblasti kolem budovy.
3. Zastínění listnatými stromy, které přispívají k ochlazování v létě a umožňují přísun sluneční
energie v zimě. Podrobné pokyny týkající se druhů
jsou uvedeny v typologii vypracované Sdružením sdružení Slezských botanických zahrad [18].
4. Při plánování modernizace budovy je důležité zvážit změnu funkčního uspořádání budovy tak,
aby místnosti určené k trvalému obývání byly umístěny primárně na jižní straně a pomocné
místnosti na severní.

5. Použití nuceného větrání s rekuperací tepla. V budovách s gravitačním větráním je výměna vzduchu obvykle příliš nízká, když je budova v provozu, a příliš vysoká, když není v provozu. Signálem řídicím

intenzitu cirkulace by mělo být měření CO₂ v místnostech (s přihlédnutím k požadavkům stanoveným ve stavebním zákoně).

6. Zvýšení vlhkosti v zimě kromě pozitivních účinků na zdraví umožňuje také snížení teploty, a tím i potřeby vytápění. Jednou z

doporučených metod pro zvýšení vlhkosti vzduchu je zavádění rostlin do pracovních prostor [19].

7. Je třeba usilovat o snížení amplitudy faktorů prostředí (vlhkost vzduchu, teplota, intenzita slunečního záření, rychlost větru).

8. Implementace zelených stěn. Zelené stěny, které výrazně zlepšují tepelnou izolaci budovy, by měly být založeny na rostlinách, které nepoškozují omítku. Je také vhodné, pokud je to možné, aby zelená stěna měla vlastní nosnou konstrukci.

9. Doporučují se zelené střechy; pro severně orientovaná a/nebo zastíněná místa (extenzivní střechy) je lze realizovat s použitím trvalých, suchu odolných rostlin, jako jsou epifytické mechy. V ostatních případech se před extenzivními zelenými střechami doporučují intenzivní zelené střechy (keře a stromy). Pozornost je třeba věnovat velikosti a typu kořenového systému a hydroizolaci. Realizaci musí předcházet studie proveditelnosti [16].

10. Tepelná modernizace budovy by měla zahrnovat nejen zvýšení izolace stěn, ale také izolaci oken a dveří.

- Zdroje tepla

1. Zachování sítě dálkového vytápění jako zdroje tepla. Zdroje tepla pro síť dálkového vytápění projdou energetickou transformací, která povede k cílovému odběru

tepla bez zatížení uhlíkové stopy.

- Zdroje chlazení

1. S výjimkou velmi specifických případů, kdy je k dispozici odpadní teplo, což ospravedlňuje použití sorpčních chladičů,

jsou kompresorové jednotky primárním zdrojem chlazení. Je však důležité pečlivě zvážit, zda je klimatizace skutečně nezbytná a zda nelze dosáhnout tepelné pohody pasivními metodami.

2. Nejprve zvažte centrální zdroj chlazení a jeho distribuci pomocí chlazené vody do místností, kde je chlazení potřeba. Centrální zdroj chlazení umožňuje použití chladicího zařízení.
3. Pro pohodlí uživatelů by měla být v každé místnosti zavedena individuální regulace teploty vzduchu.

- Zdroje elektřiny

1. Vzhledem ke své sociální funkci by veřejné budovy měly mít zabezpečené dodávky elektřiny připojením k elektrické síti. Nedoporučuje se navrhovat budovy pro použití off-grid.
2. Primárním zdrojem elektřiny vyrobené v samotné budově jsou fotovoltaické panely, které lze instalovat i na zelené střechy s dodatečnou vyvýšenou nosnou konstrukcí, což umožňuje funkční realizaci zelených střech.

Pro montáž fotovoltaických panelů by měla být využita i parkoviště nebo jiné drobné architektonické stavby, pokud nejsou umístěny ve stínu. Při instalaci panelů na šikmé střechy a fasády je třeba dbát na estetiku; doporučuje se použití „solárních rovin“.

- Dešťová voda

1. Doporučuje se používat dešťovou vodu k zalévání zelených střech, okolní zeleně, chlazení FVT panelů a zabezpečení nádrží šedé vody.

- Vzdělávání

1. Pro správce a uživatele by měly být vypracovány samostatné provozní pokyny k budově, které vysvětlí použitá řešení a jejich správné použití.

- Ukládání energie

1. Při instalaci fotovoltaických panelů je vhodné použít akumulaci elektřiny. Pro výběr akumulační kapacity by se mělo použít měření toku elektřiny v budově.
2. V budovách vybavených centrální klimatizací a chlazením studenou vodou se doporučuje používat chladicí jednotky s kapacitou odpovídající spotřebě chlazení v typický letní den.

- Modernizace systému energetického managementu

1. Inteligentní systémy hospodaření s energií.
2. Automatické řízení vytápění, větrání a osvětlení.
3. Integrace se systémy pro ukládání energie (např. lithium-iontové baterie).
4. Zónová regulace tepelných podmínek v budově.

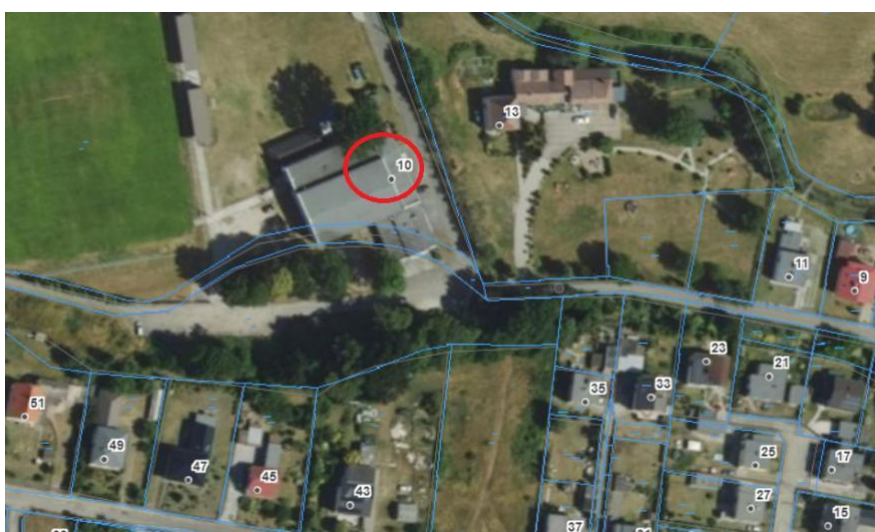
- Doplňující poznámky

1. Při plánování vegetace vyberte druhy s nízkým rizikem alergií a nízkým invazivním potenciálem.
2. Zvažte použití protismogových nástěnných maleb a protismogových barev, zejména pro propagační účely na exponovaných stěnách.
3. Využijte principy cirkulární architektury, včetně použití demoličních materiálů při plánované modernizaci.

7.2.7 Model č. 7: Nędza - multifunkční budova (kultura)

Budova se nachází na adrese ul. Sportowa 10, 47-440, Nędza (Západní subregion). Jedná se o

dvoupatrovou budovu s plochou střechou, užitnou plochou 1265m^2 , vytápěnou uhlí 15 t/rok. Roční spotřeba energie je 128 625 kWh, z čehož 87 500 kWh je na vytápění. Nachází se ve venkovské oblasti, v blízkosti dvou velkých sportovních hřišť.



Obrázek 21: Polyfunkční budova v Nędze, lokalita (zdroj - Geoportal).



Obrázek 22: Polyfunkční budova v Nędze, fotografie

Modernizace zdrojů tepla a instalace obnovitelných zdrojů energie by mohly snížit roční emise CO₂ o 59792.90 kg/rok. Budova je zateplena tenkou vrstvou polystyrenu (dle geodetických dat 0,12 cm, pravděpodobná chyba).

Tabulka 14: Data z průzkumu pro budovu v Nędze.

Město	Nędza	
Subregion	Západní	
Funkce	Kulturní	
Adresa	Nędza, ul. Sportowa 10	
Zdroj tepla	Uhlí	
Užitná plocha	1265	
Klimatizace (počet jednotek)	ne	
Mechanické větrání	ne	
Přijímače elektriny	ohřívače vody; 10 (včetně 6 kotlů), ledničky; 4, pračky; 2, sušičky; 2, sauna, počítače; neustále zapnuté	1
Tloušťka stěny	0,38 m	
Materiál stěny	Cihla + škvárový blok	
Izolace	polystyren	
Tloušťka izolace	12 cm	
Typ střechy	plochá	
Izolace podkroví/střechy	Vlna 15 cm	
Izolace podlahy	ne	
Okenní truhlářství	PVC	

Při implementaci udržitelného modelu pro tuto budovu je třeba věnovat zvláštní pozornost následujícím otázkám:

- Poptávka po energii

1. Potřeba tepla závisí na konstrukci budovy, jejím okolí a jejím budoucím využití. Každý z těchto faktorů může do určité míry ovlivnit správce budovy.

2. Snížení dopadu faktorů prostředí stíněním budovy před větrem,

čehož lze dosáhnout použitím ochranné vegetace (jak doporučuje typologie

vypracovaná Sdružením slezských botanických zahrad Sdružení v rámci projektu

„Silesia. Blue Sky Restored“. stejně jako hliněnými náspy s vegetací (pokrývající

nebo nízka). Obojí musí být samozřejmě zahrnuto do plánu rozvoje oblasti kolem budovy.

3. Zastínění listnatými stromy, které přispívají k ochlazování v létě a umožňují přísun sluneční energie v zimě. Podrobné pokyny týkající se druhů

jsou uvedeny v typologii vypracované Sdružením sdružení Slezských botanických zahrad [18].

4. Při plánování modernizace budovy je důležité zvážit změnu funkčního uspořádání budovy tak, aby místnosti určené k trvalému obývání byly umístěny primárně na jižní straně a pomocné místnosti na severní.

5. Použití nuceného větrání s rekuperací tepla. V budovách s gravitačním větráním je výměna vzduchu obvykle příliš nízká, když je budova v provozu, a příliš vysoká, když není v provozu. Signálem řídicím

intenzitu cirkulace by mělo být měření CO₂ v místnostech (s přihlédnutím k požadavkům stanoveným ve stavebním zákoně).

6. Zvýšení vlhkosti v zimě kromě pozitivních účinků na zdraví umožňuje také snížení teploty, a tím i potřeby vytápění. Jednou z

doporučených metod pro zvýšení vlhkosti vzduchu je zavádění rostlin do pracovních prostor [19].

7. Je třeba usilovat o snížení amplitudy faktorů prostředí (vlhkost vzduchu, teplota, intenzita slunečního záření, rychlost větru).
8. Zvažte využití zimních zahrad a zimních zahrad, které lze využít jako společenské, propagační zóny atd.
9. Implementace zelených stěn. Zelené stěny, které výrazně zlepšují tepelnou izolaci budovy, by měly být založeny na rostlinách, které nepoškozují omítku. Je také vhodné, pokud je to možné, aby zelená stěna měla vlastní nosnou konstrukci.
10. Doporučují se zelené střechy; pro severně orientovaná a/nebo zastíněná místa (extenzivní střechy) je lze realizovat s použitím trvalých, suchu odolných rostlin, jako jsou epifytické mechy. V ostatních případech se před extenzivními zelenými střechami doporučují intenzivní zelené střechy (keře a stromy). Pozornost je třeba věnovat velikosti a typu kořenového systému a hydroizolaci. Realizaci musí předcházet studie proveditelnosti [16].
11. Je vhodné instalovat clony, které omezují pronikání slunečního záření do místností, clony chránící před přehříváním a clony chránící před tepelnými ztrátami.
12. Tepelná modernizace budovy by měla zahrnovat nejen zvýšení izolace stěn, ale také izolaci oken a dveří.

• Zdroje tepla

1. Tepelná čerpadla by měla být zvážena jako první, přičemž pokud to lokalita umožňuje, důrazně se doporučují čerpadla s tepelnými výměníky země-voda namísto výměníků vzduch-voda. V případě instalace tepelného čerpadla se doporučuje instalace fotovoltaických panelů.
2. Kotle na biomasu lze plánovat jako alternativu k tepelným čerpadlům nebo jako špičkový zdroj tepla. Zejména se doporučují nízkoúdržbové kotle na biomasové pelety, které splňují požadavky ekodesignu.

• Zdroje chlazení

1. S výjimkou velmi specifických případů, kdy je k dispozici odpadní teplo, což ospravedlňuje použití sorpčních chladičů, jsou kompresorové jednotky primárním zdrojem chlazení. Je však důležité pečlivě zvážit, zda je klimatizace skutečně nezbytná a zda nelze dosáhnout tepelné pohody pasivními metodami.
2. Nejprve zvažte centrální zdroj chlazení a jeho distribuci pomocí chlazené vody do místností, kde je chlazení potřeba. Centrální zdroj chlazení umožňuje použití chladicího zařízení.

3. Pro pohodlí uživatelů by měla být v každé místnosti zavedena individuální regulace teploty vzduchu.

- Zdroje elektřiny

1. Vzhledem ke své sociální funkci by veřejné budovy měly mít zabezpečené

napájení elektřinou prostřednictvím připojení k elektrické síti. Nedoporučuje se navrhovat budovy pro použití off-grid.

2. Primárním zdrojem elektřiny vyrobené v samotné budově jsou fotovoltaické panely, které lze instalovat i na zelené střechy s dodatečnou vyvýšenou nosnou konstrukcí, což umožňuje funkční realizaci zelených střech.

Pro montáž fotovoltaických panelů by měla být využita i parkoviště nebo jiné drobné architektonické stavby, pokud nejsou umístěny ve stínu. Při instalaci panelů na šikmé střechy a fasády je třeba dbát na estetiku; doporučuje se použití „solárních rovin“.

3. Optimální úhel fotovoltaických panelů závisí na funkci budovy. Například školní budovy spotřebovávají elektřinu převážně ráno a v létě mají prázdninovou přestávku, což snižuje spotřebu energie. Optimální orientace panelů je proto směrem na východ. Snaha o maximalizaci využití elektřiny pro vnitřní potřeby, aniž by se prodávala do sítě, vyžaduje různé úhly pro optimální orientaci panelů v obou rovinách. To platí především pro ploché střechy.
4. Doporučuje se zvážit hybridní (vodou chlazené) fotovoltaické panely PVT, které využívají odpadní teplo k ohřevu teplé vody nebo k regeneraci zemního tepla.

- Dešťová voda

1. Doporučuje se používat dešťovou vodu k zalévání zelených střech, okolní zeleně, chlazení FVT panelů a zabezpečení nádrží šedé vody.

- Vzdělávání

1. Pro správce a uživatele budovy by měly být vypracovány samostatné provozní pokyny, které vysvětlují použitá řešení a správné metody jejich použití.

- Ukládání energie

1. Při instalaci fotovoltaických panelů je vhodné použít akumulaci elektřiny. Pro výběr akumulační kapacity by se mělo použít měření toku elektřiny v budově.
2. Při instalaci tepelných čerpadel je vhodné použít akumulaci tepla, která umožňuje

akumulaci množství tepla odpovídajícího denní spotřebě v typický den topné sezony. Tepelné čerpadlo může plnit akumulační nádrž v obdobích vysoké dostupnosti

elektriny z obnovitelných zdrojů energie. Měla by se však analyzovat možnost připojení instalace

obnovitelné energie ke stávající budově, zejména vzhledem k faktorům, které vylučují implementaci akumulačního systému, jako je vysoká teplota cirkulujícího média v topném systému.

3. V budovách vybavených centrální klimatizací a chlazením studenou vodou se doporučuje používat chladicí jednotky s kapacitou odpovídající spotřebě chlazení v typický letní den.

- Modernizace systémů hospodaření s energií.

1. Inteligentní systémy hospodaření s energií.
2. Automatické řízení vytápění, větrání a osvětlení.
3. Integrace se systémy pro ukládání energie (např. lithium-iontové baterie).
4. Zónová regulace tepelných podmínek v budově.

- Doplnující poznámky

1. Při plánování vegetace vyberte druhy s nízkým rizikem alergií a nízkým invazivním potenciálem.
2. Zvažte použití protismogových nástěnných maleb a protismogových barev, zejména pro propagační účely na exponovaných stěnách.
3. Využijte principy cirkulární architektury, včetně použití demoličních materiálů při plánované modernizaci.

7.2.8 Model č. 8: Opatów, Obecní veřejná knihovna (kultura)

Budova se nachází na ul. Tadeusza Kosciuszki 1, 42-152 Opatów. Je to severní subregion Wojvodství. Budova se nachází v centru malého města poblíž hlavní silnice. Budova je zateplena polystyrenem o tloušťce 12 mm. Rok výstavby je 1909, ale o přítomnosti budovy v registru památek neexistují žádné informace.



Obrázek 23: Obecní veřejná knihovna v Opatowě, umístění (zdroj - Geoportal)



Obrázek 24: Obecní veřejná knihovna v Opatowě, fotografie.

Podle údajů z průzkumu je (užitná) plocha budovy 738m^2 . Vytápí se uhlím, v množství 20 tun/rok. Celková roční spotřeba energie je 142696,67 kWh, z toho 116666,67 kWh na vytápění. Podle výpočtů by modernizace zdrojů tepla a instalace obnovitelných zdrojů energie mohla vést ke snížení ročních emisí CO_2 o 74 117,73 kg/rok. To je také nejvyšší výsledek v poměru k jednotce plochy ($203,6\text{kg}=\text{m}^2$) u uvažovaných budov.

Tabulka 15: Data z průzkumu pro budovu v Opatowě.

Město	Opatów
Subregion	Severní
Funkce	Administrativa
Adresa	Opatów, ul. Kosciuszki 1
Zdroj tepla	Uhlí
Užitná plocha	365
Klimatizace	ne
(počet jednotek)	
Mechanické větrání	ne
Přijímače elektřiny	ohřívače vody; 1, počítače; 6 (vždy zapnuto)
Tloušťka stěny	n/a
Materiál stěny	cihla, kamen
Izolace	polystyren
Tloušťka izolace	12 cm
Typ střechy	šikmá
Izolace podkroví/střechy	ne
Izolace podlahy	Polystyren 10 cm
Okenní truhlářství	PVC

Při implementaci udržitelného modelu pro tuto budovu je třeba věnovat zvláštní pozornost následujícím otázkám:

- Poptávka po energii

1. Potřeba tepla závisí na konstrukci budovy, jejím okolí a jejím budoucím využití. Každý z těchto faktorů může do určité míry ovlivnit správce budovy.
2. Při plánování modernizace budovy je nutné zohlednit možnost změny funkčního uspořádání budovy tak, aby místnosti
3. Použití nuceného větrání s rekuperací tepla. V budovách s gravitačním větráním je výměna vzduchu obvykle příliš nízká, když je budova v provozu, a příliš vysoká, když není v provozu. Signálem řídicím intenzitu cirkulace by mělo být měření CO₂ v místnostech (s přihlédnutím k požadavkům stanoveným ve stavebním zákoně).
4. Zvýšení vlhkosti v zimě kromě pozitivních účinků na zdraví umožňuje také snížení teploty, a tím i potřeby vytápění. Jednou z doporučených metod pro zvýšení vlhkosti vzduchu je zavádění rostlin do pracovních prostor [19].
5. Implementace zelených stěn. Zelené stěny, které výrazně zlepšují tepelnou izolaci budovy, by měly být založeny na rostlinách, které nepoškozují omítku. Je také vhodné, pokud je to možné, aby zelená stěna měla vlastní nosnou konstrukci.
6. Je vhodné instalovat clony, které omezují pronikání slunečního záření do místností, clony chránící před přehříváním a clony chránící před tepelnými ztrátami.

7. Tepelná modernizace budovy by měla zahrnovat nejen zvýšení izolace stěn, ale také izolaci oken a dveří.

- Zdroje tepla

1. Tepelná čerpadla by měla být zvážena jako první, přičemž pokud to lokalita umožňuje, důrazně se doporučují čerpadla s tepelnými výměníky země-voda namísto výměníků vzduch-voda. V případě instalace tepelného čerpadla se doporučuje instalace fotovoltaických panelů.
2. Kotle na biomasu lze plánovat jako alternativu k tepelným čerpadlům nebo jako špičkový zdroj tepla. Zejména se doporučují nízkoúdržbové kotle na biomasové pelety, které splňují požadavky ekodesignu.

- Zdroje chlazení

1. S výjimkou velmi specifických případů, kdy je k dispozici odpadní teplo, což ospravedlňuje použití sorpčních chladičů,

jsou kompresorové jednotky primárním zdrojem chlazení. Je však důležité pečlivě zvážit, zda je klimatizace skutečně nezbytná a zda nelze dosáhnout tepelné pohody pasivními metodami.

2. Nejprve zvažte centrální zdroj chlazení a jeho distribuci pomocí chlazené vody do místností, kde je chlazení potřeba. Centrální zdroj chlazení umožňuje použití chladicího zařízení.
3. Pro pohodlí uživatelů by měla být v každé místnosti zavedena individuální regulace teploty vzduchu.

- Zdroje elektřiny

1. Vzhledem ke své sociální funkci by veřejné budovy měly mít zabezpečené

napájení elektřinou prostřednictvím připojení k elektrické síti. Nedoporučuje se navrhovat budovy pro použití off-grid.

2. Primárním zdrojem elektřiny vyrobené v samotné budově jsou fotovoltaické panely, které lze instalovat i na zelené střechy s dodatečnou vyvýšenou nosnou konstrukcí, což umožňuje funkční realizaci zelených střech.

Pro montáž fotovoltaických panelů by měla být využita i parkoviště nebo jiné drobné architektonické stavby, pokud nejsou umístěny ve stínu. Při instalaci panelů na šikmé střechy a fasády je třeba dbát na estetiku; doporučuje se použití „solárních rovin“.

3. Doporučuje se zvážit hybridní (vodou chlazené) fotovoltaické panely PVT, které využívají odpadní teplo k ohřevu teplé vody nebo k regeneraci zemního tepla.

- Dešťová voda

1. Doporučuje se používat dešťovou vodu k zalévání zelených střech, okolní zeleně, chlazení FVT panelů a zabezpečení nádrží šedé vody.

- Vzdělávání

1. Pro správce a uživatele by měly být vypracovány samostatné provozní pokyny k budově, které vysvětlí použitá řešení a jejich správné použití.

- Ukládání energie

1. Při instalaci fotovoltaických panelů je vhodné použít akumulaci elektřiny. Pro výběr akumulační kapacity by se mělo použít měření toku elektřiny v budově.
2. Při instalaci tepelných čerpadel je vhodné použít akumulaci tepla, která umožňuje

akumulaci množství tepla odpovídajícího denní spotřebě v typický den topné sezóny. Tepelné čerpadlo může plnit akumulační nádrž v obdobích vysoké dostupnosti

elektřiny z obnovitelných zdrojů energie. Měla by se však analyzovat možnost připojení instalace

obnovitelné energie ke stávající budově, zejména vzhledem k faktorům, které vylučují implementaci akumulačního systému, jako je vysoká teplota cirkulujícího média v topném systému.

3. V budovách vybavených centrální klimatizací a chlazením studenou vodou se doporučuje používat chladicí jednotky s kapacitou odpovídající spotřebě chlazení v typický letní den.

- Modernizace systémů hospodaření s energií.

1. Inteligentní systémy hospodaření s energií.
2. Automatické řízení vytápění, větrání a osvětlení.

3. Integrace se systémy pro ukládání energie (např. lithium-iontové baterie).

4. Zónová regulace tepelných podmínek v budově.

- Doplnující poznámky

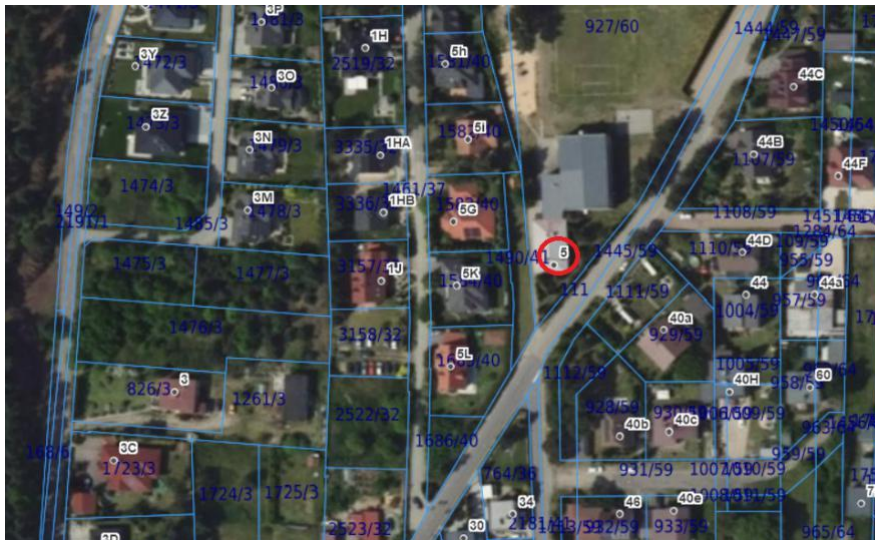
1. Při plánování vegetace vyberte druhy s nízkým rizikem alergií a nízkým invazivním potenciálem.

2. Zvažte použití protismogových nástěnných maleb a protismogových barev, zejména pro propagační účely na exponovaných stěnách.

3. Využijte principy cirkulární architektury, včetně použití demoličních materiálů při plánované modernizaci.

7.2.9 Model č. 9: Świerklaniec – Dům sportovců (kultura)

Budova se nachází na adrese Leśna 5, 42-622 Nowe Chechłó (obec Świerklaniec). Je to centrální subregion Vojvodství. Budova z 50. let, nezateplená. Příměstské oblasti.



Obrázek 25: Kulturní zařízení v Świerklanci, umístění (geoportal)



Obrázek 26: Budova ve Świerklanci, fotografie

Komplex budov má užitnou plochu 690m^2 . Plynové vytápění s roční spotřebou $13\,000\text{ m}^3$ ročně, roční spotřeba energie je $123\,264,80\text{ kWh}$, z toho $115\,564,80\text{ kWh}$ na vytápění. Výpočty ukázaly možnost snížení emisí CO_2 až o $9809,59\text{ kg/rok}$

Tabulka 16: Data z průzkumu pro budovu ve Świerklanci.

Město	Świerklaniec
Subregion	Centrální
Funkce	Administrativa
Adresa	Świerklaniec, Nowe Chechło, ul. Leśna 5
Zdroj tepla	Plyn
Užitná plocha	773,3
Klimatizace	4
(počet jednotek)	
Mechanické větrání	ne
Přijímače elektřiny	ledničky; 2
Tloušťka stěny	0,35 m
Materiál stěny	cihla
Izolace	žádná
Tloušťka izolace	
Typ střechy	plochá a šikmá
Izolace podkroví/střechy	ne
Izolace podlahy	
Okenní truhlářství	PVC

Při implementaci udržitelného modelu pro tuto budovu je třeba věnovat zvláštní pozornost následujícím otázkám:

- Poptávka po energii

1. Potřeba tepla závisí na konstrukci budovy, jejím okolí a jejím budoucím využití. Každý z těchto faktorů může do určité míry ovlivnit správce budovy.
2. Snížení dopadu faktorů prostředím stíněním budovy před větrem,
čehož lze dosáhnout použitím ochranné vegetace (jak doporučuje typologie
vypracovaná Sdružením slezských botanických zahrad Sdružení v rámci projektu
„Silesia. Blue Sky Restored“. stejně jako hliněnými náspy s vegetací (pokrývající
nebo nízka). Obojí musí být samozřejmě zahrnuto do plánu rozvoje oblasti kolem budovy.
3. Zastínění listnatými stromy, které přispívají k ochlazování v létě a umožňují přísun sluneční
energie v zimě. Podrobné pokyny týkající se druhů
jsou uvedeny v typologii vypracované Sdružením sdružení Slezských botanických zahrad [18].
4. Použití nuceného větrání s rekuperací tepla. V budovách s gravitačním větráním je výměna
vzduchu obvykle příliš nízká, když je budova v provozu, a příliš vysoká, když není v provozu.
Signálem řídicím
intenzitu cirkulace by mělo být měření CO₂ v místnostech (s přihlédnutím k požadavkům
stanoveným ve stavebním zákoně).
5. Zvýšení vlhkosti v zimě kromě pozitivních účinků na zdraví umožňuje také snížení teploty, a
tím i potřeby vytápění. Jednou z
doporučených metod pro zvýšení vlhkosti vzduchu je zavádění rostlin do pracovních prostor
[19].

6. Je třeba usilovat o snížení amplitudy faktorů prostředí (vlhkost vzduchu, teplota, intenzita slunečního záření, rychlost větru).
7. Zvažte využití zimních zahrad a zimních zahrad, které lze využít jako společenské, propagační zóny atd.
8. Implementace zelených stěn. Zelené stěny, které výrazně zlepšují tepelnou izolaci budovy, by měly být založeny na rostlinách, které nepoškozují omítku. Je také vhodné, pokud je to možné, aby zelená stěna měla vlastní nosnou konstrukci.
9. Je vhodné instalovat clony, které omezují pronikání slunečního záření do místností, clony chránící před přehříváním a clony chránící před tepelnými ztrátami.
10. Tepelná modernizace budovy by měla zahrnovat nejen zvýšení izolace stěn, ale také izolaci oken a dveří.

- Zdroje tepla

1. Tepelná čerpadla by měla být zvážena jako první, přičemž pokud to lokalita umožňuje, důrazně se doporučují čerpadla s tepelnými výměníky země-voda namísto výměníků vzduch-voda. V případě instalace tepelného čerpadla se doporučuje instalace fotovoltaických panelů.
2. Kotle na biomasu lze plánovat jako alternativu k tepelným čerpadlům nebo jako špičkový zdroj tepla. Zejména se doporučují nízkoúdržbové kotle na biomasové pelety, které splňují požadavky ekodesignu.

- Zdroje chlazení

1. S výjimkou velmi specifických případů, kdy je k dispozici odpadní teplo, což ospravedlňuje použití sorpčních chladičů, jsou kompresorové jednotky primárním zdrojem chlazení. Je však důležité pečlivě zvážit, zda je klimatizace skutečně nezbytná a zda nelze dosáhnout tepelné pohody pasivními metodami.
2. Nejprve zvažte centrální zdroj chlazení a jeho distribuci pomocí chlazené vody do místností, kde je chlazení potřeba. Centrální zdroj chlazení umožňuje použití chladicího zařízení.
3. Pro pohodlí uživatelů by měla být v každé místnosti zavedena individuální regulace teploty vzduchu.

- Zdroje elektřiny

1. Vzhledem ke své sociální funkci by veřejné budovy měly mít zabezpečené

napájení elektřinou prostřednictvím připojení k elektrické síti. Nedoporučuje se navrhovat budovy pro použití off-grid.

2. Primárním zdrojem elektřiny vyrobené v samotné budově jsou fotovoltaické panely, které lze instalovat i na zelené střechy s dodatečnou vyvýšenou nosnou konstrukcí, což umožňuje funkční realizaci zelených střech.

Pro montáž fotovoltaických panelů by měla být využita i parkoviště nebo jiné drobné architektonické stavby, pokud nejsou umístěny ve stínu. Při instalaci panelů na šikmé střechy a fasády je třeba dbát na estetiku; doporučuje se použití „solárních rovin“.

3. Doporučuje se zvážit hybridní (vodou chlazené) fotovoltaické panely PVT, které využívají odpadní teplo k ohřevu teplé vody nebo k regeneraci zemního tepla.

- Dešťová voda

1. Doporučuje se používat dešťovou vodu k zalévání zelených střech, okolní zeleně, chlazení FVT panelů a zabezpečení nádrží šedé vody.

- Vzdělávání

1. Pro správce a uživatele by měly být vypracovány samostatné provozní pokyny k budově, které

vysvětlí použitá řešení a jejich správné použití.

- Ukládání energie

1. Při instalaci fotovoltaických panelů je vhodné použít akumulaci elektřiny. Pro výběr akumulační kapacity by se mělo použít měření toku elektřiny v budově.

2. Při instalaci tepelných čerpadel je vhodné použít akumulaci tepla, která umožňuje

akumulaci množství tepla odpovídajícího denní spotřebě v typický den

topné sezóny. Tepelné čerpadlo může plnit akumulační nádrž v obdobích vysoké dostupnosti

elektriny z obnovitelných zdrojů energie. Měla by se však analyzovat možnost připojení instalace

obnovitelné energie ke stávající budově, zejména vzhledem k faktorům, které vylučují implementaci akumulačního systému, jako je vysoká teplota cirkulujícího média v topném systému.

3. V budovách vybavených centrální klimatizací a chlazením studenou vodou se doporučuje používat chladicí jednotky s kapacitou odpovídající spotřebě chlazení v typický letní den.

- Modernizace systému energetického managementu

1. Inteligentní systémy hospodaření s energií.
2. Automatické řízení vytápění, větrání a osvětlení.
3. Integrace se systémy pro ukládání energie (např. lithium-iontové baterie).
4. Zónová regulace tepelných podmínek v budově.

- Doplnující poznámky

1. Při plánování vegetace vyberte druhy s nízkým rizikem alergií a nízkým invazivním potenciálem.
2. Zvažte použití protismogových nástěnných maleb a protismogových barev, zejména pro propagační účely na exponovaných stěnách.
3. Využijte principy cirkulární architektury, včetně použití demoličních materiálů při plánované modernizaci.

8. Cirkulární architektura – celý „životní“ cyklus budovy.

Cirkulární architektura je přístup k navrhování, výstavbě a provozu budov v souladu s principy cirkulární ekonomiky. To znamená minimalizovat odpad, maximalizovat využití recyklovaných materiálů a navrhovat předměty tak, aby je bylo možné snadno upravovat, demontovat a znovu použít.

Hlavní principy cirkulární architektury:

- **Minimalizace odpadu** – budovy jsou navrženy tak, aby omezovaly spotřebu nových surovin a usnadnily jejich recyklaci na konci jejich životnosti.
- **Opětovné použití materiálů** – např. cihly, dřevo, beton nebo ocel lze po vhodném zpracování použít v nových konstrukcích.
- **Modularita a flexibilita** – budovy jsou navrženy tak, aby se daly snadno upravovat nebo rozšiřovat, nikoli bourat.
- **Udržitelné materiály** – používají se materiály s nízkou uhlíkovou stopou, recyklované nebo biologicky odbouratelné.
- **Energetická účinnost** – využívají se energeticky úsporné technologie a obnovitelné zdroje energie.

Příklady aplikací cirkulární architektury:

- **Kancelářské budovy z recyklovaných materiálů** – např. budova The Edge v Amsterdamu, která využívá modulární řešení.
- **Modulární domy** – lze je rozebrat a přemístit na jiné místo, čímž se minimalizují materiální ztráty.
- **Recyklace stavebních materiálů** – například staré cihly lze znovu použít v nových budovách místo výroby nových.

Proč je cirkulární architektura důležitá?

- Snižuje emise CO₂ a spotřebu surovin.
- Snižuje množství stavebního odpadu.
- Prodlužuje životnost materiálů a objektů.
- Snižuje náklady na provoz a demolici budov.

Využití principů cirkulární architektury pro analyzované případy implementace modelů udržitelné výstavby

U stávajících budov, které byly postaveny podle tradičních principů, ale nakonec budou zbourány, se principy cirkulární architektury zaměřují především na selektivní demolici, opětovné použití materiálů a minimalizaci odpadu. Proto je třeba zdůraznit několik klíčových principů:



Województwo
Śląskie

- **Audit materiálů a digitální dokumentace** – před demolicí by měl být proveden audit stavebních materiálů, aby se zjistilo, které komponenty lze znovu použít nebo recyklovat. Moderní technologie, jako je 3D skenování a BIM (Building Information Modeling), mohou pomoci identifikovat cenné suroviny a jejich umístění v budově.
- **Selektivní demolice namísto demolice** – místo standardní demolice by měla být budova demolována po etapách, aby se maximalizovalo využití surovin. To zahrnuje mimo jiné:
 - ✓ demontáž oken, dveří, podlah,
 - ✓ selektivní demontáž elektrických a sanitárních instalací,
 - ✓ obnova konstrukčních prvků (ocel, dřevo, beton).
- **Opětovné použití a recyklace materiálů**
 - ✓ **Dřevo** – lze renovovat a použít v novostavbách nebo na nábytek.
 - ✓ **Ocel a hliník** – lze roztavit a použít v nových projektech.
 - ✓ **Beton a cihly** – lze drtit a použít jako podklad vozovek nebo k výrobě nových stavebních materiálů.
 - ✓ **Sklo** – lze roztavit na nové skleněné panely.
- **Použití materiálů v dočasných zařízeních**
 - ✓ modulárních pavilonech,
 - ✓ v horských útulnách,
 - ✓ zařízeních městské infrastruktury (např. přístřešky, lavičky, ploty).
- **Vytváření místních burz stavebních materiálů** – platformy pro výměnu materiálů lze vytvořit ve městech. Tento princip je obzvláště populární ve skandinávských zemích, kde se vede centrální registr stavebních materiálů.
- **Minimalizace odpadu a zodpovědná likvidace** – nerecyklovatelné materiály by měly být likvidovány v souladu s principy oběhového hospodářství, např. recyklací, kompostováním (u některých organických materiálů) nebo zpracováním na nové produkty.

8.1. Využití principů cirkulární architektury pro analyzované případy



Województwo
Śląskie

implementace modelů udržitelné výstavby

U stávajících budov, které byly postaveny podle tradičních principů, ale nakonec budou zbourány, se principy cirkulární architektury zaměřují především na selektivní demolici, opětovné použití materiálů a minimalizaci odpadu. Proto je třeba zdůraznit několik klíčových principů:

1. Audit materiálů a digitální dokumentace – Před demolicí by měl být proveden audit stavebních materiálů, aby se zjistilo, které komponenty lze znovu použít nebo recyklovat.

Moderní technologie, jako je 3D skenování a BIM (Building Information Modeling), mohou pomoci identifikovat cenné suroviny a jejich umístění v budově.

2. Selektivní demolice namísto demolice – místo standardní demolice by měla být budova demolována po etapách, aby se maximalizovalo využití surovin. To zahrnuje mimo jiné:

- demontáž oken, dveří, podlah,
- selektivní demontáž elektrických a sanitárních instalací,
- obnova konstrukčních prvků (ocel, dřevo, beton).

3. Opětovné použití a recyklace materiálů

- Dřevo – lze renovovat a použít v novostavbách nebo na nábytek.
- Ocel a hliník – lze roztavit a použít v nových projektech.
- Beton a cihly – lze drtit a použít jako podklad vozovek nebo k výrobě nových stavebních materiálů.

Sklo – lze roztavit na nové skleněné panely.

4. Použití materiálů v dočasných zařízeních

- modulárních pavilonech,
- v horských útulnách,
- zařízeních městské infrastruktury (např. přístřešky, lavičky, ploty).

5. Vytváření místních burz stavebních materiálů – lze vytvořit ve městech platformy pro výměnu materiálů. Tento princip je obzvláště populární ve skandinávských zemích, kde se vede centrální registr stavebních materiálů.

6. Minimalizace odpadu a zodpovědná likvidace – nepoužívané materiály

by měly být likvidovány v souladu se zásadami oběhového hospodářství, např. recyklací, kompostováním (u některých organických materiálů) nebo zpracováním na nové produkty.



Województwo
Śląskie

Bibliografie

- [1] Alexis Barrou. Life cycle assessment of heterojunction solar cells. from raw materials to final devices. 2022.
- [2] Marloes Caduff, Mark AJ Huijbregts, Annette Koehler, Hans-Jorg Althaus, and Stefanie Hellweg. Scaling relationships in life cycle assessment: the case of heat production from biomass and heat pumps. *Journal of Industrial Ecology*, 18(3):393–406, 2014.
- [3] Polskie Sieci Elektroenergetyczne. Polskie sieci elektroenergetyczne, raporty roczne z funkcjonowania kse.
- [4] EU. Pvgis (photovoltaic geographical information system). Last update: 1/03/2022, 2023.
- [5] DL Evans. Simplified method for predicting photovoltaic array output. *Solar energy*, 27(6):555–560, 1981.
- [6] GABI. Lca database, Jan 2024.
- [7] Syed Muhammad Imran, Godlisten N Shao, and Heetaik Kim. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092633731500346x>. 2016.
- [8] H. Jadwiszczok-Molencka. Zasady termomodernizacji budynków zabytkowych. Monografia, Katowice, 2023.
- [9] (KOBiZE). Wskaźniki emisyjności CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej, 2022.
- [10] Tom Marsik, Vanessa Stevens, Robbin Garber-Slaght, Conor Dennehy, Robby Tartuilinguq Strunk, and Alan Mitchell. Empirical study of the effect of thermal loading on the heating efficiency of variable-speed air source heat pumps. *Sustainability*, 15(3):1880, 2023.
- [11] Basant Raj Paudyal and Anne Gerd Imenes. Investigation of temperature coefficients of pv modules through field measured data. *Solar Energy*, 224:425–439, 2021.
- [12] Hua Qian and Yungang Wang. Modeling the interactions between the performance of ground source heat pumps and soil temperature variations. *Energy for Sustainable Development*, 23:115–121, 2014.
- [13] EU Regulation. 1119 of the European Parliament and of the Council of 30 June 2021 establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulations (EC) No 401/2009 and (EU) 2018/1999 ('European Climate Law'). *Off. J. Eur. Union*, 50:243, 2021.
- [14] Bartłomiej Rutczyk, Andrzej Szlępek, Michał Chabiński, and Maria Gracka. Raport z monitoringu energetycznego budynków. Raport techniczny, Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Katedra Techniki Ciepłej, Gliwice, 2025.
- [15] E Skoplaki, AG Boudouvis, and JA Palyvos. A simple correlation for the operating temperature of photovoltaic modules of arbitrary mounting. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 92(11):1393–1402, 2008.
- [16] Anna Starzewska-Sikorska et al. Handbook SALUTE4CE: Handbook on Urban Environmental Acupuncture. VŠB-Technical University of Ostrava, Faculty of Civil Engineering, 2022.
- [17] Andrzej Szlępek, Michał Chabiński, and Maria Gracka. Rekomendacje dotyczące monitoringu efektywności energetycznej budynków. n.d., Gliwice, 2023.
- [18] L. Trząski, K. Galej-Ciwis, E. Roszkowska, and P. Bubła. Typologia terenów trudnych w województwie śląskim, docelowych rodzajów terenów zielonej infrastruktury oraz rodzajów rozwiązań. Śląski Ogród Botaniczny, 2022.
- [19] Izudinshah Abd Wahab and Lokman Hakim Ismail. A study on plant selection for green building design. *Journal of Science and Technology*, 4(2), 2012.

Seznam výkresů

1. Příklad implementace principů udržitelné výstavby (zdroj: generováno)



Województwo
Śląskie

umělou inteligencí)	2
2 Diagram projektových aktivit	4
3 Příklady implementace principů udržitelné výstavby (zdroj: generováno umělou inteligencí)	7
4 Příklady implementace principů udržitelné výstavby (zdroj: generováno umělou inteligencí)	8
5 Příklad implementace principů zeleného města (zdroj: generováno umělou inteligencí)	10
6 Relativní (v poměru k jednotce plochy), roční ušetřené emise CO ₂ pro jednotlivé varianty výpočtu.	32
7 Roční ušetřené emise CO ₂ pro jednotlivé varianty výpočtu.	32
8 Ekvivalent CO ₂ související s konstrukcí zařízení pro jednotlivé varianty výpočtu.	35
9 Školní budova v Krzepicích, umístění (zdroj - Geoportal)	37
10 Školní budovy v Krzepicích, foto.	38
11 Školní budova v Żorzech, umístění (zdroj - Geoportál)	42
12 Školní budovy v Żorzech – fotografie.	43
13 Školní budova ve Skoczowě, umístění (zdroj - Geoportal)	47
14 Školní budova ve Skoczowě, foto.	47
15 Budova Maršákovského úřadu v Katowicích, umístění (zdroj - Geoportal)	51
16 Budova Maršákovského úřadu v Katowicích, fotografie (Jan Mehlich, GFDL, Creative Commons Attribution ShareAlike 2.5)	51
17 Budova Centra komunitních služeb v Pietrowicích Velkých, umístění (zdroj - Geoportal)	55
18 Budova Centra komunitních služeb v Pietrowicích Velkých, fotografie.	55
19 Budova mládežnického kulturního centra č. 2 v Bytomi, umístění (zdroj - Geoportal).	60
20 Budova mládežnického kulturního centra č. 2 v Bytomi, fotografie	60
21 Multifunkční budova v Nędze, umístění (zdroj - Geoportal).	64
22 Multifunkční budova v Nędze, fotografie.	64
23 Obecní veřejná knihovna v Opatowě, umístění (zdroj - Geoportal).	69
24 Obecní veřejná knihovna v Opatowě, fotografie	69
25 Kulturní zařízení v Świerklanci, umístění (geoportal)	73
26 Budova ve Świerklanci, fotografie	73

Seznam tabulek

1 Souhrn základních parametrů fotovoltaických panelů	28
2 Souhrn emisí spojených s výstavbou fotovoltaických instalací z [7, 1].	28
3 Souhrn emisních ukazatelů pro vybraná paliva	30



Województwo
Śląskie

4 Shrnutí variant výpočtu	31
5 roční zabráněné emise CO ₂ na plochu budovy a emise související s výstavbou instalací na plochu budovy, pro nejvýhodnější variantu. Pořadí podle hodnoty ušetřených emisí	33
6 Zabráněné roční emise CO ₂ v absolutních číslech a emise související s výstavbou instalace, u nejvýhodnější varianty. Pořadí podle hodnoty ušetřených emisí	34
7 Implementace modelů udržitelných budov ve vybraných zařízeních. Položky v tabulce odkazují na podpoložky dané podsekcce.	36
8 Data z průzkumu pro budovu v Krzepicích.	38
9 Data z průzkumu pro budovu v Żorech.	43
10 Data z průzkumu pro budovu v Skoczowě.	48
11 Data z průzkumu pro budovu v Katowicích.	52
12 Data z průzkumu pro budovu v Pietrowicích Wlk.	56
13 Data z průzkumu pro budovu v Bytomi.	61
14 Data z průzkumu pro budovu v Nędze.	65
15 Data z průzkumu pro budovu v Opatowě.	70
16 Data z průzkumu pro budovu v Świerklanci.	74

