



D2.2 ZPRÁVA O ANALÝZE STAVU

OBSAH

	Shrnutí	3
	Úvod	4
01	Regionální kontext a potřeby	7
02	Technologický rozvoj a poznatky z oboru	9
03	Poznatky o vzdělávání a studijních programech	24
04	Výsledky terénního výzkumu	31
	Závěr	38
	Doporučení	39
	Zdroje	43
	Příloha	46



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non-Commercial-No Derivatives 4.0 International License (CC BY-NC-4.0) International License.

REPOWER REGIONS: Accelerating the introduction of decarbonised heating and cooling solutions

Partneři konsorcia

- Kildare County Council (KCC), Irsko
- FUNDACIÓN LABORAL de la CONSTRUCCIÓN (FLC), Španělsko
- Riga Technical University (RTU), Lotyšsko
- České vysoké učení technické v Praze (ČVUT), Česká republika
- European E-Learning Institute (EUEI), Dánsko
- Steinbeis School of Sustainable Innovation and Transformation (SIT), Německo
- Momentum Marketing Services Ltd. (MMS), Irsko
- Stowarzyszenie Gmin Polska Sieć „Energie Cités” (PNEC), Polsko
- Jaske & Wolf Verfahrenstechnik (JWV), Německo
- Fagskolen Rogaland (FR), Norsko
- University of Belgrade (UoB), Srbsko
- REHVA – Federation of European Heating, Ventilation & Air Conditioning Associations (REHVA), Belgie

Koordinace zprávy

- Riga Technical University (RTU), Lotyšsko

Autoři

- Tatjana Tambovceva
- Raimonds Bogdanovics
- Rita Greitane

Editorka

- Tatjana Tambovceva

Verze dokumentu:
Listopad 2025

Číslo projektu:
101187351 – Partnerství
pro inovace: Aliance.

Design:
MOMENTUM MARKETING
SERVICES LTD., Irsko



This project has been funded with support from the European Commission. The author is solely responsible for this publication (communication) and the Commission accepts no responsibility for any use may be made of the information contained therein.

Shrnutí

Zpráva o analýze stavu představuje komplexní rozbor situace v oblasti vytápění a chlazení (H&C) v devíti evropských regionech se zaměřením na technologický rozvoj, politické rámce, regionální potřeby a připravenost vzdělávacího systému na podporu cílů EU v oblasti klimatické neutrality.

Zpráva zdůrazňuje, jak směrnice Evropské unie v oblasti klimatu a energetiky, tj. Green Deal, EPBD, EED a RED III, formují nový rámec pro udržitelné systémy tepelné energie. Tyto politiky podporují přijímání nízkouhlíkových technologií, včetně tepelných čerpadel, geotermálních systémů, solární termální energie a využití odpadního tepla, a zároveň podporují integraci inteligentních ovládacích prvků a digitálních platforem.

Na základě 68 případových studií Zpráva dokumentuje jasný posun směrem k elektrifikaci, zpětnému získávání energie a digitální optimalizaci budov. Komerční a průmyslové objekty jsou průkopníky v používání řídicích systémů vylepšených umělou inteligencí a hybridních řešení vytápění. Veřejné a institucionální budovy stále častěji využívají nízkoteplotní distribuční systémy a inteligentní strategie větrání. Obytné budovy vykazují rostoucí zájem o tepelná čerpadla a střešní fotovoltaické systémy, i když přetrvávají problémy se zastaralou infrastrukturou a rizikem přehřátí. Transformují se také systémy na úrovni okresů, přičemž úspěšné příklady decentralizovaných sítí založených na obnovitelných zdrojích energie lze nalézt v Dánsku, Lotyšsku a Německu.

Navzdory těmto pokrokům je přechod brzděn vysokými počátečními náklady, roztržitými předpisy, nedostatkem pracovních sil a omezenou digitální interoperabilitou. Zpráva zdůrazňuje, že technologická připravenost musí být doplněna kompetencemi pracovní síly. Rozhovory a průzkumy s více než 100 odborníky odhalily významné mezery v praktických dovednostech, znalostech předpisů a digitálních kompetencích. Mnoho nových specialistů postrádá praktické zkušenosti, zatímco zkušení odborníci se snaží přizpůsobit novým technologiím.

Vzdělávací prostředí, které zahrnuje 110 programů v oblasti vysokoškolského vzdělávání, odborného vzdělávání a dalšího vzdělávání, vykazuje silné teoretické základy, ale nerovnoměrné pokrytí digitálních nástrojů, postupů při uvádění do provozu

a metrik udržitelnosti. Zejména programy odborného a dalšího vzdělávání vyžadují cílená zlepšení, aby splňovaly požadavky přechodu na čistou energii.

Zpráva apeluje na nutnost koordinovaného postupu v oblasti politiky, průmyslu, samosprávy, vzdělávání a výzkumu. Tvůrci politik by měli prosazovat místní plánování vytápění, zjednodušit povolovací řízení a otevřít flexibilní trhy na podporu čistých technologií. Obce jsou vybízeny k využívání integrovaného mapování energetických zdrojů a balíčkových projektových modelů k podpoře místní implementace. Průmysl musí investovat do rozvoje pracovní síly a spolupracovat se vzdělávacími institucemi, aby přizpůsobil odbornou přípravu reálným potřebám. Poskytovatelé vzdělávání by měli modernizovat studijní programy a učební plány začleněním digitálních nástrojů, integrací praktik a znalostí v oblasti regulace do základních programů a zároveň rozšiřovat praktickou výuku a mikrocertifikáty. Pracovníci ve výzkumu by se měli zaměřit na optimalizaci na systémové úrovni, bezpečnou výměnu dat a inkluzivní inovace, aby se technologický pokrok promítl do praktických a škálovatelných řešení. Úspěch bude záviset na sladění studijních programů a učebních plánů s reálnými potřebami, investicích do rozvoje pracovní síly a zajištění účinné a inkluzivní implementace digitálních a nízkouhlíkových systémů. Pokud se tyto předpoklady podaří naplnit, může Evropa udávat směr ke klimaticky neutrální, odolné a inteligentní energetické budoucnosti.

Úvod

Evropská unie se zavázala k ambiciózním cílům v oblasti klimatu a udržitelnosti, jak je uvedeno v European Green Deal, 2030 Climate Target Plan a EU Climate Law. Hlavním cílem je snížit emise skleníkových plynů do roku 2030 nejméně o 55 % ve srovnání s úrovněmi z roku 1990, přičemž širším cílem je dosáhnout klimatické neutrality do roku 2050 (European Commission, 2020).

Tyto cíle nejsou abstraktní; vycházejí z tvrdé matematiky stavebního fondu, který představuje přibližně 40 % celkové spotřeby energie a 36 % emisí souvisejících s energií v celé Unii, zároveň ~75 % paliv používaných k vytápění a chlazení (H&C) zůstává na bázi fosilních paliv (European Commission, 2020).

Dosažení těchto cílů vyžaduje transformativní opatření napříč odvětvími, zejména v oblasti zastavěného prostředí. Pro účinnou podporu dekarbonizace systémů vytápění a chlazení a zlepšení energetické účinnosti budov je nezbytná strategie na úrovni městských částí a čtvrtí, která bude v souladu se směrnicemi: *Energy Efficiency Directive* (EED) (European Commission, n.d.), *Renewable Energy Directive* (RED) (European Commission, n.d.) a *Energy Performance of Buildings Directive* (EPBD) (European Commission, n.d.). Přepracovaná směrnice EPBD a aktualizovaná směrnice EED vyžadují, aby nové budovy do roku 2030 měly nulové emise a aby byly zavedeny přísnější minimální výkonnostní normy pro renovace v souladu s iniciativou Renovation Wave. Zároveň plán *REPowerEU* (European Commission, n.d.) spojuje čisté teplo s energetickou bezpečností a sníženou závislostí na dovozu, což vede k rychlým změnám ve stavebnictví a v oblasti vytápění, ventilace a klimatizace. Podle čl. 25 odst. 6 přepracované *Směrnice o energetické účinnosti* (*Energy Efficiency Directive* (Directive (EU) 2023/1791)) jsou obce s více než 45 000 obyvateli povinny vypracovat místní plány vytápění a chlazení. To je součástí strategie EU zaměřené na dekarbonizaci stavebního sektoru a zlepšení energetického plánování na místní úrovni (Covenant of Mayors for Climate and Energy, 2024).

Dekarbonizace se stala jednou z nejnaléhavějších výzev, kterým čelí stavební průmysl. Přední firmy mění své postupy, aby se vypořádaly s dopadem budov na životní prostředí, a to prostřednictvím tří klíčových strategií: inovace s použitím udržitelných materiálů, zefektivnění stavebních procesů a zlepšení provozní výkonnosti. Tyto snahy jsou stále více doplňovány elektrifikací energetické poptávky, integrací obnovitelných zdrojů energie na místě a zaváděním flexibility na straně poptávky. Tyto přístupy společně podporují přechod ke klimaticky neutrálním budovám tím, že snižují emise, zlepšují energetickou účinnost a umožňují chytřejší a odolnější energetické systémy. Přijetím vědecky podložených klimatických cílů a integrací principů oběhového hospodářství má tento sektor potenciál snížit emise do roku 2030 až o 50 %.

Samotná politická ambice však nestačí. Zelená digitální transformace v oblasti vytápění a chlazení vytváří nové pracovní pozice, předdefinovává stávající a odhaluje akutní nedostatky kvalifikovaných pracovníků v celém stavebním ekosystému - od instalatérů HVAC a inženýrů pro uvádění do provozu až po architekty, správce budov, městské energetické plánovače, finančníky a rozhodovací pracovníky v přímém kontaktu s klienty. Moderní řešení v oblasti vytápění a chlazení závisí na systémovém myšlení, digitální gramotnosti, správě dat a sebevědomém využívání technologií, jako jsou ovládací prvky podporující internet věcí, optimalizace s podporou umělé inteligence a pokročilé měření a ověřování. Bez pracovní síly, která dokáže tyto systémy navrhovat, integrovat, provozovat a opakovat, nebudou kapitálové investice přinášet dostatečné výsledky a výkonnost bude klesat. Proto musí evropskou energetickou transformaci doprovázet široká transformace dovedností, v níž klíčovou roli hrají vzdělávací instituce, tj. poskytovatelé vysokoškolského vzdělání, odborného vzdělání a dalšího odborného vzdělávání a tréninku.

Sladěním vzdělávacího obsahu s regionálními potřebami a zelenou taxonomií EU mohou vzdělávací instituce podpořit inovace ve studijních programech a učebních plánech a poskytovat celoživotní vzdělávání. To zahrnuje přípravu studentů na práci s flexibilními energetickými systémy, sítěmi dálkového vytápění a chlazení, energetickými komunitami a vyvíjejícími se

strukturami trhu s elektřinou.

Tradiční národní strategie, jako je učení se v praxi, nedokázaly účinně vybavit pracovníky potřebnými dovednostmi, zejména v kontextu udržitelné výstavby. Navíc získávání znalostí je pouze částí výzvy. Vzhledem k tomu, že směřujeme k digitálnější budoucnosti, je stejně důležité vyhodnotit dopad těchto kompetencí na úrovni jednotlivců i úkolů.

Tato zpráva je součástí pracovního balíčku 2 projektu Repower Regions (WP2) vedeného Riga Technical University (Lotyšsko), jehož cílem je vybavit univerzity, poskytovatele odborného vzdělání a přípravy (VET) a dalšího odborného vzdělávání a přípravy (CVET) aktuálními znalostmi o technologickém vývoji, poznatky z odvětví a politickými rámci, které podporují dekarbonizaci vytápění a chlazení. Pro úspěšné zvládnutí tohoto pracovního balíčku bylo nutné shromáždit informace a poznatky od různých zainteresovaných stran, včetně univerzit, odborných škol, poskytovatelů dalšího odborného vzdělávání a přípravy, odborníků z odvětví a místních podniků. Důraz byl kladen na pochopení technologického vývoje, pokroku v odvětví a poznatků podniků, které podporují dekarbonizaci vytápění a chlazení v regionu. Kromě toho se analýza zaměřila na to, jak jsou tyto posuny vpřed v souladu s EU „*Green Taxonomy*“, a jak jsou uplatněny ve studijních programech, učebních plánech a při poskytování dalšího vzdělávání.

Zpráva je syntézou mezinárodního sekundárního výzkumu, konzultací s odborníky a regionálních případových studií s cílem poskytnout aktuální poznatky, které lze přímo využít k inovaci studijních programů či učebních plánů a odborné přípravy v oblasti vysokoškolského vzdělání, odborného vzdělání a přípravy a dalšího odborného vzdělávání v devíti partnerských regionech projektu (Česko, Dánsko, Irsko, Lotyšsko, Německo, Norsko, Polsko, Srbsko a Španělsko).



Cíle analýzy jsou následující:

01

Zmapovat ekosystém zainteresovaných stran

tj. identifikovat a profilovat klíčové národní aktéry v průmyslu, veřejném sektoru, profesních organizacích a vzdělávání (VŠ/SŠ/vzdělávací agentury), kteří ovlivňují nebo realizují dekarbonizaci vytápění a chlazení a rozvoj dovedností

02

Provést strukturovaný sekundární výzkum

tj. shromáždit a kriticky analyzovat stávající zprávy, výzkumné práce, politické dokumenty a regulace, studie trhu a technické normy související s dekarbonizací vytápění a chlazení a vytvořit konsolidovanou evidenční základnu pro pozdější ověření.

03

Shromáždit aktuální případové studie z reálného světa o udržitelných postupech v oblasti vytápění a chlazení

tj. vytvořit soubor dat obsahující více než 60 nových postupů/technologických aplikací v partnerských regionech.

04

Provést terénní výzkum (primární důkazy) za účelem ověřit a prohloubit zjištění

tj. provést rozhovory, průzkumy a fokusní skupiny s více než 48 odborníky za účelem:

- ověřit a upřesnit poznatky získané ze sekundárního výzkumu;
- shromáždit kvalitativní a kvantitativní údaje o současných a nových mezerách v dovednostech/znalostech relevantních pro přechod na čistou energii;
- zachytit očekávání současných a budoucích zaměstnanců ohledně požadovaných kompetencí.

05

Vypracovat závěrečnou zprávu s praktickými doporučeními

tj. vypracovat závěrečnou zprávu shrnující klíčové poznatky a osvědčené postupy a poskytnout praktická doporučení k posílení výměny znalostí a spolupráce mezi podniky a vzdělávacími institucemi (vysokoškolské vzdělávání/odborné vzdělávání a příprava/další odborné vzdělávání a příprava), včetně návrhů studijních programů a učebních plánů, programů celoživotního vzdělávání a průběžného zapojení zainteresovaných stran.



1.1

Evropské klima a sezónní spotřeba energie na vytápění a chlazení

8

1.2

Politické a legislativní faktory

9

1.3

Energetická chudoba a sociální rozměry

9

1.4

Současný stav digitálních technologií podporujících dekarbonizaci Evropy

10

Evropské klima a sezónní spotřeba energie na vytápění a chlazení

Evropa se rozkládá v mořském, kontinentálním a středomořském podnebí, což vede k jasným gradientům sezónní poptávky mezi severem a jihem a pobřežím a vnitrozemím. Jednoduchým ukazatelem jsou stupně topení a chlazení (heating and cooling degree days, HDD/CDD): severní a středoevropské státy zaznamenávají vysoké hodnoty HDD (dlouhá, chladná období), zatímco vnitrozemí na jihu a středomořské pobřeží nyní akumulují značné hodnoty CDD během teplejších let.

Domácnosti v EU spotřebovávají většinu energie na vytápění svých domovů. V roce 2023 představovalo vytápění prostor a ohřev vody v úhrnu 77,6 % konečné spotřeby energie domácností (62,5 % vytápění prostor; 15,1 % ohřev vody). Chlazení prostor v EU zůstávalo nízké. Více o těchto údajích – viz web Evropské komise o vytápění a chlazení a každoroční aktualizace Eurostatu ([Eurostat](#), 2025).

Topné stupně (HDD) a chladicí stupně (CDD) jsou kumulativní ukazatele sezónní poptávky po energii, nikoli přímá měření teploty. Odrážejí, do jaké míry a jak dlouho se venkovní teploty odchylují od standardní komfortní hranice 18 °C, která je základním měřítkem používaným Eurostatem. Když denní průměrná teplota klesne pod 18 °C, rozdíl se přičte k HDD, což signalizuje potřebu vytápění. Naopak, když denní průměr překročí 18 °C, rozdíl se přičte k CDD, což signalizuje potřebu chlazení.

European Environment Agency uvádí, že HDD jsou spolehlivým ukazatelem potřeby vytápění a CDD potřeby chlazení; s oteplováním letních měsíců se CDD zvyšují, což vede v některých částech Evropy k vyšším letním špičkám v odběru elektřiny. Například během horkého léta 2025 vedly opakované vlny

veder k meziročnímu nárůstu poptávky po elektřině v EU o 7,5 %, přičemž ve Španělsku došlo k nárůstu o 16 %, což zatížilo výrobu a rozvodné sítě a je důkazem rostoucího dopadu chlazení na systém ([EnergyWorld](#), 2025; [Ember](#), 2025).

Poptávka po chlazení je nejrychleji rostoucí konečnou spotřebou v budovách na světě i ve Evropě. IEA zdůrazňuje, že při zachování současné politiky poroste chlazení prostorů do roku 2035 přibližně o 4 % ročně, přičemž klíčovým faktorem špičkové poptávky po elektřině je klimatizace. Evropské komentáře z roku 2025 zdůrazňovaly stejný problém v souvislosti se zesílením vln veder ([Voswinkel et al.](#), 2025).

Vytápění a chlazení v úhrnu představují přibližně polovinu hrubé konečné spotřeby energie v EU, proto je klíčové přesunout tyto zátěže na nízkouhlíkové zdroje. Podíl obnovitelných zdrojů energie na vytápění a chlazení v EU dosáhl v roce 2023 26 % (oproti 24,8 % v roce 2022), a to hlavně díky biomase a tepelným čerpadlům, i když jejich využívání se v jednotlivých státech liší ([Eurostat](#), 2025; [International Institute of Refrigeration](#), 2025).

Co to znamená pro plánování:



- V regionech s převahou vytápění zaměřit se na modernizaci obvodového pláště budov, nízkoteplotní vytápění (dálkové vytápění a tepelná čerpadla) a inteligentní regulace pro snížení dlouhodobých sezónních zátěží.
- V regionech s intenzivním chlazením upřednostnit vysoce účinné chlazení (reverzibilní tepelná čerpadla, pasivní opatření) a řízení poptávky, aby se zvládlo zatížení sítí ve špičkách.
- Digitalizace (inteligentní měřiče, analytika) pomáhá sledovat zatížení způsobené HDD/CDD a optimalizovat provoz, protože evropská roční období se oteplují a letní špičky jsou stále výraznější.

1.2 Politické a legislativní faktory

Rámec politiky EU pro dekarbonizaci vytápění a chlazení se rychle rozšiřuje. Je poháněn *European Green Deal* a cílem klimatické neutrality, stanoví jasné směrnice pro udržitelné systémy tepelné energie.

Mezi klíčové právní předpisy patří:

- *Renewable Energy Directive III (Směrnice o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů) (RED III)* ukládá členským státům povinnost zvýšit podíl obnovitelných zdrojů v oblasti vytápění a chlazení o 0,8 procentního bodu ročně do roku 2025 a o 1,1 bodu poté, a to po dosažení 26,2% podílu obnovitelných zdrojů v roce 2023 (Eurostat, 2025).
- *Energy Efficiency Directive (Směrnice o energetické účinnosti) (EED)* ukládá závazné cíle úspor a požaduje, aby obce s více než 45 000 obyvateli vypracovaly místní plány vytápění a chlazení.
- *Energy Performance of Buildings Directive (Směrnice o energetické náročnosti budov) (EPBD)* vyžaduje, aby nové budovy do roku 2030 měly nulové emise a byly zavedeny přísnější minimální výkonnostní normy pro renovace. Rovněž prosazuje budovy připravené pro inteligentní technologie a automatizaci a stanoví minimální požadavky na technické systémy budov.
- *REPowerEU*: propojuje čisté teplo s energetickou bezpečností a podporuje rychlé zavádění nízkouhlíkových technologií ve stavebnictví a v oblasti vytápění, ventilace a klimatizace.

Tyto nástroje tvoří základ cíle EU dosáhnout klimatické neutrality do roku 2050.

1.3 Energetická chudoba a sociální rozměry

Energetická chudoba nadále postihuje 8 % až 16 % občanů EU, odhadem 35 až 72 milionů lidí, kteří mají potíže s dostatečným vytápěním nebo chlazením svých domovů (IPCC, 2022).

Dekarbonizace je úzce spjata se sociální spravedlností, protože v EU přetrvává energetická chudoba, která neúměrně postihuje zranitelné skupiny obyvatelstva. *Energetická chudoba*, tj. neschopnost dovolit si dostatečné vytápění nebo chlazení, postihuje odhadem 35 až 72 milionů lidí. Řešení těchto nerovností vyžaduje urychlení renovačních prací, cílené dotace a dostupné technologie vytápění z obnovitelných zdrojů, zejména proto, že domácnosti s nízkými příjmy často obývají nejméně energeticky účinné budovy. Problém je nejnaléhavější v jižní a východní Evropě, kde více než 20 % domácností v Portugalsku, Bulharsku, Řecku, Lotyšsku a Litvě není schopno udržovat příjemné vnitřní podmínky (European Commission Joint Research Centre, 2024).

Rostoucí letní teploty tento problém ještě zhoršují, protože vystavují obyvatelstvo tepelnému stresu bez adekvátního chlazení.

Energetická chudoba tak souvisí se socioekonomickou nerovností a otázkami veřejného zdraví. Výzkumy ukazují, že domácnosti s nízkými příjmy obvykle obývají nejméně energeticky účinné budovy a na energii vynakládají nepřiměřeně vysoký podíl svých příjmů (Taušová et al., 2024). Řešení těchto nerovností vyžaduje dostupné technologie obnovitelného vytápění a přístupné finanční mechanismy.

Současný stav digitálních technologií podporujících dekarbonizaci v Evropě

Přechod Evropy na čistou energii stále více závisí na digitálních technologiích: chytřejších energetických sítích, budovách připravených na chytré technologie a softwarově řízených tepelných sítích. Na straně zákazníků je v plném proudu druhá vlna inteligentních měřičů. Do konce roku 2024 jich mělo asi 63 % odběratelů elektřiny v EU27+3 a jejich podíl stále roste, protože první státy nahrazují stará zařízení a ostatní je dohánějí. Inteligentní měřiče umožňují podrobné stanovení cen, automatické fakturace a rozsáhlé reakce na poptávku, takže domácnosti a podniky (a jejich elektrické systémy) se mohou přizpůsobit, když je elektřina nejlevnější nebo když je síť přetížená. Evropská komise poukazuje na to, že tyto nástroje jsou nezbytné pro integraci většího množství větrné a solární energie a pro řízení nových elektrických topných zátěží (Berg Insight, 2025).

Intelligentní měřiče umožňují podrobné stanovení cen, automatické fakturace a rozsáhlé reakce na poptávku, takže domácnosti a podniky (a jejich elektrické systémy) se mohou přizpůsobit, když je elektřina nejlevnější nebo když je síť přetížená. Evropská komise poukazuje na to, že tyto nástroje jsou nezbytné pro integraci většího množství větrné a solární energie a pro řízení nových elektrických topných zátěží (Berg Insight, 2025). V roce 2024 aktualizovala EU pravidla pro trh s elektřinou, aby kladla větší důraz na flexibilitu, tj. schopnost zvyšovat nebo snižovat poptávku, když to síť vyžaduje. Pravidla vyžadují, aby ENTSO-E (provozovatelé přenosových soustav) a EU DSO Entity (provozovatelé distribučních soustav) vytvořili jednotnou metodu pro výpočet potřeb flexibility každého státu. Díky společné metodě a formátu zpráv mohou regulační orgány zjistit, kolik flexibility z nefosilních zdrojů je k dispozici, a navrhnout tržní produkty, které mohou využívat skuteční účastníci, tj. budovy, agregátoři a provozovatelé dálkového vytápění. V souvislosti s energetickou transformací Německa vstoupil v lednu 2024 v platnost § 14a zákona o německém energetickém průmyslu (Energiewirtschaftsgesetz). Ten stanoví, že nová zařízení s vysokým zatížením v domácnostech, zejména tepelná čerpadla a nabíječky elektromobilů, musí být technicky ovladatelná. To umožňuje místním provozovatelům sítí dočasně snížit jejich spotřebu energie během přetížení, aby byla síť stabilní. Jedná se o jasný příklad, jak proměnit digitální ovládání na úrovni zařízení v

praktický nástroj pro transformaci vytápění (ENTSO-E & DSO Entity, 2025).

V dubnu 2024 EU aktualizovala své stavební předpisy (EPBD), aby podpořila budovy v přechodu na inteligentní, automatizované a bezemisní řešení. Minimální požadavky na technické systémy budov ukládají určité požadavky na automatizaci a řízení budov a zároveň podporují infrastrukturu pro elektromobilitu v budovách. Ukazatel připravenosti na inteligentní technologie (SRI), systém pro hodnocení „inteligence“ budov, zůstává prozatím volitelný. Očekává se však, že do června 2027 se stane povinným pro nebytové budovy s jmenovitým výkonem HVAC nad 290 kW. Evropská komise musí navíc do 30. června 2026 podat zprávu o tom, jak státy testují a používají SRI. Více než 15 států již zahájilo nezávazné testovací fáze, např. Portugalsko začalo v listopadu 2024. Tyto testovací fáze vytvářejí společný jazyk pro digitální funkce, jako je monitorování, ovládání, interoperabilita systémů a reakce na poptávku. Aktualizovaná pravidla EPBD a pilotní projekty SRI motivují majitele budov, zejména velkých kanceláří, nemocnic a kampusů, k instalaci systémů řízení budov/energetického managementu (BMS/EMS), přidání podružných měřidel a využívání analytiky detekce poruch k efektivnějšímu provozu zařízení. Díky tomu jsou budovy čistší, chytřejší a snáze se integrují do sítě (EU DSO Entity & ENTSO-E, 2025).

Dálkové vytápění a chlazení (DHC) prochází významnou digitální modernizací, protože DHC je jedním z nejlepších způsobů, jak snížit emise z vytápění prostor a ohřevu vody ve městech. Příručka IEA DHC Annex TS4 (Schmidt, 2023) ukazuje, co provozovatelé dělají v praxi: modernizují systémy SCADA (software, který monitoruje a řídí síť), přidávají podrobnější měření, využívají strojové učení k doladění provozu a vytvářejí digitální dvojčata (virtuální modely) k testování změn před jejich zavedením. Tyto nástroje pomáhají snižovat teploty dodávek, omezovat tepelné ztráty a plynuleji zapojovat velká tepelná čerpadla a zdroje odpadního tepla. Zpráva Euroheat & Power z roku 2024 to podpořila reálnými příklady, které ukazují, že inteligentní řízení zlepšuje jak starší sítě, tak nové nízkoteplotní systémy. Závěrem je, že digitalizace již není malým pilotním projektem, ale běžným a nákladově efektivním způsobem dekarbonizace tepla v měřítku města.

Kromě toho EU buduje společnou „datovou vrstvu“ pro energii. Myšlenka nazvaná Common European Energy Data Space (Společný evropský prostor pro energetická data) (CEEDS) spočívá v tom, aby pro různé subjekty, jako jsou provozovatelé sítí, stavební systémy, tepelné sítě a agregátoři, bylo snadné a bezpečné vyhledávat, sdílet a využívat energetická

data napříč státy. CEEDS má plán, který vysvětluje, jak by měl být systém nastaven a jak mohou různé IT systémy mezi sebou komunikovat. Evropská síťová skupina (ENTSO-E) a další subjekty ukázaly, jak se to propojí se stávajícími projekty EU a reálným každodenním používáním. Vzhledem k tomu, že se tento projekt přesouvá z fáze plánování do fáze zavádění v rámci programu DIGITAL, lze očekávat standardní API (jednoduché, běžné způsoby propojení softwaru) a jasná pravidla pro souhlas (aby lidé měli kontrolu nad svými daty). To umožní inteligentním měřičům, systémům řízení budov a dálkovému vytápění bezpečně a ve velkém měřítku vyměňovat data, což je klíčové pro provozování čistšího a inteligentnějšího energetického systému (European Commission, n.d.).

V souhrnu lze říci, že současný stav v EU je následující: inteligentní měřiče jsou rozšířené a pravidla podporující flexibilní využívání elektřiny dozrávají. Tyto změny jsou v souladu s inteligentnějšími budovami (řízenými technickými požadavky na stavební systémy, SRI a analýzou dat) a více digitalizovanými sítěmi dálkového vytápění.

Nyní jde hlavně o náročnou praktickou práci: zajistit komunikaci mezi různými systémy (interoperabilita), jejich bezpečnost (kybernetická bezpečnost), vyškolení lidí pro jejich provoz a otevření místních trhů, aby budovy, skladování tepla a reakce na poptávku mohly spolehlivě nahradit fosilní špičkové elektrárny. S pravidly flexibility tržního designu, časovými harmonogramy EPBD/SRI a pokrokem v oblasti společného evropského prostoru pro energetická data (CEEDS) jsou politické a technologické základy z velké části připraveny. Velkým úkolem pro příští dva až tři roky je konzistentní rozšíření těchto řešení do všech států.



2.1	Přehled klíčových technologií	<u>13</u>
2.2	Překážky a výzvy	<u>16</u>
2.3	Příležitosti a doporučení	<u>17</u>
2.4	Analýza regionálních potřeb a nedostatků	<u>18</u>
2.4.1	Analýza komerčních a průmyslových budov	<u>19</u>
2.4.2	Analýza veřejných a institucionálních budov	<u>20</u>
2.4.3	Analýza obytných budov	<u>22</u>
2.4.4	Analýza vnějších sítí	<u>23</u>
2.5	Shrnutí analýzy případových studií	<u>23</u>

Typy technologií vhodných pro udržitelné vytápění a chlazení jsou uvedeny v Obrázku 1.



Obrázek 1. Technologie pro udržitelné vytápění a chlazení



Tepelná čerpadla

Tepelná čerpadla jsou významnou elektrifikační cestou k dekarbonizaci vytápění a výroby teplé užitkové vody.

Převádějí teplo z okolního prostředí nebo geotermální teplo do budov s jmenovitým výkonovým koeficientem (COP) obvykle mezi 3 a 5, přičemž dodávají tři až pět jednotek tepla na

jednotku spotřebované elektřiny (Eurostat, 2023). Konfigurace využívající vzduch, zemní zdroj a vodní zdroj umožňují přizpůsobení místním klimatickým a prostorovým podmínkám.

Běžně se používají tři hlavní typy tepelných čerpadel:

01

Vzduchová tepelná čerpadla (ASHP)

Vzduchová tepelná čerpadla (ASHP) čerpají teplo z venkovního vzduchu. Lze je relativně snadno instalovat, ale při velmi nízkých teplotách okolí vykazují snížený výkon; v chladném podnebí je nutné zajistit dobrý výkon ASHP, např. pomocí hybridních systémů nebo záložního vytápění.

02

Tepelná čerpadla využívající zemní energii (geotermální) tepelná čerpadla (GSHP)

Tepelná čerpadla využívající energii země (geotermální) (GSHP) čerpají teplo ze země prostřednictvím uzavřených nebo otevřených systémů. Poskytují stabilní výkon a vyšší COP, ale vyžadují vyšší počáteční náklady na vrtání nebo zemní smyčky.

03

Vodní tepelná čerpadla (WSHP)

Vodní tepelná čerpadla (WSHP) využívají vodní plochy nebo vodonosné vrstvy jako zdroje tepla a mohou dosahovat vysoké účinnosti, zejména pokud jsou integrována do systémů akumulace tepelné energie z vodonosných vrstev (ATES) (Verheyen et al., 2025).



Sítě dálkového vytápění a chlazení

Dálkové vytápění a chlazení (DHC) prošlo vývojem od vysokoteplotních sítí 1. a 2. generace na bázi uhlí s vysokými ztrátami, přes třetí generaci nízkoteplotních, předizolovaných systémů integrujících CHP/biomasu, až po čtvrtou generaci flexibilních sítí s teplotou 50–60 °C a možností skladování, které integrují obnovitelné zdroje/tepelná čerpadla (modelování naznačuje, že by mohlo být pokryto ~40 % tepla v Itálii (Connolly et al., 2015), a nakonec po systémy 5. generace s okolním okruhem (≈5–20 °C), které dodávají teplo a chlad prostřednictvím tepelných čerpadel budov a zpětně získaného odpadního tepla.



Solární termální a sezónní termální skladování

Solární termální technologie přeměňují sluneční záření na teplo pro domácí nebo dálkové využití. Jejich účinnost se výrazně zvyšuje v kombinaci se systémy pro akumulaci tepelné energie (TES), jako jsou akumulace v aquiferech (ATES), jámách (PTES) nebo vrtech (BTES).



Geotermální energie

Geotermální zdroje – od mělkých geotermálních systémů až po hluboké hydrotermální rezervoáry – nabízejí konstantní, dispečersky řízené obnovitelné teplo. Technologický pokrok v oblasti vrtání a správy rezervoárů rozšířil možnosti využití v celé Evropě ([Fry et al., 2024](#)).



Biomasa a bioenergie

Pevná biomasa zůstává největším obnovitelným zdrojem, který představuje přibližně tři čtvrtiny obnovitelné energie v EU. Nadměrná závislost na dřevěných palivech však vyvolává obavy o udržitelnost a kvalitu ovzduší: spalování dřeva v domácnostech je významným zdrojem emisí jemných částic.



Vodík a nízkouhlíkové plyny

Vodík je často prezentován jako flexibilní vektor dekarbonizace. *Hydrogen and Gas Decarbonisation Package* (Directives 2024/1788–1789) stanoví rámec pro specializovanou infrastrukturu pro vodík a certifikaci nízkouhlíkových technologií ([European Commission, n.d.-b](#)).



Zpětné získávání odpadního tepla

Průmyslové procesy, systémy odpadních vod a datová centra uvolňují obrovské množství nízkostupňového tepla, které lze pomocí výměníků tepla zpětně získávat a integrovat do regionálních sítí.



Technologie pro skladování tepelné energie

Digitální řízení, automatizace a umělá inteligence (AI) mění provoz vytápění a chlazení.

2.2 Překážky a výzvy

Mezi hlavní překážky dekarbonizace vytápění patří:

01

Vysoké investiční náklady

Tepelná čerpadla, geotermální vrty, dálkové sítě a TES vyžadují značné počáteční investice i přes nižší náklady během životnosti. Nedávná inflace a kolísavé ceny energií oslabily důvěru spotřebitelů, což v roce 2024 vedlo k 21% poklesu prodeje tepelných čerpadel v Evropě (IEA [Global Energy Review](#), 2025).

02

Omezení sítě a infrastruktury

Rozsáhlá elektrifikace zvyšuje poptávku po elektřině a vyžaduje posílení rozvodné sítě, reakci na poptávku a integraci distribuované výroby. Stávající vysokoteplotní sítě brání integraci obnovitelných zdrojů a vyžadují strategie snižování teploty.

03

Regulační mezery

Fragmentované povolovací řízení a nedostatek právních rámců brání projektům využívat odpadní teplo a geotermální energii (Zirne & Pakere, 2024).

04

Nedostatek pracovních sil a dodavatelské řetězce

Nedostatek techniků a omezená výrobní kapacita omezují zavádění (Kaspar, 2025).

05

Přijetí a povědomí veřejnosti

Neznalost nových technologií a obavy o soukromí v souvislosti s inteligentními systémy mohou zpomalit jejich přijetí.

2.3 Příležitosti a doporučení

Účinný přechod na vytápění a chlazení vyžaduje integrovanou, víceúrovňovou strategii:



01

Upřednostnit energetickou účinnost

Před elektrifikací systému je nutné provést hloubkovou renovaci, včetně tepelné izolace a větrání s rekuperací tepla, aby se snížila základní spotřeba ([Pastore et al., 2024](#)).

02

Urychlit zavádění tepelných čerpadel a nízkoteplotního dálkového vytápění

K dosažení cílů *REPowerEU* budou nezbytné stabilní pobídky, dostupné financování a školení pracovníků ([European Commission, n.d.-a](#)).

03

Integrace různých obnovitelných a zpětně získávaných zdrojů tepla

Místní mapování zdrojů by mělo sloužit jako vodítko pro optimální kombinaci geotermální energie, sluneční energie, odpadního tepla a zbytků biomasy, doplněnou o TES pro sezónní vyrovnávání ([Verheyen et al., 2025](#)).

04

Umožnit digitální inovace a reakci na poptávku

Otevřené protokoly inteligentních ovládacích prvků a standardy správy dat mohou přinést zvýšení efektivity při zachování ochrany soukromí ([Burns, 2024](#); [Kaspar, 2025](#)).

05

Zajistit spravedlivý přechod

Cílené modernizace, sociální tarify a modely komunitní energie mohou zmírnit energetickou chudobu ([Bouzarovski et al., 2021](#); [Cornelis, 2024](#)).

06

Vytvořit soudržné právní a plánovací rámce

Zjednodušené povolování projektů v oblasti geotermální energie a odpadního tepla, povinné obecní plány vytápění a koordinace mezi energetickými nosiči urychlí investice.

07

Stimulovat výzkum, vývoj a výrobu

Inovace v oblasti chladiv, vrtání a tepelného skladování spolu s domácí výrobní kapacitou posílí odolnost ([European Commission, 2024](#)).

08

Sladit financování s taxonomií EU

Zelené dluhopisy a nástroje udržitelného financování by měly upřednostňovat projekty, které přinášejí ověřitelné snížení emisí a sociální přínosy ([European Commission, 2020](#)).

Dekarbonizace vytápění je nezbytná pro dosažení klimatické neutrality. Soudrohé portfolio zahrnující opatření na zvýšení účinnosti, elektrifikaci pomocí tepelných čerpadel, rozšíření sítí obnovitelných zdrojů a odpadního tepla, zavedení geotermálních a solárně-termálních systémů, velkokapacitní skladování energie a digitální optimalizaci může transformovat evropskou krajinu v oblasti tepelné energie. Úspěch však závisí na překlenutí propasti mezi ambicemi politiky a kapacitou pro její realizaci. Předpokladem je koordinovaná správa, adekvátní

financování, kvalifikovaná pracovní síla a zapojení veřejnosti.

Pokud se tyto strukturální předpoklady podaří realizovat, může EU snížit emise z budov a průmyslu a zároveň zvýšit energetickou bezpečnost, dostupnost a komfort. Tím se vytápění a chlazení změní z největšího zdroje emisí domácností na základní kámen udržitelného, inkluzivního a odolného energetického systému.

Analýza regionálních potřeb a nedostatků

Se záměrem získat hluboké porozumění regionálním potřebám a nedostatkům v oblasti systémů HVAC jsme provedli rozsáhlou analýzu na základě **68 případových studií** shromážděných z různých typů budov a geografických lokalit (viz Příloha).

Toto portfolio 68 případů bylo sestaveno za účelem sběru a analýzy nových postupů a využití technologií, které umožňují podnikům dodávat udržitelné produkty a služby v oblasti vytápění a chlazení (H&C). Případy pokrývají devět států, různé klimatické podmínky a budovy postavené v období od 30. let 20. století do roku 2024 a byly kódovány podle společných oblastí důkazů (kontext, intervence, tech stack, kroky uvedení do provozu, KPIs a dovednosti).

Tento soubor poskytuje komplexní přehled systémů HVAC v různých typech budov, včetně komerčních a průmyslových zařízení, veřejných a institucionálních budov, rezidenčních nemovitostí a externích sítí nebo systémů na úrovni okresů. Každý případ obsahuje podrobné informace o typu budovy, umístění a pozadí, spolu s technickými popisy vnitřních systémů vytápění, větrání a chlazení. Tyto popisy zahrnují specifikace zařízení, provozní principy a příklady dobrých i špatných postupů. Mnoho případů zdůrazňuje výzvy, s nimiž se setkáváme před renovacemi, nebo přetrvávající problémy, které zůstávají nevyřešeny. Mezi komerčními a průmyslovými budovami příklady sahají od kancelářských komplexů a

maloobchodních prostor až po výrobní závody a hotely, s případy z zemí jako Lotyšsko, Česko, Dánsko, Itálie, Japonsko, Saúdská Arábie, Norsko, Irsko, Polsko, Srbsko a Španělsko. Veřejné a institucionální budovy zahrnují univerzity, školy, knihovny, kulturní centra a nemocnice, s významnými případy z Německa, Dánska, Lotyšska, Norska, Irska a Polska. Obytné budovy zahrnují směs rodinných domů, bytových domů a energeticky úsporných bytů, s případy z Německa, Dánska, Lotyšska, Polska, Srbska a Španělska. Externí sítě a systémy na úrovni okresů jsou zastoupeny tepelnými elektrárnami, bioenergetickými vesnicemi a solárními kolektory v Německu, Dánsku a Lotyšsku.

Případové studie nabízejí cenné poznatky o technických a provozních realitách systémů HVAC v různých kontextech, přičemž zdůrazňuje úspěšné implementace i oblasti, které je nutné zlepšit.

2.4.1 Analýza komerčních a průmyslových budov

Z **19 případů** smíšeného využití kanceláří, logistiky, pohostinství a výroby vyplývá, že nejkonzistentnější výsledky přinášejí modernizace zaměřené na řízení a postupná elektrifikace.

Obecný přehled osvědčených postupů a trendů v oblasti HVAC:

01

Trendy v oblasti elektrifikace a dekarbonizace

Tepelná čerpadla jsou široce používána jako hlavní zdroj vytápění i chlazení. Některá zařízení využívají hybridní řešení vytápění, jako jsou vysoce účinné plynové kotle doplněné střešními solárními kolektory nebo mikrokogenerační jednotky v kombinaci s kondenzačními kotli.

02

Vysoce účinné jednotky pro rekuperaci tepla

Často vybavené rotačními nebo deskovými výměníky tepla, jsou standardem ve ventilačních systémech nových budov i při rekonstrukcích. Odpadní teplo generované chladiči nebo technologickými procesy se využívá k předehřevu užitkové teplé vody nebo ventilačního vzduchu.

03

Osvědčené postupy

Mezi osvědčené postupy patří instalace nízkoenergetických pomocných technologií, výběr cívek s optimální účinností v klimatizačních jednotkách (AHU), použití pasivních fólií pro chlazení slunečním zářením, použití venkovního stínění nebo vertikální vegetace, využití tepelně aktivovaných stavebních konstrukcí (TABS).

04

Přechod

Přechod od zastaralých pneumatických nebo marginálních ovládacích prvků k sofistikovaným automatizovaným systémům BMS s ventilací řízenou podle potřeby je klíčovým trendem pro dosažení úspor energie. V některých zařízeních se na stávající systém BMS aplikují algoritmy umělé inteligence, které automaticky optimalizují provoz HVAC.

05

Významných úspor lze dosáhnout vyladěním stávajících systémů

Například rozšíření přijatelného rozsahu regulace vlhkosti ve výrobních zařízeních, např. z ± 1 % na ± 10 % RH, snížilo závislost na chlazené vodě a páře, což vedlo k podstatným úsporám nákladů.

Hlavní výzvy v oblasti HVAC, které byly vyřešeny / by měly být vyřešeny procesem renovace:

- Významnou výzvou, zejména ve starších průmyslových a komerčních budovách, je závislost na zdrojích tepelné energie s vysokým obsahem uhlíku, což vede k vysokým provozním nákladům a emisím.
- Mnoho zařízení má potíže s udržováním stabilní a příjemné vnitřní teploty, zejména v horkých obdobích, často kvůli nedostatečnému opláštění budov, nedostatečné infrastruktuře pro chlazení nebo tepelné stratifikaci v prostorech s vysokými stropy během zimního období.
- Mnoho energetických problémů nebylo způsobeno hlavním zařízením, ale primitivními řídicími systémy, nedostatečným měřením nebo příliš restriktivními provozními parametry.
- Zařízení často chyběly integrované systémy pro zpětné získávání a opětovné využití energie vyrobené interně nebo externě, což přispívalo k chladicímu zatížení a poptávce po vytápění.

Bylo shromážděno a analyzováno 25 případů veřejných a institucionálních budov.

Univerzity, školy, knihovny, kulturní centra, nemocnice a pečovatelská zařízení pravidelně hlásí přínosy modernizace větrání (rekuperace tepla, regulace podle potřeby), nízkoteplotní distribuce a postupné elektrifikace. Případy kampusů a měst v Dánsku a Německu kladou důraz na modernizaci vzduchotechnických jednotek, uvádění do provozu a analýzy na úrovni budov s cílem zlepšit komfort a snížit špičky. Lotyšská univerzita a národní knihovna

demonstrují inteligentní měření a plánování s cílem sladit zatížení se vzorci používání, zatímco norské školy (1955–1985; modernizace/rozšíření do roku 2022) a polské občanské/zdravotnické objekty (1849–2024) ukazují, že nízké teplotní nastavení a zónování lze sladit s omezeními danými památkovou hodnotou a klinickými požadavky, pokud je uvedení do provozu prováděno důsledně.

Obecný přehled osvědčených postupů a trendů v oblasti HVAC:

- Přechod na nízkouhlíkové vytápění a hybridní systémy, například kombinace tepelných čerpadel s tradičními zdroji, jako jsou kondenzační plynové kotle nebo dálkové vytápění pro spotřebu ve špičkách.
- Nové a modernizované systémy jsou navrženy pro nízkoteplotní distribuci tepla.
- Vysoce účinné mechanické ventilační systémy s rekuperací tepla jsou standardem téměř ve všech projektech renovace a novostaveb.
- Instalace systémů s proměnným objemem vzduchu (VAV) regulovaných senzory CO₂ a obsazenosti zajišťuje, že ventilace běží pouze v případě potřeby, což výrazně snižuje spotřebu energie a zároveň zlepšuje kvalitu vnitřního vzduchu (IAQ).
- Inteligentní integrace mechanického větrání s automatizovaným přirozeným větráním, např. motorizovaná střešní okna ovládaná senzory CO₂, podporuje letní chlazení bez nutnosti využívat aktivní mechanické systémy.
- Aktivní chlazení je zajišťováno převážně tepelnými čerpadly s reverzním cyklem nebo integrovanými systémy chlazení vody. V chladnějším podnebí se budovy často spoléhají výhradně na pasivní strategie, jako je noční větrání nebo vnější stínění. Tam, kde je to možné, systémy maximalizují metody volného chlazení, využívají říční vodu pro chladiče nebo okruh zemního výměníku tepla.
- Implementace centrálního systému řízení budov (BMS) nebo systému řízení energie (EMS), který poskytuje monitorování a analýzu v reálném čase, umožňuje rozhodování na základě dat a proaktivní správu zařízení. Pokročilé systémy integrují řízení vytápění, větrání, chlazení a osvětlení pomocí otevřených komunikačních protokolů, např. KNX, a automatizačních plánů založených na událostech pro vyšší účinnost.



Hlavní výzvy v oblasti HVAC, které byly vyřešeny / by měly být vyřešeny procesem renovace:

- Špatné uvedení do provozu, nedostatečné nastavení regulace nebo chybná logika brání pokročilým systémům (jako jsou tepelná čerpadla a VAV) dosáhnout optimální účinnosti. Spoléhání se na zapínání/vypínání a výchozí časové plány namísto dynamické odezvy v reálném čase.
- Absence individuálních měřičů tepla a elektřiny v jednotlivých zónách, stejně jako fragmentované a ručně shromažďované údaje o energii, zpomalují identifikaci a reakci na plýtvání energií.
- Komponenty systému jsou výrazně předimenzované, což znemožňuje efektivní provoz a vede k teplotním výkyvům a špatné regulaci. Používání příliš vysokých teplot přívodu, např. 75°C, pro ventilační systémy, což brání dekarbonizaci pomocí tepelných čerpadel.
- Špatná kvalita vnitřního vzduchu, např. hladiny CO₂ přesahující 1000 PPM, v důsledku nedostatečného mechanického větrání nebo nedostatečného proudění vzduchu.
- Rozpočtová omezení nutí volit neoptimální, nákladově efektivní řešení. Financování je přiděleno pouze na renovaci, bez rozpočtových prostředků na průběžné provozní náklady, což vede k nevyužívaným systémům.



2.4.3 Analýza obytných budov

Ve 20 případech bytových domů (Lotyšsko/Polsko/Španělsko/Srbsko) opatření typu „fabric-first“ v kombinaci s tepelnými čerpadly správné velikosti a hydronickým vyvažováním trvale zlepšují sezónní výkonnost a vnitřní komfort.

Obecný přehled osvědčených postupů a trendů v oblasti HVAC:

- Nejvýznamnějším trendem je přechod od vytápění založeného na fosilních palivech k elektrickým tepelným čerpadlům a obnovitelným zdrojům energie.
- Nové nebo důkladně zrekonstruované budovy využívají nízkoteplotní systémy, jako je hydronické podlahové vytápění nebo stropní sálavé rohože, které maximalizují účinnost tepelných čerpadel.
- Mechanické větrání s rekuperací tepla je považováno za osvědčený postup a je standardem v moderních, téměř nulových energetických obytných budovách.
- Předpokladem pro úspěšnou modernizaci systémů vytápění, ventilace a klimatizace je kompletní renovace obvodového pláště budovy, včetně izolace a opatření pro zajištění vzduchotěsnosti.
- Fotovoltaické (PV) systémy se běžně instalují na střechy, aby kompenzovaly pomocnou spotřebu elektriny tepelných čerpadel a ventilačních systémů.
- Nádrže pro řízení energie a systémy pro akumulaci tepla se používají k vyrovnávání poptávky po vytápění, optimalizaci vlastní spotřeby PV a flexibilitě na straně poptávky oddělením spotřeby energie od dodávky elektriny v reálném čase, zejména v inteligentních instalacích tepelných čerpadel.
- Instalace termostatických ventilů radiátorů a individuálních měřičů tepla je nezbytnou osvědčenou praxí, která umožňuje fakturaci na základě spotřeby a umožňuje nájemníkům regulovat teplotu. Systémy se posouvají směrem k ovládání přes WiFi pomocí aplikací a vzdálenému přístupu pro diagnostiku a optimalizaci.
- Pokročilé řídicí systémy využívají dynamické ceny elektriny (spotový trh), předpovědi počasí a předpovědi výroby fotovoltaické energie k plánování provozu tepelných čerpadel a maximalizaci úspor energie bez snížení komfortu.

Hlavní výzvy v oblasti HVAC, které byly vyřešeny / by měly být vyřešeny procesem renovace:

- Aktivní chlazení je v mnoha severoevropských obytných budovách téměř neznámé, ale ve všech regionech se o něj zajímá stále více lidí. S postupujícími klimatickými změnami jsou budovy navrženy tak, aby udržovaly teplo, zejména novější, dobře izolované, nízkoenergetické budovy, které jsou náchylné k přehřívání.
- Většina stávajícího bytového fondu se spoléhá výhradně na přirozené větrání prostřednictvím otevíratelných oken a netěsností. Tato závislost vede k plýtvání energií (když se okna otevírají, aby se odvedlo přebytečné teplo), tepelné nepohodě (průvan studeného vzduchu z netěsností/otvorů ve stěnách) a potenciálnímu ohrožení zdraví (kondenzace a výskyt plísní).
- Vysoké tepelné ztráty stávajících, nerekonstruovaných budov. Absence termostatů a individuálních měřičů tepla vedla k tomu, že nájemníci neměli možnost šetřit energii a peníze.
- Starší domy často využívají konvenční podlahové radiátory, které vyžadují vysoké teploty přívodu (přibližně 80 °C). Tato infrastruktura činí instalaci vysoce účinných tepelných čerpadel náročnou nebo nákladnou bez rozsáhlých prací, jako je výměna sálacích těles, např. instalace podlahového vytápění, a/nebo distribuce pro úpravu průtoku na nižší teploty.

2.4.4 Analýza externích sítí

Ve **čtyřech případech** doplňuje dekarbonizace na straně nabídky modernizaci budov: teplárna a bioenergetická vesnice v Německu, Centrum pro přeměnu historických budov na dálkové vytápění v Dánsku (2023) a solárně-termální elektrárna v Lotyšsku (2019) jsou důkazem životaschopných nízkouhlíkových páteřních sítí.

Mezi klíčové výsledky patří nižší faktory primární energie, snížená závislost na fosilních palivech a zlepšená odolnost při propojení budov prostřednictvím nízkoteplotních sítí.

- Případové studie poukazují na silný přechod k udržitelným, integrovaným a decentralizovaným systémům dálkového zásobování energií. Hlavním závěrem projektů je závazek k postupnému odklonu od fosilních paliv a směrem k modernizaci infrastruktury za účelem využití obnovitelných zdrojů energie, často v rámci stávajícího městského prostředí nebo historického prostředí.
- Významnou výzvou jsou vysoké kapitálové náklady a investice potřebné pro klimaticky neutrální technologie ve srovnání s konvenčními řešeními. To je však dlouhodobě kompenzováno ekonomickými výhodami v podobě nižších provozních nákladů a menší citlivosti na globální ekonomické výkyvy.
- Úspěšné projekty, jako je systém tepelných čerpadel CO₂ v Dánsku nebo solární kolektorová elektrárna v Lotyšsku, slouží jako místa demonstrace a modely pro podobné městské a regionální transformace.

2.5 Shrnutí analýzy případových studií

Analýza **68 případových studií** poskytuje komplexní přehled systémů HVAC v široké škále typů budov.

V **19 komerčních a průmyslových budovách** dominuje elektrifikace a dekarbonizace, přičemž tepelná čerpadla nahrazují systémy na fosilní paliva. Hybridní řešení kombinující plynové kotle se solárními kolektory nebo mikrokogeneračními jednotkami jsou běžná. Větrání často zahrnuje rekuperaci tepla a pasivní chlazení pomocí tepelně aktivovaných systémů získává na popularitě. Řídicí systémy se posouvají od pneumatických k pokročilým systémům správy budov, z nichž některé jsou vybaveny umělou inteligencí pro optimalizaci. Renovace se zaměřují na vysokou spotřebu uhlíkové energie, špatnou regulaci teploty a chybějící rekuperaci energie.

Ve **25 veřejných a institucionálních budovách** se objevují podobné trendy: nízkouhlíkové vytápění, hybridní systémy a nízkoteplotní distribuce. Větrané rekuperace tepla se stávají standardem s inovacemi, jako jsou CO₂-regulovaný variabilní objem vzduchu a inteligentní integrace přirozeného a mechanického větrání. Chlazení se opírá o tepelná čerpadla s reverzním cyklem nebo chlazenou vodou a je doplněné pasivními strategiemi. Centralizované řízení energie propojuje HVAC a osvětlení prostřednictvím otevřených protokolů. Mezi výzvy

patří špatné uvedení do provozu, předimenzované komponenty a rozpočtová omezení.

Ve **20 obytných budovách** dominují elektrická tepelná čerpadla a obnovitelné zdroje energie. Nízkoteplotní systémy, jako je podlahové vytápění, zlepšují účinnost, zatímco téměř nulové energetické domy využívají větrání s rekuperací tepla a kompletní modernizaci obvodového pláště. Střešní fotovoltaické panely kompenzují spotřebu elektřiny a tepelné akumulátory pomáhají zajistit flexibilitu. Inteligentní ovládání je běžné, ale starší domy nemají aktivní chlazení a mají vysoké tepelné ztráty, což ztěžuje integraci tepelných čerpadel.

Čtyři případové studie **externích sítí** ukazují přechod k decentralizované energii z obnovitelných zdrojů. Projekty si kladou za cíl postupné vyřazení fosilních paliv navzdory vysokým počátečním nákladům, které jsou kompenzovány dlouhodobými úsporami a odolností. Příklady jako dánské tepelné čerpadlo CO₂ a lotyšská solární kolektorová elektrárna dokazují životaschopnost udržitelných systémů, což zdůrazňuje potřebu strategických investic, inteligentního designu a politické podpory.



3.1	Přehled programů vysokoškolského vzdělávání	<u>25</u>
3.1.1	Přehled magisterských studijních programů	<u>26</u>
3.1.2	Přehled bakalářských studijních programů	<u>27</u>
3.2	Přehled programů odborného vzdělání a přípravy	<u>28</u>
3.3	Přehled programů dalšího odborného vzdělávání a přípravy	<u>29</u>
3.4	Průřezové priority (všechny úrovně)	<u>30</u>

Kapitola analyzuje současnou situaci vzdělávacích programů v oblastech HVAC, udržitelné výstavby a energetických systémů. Představuje podrobný přehled stávajících vzdělávacích iniciativ na všech úrovních vzdělávání, včetně vysokých škol, odborného vzdělání a přípravy (vocational education and training, VET) a poskytovatelů dalšího odborného vzdělávání a přípravy (continuing vocational education and training, CVET). Cílem je zjistit, jaké jsou stávající vzdělávací iniciativy a jaké znalosti, dovednosti a schopnosti studenti získávají prostřednictvím studijního programu, učebního plánu či kurzu.

Tato kritéria jsou:

01

Schopnost používat moderní technologie HVAC a digitální nástroje

02

Digitalizace, např. BMS, inteligentní automatizace HVAC, IoT, energetický management založený na umělé inteligenci

03

Znalost předpisů (emisní normy, ekodesign, energetické štítky)

04

Dekarbonizované vytápění

05

Udržitelnost v oblasti vytápění/chlazení.

Vzdělávací programy podle států

Všechna kritéria slouží jako základní měřítka pro posouzení souladu studijních programů s požadavky průmyslu. Odrážejí klíčové kompetence, které odborníci potřebují, aby mohli účinně přispívat k digitalizaci a dekarbonizaci odvětví.

Hodnocením programů podle těchto kritérií je možné identifikovat silné stránky, mezery a příležitosti pro zlepšení znalostí a dovedností potřebných k podpoře zelené transformace. Celkem byly analyzovány údaje předložené partnery projektu pro 110 studijních programů a kurzů na různých úrovních vzdělávání, včetně 23 magisterských programů, 33 bakalářských programů, 19 programů odborného vzdělání a přípravy a 35 programů dalšího odborného vzdělávání a přípravy.



3.1.1 Přehled magisterských studijních programů

Magisterské studijní programy nabízejí komplexní seznámení s moderními technologiemi HVAC a digitálními nástroji, včetně BMS, IoT a datově orientovaných přístupů. Většina programů zahrnuje relevantní normy, zásady ekologického designu a do výuky a projektů začleňuje výsledky v oblasti dekarbonizace a udržitelnosti.

Doporučení pro magisterské studijní programy - Pro posílení souladu všech pěti hodnotících kritérií lze doporučit následující opatření:

01

Zprovoznit kritéria 1 a 2

Zavést laboratoře pro uvádění do provozu a BMS, přenosné nástroje pro zaznamenávání dat, praktická cvičení KNX/IoT a malé mini-projekty energetického managementu s podporou AI spojené s reálnými aktivy. Tyto doplňky by posílily praktické používání nástrojů a zajistily plné pokrytí digitalizace.

02

Zajistit kritérium 3: Znalost předpisů

Programy by měly zahrnovat explicitní moduly týkající se ekodesignu EU, F-plynů a chladiv s nízkým GWP, energetického štítkování a emisí. Použití výpočtových listů a případových studií o dodržování předpisů by pomohlo zajistit, že znalosti v oblasti regulace se vyučují a lze je prokázat.

03

Hodnocení kritérií 4 a 5 prostřednictvím měřitelných výsledků

Závěrečné projekty by měly být navrženy tak, aby podávaly zprávy o klíčových ukazatelích výkonnosti v oblasti energie a uhlíku, výsledcích hydronického vyvažování, strategiích řízení chladiv a uvažování o životním cyklu. To by poskytlo jasný důkaz o integraci dekarbonizace a udržitelnosti.



3.1.2 Přehled bakalářských studijních programů

Bakalářské studijní programy důsledně integrují dekarbonizovaná řešení v oblasti vytápění a chlazení a udržitelnost, často s praktickým zaměřením, které staví na praktickém učení.

Doporučení pro bakalářské studijní programy

01

Vylepšení - kritérium 1: Praktické školení

Strukturované laboratoře by měly být rozšířeny o software pro uvádění do provozu, digitální dvojčata a přenosné dataloggery. Tím by se zajistilo, že absolventi prokáží praktické kompetence spolu s teoretickými znalostmi.

02

Prohloubení - kritérium 2: Digitalizace

Nástroje BMS/IoT, jako jsou záznamy trendů, cvičení diagnostiky detekce poruch (FDD) a jednoduché analýzy, by měly být integrovány do všech programů, včetně tradičních oborů tepelné a elektrické energie. Přidání modulů KNX by dále posílilo digitální kompetence.

03

Standardizace - kritérium 3: Znalost předpisů

Navrhuje se zavést povinnou regulační kostru, která zahrnuje moduly: ekodesign, F-plyny, energetické štítky a emise. Ty by měly být hodnoceny prostřednictvím známkových úkolů, aby bylo zajištěno jednotné hodnocení napříč institucemi.



Přehled programů odborného vzdělání a přípravy

Programy odborného vzdělání a přípravy poskytují praktické, kariérně orientované vzdělání, které vybavuje studenty technickými dovednostmi a aplikovanými znalostmi potřebnými k podpoře zelené a digitální transformace napříč odvětvími a jsou nezbytné pro dosažení cílů udržitelného rozvoje, dekarbonizace a digitalizace.

Na rozdíl od vysokoškolských oborů, které se často zaměřují na teorii a výzkum, klade odborné vzdělávání a příprava důraz na praktické zkušenosti, což z něj činí účinný nástroj pro přípravu pracovní síly a inovace v konkrétních odvětvích.

Doporučení pro programy odborného vzdělání a přípravy

01

Zahrnout kritérium 2: Digitalizace v praxi

Doporučuje se, aby digitalizace se stala povinnou součástí programů odborného vzdělání a přípravy zavedením:

- laboratoře BMS/IoT/KNX,
- praktická cvičení v oblasti zaznamenávání dat,
- cvičení v oblasti detekce a diagnostiky poruch (FDD).

Tyto prvky by zlepšily kritéria 1 a 2 z částečného na úplné sladění.

02

Vytvořit kritérium 3: Konkrétní regulace

Programy by měly zahrnovat mikromoduly na téma:

- F-plyny,
- ekodesign,
- energetické štítkování.

Tyto moduly by měly být podpořeny návody k dodržování předpisů s využitím skutečné dokumentace a hodnoceny prostřednictvím praktických úkolů.

03

Zavést kritéria 4 a 5 do odborné praxe: Dekarbonizace a udržitelnost

Doporučuje se zahrnout praktické jednotky týkající se:

- tepelná čerpadla,
- chladiva s nízkým GWP,
- hydronické vyvažování,
- propojení obálky budovy a systému.

Každá jednotka by měla být spojena s měřenými energetickými a uhlíkovými KPIs, aby poskytovala jasné důkazy o udržitelnosti a výsledcích dekarbonizace.

Přehled programů dalšího odborného vzdělávání a přípravy

Programy dalšího odborného vzdělávání a přípravy nabízejí vzhledem k rychlému vývoji průmyslových odvětví v reakci na environmentální a technologické výzvy flexibilní a cílené příležitosti, které pomáhají odborníkům aktualizovat své dovednosti, zůstat konkurenceschopnými a přispívat k systémové transformaci v kontextu celoživotního učení a adaptace pracovní síly.

Doporučení pro programy dalšího odborného vzdělávání a přípravy

01

Modularizovat k pokrytí všech pěti kritérií

Doporučuje se kombinovat krátké kurzy zaměřené na OEM nebo technologie s doplňkovými mikrolaboratořemi, jako jsou:

- BMS dashboardy,
- cvičení na optimalizaci tepelných čerpadel,
- moduly pro reporting KPIs.

Tyto doplňky by pomohly posunout kritéria 2 (digitalizace), 4 (dekarbonizace) a 5 (udržitelnost) z částečného na úplné splnění.

02

Dokumentovat kritérium 3 jasně

K zajištění auditovatelnosti by programy měly standardizovat osnovy a výstupy učení pro obsah regulace. To zahrnuje:

- jasné popisy (názvy, hodiny, hodnocené úkoly),
- explicitní přiřazení k tématům souvisejícím s regulací, jako je ekodesign, F-plyny a energetické štítkování.

To by pomohlo vyplnit neoznačené buňky a potvrdit soulad při budoucích revizích.

03

Rozšiřovat modely center kompetence

Víceleté programy dalšího odborného vzdělávání, jako jsou v Norsku, Rīgas Siltums (Lotyšsko) a vybrané irské programy (např. ECAC, SOLAS, ASHRAE), by měly být použity jako vzory pro širší implementaci. Tyto modely splňují všechna kritéria a nabízejí komplexní cesty k inteligentnímu, nízkouhlíkovému a regulačně kompatibilnímu provozu.



Soulad vzdělávacích programů s pěti kritérii

	(1) Moderní nástroje	(2) Digitalizace	(3) Regulace	(4) Dekarbonizace vytápění a chlazení	(5) Udržitelnost
Magisterský titul	Ano / Částečně (Lotyšsko částečně)	Ano / Částečně	Ano / Částečně	Ano	Ano
Bakalářský titul	Ano / Částečně	Ano / Částečně	Smíšené / Částečně	Ano / Částečně	Ano / Částečně
Odborné vzdělání	Částečně → Ano	Částečná / Ne → Ano (závisí na státu)	Částečně	Smíšené (včetně ano)	Částečně / Ano
Další odborné vzdělávání	Částečně → Ano (kompetenční centra)	Částečně	Ano / Částečně	Částečně → Ano	Částečně → Ano

Tabulka 2. Shrnutí souladu vzdělávacích programů s pěti kritérii

3.4

Průřezové priority (všechny úrovně)

01

Zlepšit praktickou výuku (kritérium 1)

Zřídít standardní laboratoře s nástroji, jako je software pro uvádění do provozu, sady BMS/IoT, digitální dvojčata a dataloggery. Studenti mohou získat reálné zkušenosti s technologiemi, o kterých se učí.

02

Začlenit digitální dovednosti do každodenní výuky (kritérium 2)

Vyučovat o digitalizaci nejen v přednáškách, ale zahrnout analytické úkoly a úkoly zaměřené na detekci chyb do domácích úkolů a zkoušek v bakalářských programech, učebních plánů a celoživotních kurzů vzdělávání.

03

Vyučovat předpisy jasně a důsledně (kritérium 3)

Aktualizovat obsah výuky o ekologický design, fluorované plyny, energetické štítky a emise. Používat úkoly s bodovým hodnocením, jako jsou kontrolní seznamy, výpočty a malé případové studie, aby se ověřilo, zda studenti rozumí pravidlům.

04

Měřit udržitelnost a dekarbonizaci (kritéria 4 a 5)

Propojit laboratoře a projekty s reálnými výsledky, jako jsou údaje o energii a uhlíku, výběr chladiv a uvažování o životním cyklu. Tím se zajistí, že studenti budou moci uplatnit to, co se naučili, v reálných situacích.

05

Využívat univerzity jako centra vzdělávání

Kvalitní studijní programy by měly být vodítkem a oporou pro odborné vzdělání a další odborné vzdělávání. To pomáhá zvyšovat kvalitu vzdělávání na všech úrovních.

Implementace výše uvedených doporučení zajistí, že pokrytí všech pěti kritérií bude konzistentní, auditovatelné a připravené pro použití v praxi.





4.1

Analýza hloubkových rozhovorů

32

- 4.1.1 Pracovní rutina a řešení problémů (každodenní výzvy a chybějící znalosti) 32
- 4.1.2 Transformace odvětví a nové technologie 33
- 4.1.3 Připravenost pracovní síly a mezery v dovednostech 33
- 4.1.4 Vzdělávací programy a zlepšení odborné přípravy 34
- 4.1.5 Shrnutí analýzy hloubkových rozhovorů 35

4.2

Analýza výsledků průzkumu

36

- 4.2.1 Metodika průzkumu 36
- 4.2.2 Shrnutí analýzy výsledků průzkumu 38

Kapitola představuje výsledky primárního výzkumu, který byl proveden s cílem ověřit a upřesnit poznatky získané ze sekundárního výzkumu a konzultací s odborníky. Na základě strukturovaného třífázového přístupu zahrnujícího neformální diskuze, cílené průzkumy a hloubkové rozhovory byly shromážděny kvalitativní a kvantitativní údaje od klíčových zainteresovaných stran v odvětví vytápění a chlazení. Mezi ně patřili projektanti, stavitelé/installatéři, provozovatelé/dohlážitelé a výrobci rozdělení podle úrovně zkušeností.

4.1

Analýza hloubkových rozhovorů

Hloubkové rozhovory byly vedeny pomocí polostrukturovaného průvodce zahrnujícího čtyři témata. Tazatelé měli možnost otázky přeskočit nebo přizpůsobit a klást další otázky v závislosti na konkrétním kontextu a s ohledem na odborné znalosti respondenta, jeho zkušenosti a dostupný čas. Každý rozhovor trval přibližně jednu hodinu.

Odborníci, kteří nebyli k dispozici pro hloubkové rozhovory, byli vyzváni k vyplnění samostatného průzkumu. Dbalo se na to zabránit duplicitě, a proto oslovený respondent se účastnil buď rozhovoru, nebo průzkumu.

Hloubkových rozhovorů se zúčastnilo celkem 52

respondentů zastupujících následující státy: Německo, Lotyšsko, Polsko, Srbsko, Norsko, Belgie, Česko, Irsko, Španělsko a Dánsko.

4.1.1 Pracovní rutina a řešení problémů

Hlavní technické výzvy v odvětví HVAC vyplývají ze systémových nedostatků v oblasti návrhu, kvality instalace a správy systémů. Odborníci ve všech rolích se obvykle soustředí spíše na své individuální úkoly nebo komponenty než na celkovou funkčnost a životní cyklus systému, což vede k nevhodným rozhodnutím v oblasti návrhu, omezenému přístupu k údržbě a neoptimálnímu výkonu. Tyto problémy ještě zhoršuje nedostatečná komunikace mezi

projektanty, instalatéry a provozovateli, protože chybějící zpětná vazba způsobuje nákladné konflikty a nutnost přepracování. Jako významný vzorec vychází, že nově vyškolení odborníci disponují teoretickými znalostmi a postrádají praktické zkušenosti, zatímco zkušení odborníci postrádají digitální gramotnost a systémové myšlení potřebné pro moderní integrované technologie (BMS, IoT, AI).



Odborníci shodně identifikují tři hlavní oblasti změn, které předdefinují roli odborníků v oblasti HVAC:

01

Dekarbonizace a nové zdroje energie

Novou generaci plynových kotlů nahrazují tepelná čerpadla (vysokoteplotní, duální, modulární). Hlavní změnou je přechod na přírodní/nízko-GWP chladiva (R290, CO₂, amoniak, HFO) v důsledku postupného omezování používaných fluorovaných plynů. Hybridní systémy (tepelné čerpadlo + fosilní paliva/solární energie) jsou klíčové, zejména při renovaci. Elektrifikace je hlavním hnacím motorem, který vyžaduje elektrotechnické znalosti.

02

Digitalizace a automatizace

Řízení založené na umělé inteligenci, platformy IoT/Cloud, integrace BMS/EMS a inteligentní měřiče s dynamickými tarify. Tyto systémy umožňují optimalizaci v reálném čase a prediktivní údržbu. Budoucí odborníci v oblasti HVAC musí získat odborné znalosti v oblasti analýzy dat, kybernetické bezpečnosti a logiky řídicích algoritmů, aby mohli efektivně spravovat inteligentní systémy.

03

Digitální modelování a integrace systémů

BIM (Building Information Modelling), digitální dvojčata a energetická simulace (CFD) mění podobu designu. Tato změna umožňuje modulární systémy typu Plug & Play a prefabrikovaná řešení, což výrazně snižuje dobu instalace a počet chyb.

Připravenost pracovní síly a mezery v dovednostech

Nejkritičtější výzvou, před kterou stojí odvětví HVAC, je všeobecný nedostatek kvalifikovaných pracovníků ve všech fázích kariéry. Zatímco nově vyškolení odborníci často postrádají praktické zkušenosti, zkušení profesionálové se potýkají s rychlým zaváděním digitálních nástrojů a zelených technologií.

Vzdělávací programy a zlepšení odborné přípravy

Analýza vzdělávacích programů a zlepšení v oblasti školení odhaluje shodu v tom, že současné vzdělávání v oblasti HVAC bývá nedostatečné, zastaralé a postrádá nezbytný důraz na praktické, mezioborové a digitální

kompetence, které vyžaduje rychle se transformující průmysl. Hlavní výzvou je překlenout propast mezi teoretickými znalostmi a praktickým uplatněním, což je ještě umocněno nedostatečnou znalostí předpisů.

Klíčová témata školení, která mají být zahrnuta

01

Znalost předpisů a norem:

Povinné, aktualizované vzdělávání v oblasti právních předpisů, emisních norem, ekodesignu, energetického štítkování a bezpečnostních norem.

02

Základní inženýrství (praktické):

Hlubší a soudržné znalosti hydrauliky, elektrických systémů, čtení schémat a výpočtu tepelné spotřeby. Mnohé vysokoškolské předměty byly považovány za irelevantní, protože nebyly propojeny s praxí.

03

Digitalizace a automatizace:

Nástroje pro návrh BIM/3D, konfigurace a logika EMS/BMS, platformy IoT, výpočty podporované umělou inteligencí, analýza dat a kybernetická bezpečnost.

04

Uvedení do provozu a optimalizace:

Nastavení systému, ladění pro reálné použití, kalibrace senzorů, hydraulické vyvažování a diagnostika poruch.

05

Bezpečnost a udržitelnost:

Bezpečné zacházení s novými chladivými, které vyžaduje povinnou certifikaci. Dále školení v oblasti uhlíkové a vodní stopy a analýzy LCA/TCO.

06

Přechod na čistou energii:

Složitost a špatná implementace vyplývající z nedostatečných dovedností podkopávají důvěru v čisté technologie a posilují vnímání, že „nečistá“ řešení jsou stále finančně atraktivnější. Projekty často nedosahují očekávaných úspor energie, a to i přes významné počáteční investice.

Zjištění odhalují rozsáhlé systémové problémy ve všech rolích v hodnotovém řetězci HVAC. Projektanti často postrádají praktické zkušenosti a potýkají se s hydraulickou dynamikou, automatizační logikou a používáním moderních návrhových nástrojů, jako jsou BIM a 3D CAD. Jejich práce je často založena na neúplných informacích, což vede k konstrukčním nedostatkům, které komplikují instalaci a údržbu. Instalatéři čelí nedostatku kvalifikované pracovní síly a spoléhají se na zastaralé postupy. Mnozí z nich nemají základní znalosti v oblasti hydrauliky a elektřiny a pod tlakem často vynechávají důležité kroky, jako je uvedení do provozu a dokumentace.

Provozovatelé, včetně správců budov a koncových uživatelů, jsou často nedostatečně proškoleni a nevědí, jak optimalizovat výkon systému. To vede k dlouhodobé neefektivitě a nesprávnému používání zařízení. Výrobci sice technologicky pokročili, ale čelí výzvám při zajišťování správné instalace a používání svých produktů. K těmto problémům přispívá nedostatečná dokumentace, nedostatek školení a omezená interoperabilita se systémy správy budov.

Sektor prochází rychlou transformací poháněnou dekarbonizací, digitalizací a systémovou integrací. Tradiční řešení nahrazují nové technologie, jako jsou vysoce účinná tepelná čerpadla, chladiwa s nízkým GWP a hybridní systémy. Elektrifikace se rozšiřuje, což vyžaduje, aby odborníci získali znalosti v oblasti elektrotechniky a bezpečnosti. Digitální nástroje, jako jsou ovládací prvky založené na umělé inteligenci, platformy IoT a inteligentní měřiče, se stávají standardem a vyžadují odborné znalosti v oblasti analýzy dat, kybernetické bezpečnosti a automatizační logiky. Projektanti se vyvíjejí v digitální integrátory, kteří potřebují znalosti v oblasti simulačních nástrojů, analýzy životního cyklu a řídicích protokolů. Instalatéři se musí stát digitálními techniky, schopnými zacházet s pokročilými chladiwy a používat inteligentní nástroje pro diagnostiku a uvádění do provozu. Provozovatelé se mění v energetické manažery, kteří jsou odpovědní za interpretaci dat a vzdálenou správu systémů. Výrobci se přesouvají k modelům orientovaným na služby, integrují možnosti IoT a modulární výrobu, aby splnili regulační požadavky a očekávání trhu.

Rozhovory poukazují na kritický nedostatek dovedností ve všech fázích kariéry. Novým profesionálům často chybí praktické zkušenosti, zatímco zkušení pracovníci se snaží přizpůsobit digitálním a udržitelným technologiím. Návrháři potřebují lepší školení v oblasti regulačních standardů, praktických znalostí o lokalitách a řízení projektů. Instalatéři potřebují základní odborné dovednosti, bezpečnostní certifikaci a schopnosti v oblasti digitálního uvádění do provozu. Operátoři se musí naučit interpretovat energetická data a efektivně spravovat systémy. Výrobci musí zlepšit dokumentaci produktů, školení a kompatibilitu systémů.

Vzdělávací programy jsou považovány za zastaralé a příliš teoretické. Odborníci volají po dvojím přístupu, který kombinuje hluboké školení specifické pro danou roli s mezioborovými znalostmi za účelem zlepšení spolupráce.

Školení by mělo zahrnovat předpisy, praktické inženýrství, digitální nástroje, uvádění do provozu a udržitelnost. Mezi preferované formy výuky patří praktická školení, mentorství, online kurzy, stáže a případové studie. Zainteresované strany, jako jsou vlády, vzdělávací instituce a podniky, musí spolupracovat na aktualizaci studijních programů a učebních plánů, poskytování pobídek a zajištění kvalitního školení. Povinné certifikace by se měly zaměřit na praktické použití, bezpečnost a digitální integraci, přičemž někteří odborníci navrhuje propojit certifikaci s úrovní mezd, aby se zajistily vysoké standardy a účast.

4.2 Analýza výsledků průzkumu



4.2.1 Metodika průzkumu

Průzkum byl proveden anonymně pomocí Google Forms a byl navržen tak, aby shromáždil jak kvalitativní, tak kvantitativní údaje. Jeho vyplnění trvalo přibližně 10–15 minut.

Respondentům byly položeny různé typy otázek, včetně výběru z více možností, otevřených odpovědí a úkolů s hodnocením, kde měli seřadit dané možnosti podle důležitosti.

Průzkum shromáždil odpovědi od **55 odborníků v oblasti HVAC** z devíti evropských zemí (Lotyšsko, Irsko, Spojené království, Španělsko, Švédsko, Polsko, Rakousko, Finsko a Belgie), což odráží širokou geografickou perspektivu o pracovní síle a dovednostech v tomto odvětví. Respondenti mají různorodé profesní zázemí a úroveň zkušeností v odvětví HVAC. Většina respondentů byli projektoví manažeři (31 %), instalatéři (33 %) a projektanti (29 %), zatímco menší část (7 %) zastupovala jiné role.

Účastníci byli poměrně rovnoměrně rozděleni do věkových skupin, přičemž 18 % bylo ve věku 26–35 let, 30 % ve věku 36–45 let, 25 % ve věku 46–55 let a 27 % ve věku 56 let a starších. Pokud jde o odborné zkušenosti, téměř polovina (49 %) měla více než 20 let praxe v oboru, 22 % mělo 6–10 let, dalších 22 % mělo 10–20 let a menší skupiny měly 4–6 let (5 %) nebo méně než 2 roky (2 %) praxe.

Shrnutí analýzy výsledků průzkumu

Průzkum zkoumal vnímání připravenosti pracovní síly, potřeby školení a budoucí výzvy v odvětví HVAC.

Respondenti hodnotili připravenost nových specialistů na pracovní povinnosti 4,9 body z 10, připravenost pracovat s digitálními technologiemi 5,9 body a celkovou připravenost odvětví na digitalizaci 5,0 body, což naznačuje mírné obavy ve všech směrech. Většina se domnívala, že odborníci v oblasti HVAC by měli své znalosti aktualizovat jednou nebo dvakrát ročně, přičemž měsíční aktualizace nepodporovali. Pokud jde o budoucí vzdělávání, 55 % respondentů upřednostňovalo školení zaměřené na konkrétní role, zatímco 29 % podporovalo mezioborové přístupy. Z otevřených odpovědí vyplynuly běžné technické výzvy, jako jsou nejednoznačnosti v předpisech, chyby v návrhu, nedostatek odborných kompetencí, špatná komunikace a nedostatečné údaje. Mezi naléhavě potřebné dovednosti patřila automatizace, BIM, návrh nízkouhlíkových systémů a znalost předpisů. Mnoho respondentů si přálo, aby se naučili používat digitální nástroje, automatizační systémy a získali praktické zkušenosti již dříve ve své kariéře.

Mezi technologie, které by měly mít největší dopad na tento sektor v příštích 5–10 letech, patří umělá inteligence, digitalizace, nová chladiva, tepelná čerpadla a zelené technologie. Při řešení složitých problémů se odborníci nejvíce spoléhají na analytické myšlení, brainstorming v týmu a konzultace s odborníky. Praktická školení a projektové učení byla považována za nejúčinnější metody rozvoje dovedností. Zlepšení současných vzdělávacích programů by mělo upřednostňovat praktické zkušenosti, integraci předpisů a průběžné vzdělávání. Digitální nástroje, jako jsou BIM, digitální dvojčata a inteligentní systémy budov, byly identifikovány jako klíčové pro budoucnost. Mezi témata školení, která by měla být upřednostněna, patří návrh a instalace čisté energie, dodržování předpisů, integrace inteligentních systémů a diagnostika založená na umělé inteligenci. Největšími překážkami pro přijetí technologií HVAC využívajících čistou energii byly vysoké počáteční náklady, nedostatek kvalifikovaných instalatérů, nedostatečné technické znalosti a omezené povědomí klientů. K odporu přispěly také problémy s kompatibilitou, složité předpisy a nejistý dlouhodobý výkon, stejně jako obavy z rychlých technologických změn.

Závěr

Dekarbonizace vytápění je klíčová pro dosažení klimatické neutrality v Evropě i na celém světě. Analýza situace ukazuje, že dekarbonizace v Evropě postupuje díky silné koordinaci politiky, technologií a vzdělávání, ale úspěch této transformace závisí na účinné implementaci a připravenosti pracovní síly.

Soudržný základ pro dekarbonizaci vytvořil z technologického hlediska regulační rámec EU zakotvený v Green Deal, přepracované směrnici EPBD, směrnici EED a směrnici RED III. Tepelná čerpadla, nízkoteplotní dálkové vytápění, geotermální, solární termální a technologie pro využití odpadního tepla jsou nyní dostatečně vyspělé pro nasazení ve velkém měřítku. Současně se digitalizace energetických systémů prostřednictvím inteligentních měřičů, systémů správy budov (BMS) a datových řídicích systémů stává klíčovým faktorem pro efektivitu, flexibilitu a integraci obnovitelných zdrojů. Zavedení společného evropského prostoru pro energetická data (CEEDS) a ukazatele připravenosti na inteligentní technologie (SRI) představují rozhodující krok směrem k interoperabilním budovám a sítím připraveným na inteligentní technologie. Plné výhody se však projeví až tehdy, když budou tyto digitální systémy integrovány napříč sektory a regiony.

Analýza 68 případových studií na úrovni budov odhalila konzistentní pokrok v elektrifikaci, digitálním monitorování a zpětném získávání energie. Komerční a průmyslové budovy vedou v zavádění řídicích systémů vylepšených umělou inteligencí, zatímco veřejné a institucionální budovy vykazují silný trend k nízkoteplotním systémům a hybridnímu vytápění. V obytných budovách se stále více využívají tepelná čerpadla a fotovoltaika, i když starší infrastruktura, riziko přehřátí a omezené aktivní chlazení zůstávají výzvami. Sítě na úrovni okresů se vyvíjejí do decentralizovaných systémů založených na obnovitelných zdrojích, přičemž projekty v Dánsku, Lotyšsku a Německu prokazují proveditelnost a dlouhodobé nákladové výhody.

Navzdory tomuto vývoji přetrvávají překážky: vysoké počáteční náklady, nedostatek pracovních

sil, roztržitá regulace, omezené povědomí a mezery v interoperabilitě a kybernetické bezpečnosti. Zrychlení pokroku vyžaduje koordinované investice, flexibilní místní trhy a mezisektorovou spolupráci, aby bylo zajištěno, že elektrifikované vytápění a inteligentní ovládání mohou spolehlivě nahradit fosilní zdroje energie pro pokrytí spotřeby ve špičkách.

Důležitá je i dimenze dovedností. Analýza vzdělávání ve 110 programech (bakalářské a magisterské studium, odborné vzdělání a příprava a další odborné vzdělávání) odhalila, že zatímco teoretické znalosti o udržitelnosti jsou na vysoké úrovni, digitální a regulační gramotnost zůstává nerovnoměrná. Vysokoškolské studium poskytuje pevný základ v systémovém myšlení a klimatické politice, ale odborné a další vzdělávací programy často postrádají strukturovanou expozici digitálním nástrojům, jako jsou BMS, IoT a analýza dat. Rozšíření praktických laboratoří, zavedení praxe a regulačních modulů je nezbytné k překlenutí propasti mezi ambicemi politiky a praktickými kompetencemi.

Závěrem lze říci, že Evropa disponuje politickým a technologickým základem pro digitalizovanou dekarbonizaci. Výzvou do budoucna je realizace: zajištění interoperability, správy dat, kybernetické bezpečnosti a zvyšování kvalifikace pracovní síly schopné navrhovat, integrovat a spravovat inteligentní nízkouhlíkové systémy. Pokud se tyto předpoklady podaří realizovat v příštích dvou až třech letech, může Evropa upevnit své vedoucí postavení v oblasti čistého tepla a do poloviny století dosáhnout odolného, inkluzivního a klimaticky neutrálního energetického systému.

Doporučení

*Přechod k dekarbonizovanému a digitalizovanému vytápění a chlazení vyžaduje koordinované kroky na několika úrovních správy, průmyslu a vzdělávání. Doporučení shrnují závěry **Zprávy o analýze stavu a doplňkových regionálních hodnocení a nastiňují praktické priority pro každou skupinu zúčastněných stran.***

1. Pro tvůrce politik a regulační orgány

Evropské a národní orgány by měly upřednostnit důsledné provádění a posílení pravomocí na místní úrovni. Základní pravidla již existují: směrnice EPBD (2024), směrnice EED, směrnice RED III a reforma struktury trhu s elektřinou. Budou však účinná pouze v případě, že jejich prosazování bude jednotné, zdroje financování spolehlivé a pokrok bude transparentně sledován. To znamená převést vysoké cíle na jasná místní opatření a podpořit je stabilním financováním a monitorováním.

Za prvé, zavést povinné místní plánování vytápění ve všech členských státech podle dánského modelu. Obce potřebují pravomoci a nástroje k mapování poptávky po vytápění a chlazení, stávajících sítí a zdrojů obnovitelné energie a odpadního tepla, aby mohly vybrat nejvhodnější cesty (sítí vytápění, velká tepelná čerpadla, geotermální energie, solární termální energie, elektrifikace budov).

Za druhé, zjednodušit povolená řízení a navýšit financování pro obnovitelné a hybridní řešení. Spojit dotace a nízkonákladové financování s pobídkami založenými na výkonu,

jako jsou bílé nebo zelené certifikáty, aby byly projekty odměňovány za ověřené úspory a snížení emisí, nikoli pouze za instalovaný výkon.

Za třetí, standardizovat digitální požadavky na budovy a projekty regionální energetiky. Specifikovat otevřené standardy interoperability, minimální postupy zabezpečení dat a praktické reportování pomocí indikátoru připravenosti na inteligentní technologie (SRI), aby se aktiva mohla bezpečně připojit k sítím a trhům. Tím se sníží závislost na dodavatelích,lepší se kybernetická odolnost a odemkne se analytika a optimalizace v měřítku.

A konečně, otevřít a posílit trhy s flexibilitou. Stanovit jasná a harmonizovaná pravidla, aby agregátoři, budovy, elektromobily a tepelná čerpadla mohli poskytovat síťové služby: kapacitu, vyrovnávání, odlehčení přetížení na stejné úrovni jako tradiční aktiva. To umožní nahradit fosilní špičkové zdroje flexibilitou na straně poptávky, snížit systémové náklady a urychlit přechod na čisté teplo při zachování stability sítě.

2. Pro průmysl a veřejné služby

Odvětví vytápění a chlazení hraje klíčovou roli na cestě Evropy k dekarbonizaci a digitalizaci. Společnosti musí inovovat v oblasti technologií a investovat do lidí, aby mohly uspokojit rostoucí poptávku po nízkouhlíkových a inteligentních energetických systémech.

Do rozvoje pracovní síly a celoživotního vzdělávání je nutné investovat. Subjekty ve vzdělávání by se měly zavázat k budování dovedností a kapacit potřebných pro příští generaci technologií vytápění a chlazení. To zahrnuje zavedení strukturovaných programů školení a zvyšování kvalifikace pro inženýry, instalatéry a provozovatele se zaměřením na nové kompetence, jako je integrace digitálních systémů, analýza dat, inteligentní ovládání a kybernetická bezpečnost. Celoživotní profesní rozvoj se musí stát součástí firemní kultury, aby pracovní síla držela krok s vývojem technologií a regulačními požadavky.

Nezbytná je úzká spolupráce mezi průmyslem a vzdělávacími institucemi. Společnosti by měly

spolupracovat s univerzitami, odbornými školami a školicími středisky na společném navrhování studijních programů, učebních plánů a kurzů, které odrážejí skutečné potřeby trhu a používané technologie, jako jsou tepelná čerpadla, automatizace budov, systémy dálkového vytápění a digitální monitorovací nástroje. Společné iniciativy, jako jsou učňovské programy, živé laboratoře nebo demonstrace na místě, mohou studentům a stážistům poskytnout praktické zkušenosti a překlenout propast mezi teorií a praxí.

Průmysl může zajistit sladění vzdělávání a rozvoje pracovní síly stálý přísun kvalifikovaných odborníků připravených navrhovat, instalovat a spravovat pokročilé systémy vytápění a chlazení. To posiluje jak konkurenceschopnost a inovace, tak pomáhá urychlit celkovou energetickou transformaci Evropy směrem k nízkouhlíkové budoucnosti založené na datech.

3. Pro obce a místní úřady

Města a regiony jsou místem, kde se dekarbonizace stává realitou, proto by místní samosprávy měly jít příkladem s jasnými daty, financovatelnými projekty a otevřenou komunikací. Lze začít vytvořením integrovaných energetických a tepelných map, které vrství profily poptávky, stavební fond, síťová aktiva a místní zdroje, jako jsou geotermální energie, odpadní voda, teplo z datových center a potenciál střešních fotovoltaických systémů. Tyto mapy je možné použít k nastavení zón pro dálkové vytápění/chlazení, k identifikaci míst, kde má smysl instalovat velká tepelná čerpadla nebo okolní smyčky, a k určení čtvrtí, které by nejvíce profitovaly z hloubkových rekonstrukcí.

Tyto poznatky lze transformovat do balíčků programů připravených k investování. Sdružování podobných projektů, jako jsou skupiny škol, bloky sociálního bydlení nebo obecní budovy, snižuje transakční náklady a přitahuje věřitele a energetické služby (ESCO). Strukturovat balíčky pomocí standardizovaných návrhů, smluv a KPIs, aby bylo možné financovat komunitní tepelná čerpadla, nízkoteplotní systémy pro dálkové vytápění a renovace zaměřené na konstrukci budov v širokém měřítku prostřednictvím zelených dluhopisů, ELENA/InvestEU nebo partnerství veřejného a soukromého sektoru. Nutné je zahrnout záruky na provoz a údržbu po celou dobu životnosti a záruky výkonu k zajištění úspory.

Zajistit si podporu obyvatel a zainteresovaných stran pomocí transparentního digitálního zapojení. K tomu zveřejňovat jednoduché přehledy, které ukazují místní spotřebu energie, stav projektu, tarify a úspory uhlíku podle jednotlivých čtvrtí. Nabízet samoobslužné nástroje, aby domácnosti a malé a střední podniky mohly vidět výhody připojení k síti, přechodu na tepelné čerpadlo nebo zapojení do programu modernizace. Spojit to s jasnou ochranou spotřebitelů, spravedlivými zásadami připojení a cílenou podporou pro domácnosti s nízkými příjmy k zajištění spravedlivého přechodu.

Nakonec sladit interní kapacity s ambicemi. Zřídit meziresortní jednotku pro dodávky čistého tepla (plánování, bydlení, nákup, IT, finance), která bude urychlovat vydávání povolení, standardizovat sdílení dat s dodavateli energií a organizovat otevřená výběrová řízení podporující interoperabilitu. Zavést školení pro zaměstnance městských úřadů v oblasti plánování vytápění, nákupu digitálních systémů, základů kybernetické bezpečnosti a uzavírání smluv o výkonu. Obce mohou - díky spolehlivým mapám, bankovním balíčkům a poctivému veřejnému reportingu - proměnit národní cíle ve viditelný komfort, pracovní místa a nižší účty v praxi.

4. Pro vzdělávací a školicí instituce

Odstraňování mezer v kompetencích v oblasti čistého vytápění začíná ve třídách, laboratořích a na reálných pracovištích. Univerzity, odborné školy a poskytovatelé dalšího odborného vzdělávání by měli modernizovat své programy a kurzy, aby absolventi mohli od prvního dne navrhovat, integrovat, uvádět do provozu a provozovat digitální nízkoemisní systémy vytápění a chlazení. To znamená začlenit digitální kompetence: systémy správy budov (BMS), senzory a protokoly IoT, analýzu a vizualizaci dat, řídicí techniku a základní kybernetickou bezpečnost do programů inženýrství, architektury, zařízení a řemesel, a to nikoli jako volitelné předměty, ale jako základní výuku. Spojit teorii s praktickým učením: zřídit živé laboratoře, vybavené budovy a kurzy uvedení do provozu na místě spojené se skutečnými aktivy (tepelná čerpadla, nízkooteplotní hydronika, podružné měření, rozhraní pro energetické sítě). Studenti by měli absolvovat studium se schopností, jak sledovat trendy, diagnostikovat, vyvažovat a optimalizovat systémy pomocí skutečných dat a otevřených nástrojů.

Studijní programy musí rozvíjet znalosti také v oblasti politiky a financí. Budoucí odborníci se musí orientovat v EPBD, RED III, EED, produktových normách, F-plynech a taxonomii EU a tyto znalosti převést do realizace projektů: výběr kompatibilních technologií, strukturování nabídek, kvantifikace úspor a kombinace pobídek. Moduly založené na konkrétních případech by měly studenty provést procesem povolování, zadávání zakázek, měření a validace a uzavírání smluv o výkonu, aby mohli proměnit plány v financované projekty.

A konečně, prohloubit spolupráci mezi průmyslem a vzděláváním. Vyzvat výrobce, energetické společnosti a obce, aby společně navrhovali moduly, dodávali vybavení a datové soubory, pořádali stáže a otevírali stránky pro závěrečné projekty. Používat standardní, dodavateli neutrální nástroje a otevřené protokoly k eliminaci uzamčení a vybudovat u absolventů myšlení zaměřené na interoperabilitu. Sledovat výsledky: míru umístění, získané certifikace, naměřené úspory energie/uhlíku ze studentských projektů a výsledky využívat ke zlepšení programu vzdělávání. Poskytovatelé vzdělávání mohou proměnit díky kombinaci digitálních dovedností, praxe s reálnými aktivy, znalosti politiky a financí a přenositelných mikrocertifikátů dnešní nedostatek kompetencí v zítřejší kapacitu pro přechod Evropy na čisté teplo.

Velká část pracovní síly je již aktivní na trhu práce, a proto by měla být nabídka celoživotního vzdělávání rozšířena pro instalatéry, provozovatele, městské plánovače a týmy energetických služeb (ESCO). Krátké kurzy, kombinovatelné mikrocertifikáty by měly být poskytovány k tématům, jako je uvádění tepelných čerpadel do provozu, provoz nízkooteplotních sítí, digitální dvojčata, detekce a diagnostika poruch (FDD) a připravenost na reakci na poptávku. Tam, kde je to možné, by hodnocení měla být sladěna s rámci vzájemného uznávání v EU, aby certifikáty byly přenositelné a doprovázely pracovníky přes hranice.

5. Pro subjekty zabývající se výzkumem a inovacemi

Přechod Evropy na čisté teplo nyní závisí na systémové integraci a digitální správě, což jsou oblasti, ve kterých mohou mít výzkumné organizace, inovační klastry a projekty EU mimořádný dopad. Priority by se měly přesunout od výkonu jednotlivých komponent k optimalizaci celého systému: jak budovy, sítě, skladování a rozvodné sítě interagují v reálných podmínkách, na trzích a za různých povětrnostních podmínek.

Za prvé, energetický management založený na AI je nutný jako běžná inženýrská disciplína. Vyvinout a porovnat algoritmy pro předvídání (zatížení, výkon FV/HP, ceny), optimální řízení (modelové prediktivní řízení pro multienergetické systémy) a detekci a diagnostiku poruch, které fungují s neuspořádanými a ojedinělými daty. Spojit je s optimalizací tepelného skladování – od stavební hmoty a zásobníků teplé vody po PTES/BTES/ATES, aby skladování bylo řízeno s explicitními KPIs pro uhlík, komfort a flexibilitu sítě.

Za druhé, vytvořit základy pro bezpečnou a interoperabilní výměnu dat mezi sítěmi, budovami a systémy v jednotlivých oblastech. Přispět k otevřeným referenčním implementacím standardních API, schémat metadat a správy identit/souhlasů kompatibilních s nově vznikajícími evropskými

prostory pro energetická data. Do pilotních projektů začlenit již od návrhu ochranu soukromí a kyberbezpečnost (modelování hrozeb, architektury zero-trust, bezpečné připojení zařízení) a zveřejňovat opakovaně použitelné příručky, aby je mohly města a energetické společnosti zopakovat.

Za třetí, investovat do sociálně-technického výzkumu, aby přechod byl inkluzivní a trvalý. Vyhodnotit lidské faktory (použitelnost ovládacích prvků, důvěra v automatizaci), dopady na rovnost (kdo těží z pobídek a příjmů z flexibility) a behaviorální reakce (komfort, nastavené hodnoty, účast na obnově dat). Spojit to s technicko-ekonomickou analýzou a posouzením životního cyklu (provozní + zabudovaný uhlík, chladiwa), aby řešení byla nákladově efektivní a v souladu s klimatickými cíli.

Za čtvrté, působit jako organizátoři a sjednotit výrobce, provozovatele distribučních soustav (DSO)/provozovatele přenosových soustav (TSO), energetické služby (ESCO) a poskytovatele vzdělávání v oblasti dovedností, standardů a důkazů. Jsou-li výsledky výzkumu k dispozici ve formě dokumentovaného kódu, datových sad, vzorových smluv a školicích modulů, jsou okamžitě použitelné a proměňují inovace v dopad na úrovni města.

Stručně řečeno, koordinovaná akce je nezbytná: **tvůrci politik** musí zjednodušit a standardizovat, **průmysl** musí digitalizovat a dekarbonizovat, **obce** musí plánovat na místní úrovni, **vzdělávání** musí kvalifikovat pracovní sílu a **výzkumníci** musí bezpečně inovovat. Společným postupem mohou tyto zainteresované strany do počátku 30. let 21. století proměnit evropský politický rámec v plně funkční, datově řízený systém čistého vytápění.

- ADEME. (2024, November 26). *Key messages – The French Agency for Ecological Transition*. <https://www.ademe.fr/en/futures-in-transition/key-messages/>
- Ameli, H., Strbac, G., Pudjianto, D., & Ameli, M. T. (2024). A review of the role of hydrogen in the heat decarbonization of future energy systems. *Energies*, 17(7), 1688. <https://doi.org/10.3390/en17071688>
- Belderbos, H. (2024, May 10). *UK Government is shifting its focus to electricity for low-carbon heating*. Open Access Government. <https://www.openaccessgovernment.org/uk-government-is-shifting-its-focus-to-electricity-for-low-carbon-heating/177068/>
- **Berg Insight**. (2025, March 20). *Smart electricity meter penetration rate in Europe reached 63 percent at the end of 2024*. Retrieved from <https://www.berginsight.com/smart-electricity-meter-penetration-rate-in-europe-reached-63-percent-at-the-end-of-2024/>
- Directorate-General for Research and Innovation (European Commission). (2021). *European Green Deal*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2777/33415>
- Belderbos, H. (2024, May 10). *UK Government is shifting its focus to electricity for low-carbon heating*. Open Access Government. <https://www.openaccessgovernment.org/uk-government-is-shifting-its-focus-to-electricity-for-low-carbon-heating/177068/>
- Bouzarovski, S., Thomson, H., & Cornelis, M. (2021). Confronting energy poverty in Europe: A research and policy agenda. *Energies*, 14(4), 858. <https://doi.org/10.3390/en14040858>
- Burns, J. (2024, October 30). *Air quality and energy efficiency can coexist*. *Facilities Dive*. <https://www.facilitiesdive.com/news/indoor-air-quality-with-energy-efficiency-possible/731495/>
- CEIC Data. (n.d.). *Countries*. <https://www.ceicdata.com/en/countries>
- Connolly, D., Hansen, K., Drysdale, D., Lund, H., Mathiesen, B. V., Werner, S., Persson, U., Möller, B., Wilke, O. G., Bettgenhäuser, K., Pouwels, W., Boermans, T., Novosel, T., Krajačić, G., Duić, N., Trier, D., Møller, D., Odgaard, A. M., & Jensen, L. L. (2015). *STRATEGO WP2 Country Report: Italy*. Heat Roadmap Europe. Retrieved from <https://heatroadmap.eu/wp-content/uploads/2018/11/STRATEGO-WP2-Country-Report-Italy.pdf>
- Cornelis, M. (2024, November 20). *What is the status of energy poverty in the EU?* *EnergyTransition.org*. <https://energytransition.org/2024/11/what-is-the-status-of-energy-poverty-in-the-european-union/>
- Defreville, H. (2025, January 20). *Waste heat: The first resource to exploit for renewable and sustainable heat*. Newheat. <https://newheat.com/en/waste-heat-the-first-resource-to-exploit-for-renewable-and-sustainable-heat/>
- Ecoltd Group. (2023, September 12). *Mitigation in practice: Energy efficiency in residential buildings - E Co. E Co*. <https://ecoltdgroup.com/mitigation-in-practice-energy-efficiency-in-residential-buildings/>
- ENERGY STAR. (n.d.). *Energy Efficiency Program Sponsor Frequently Asked Questions About ENERGY STAR Smart Thermostats*. [Www.energystar.gov. https://www.energystar.gov/products/heating_cooling/smart_thermostats/smart_thermostat_faq](https://www.energystar.gov/products/heating_cooling/smart_thermostats/smart_thermostat_faq)
- **EnergyWorld**. (2025, August 4). *Europe's energy system put to the test by record-breaking temperatures: Some power plants shut down, there were major power outages*. Retrieved from <https://energyworld.ro/2025/08/04/europes-energy-system-put-to-the-test-by-record-breaking-temperatures-some-power-plants-shut-down-there-were-major-power-outages>
- **Ember**. (2025, April 8). *Global Electricity Review 2025: Europe's energy system put to the test by record-breaking temperatures*. Retrieved from <https://ember-energy.org/latest-insights/global-electricity-review-2025/>
- Energy Poverty Advisory Hub. (n.d.). *EPAH indicators dashboard*. European Commission. Retrieved October 26, 2025, from <https://energy-poverty.ec.europa.eu/epah-indicators>
- **ENTSO-E & DSO Entity**. (2025). *European methodology for the analysis of national flexibility needs*. Retrieved from <https://www.entsoe.eu/tso-dso-flexibility-methodology/>
- **EU DSO Entity & ENTSO-E**. (2025, April 16). *DSO Entity and ENTSO-E submit joint methodology on flexibility needs assessment*. Retrieved from <https://eudsoentity.eu/news/dso-entity-and-entso-e-submit-joint-methodology-on-flexibility-needs-assessment/>
- European Commission. (2020a). *2030 climate target plan: Stepping up Europe's 2030 climate ambition*. Publications Office of the European Union. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0562>
- European Commission. (2020b). *EU taxonomy for sustainable activities*. European Commission. https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/eu-taxonomy-sustainable-activities_en

- European Commission. (2021). *Regulation (EU) 2021/1119 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)*. Official Journal of the European Union, L 243, 1–17. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32021R1119>
- European Parliament and Council of the European Union. (2021). *Regulation (EU) 2021/1119 establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulations (EC) No 401/2009 and (EU) 2018/1999 (European Climate Law)*. Official Journal of the European Union, L 243, 1–17. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32021R1119>
- European Commission. (2020, October 14). *Commission welcomes political agreement on the Recovery and Resilience Facility* [Press release]. European Commission. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_1835
- European Commission. (n.d.). *REPowerEU: Affordable, secure and sustainable energy for Europe*. European Commission. https://commission.europa.eu/topics/energy/repowereu_en
- Covenant of Mayors for Climate and Energy. (2024, April). *Heating and cooling structured summary*. <https://eu-mayors.ec.europa.eu/sites/default/files/2024-04/Heating%20and%20Cooling%20Structured%20Summary%20Final.pdf>
- European Commission. (n.d.). *Energy Efficiency Directive*. Energy. https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-targets-directive-and-rules/energy-efficiency-directive_en
- European Commission. (2024). *The Net-Zero Industry Act*. Single-Market-Economy.ec.europa.eu. https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/sustainability/net-zero-industry-act_en
- European Commission. (n.d.). *Renewable Energy Directive*. Energy. https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive_en
- European Commission. (n.d.). *Energy Performance of Buildings Directive*. Energy. https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-performance-buildings/energy-performance-buildings-directive_en
- European Commission. (n.d.-a). *Heat pumps*. Energy.ec.europa.eu. Retrieved August 10, 2025, from https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/heat-pumps_en
- European Commission. (n.d.-b). *Hydrogen and decarbonised gas market*. Energy. https://energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/hydrogen-and-decarbonised-gas-market_en
- European Commission. (n.d.). *Digitalisation of the energy system*. Retrieved from https://energy.ec.europa.eu/topics/eus-energy-system/digitalisation-energy-system_en
- European Commission Joint Research Centre. (2024). *Who's energy poor in the EU? It's more complex than it seems*. Retrieved from https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/whos-energy-poor-eu-its-more-complex-it-seems-2024-09-25_en
- European Parliament. (2024). *European Parliament resolution of 18 January 2024 on geothermal energy*. Europa.eu. https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2024-0049_EN.html
- European Union. (2020). *Regulation (EU) 2020/852 of the European Parliament and of the Council of 18 June 2020 on the establishment of a framework to facilitate sustainable investment*. Official Journal of the European Union, L 198, 13–43. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32020R0852>
- Eurostat. (2023, February 3). *Heating and cooling from renewables gradually increasing - Products Eurostat News - Eurostat*. Ec.europa.eu. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/DDN-20230203-1>
- Eurostat. (2025, March 5). *EU renewable energy for heating and cooling reaches 26%*. Retrieved from <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20250305-1>
- Eurostat. (2025, June 25). *District heating in the EU: A closer look at energy consumption trends*. Retrieved from <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-eurostat-news/w/ddn-20250625-2>
- Eurostat. (n.d.). *Share of district heating in final energy consumption*. Retrieved from https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_chdd_a/default/map?lang=en
- Fernandes, J., Remédios, S., Gérard, F., Andro Bačan, Stroleny, M., Vassiliki Drosou, & Christodoulaki, R. (2025). *The Decarbonisation of Heating and Cooling Following EU Directives*. *Energies*, 18(13), 3432–3432. <https://doi.org/10.3390/en18133432>
- Fry, N., Adebayo, P., Tian, R., Shor, R., & Mwesigye, A. (2024). *A review of district energy technology with subsurface thermal storage integration*. *Geothermal Energy*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s40517-024-00308-3>

- IEA. (2023). *District Heating - Energy System*. IEA. <https://www.iea.org/energy-system/buildings/district-heating>
- IEA. (2024, March 26). *The Future of Heat Pumps in China*. IEA. <https://www.iea.org/reports/the-future-of-heat-pumps-in-china>
- **International Institute of Refrigeration**. (2025, July 30). *Renewables power 26.2% of EU heating and cooling – Sweden leads the way*. Retrieved from <https://iifir.org/en/news/renewables-power-26-2-of-eu-heating-and-cooling-sweden-leads-the-way>
- IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, & B. Rama, Eds.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- IEA Global Energy Review. (2025, March 31). *IEA Global Energy Review 2025: Main Takeaways for Heat Pumps - HPT - Heat Pumping Technologies*. HPT - Heat Pumping Technologies. <https://heatpumpingtechnologies.org/iea-global-energy-review-2025-main-takeaways-for-heat-pumps/>
- IRS. (2025, January 28). *Energy Efficient Home Improvement Credit | Internal Revenue Service*. [www.irs.gov](https://www.irs.gov/credits-deductions/energy-efficient-home-improvement-credit). <https://www.irs.gov/credits-deductions/energy-efficient-home-improvement-credit>
- Kaspar, F. (2025, May 12). *Smart Home and HVAC: How Energy Management Is Shaping Future Spending*. The Chill Brothers. <https://thechillbrothers.com/smart-home-and-hvac-how-energy-management-is-shaping-future-spending/>
- Mišík, M., Oravcová, V., & Vicenová, R. (2024). Energy efficiency of buildings in Central and Eastern Europe: room for improvement. *Energy Efficiency*, 17(4). <https://doi.org/10.1007/s12053-024-10215-y>
- Newton, E. (2025, April 8). *Why 2025 Is the Tipping Point for Smart HVAC Integration in Every Building*. Buildings.com; Buildings. <https://www.buildings.com/building-systems-hvac/article/55280698/why-2025-is-the-tipping-point-for-smart-hvac-integration-in-every-building>
- Pastore, L. M., Groppi, D., & Feijoo, F. (2024). District Heating Deployment and Energy-Saving Measures to Decarbonise the Building Stock in 100% Renewable Energy Systems. *Buildings*, 14(8), 2267–2267. <https://doi.org/10.3390/buildings14082267>
- REHVA. (2024). *Guidebook No. 34: Instantaneous Wastewater Heat Recovery in Buildings*. Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations. Retrieved from https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/2024/GB34_WWHR-1-24_protected.pdf
- Rosenow, J., Gibb, D., & Thomas, S. (2025). From Inefficient to Efficient Renewable Heating: A Critical Assessment of the EU Renewable Energy Directive. *Sustainability*, 17(9), 4164. <https://doi.org/10.3390/su17094164>
- Rosenqvist, F. (2023, December 13). *Heat pumps and urban heating as a cornerstone of sustainable cities*. Open Access Government. <https://www.openaccessgovernment.org/heat-pumps-and-urban-heating-as-a-cornerstone-of-sustainable-cities/171234/>
- St. John, J. (2024, December 18). *How heat pumps can maintain their momentum in 2025 and beyond*. Canary Media; canarymedia. <https://www.canarymedia.com/articles/heat-pumps/how-heat-pumps-can-maintain-their-momentum-in-2025-and-beyond>
- **Schmidt, D.** (Ed.). (2023). *Guidebook for the digitalisation of district heating: Transforming heat networks for a sustainable future* (Final Report of DHC Annex TS4). AGFW Project Company. Retrieved from https://www.iea-dhc.org/fileadmin/documents/Annex_TS4/IEA_DHC_Annex_TS4_Guidebook_2023.pdf
- Taušová, M., Domaracká, L., Čulková, K., Tauš, P., & Kaňuch, P. (2024). Development of Energy Poverty and Its Solutions through the Use of Renewables: The EU Case with a Focus on Slovakia. *Energies*, 17(15), 3762–3762. <https://doi.org/10.3390/en17153762>
- Taylor, C. (2025). *Up in Smoke: The Biomass Energy Paradox*. Green European Journal. <https://www.greeneuropeanjournal.eu/up-in-smoke-the-biomass-energy-paradox/>
- Verheyen, J., Thommessen, C., Roes, J., & Hoster, H. (2025). Effects on the Unit Commitment of a District Heating System Due to Seasonal Aquifer Thermal Energy Storage and Solar Thermal Integration. *Energies*, 18(3), 645–645. <https://doi.org/10.3390/en18030645>
- **Voswinkel, F., Senat, D., Della Valle, N., D'Angiolini, G., & Callioni, F.** (2025, July 28). *Staying cool without overheating the energy system*. International Energy Agency. Retrieved from <https://www.iea.org/commentaries/staying-cool-without-overheating-the-energy-system>
- Zirne, M. A., & Pakere, I. (2024). Integrating Low-temperature Waste Heat in District Heating Systems. Legal Framework and Pricing. *Environmental and Climate Technologies*, 28(1). <https://doi.org/10.2478/rtuect-2024-0067>

Počet případových studií: 68

Případové studie obsahují informace o typu budovy, umístění, obecný popis a souvislosti. Obecné informace o vnitřních systémech vytápění, větrání a chlazení, včetně technických informací o zařízeních a principech fungování. Technické podrobnosti zahrnují popisy osvědčených postupů, přičemž mnoho případů zahrnuje informace o výzvách a nevhodných postupech (před renovací nebo o dosud nevyřešených problémech).

Komerční / průmyslové budovy (19)

- **Lotyšsko Případ 8** – Komplex budov se smíšeným využitím (kanceláře, maloobchodní prostory, sklady), 2025
- **Česko Případ 1** – Typický 1–2podlažní obchodní dům, 2003
- **Česko Případ 2** – Kancelářská budova, 2008
- **Dánsko Případ 6** – Moderní kancelářská budova, 2010
- **Itálie Případ 1** – Areál kancelářských budov, barů a restaurací, renovovaný v 2013
- **Japonsko, Saúdská Arábie Případ 1** – Aplikace fólie proti slunečnímu záření
- **Londýn, Göteborg, Frankfurt Případ 1** – Správný výběr topných a chladicích spirál
- **Norsko Případ 2** – Multifunkční kancelářská budova, 2019
- **Norsko Případ 4** – Dílna, laboratoře, kanceláře, 1956, renovace HVAC v 2013
- **Norsko Případ 5** – Kanceláře a dílna, 1992, rozšířeno v 2024
- **Norsko Případ 8** – Kancelářská budova, 1978, renovace v 2022
- **Norsko Případ 9** – Hotel, 1966, renovace v 2016
- **Irsko Případ 1** – Závod na zpracování mléka, 1972, renovace v 2019
- **Irsko Případ 2** – Výrobní závod zdravotnických prostředků, 1974, renovace v 2023
- **Irsko Případ 3** – Výrobce zdravotnických prostředků, 1999, renovováno v 2023
- **Irsko Případ 4** – Firemní budova, 1970, rozšířena v 2015, renovována v 2022
- **Irsko Případ 6** – Kancelářská budova / správní budova přístavu, 1981, modernizováno v letech 2013–2014
- **Polsko Případ 3** – Kancelářská budova, 2019
- **Španělsko Případ 8** – Sklady s kanceláři, 2022



Veřejné / institucionální budovy (25)

- **Německo Případ 1** – Termální lázně, veřejný bazén, 1989, částečně renovováno v letech 2003 a 2017
- **Německo Případ 5** – Univerzita, 1970, renovace systému HVAC v 2018
- **Dánsko Případ 1** – Různé veřejné budovy (typické příklady)
- **Dánsko Případ 2** – Budova univerzitního kampusu, 2009
- **Dánsko Případ 3** – Budova univerzitního kampusu, počátek 21. století
- **Dánsko Případ 5** – Kulturní a společenské centrum, 1953, renovováno v 2009
- **Dánsko Případ 9** – Veřejná škola, 60. léta, renovace v letech 2016–2018
- **Lotyšsko Případ 1** – Univerzita, 1975, renovováno v 2022
- **Lotyšsko Případ 2** – Lotyšská národní knihovna, 2014
- **Lotyšsko Případ 7** – Veřejná škola, 1937, renovováno v 2008
- **Norsko Případ 1** – Škola, kombinované kanceláře a učebny, 1955, renovace HVAC, 2012
- **Norsko Případ 3** – Výukové centrum, 2005
- **Norsko Případ 6** – Škola, kombinace kanceláří a učeben, 1985, rozšířeno v 2022
- **Norsko Případ 7** – Domov pro seniory, 2018
- **Irsko Případ 5** – Knihovna vysoké školy, 1984, renovována v 2022
- **Polsko Případ 1** – Základní škola, 1963, renovováno v 2023
- **Polsko Případ 2** – Centrum vědy a kultury, 1849, renovováno v 2021
- **Polsko Případ 4** – Centrum vědy a konferencí, kulturní a vzdělávací instituce, 2024
- **Polsko Případ 5** – Centrum environmentálního vzdělávání, 2020
- **Polsko Případ 6** – Domov sociální péče, polovina 17. století, přestavěn v 1922, renovován v 1994
- **Případ 7** – Regionální nemocnice, 1996, renovována a rozšířena v letech 2014–2020
- **Případ 8** – Předškolní zařízení, 2022
- **Srbsko Případ 2** – Technická škola, 1979, renovována v 2018
- **Srbsko Případ 3** – Kulturní centrum, 1950, renovováno v 2018
- **Srbsko Případ 5** – Dům umění, 1987, renovován v 2019



Obytné budovy (20)

- **Německo Případ 3** – Typický rodinný dům, 1980, renovovaný v 1999
- **Dánsko Případ 4** – Běžné rodinné domy a vícepodlažní bytové domy
- **Dánsko Případ 7** – Rodinný dům s téměř nulovou spotřebou energie, 2015
- **Dánsko Případ 10** – Vícegenerační obytný dům, počátek 21. století
- **Lotyšsko Případ 3** – Typický bytový dům, 1973
- **Lotyšsko Případ 4** – Vícebytový dům, 2008
- **Lotyšsko Případ 5** – Vícebytový dům, 2024
- **Německo Případ 4** – Potravinářský podnik, 2001, rozšíření 2010, nové HVAC 2025
- **Polsko Případ 9** – Vícebytový dům, 2023
- **Španělsko Případ 1** – Obytná komunita, několik bytových domů, 1970, renovováno
- **Španělsko Případ 2** – Vícebytový dům, 1960, renovovaný
- **Španělsko Případ 3** – Vícebytový dům, 1976, renovovaný
- **Španělsko Případ 4** – Obytná komunita, několik bytových domů, 2009, renovováno
- **Španělsko Případ 5** – Rezidence pro závislé seniory, renovovaná v 2024
- **Španělsko Případ 6** – Rodinný dům, renovovaný v 2023
- **Španělsko Případ 7** – Rodinný dům, 2021
- **Španělsko Případ 9** – Rodinný dům, 2019
- **Španělsko Případ 10** – Rodinný dům, 2024
- **Srbsko Případ 1** – Rodinný dům, 1980, renovovaný v 2022
- **Srbsko Případ 4** – Obytná a komerční budova, 1984, renovovaná v 2017



Externí sítě / okresy (4)

- **Německo Případ 2** – Teplárna pro dálkové vytápění, 2010
- **Německo Případ 6** – Bioenergetická vesnice, renovace v roce 2013
- **Dánsko Případ 8** – Památková budova přeměněná na centrum dálkového vytápění a chlazení, 2023
- **Lotyšsko Případ 6** – Tepelná elektrárna se solárními kolektory, připojená k dálkovému vytápění, 2019





KLICKNĚTE
PRO
ZOBRAZENÍ



www.repowerregions.eu



Co-funded by
the European Union