

D2.2 VIDES ANALĪZES ZIŅOJUMS

Datums:
2025.g. 27.oktobris

Redaktors:
Dr. Profesore T. Tambovceva, Rīgas Tehniskā Universitāte



Co-funded by
the European Union



Kopsavilkums	<u>3</u>
Lietotie termini un saīsinājumi	<u>4</u>
Ievads	<u>5</u>
01 Reģionālais konteksts un vajadzības	<u>8</u>
02 Tehnoloģiju attīstība un nozares ieskati	<u>10</u>
03 Izglītības un mācību programmu ieskati	<u>25</u>
04 Lauka pētījuma secinājumi	<u>32</u>
Secinājumi	<u>39</u>
Ieteikumi	<u>40</u>
Atsauces	<u>44</u>
Pielikums	<u>47</u>



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

Konsorcija partneri

- Kildare County Council (KCC), Ireland
- FUNDACIÓN LABORAL de la CONSTRUCCIÓN (FLC) Spain
- Riga Technical University (RTU), Latvia
- Czech Technical University (CVUTvP), Czech Republic
- European E-learning Institute (EUEI) Denmark
- Steinbeis School of Sustainable Innovation and Transformation (SIT), Germany
- Momentum Marketing Services Ltd. (MMS), Ireland
- Stowarzyszenie Gmin Polska Sieć „Energie Cités” (PNEC), Poland
- Jaske & Wolf Verfahrenstechnik (JWV) Germany
- Fagskolen Rogaland (FR) Norway
- University of Belgrade (UoB), Serbia
- REHVA - Federation of European Heating, Ventilation & Air Conditioning Associations (REHVA) Belgium

Ziņojuma koordinators

- Rīgas Tehniskā Universitāte (RTU), Latvija

Autori

- Tatjana Tambovceva
- Raimonds Bogdanovics
- Rita Greitane

Redaktors

- Tatjana Tambovceva

Dokumenta versija:
2025.g. novembris

Projekta numurs:
101187351 – Partnership
for Innovation: Alliances.

Dizains:
MOMENTUM MARKETING
SERVICES LTD., Ireland



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.

Kopsavilkums

- Šajā vides analīzes ziņojumā sniegta visaptveroša apkures un dzesēšanas nozares analīze deviņos Eiropas reģionos, koncentrējoties uz tehnoloģiskajiem risinājumiem, politikas regulējumu, reģionālajām vajadzībām un izglītības gatavību, lai atbalstītu ES klimata neitralitātes mērķu sasniegšanu.
- Ziņojumā uzsvērts, kā Eiropas Savienības klimata un enerģētikas direktīvas, tostarp Eiropas Zaļais kurss, Ēku energoefektivitātes direktīva (EPBD), Energoefektivitātes direktīva (EED) un Atjaunojamās enerģijas direktīva III (RED III), veido jaunu ilgtspējīgu siltumenerģijas sistēmu regulējuma ietvaru. Šīs politikas veicina zema oglekļa tehnoloģiju ieviešanu, tostarp siltumsūkņus, ģeotermālās sistēmas, saules siltumenerģiju un atlikumsiltuma izmantošanu, vienlaikus veicinot viedās vadības sistēmu un digitālo platformu integrāciju.

68 gadījumu izpētes ziņojums dokumentē skaidru virzību uz ēku elektrifikāciju, enerģijas atgūšanu un digitālo optimizāciju. Komerciālās un industriālās ēkas ir līderes mākslīgo intelektu (MI) uzlabotu vadības sistēmu un hibrīdo apkures risinājumu ieviešanā. Sabiedriskās un institucionālās ēkas arvien biežāk ievieš zemas temperatūras siltuma sadales sistēmas un viedas ventilācijas stratēģijas. Dzīvojamo ēku sektors izrāda pieaugošu interesi par siltumsūkņiem un saules fotoelementu paneļiem uz jumtiem, taču joprojām pastāv izaicinājumi saistībā ar novecojušu infrastruktūru un pārkaršanas riskiem. Pārmaiņas notiek arī rajona līmeņa sistēmās — ir veiksmīgi piemēri atjaunojamiem resursiem balstītiem centralizētiem tīkliem Dānijā, Latvijā un Vācijā.

Neraugoties uz šiem sasniegumiem, pāreju kavē tehnoloģiju augstas sākotnējās izmaksas, sadrumstalots regulējums, darbaspēka trūkums un ierobežota digitālā savietojamība. Ziņojumā uzsvērts, ka tehnoloģiskajai gatavībai jāiet roku rokā ar darbaspēka kapacitāti. Intervijas un aptaujas ar vairāk nekā 100 profesionāļiem atklāj būtiskus trūkumus praktiskajās prasmēs, normatīvā regulējuma izpratnē un digitālajā kompetencē. Daudziem jaunajiem speciālistiem trūkst praktiskas pieredzes, savukārt pieredzējušiem profesionāļiem ir grūtības pielāgoties jaunajām tehnoloģijām.

Izglītības vides analīze, kas aptver 110 programmas augstākajā izglītībā, profesionālajā apmācībā un tālākizglītībā, rāda spēcīgu teorētisko pamatu, taču nevienmērīgu digitālo rīku, sistēmu nodošanas

ekspluatācijā prakšu un ilgtspējas rādītāju tvērumu. Īpaši profesionālās apmācības un tālākizglītības programmām nepieciešami mērķtiecīgi uzlabojumi, lai tās atbilstu tīrās enerģijas pārejas prasībām.

Galu galā ziņojums aicina uz koordinētu rīcību politikas veidotāju, nozares, pašvaldību, izglītības un pētniecības līmenī. Politikas veidotājiem būtu jānodrošina lokālās siltumapgādes plānošanas ieviešana, jāvienkāršo atļauju izsniegšanas process, lai atbalstītu tīrās tehnoloģijas. Pašvaldības tiek aicinātas izmantot integrētu enerģijas kartēšanu un apvienotu projektu modeļus, lai veicinātu ieviešanu vietējā līmenī. Nozarei jāinvestē darbaspēka prasmju attīstībā un jāsadarbjas ar izglītības iestādēm, lai izglītība un mācības atbilstu reālajām vajadzībām. Izglītības nodrošinātājiem būtu jāmodernizē mācību programmas, integrējot digitālos rīkus, sistēmu nodošanas ekspluatācijā praksi un normatīvā regulējuma izpratni pamatprogrammās, vienlaikus paplašinot praktisko mācīšanos un mikroapliecinājumu (no angl. micro-credentials) piedāvājumu. Visbeidzot, pētniecības institūcijām jākoncentrējas uz sistēmu līmeņa optimizāciju, drošu datu apmaiņu un iekļaujošu inovāciju, lai tehnoloģiskais progress pārvērstos praktiskos, mērogojamos risinājumos. Panākumi būs atkarīgi no tā, vai mācību programmas tiks saskaņotas ar reālajām vajadzībām, vai tiks ieguldīts darbaspēka attīstībā un digitālās un zema oglekļa sistēmas tiks ieviestas efektīvi un iekļaujoši. Ja šie priekšnoteikumi tiks īstenoti, Eiropa var būt līdere ceļā uz klimatneitrālu, noturīgu un viedu enerģētikas nākotni.

Vides analīzes ziņojumā lietotie termini un saīsinājumi

AVK – apkure, ventilācija, gaisa kondicionēšana (angl. HVAC)
BIM – būvju informācijas modelēšana
BMS – ēku vadības sistēmas (angl. building management system)
CDD – dzesēšanas grāddienas (angl. cooling degree days)
CEEDS – kopējo Eiropas enerģijas datu telpa (angl. Common European Energy Data Space)
CVET – profesionālā tālākizglītība un mācības (angl. continuing vocational education and training)
EED – energoefektivitātes direktīva (angl. Energy Efficiency Directive)
EPBD – ēku energoefektivitātes direktīva (angl. Energy Performance of Buildings Directive)
GAI – gaisa apstrādes iekārtas
GWP – globālās sasilšanas potenciāls (angl. global warming potential)
HDD – apkures grāddienas (angl. heating degree days)
HE – augstākā izglītība (angl. higher education)
IAQ – iekštelpu gaisa kvalitāte (angl. indoor air quality)
IEA – starptautiskā enerģētikas aģentūra (angl. International Energy Agency)
IoT – lietu internets (angl. Internet of Things)
KPI – galvenie veiktspējas rādītāji (angl. key performance indicators)
MI – mākslīgais intelekts
PV – fotoelektiskie (angl. photovoltaic)
RED III – atjaunojamās enerģijas direktīva (angl. Renewable Energy Directive)
SRI – viedās gatavības indikators (angl. smart readiness indicator)
VAV – mainīga gaisa apjoms (angl. variable air volume)
VET – profesionālā izglītība un mācības (angl. vocational education and training)

Ievads

Eiropas Savienība ir apņēmusies sasniegt vērienīgus klimata un ilgtspējas mērķus, kas izklāstīti Eiropas Zaļajā kursā ([European Green Deal](#)), 2030. gada klimata mērķrādītāju plānā ([2030 Climate Target Plan](#)), un ES Klimata likumā ([EU Climate Law](#)). Centrālais mērķis ir līdz 2030. gadam samazināt siltumnīcefekta gāzu emisijas vismaz par 55% salīdzinājumā ar 1990. gada līmeni, ar plašāku ieceri līdz 2050. gadam panākt klimatneitralitāti ([European Commission](#), 2020).

Šie mērķi nav abstrakti — tie balstās ēku fonda “stingrajā aritmētikā”: ēkas veido aptuveni 40% no kopējā enerģijas patēriņa un 36% ar enerģiju saistītajām emisijām visā Savienībā, kamēr apmēram 75% no apkurei un dzesēšanai izmantotā kurināmā joprojām ir fosilās izcelsmes ([European Commission](#), 2020).

Ziņojums atspoguļo, ka klimata mērķu sasniegšanai nepieciešama transformējoša rīcība visās nozarēs, īpaši apbūvētajā vidē. Lai efektīvi atbalstītu apkures un dzesēšanas sistēmu dekarbonizāciju un uzlabotu ēku energoefektivitāti, būtiska ir stratēģija reģionu un apkaimju līmenī, kas saskaņota ar pārskatīto Energoefektivitātes direktīvu (EED), ([European Commission](#), n.d.), Atjaunojamās enerģijas direktīvu (RED)([European Commission](#), n.d.), un Ēku energoefektivitātes direktīvu (EPBD) ([European Commission](#), n.d.). Pārstrādātā EPBD un atjauninātā EED paredz jaunu bezemisiju ēku izbūvi līdz 2030. gadam un stingrākus minimālos energoefektivitātes standartus renovācijai. Vienlaikus iniciatīva REPowerEU ([European Commission](#), n.d.) sasaista atjaunojamu siltumenerģiju ar enerģētisko drošību un samazinātu importa atkarību, veicinot straujas pārmaiņas būvniecības un apkures, ventilācijas, gaisa kondicionēšanas (AVK) nozarēs. Saskaņā ar Energoefektivitātes direktīvas (Direktīva (ES) 2023/1791) 25. panta 6. punktu, pašvaldībām ar vairāk nekā 45 000 iedzīvotāju ir pienākums izstrādāt vietējos apkures un dzesēšanas plānus. Tā ir daļa no ES stratēģijas ēku sektora dekarbonizācijai un enerģijas plānošanas uzlabošanai vietējā līmenī ([Covenant of Mayors for Climate and Energy](#), 2024).

Dekarbonizācija ir kļuvusi par vienu no neatliekamākajiem izaicinājumiem būvniecības nozarē. Lai samazinātu ēku ietekmi uz vidi, vadošie uzņēmumi pārveido savas darbības, izmantojot trīs galvenās pieejas: ilgtspējīgu materiālu inovācijas, būvniecības procesu optimizāciju un ekspluatācijas veikspējas uzlabošanu. Kopumā šīs pieejas veicina pāreju uz klimatneitrālām ēkām, samazinot emisijas, uzlabojot energoefektivitāti un nodrošinot viedākas un noturīgākas enerģijas sistēmas. Pieņemot zinātniski pamatotus klimata mērķus un integrējot aprites ekonomikas principus, nozarei ir potenciāls samazināt emisijas līdz pat 50 % līdz 2030. gadam.

Tomēr ar politiskām ambīcijām vien nepietiek. Jaļā un digitālā pāreja apkures un dzesēšanas jomā rada jaunas darba lomas, pārdefinē esošās un atklāj būtiskus prasmju trūkumus visā būvniecības ekosistēmā — sākot no apkures, ventilācijas un gaisa kondicionēšanas (*turpmāk tekstā AVK, angļu val. HVAC*) iekārtu uzstādītājiem un nodošanas ekspluatācijā inženieriem līdz arhitektiem, ēku apsaimniekotājiem, pašvaldību enerģētikas plānotājiem, finansētājiem un klientu puses lēmumu pieņēmējiem. Mūsdienīgi apkures un dzesēšanas risinājumi balstās uz sistēmisku domāšanu, digitālo prātību, datu pārvaldību un pārlicinātu tādu tehnoloģiju izmantošanu kā lietu interneta (IoT) vadības sistēmas, mākslīgā intelekta atbalstīta optimizācija un progresīvas mērījumu un verifikācijas metodes. Bez darbaspēka, kas spēj šīs sistēmas projektēt, integrēt, ekspluatēt un pastāvīgi uzlabot, kapitālieguldījumi nerasniegs paredzēto efektu un sistēmu veiktspēja pasliktināsies. Tādēļ Eiropas enerģētikas pārejai jābūt papildinātai ar plašu prasmju pāreju, kurā izglītības iestādēm — augstākajai izglītībai (HE), profesionālajai izglītībai un mācībām (VET) un profesionālajai tālākizglītībai un mācībām (CVET) — ir izšķiroša loma.

Saskaņojot izglītības saturu ar reģionālajām vajadzībām un ES Jaļo taksonomiju, izglītības iestādes var veicināt inovācijas mācību programmās un apmācību īstenošanā. Tas ietver studentu un speciālistu sagatavošanu darbam ar elastīgām enerģijas sistēmām, centralizētās siltumapgādes un dzesēšanas tīkliem, enerģētikas kopienām un

mainīgajām elektroenerģijas tirgus struktūrām.

Tradicionālās nacionālās stratēģijas, piemēram, mācīšanās darba vietā, nav pietiekami efektīvi nodrošinājušas darbiniekus ar nepieciešamajām prasmēm, jo īpaši ilgtspējīgas būvniecības kontekstā. Turklāt zināšanu apguve ir tikai daļa no izaicinājuma. Virzoties uz arvien digitālāku nākotni, ir vienlīdz svarīgi novērtēt šo kompetenču ietekmi gan individuālā, gan uzdevumu līmenī.

Šis ziņojums ir daļa no 2. darba paketes (WP2), ko vada Rīgas Tehniskā universitāte (Latvija), un tā mērķis ir nodrošināt universitātes, profesionālās izglītības un mācību (VET) un profesionālās tālākizglītības un mācību (CVET) nodrošinātājus ar aktuālām zināšanām par tehnoloģiskajiem risinājumiem, nozares atziņām un politikas ietvariem, kas virza apkures un dzesēšanas dekarbonizāciju. Lai veiksmīgi īstenotu šo darba paketi, bija nepieciešams apkopot informāciju un atziņas no dažādām ieinteresētajām pusēm, tostarp augstākās izglītības iestādēm (HE), profesionālās izglītības iestādēm (VET), profesionālās tālākizglītības un mācību (CVET) nodrošinātājiem, nozares ekspertiem un vietējiem uzņēmumiem. Galvenais uzvars tika likts uz tehnoloģisko attīstību, nozares inovācijām un uzņēmumu pieredzi, kas veicina apkures un dzesēšanas dekarbonizāciju reģionos. Papildus tam būtiska nozīme bija zināšanām par to, kā šie risinājumi saskan ar ES “zaļo” taksonomiju (*EU “Green” Taxonomy*) un kā tie tiek integrēti mācību programmu izstrādē un mācību nodrošināšanā.

Ziņojums sintezē starptautiskos dokumentu pētījumus, ekspertu konsultācijas un reģionālos gadījumu piemērus, lai nodrošinātu aktuālas zināšanas, kuras var tieši izmantot mācību programmu un mācību inovācijai augstākajā izglītībā (HE), profesionālajā izglītībā un mācībās (VET) un tālākizglītībā un mācībās (CVET) deviņos projekta partneru reģionos (Čehija, Dānija, Vācija, Īrija, Latvija, Norvēģija, Polija, Serbija un Spānija).



Analīzes mērķi bija:

01

Kartēt ieinteresēto pušu ekosistēmu

t. i., identificēt un raksturot galvenos nacionālos dalībniekus no nozares, publiskā sektora, profesionālajām organizācijām un izglītības (HE/VET/CVET), kuri ietekmē vai īsteno apkures un dzesēšanas dekarbonizāciju un prasmju attīstību.

02

Veikt strukturētu dokumentu pētījumu

t. i., apkopot un kritiski analizēt esošos ziņojumus, pētnieciskos rakstus, politikas un normatīvos dokumentus, tirgus pētījumus un tehniskos standartus, kas saistīti ar apkures un dzesēšanas dekarbonizāciju, izveidojot konsolidētu pierādījumu bāzi turpmākai validēšanai.

03

Apkopot aktuālus, reālās dzīves gadījumu pētījumus par ilgtspējīgām apkures un dzesēšanas praksēm

t. i., izveidot datu kopu ar ≥ 60 jaunu (topošu) prakšu un/vai tehnoloģiju pielietojumu piemēriem partnerreģionos.

04

Veikt lauka darbu (primāros pierādījumus), lai validētu un padziļinātu secinājumus

t. i., īstenojot intervijas, aptaujas un fokusa grupas ar 48+ ekspertiem, lai:

- pārbaudītu un precizētu dokumentu pētījuma atziņas;
- apkopotu kvalitatīvus un kvantitatīvus datus par esošajām un jaunajām prasmju/zināšanu nepilnībām, kas saistītas ar tīrās enerģijas pāreju;
- fiksētu pašreizējo un topošo darbinieku gaidas attiecībā uz nepieciešamajām kompetencēm.

05

Sagatavot noslēguma kopsavilkumu ar īstenojamiem ieteikumiem

t. i., sagatavot gala ziņojumu, apkopojot galvenos secinājumus un labās prakses piemērus, un sniegt praktiskus ieteikumus, lai stiprinātu zināšanu apmaiņu un sadarbību starp uzņēmumiem un izglītības iestādēm (HE/VET/CVET), tostarp priekšlikumus mācību programmām un pastāvīgai ieinteresēto pušu iesaistei.

Reģionālais konteksts un vajadzības

01



1.1

Eiropas klimats un sezonālais enerģijas pieprasījums apkurei un dzesēšanai

8

1.2

Politikas un normatīvie virzītājspēki

9

1.3

Enerģētiskā nabadzība un sociālie aspekti

9

1.4

Digitālo tehnoloģiju pašreizējais stāvoklis dekarbonizācijas atbalstam Eiropā

10

Eiropas klimats un sezonālais enerģijas pieprasījums apkurei un dzesēšanai

Eiropa aptver jūras, kontinentālo un Vidusjūras klimatu, tāpēc sezonālajā pieprasījumā veidojas izteikti ziemeļu–dienvidu un piekrastes–iekšzemes gradienti. Vienkāršs rādītājs tam ir apkures un dzesēšanas grāddienas (HDD/CDD): ziemeļu un centrālās valstis uzrāda augstu HDD (ilgas, aukstas sezonas), savukārt dienvidu iekšzemē un Vidusjūras piekrastēs karstāku vasaru laikā tagad uzkrājas ievērojams CDD apjoms.

Visā Eiropas Savienībā mājāsaimniecības joprojām lielāko daļu enerģijas patērē telpu apsildei. 2023. gadā telpu apkure un ūdens sildīšana kopā veidoja 77,6 % no mājāsaimniecību galīgā enerģijas patēriņa (62,5 % — telpu apkure; 15,1 % — ūdens sildīšana). Telpu dzesēšana ES līmenī joprojām veidoja salīdzinoši nelielu daļu. Šie rādītāji sakrīt ar Eiropas Komisijas datiem par apkuri un dzesēšanu, kā arī Eurostat ikgadējiem atjauninājumiem (Eurostat, 2025).

Apkures grāddienas (HDD) un dzesēšanas grāddienas (CDD) ir kumulatīvi sezonālā enerģijas pieprasījuma rādītāji, nevis tieši temperatūras mērījumi. Tie atspoguļo, cik lielā mērā un cik ilgi āra temperatūra atkāpjas no standarta komforta sliekšņa 18 °C, ko Eurostat izmanto kā bāzes līmeni. Ja diennakts vidējā temperatūra nokrītas zem 18 °C, starpība tiek pieskaitīta HDD, norādot uz apkures nepieciešamību. Savukārt, ja diennakts vidējā temperatūra pārsniedz 18 °C, starpība tiek pieskaitīta CDD, norādot uz dzesēšanas nepieciešamību.

Eiropas Vides aģentūra norāda, ka HDD ir uzticams apkures vajadzību rādītājs, bet CDD — dzesēšanas vajadzību indikators; vasarām kļūstot karstākām, CDD rādītāji pieaug, novirzot daļu Eiropas uz lielākiem vasaras elektroenerģijas pieprasījuma pīķiem. Piemēram, karstajā 2025. gada vasarā

atkārtoti karstuma viļņi izraisīja elektroenerģijas pieprasījuma pieaugumu ES par 7,5 % salīdzinājumā ar iepriekšējo gadu, Spānijā — par 16 %, radot ievērojamu slodzi elektroenerģijas ražošanai un tīkliem. Tas ir skaidrs pierādījums dzesēšanas pieprasījuma pieaugošajai sistēmiskajai ietekmei (EnergyWorld, 2025; Ember, 2025).

Dzesēšanas pieprasījums ir visstraujāk augošais ēku enerģijas galapatēriņa veids pasaulē, un Eiropa nav izņēmums. Starptautiskā Enerģētikas aģentūra (IEA) norāda, ka telpu dzesēšana līdz 2035. gadam pieaugs par aptuveni 4 % gadā saskaņā ar pašreizējām politikām, un gaisa kondicionēšana kļūs par vienu no galvenajiem elektroenerģijas pīķa pieprasījuma virzītājiem. Eiropas datu analīze 2025. gadā apliecināja to pašu tendenci, pastiprinoties karstuma viļņiem (Voswinkel et al., 2025).

Apkure un dzesēšana kopumā veido aptuveni pusi no ES bruto galīgā enerģijas patēriņa, tāpēc šo slodzi pārorientēšana uz zema oglekļa avotiem ir izšķiroša. Atjaunojamo energoresursu īpatsvars ES apkures un dzesēšanas sektorā 2023. gadā sasniedza 26 % (salīdzinājumā ar 24,8 % 2022. gadā), galvenokārt pateicoties biomasai un siltumsūkņiem, lai gan ieviešanas temps dažādās valstīs atšķiras (Eurostat, 2025; International Institute of Refrigeration, 2025).

Ko tas nozīmē plānošanai:



- Apkures dominējošos reģionos prioritāte jāpiešķir ēku norobežojošo konstrukciju uzlabošanai, zemas temperatūras apkures risinājumiem (centralizētajai siltumapgādei un siltumsūkņiem) un viedajām vadības sistēmām, lai samazinātu ilgstošo sezonālo slodzi.
- Dzesēšanas intensīvos reģionos jāfokussējas uz augstas efektivitātes dzesēšanu (reversīvie siltumsūkņi, pasīvie risinājumi) un pieprasījuma puses pārvaldību, lai mazinātu slodzi uz elektroenerģijas tīkliem pīķa periodos.
- Visos reģionos digitalizācija (viedie skaitītāji, analītikas rīki) palīdz uzraudzīt HDD/CDD noteikto slodzi un optimizēt sistēmu darbību, Eiropas sezonām kļūstot siltākām un vasaras pīķiem — izteiktākiem.

1.2 Politikas un normatīvie virzītājspēki

ES politikas ietvars apkures un dzesēšanas dekarbonizācijai ir strauji paplašinājies. To virza Eiropas Zaļais kurss un mērķis sasniegt klimatneitralitāti, un tas nosaka skaidras vadlīnijas ilgtspējīgām siltumenerģijas sistēmām.

Galvenie tiesību akti ietver :

- *Atjaunojamās enerģijas direktīva III (RED III)* paredz, ka dalībvalstīm ir jāpalielina atjaunojamo energoresursu īpatsvars apkures un dzesēšanas sektorā par 0,8 procentpunktiem gadā līdz 2025. gadam un par 1,1 procentpunktu gadā pēc tam, balstoties uz 2023. gadā sasniegto 26,2 % atjaunojamo energoresursu īpatsvaru (Eurostat, 2025).
- *Energoefektivitātes direktīva (EED)* nosaka saistošus enerģijas ietaupījuma mērķus un paredz, ka pašvaldībām ar vairāk nekā 45 000 iedzīvotāju ir jāizstrādā vietējie apkures un dzesēšanas plāni.
- *Ēku energoefektivitātes direktīva (EPBD)* nosaka prasību līdz 2030. gadam būvēt jaunas bezemisiju ēkas un ievērojami pastiprina minimālos energoefektivitātes standartus renovācijai. Tā arī veicina viedu, automatizētu ēku attīstību un nosaka minimālās prasības ēku tehniskajām sistēmām.
- *REPowerEU*: iniciatīva sasaista tīru siltumenerģiju ar enerģētisko drošību, veicinot strauju zema oglekļa tehnoloģiju ieviešanu visā būvniecības un AVK nozarē.

Kopumā šie instrumenti veido pamatu Eiropas Savienības mērķim līdz 2050. gadam sasniegt klimata neitralitāti.

1.3 Enerģētiskā nabadzība un sociālie aspekti

Enerģētiskā nabadzība turpina skart no 8 % līdz 16 % ES iedzīvotāju jeb aptuveni 35–72 miljonus cilvēku, kuriem ir grūtības nodrošināt pienācīgu apkuri vai dzesēšanu mājokļos (IPCC, 2022).

Dekarbonizācija ir cieši saistīta ar sociālo taisnīgumu, jo enerģētiskā nabadzība joprojām pastāv visā Eiropas Savienībā un nesamērīgi ietekmē neaizsargātās iedzīvotāju grupas. Enerģētiskā nabadzība, proti, nespēja nodrošināt pietiekamu apkuri vai dzesēšanu mājoklī par pieņemamām izmaksām, skar aptuveni 35 līdz 72 miljonus cilvēku. Šo nevienlīdzību mazināšanai nepieciešami paātrināti ēku renovācijas pasākumi, mērķētas subsīdijas un pieejamas atjaunojamās enerģijas apkures tehnoloģijas, jo īpaši ņemot vērā, ka mājāsaimniecības ar zemiem ienākumiem bieži dzīvo visneefektīvākajās ēkās.

Situācija ir īpaši kritiska Dienvidēiropā un Austrumeiropā, kur vairāk nekā 20 % mājāsaimniecību Portugālē, Bulgārijā, Grieķijā, Latvijā

un Lietuvā nespēj uzturēt komfortablus iekštelpu apstākļus (European Commission Joint Research Centre, 2024).

Pieaugošās vasaras temperatūras šo problēmu vēl vairāk saasina, pakļaujot iedzīvotājus karstuma stresam bez atbilstošiem dzesēšanas risinājumiem. Līdz ar to enerģētiskā nabadzība ir saistīta ar sociālekonomisko nevienlīdzību un sabiedrības veselības jautājumiem. Pētījumi rāda, ka mājāsaimniecības ar zemiem ienākumiem parasti dzīvo vismazāk energoefektīvajās ēkās un tērē nesamērīgi lielu daļu savu ienākumu enerģijas izmaksām (Taušová et al., 2024). Šo nevienlīdzību risināšana prasa pieejamas atjaunojamās enerģijas apkures tehnoloģijas un pieejamus finanšu mehānismus.

Digitālo tehnoloģiju pašreizējais stāvoklis dekarbonizācijas atbalstam Eiropā

Eiropas pāreja uz tīru enerģiju arvien vairāk balstās uz digitālajām tehnoloģijām: viediem elektroenerģijas tīkliem, viedām ēkām un ar programmatūru vadītiem siltumapgādes tīkliem. Patērētāju pusē strauji norit viedo skaitītāju otrā ieviešanas kārtā. Līdz 2024. gada beigām aptuveni 63 % elektroenerģijas lietotāju ES27+3 valstīs jau bija aprīkoti ar viedajiem skaitītājiem, un šis īpatsvars turpina pieaugt, jo agrīnie ieviesēji nomaina vecākās ierīces, bet pārējās valstis pakāpeniski panāk līderus. Viedie skaitītāji nodrošina detalizētu cenu piemērošanu, automātisku norēķinu veikšanu un plaša mēroga pieprasījuma reakciju, ļaujot māsaimniecībām un uzņēmumiem (kā arī to elektroiekārtām) pielāgot patēriņu periodiem, kad elektroenerģija ir lētāka vai kad tīkls ir noslogots. Eiropas Komisija šos rīkus uzskata par būtiskiem atjaunojamo energoresursu, īpaši vēja un saules enerģijas, integrācijai un jauno elektrisko apkures slodžu pārvaldībai ([Berg Insight, 2025](#)).

Viedie skaitītāji nodrošina detalizētu cenu piemērošanu, automātisku norēķinu veikšanu un plaša mēroga pieprasījuma reakciju, ļaujot māsaimniecībām un uzņēmumiem (kā arī to elektroiekārtām) pielāgot patēriņu periodiem, kad elektroenerģija ir lētāka vai kad tīkls ir noslogots. Eiropas Komisija šos rīkus uzskata par būtiskiem atjaunojamo energoresursu, īpaši vēja un saules enerģijas, integrācijai un jauno elektrisko apkures slodžu pārvaldībai ([Berg Insight, 2025](#)). 2024.gadā ES atjaunināja elektroenerģijas tirgus noteikumus, piešķirot lielāku nozīmi elastībai — spējai palielināt vai samazināt pieprasījumu atbilstoši tīkla vajadzībām. Šie noteikumi paredz, ka ENTSO-E (pārvades sistēmas operatori) un ES DSO vienība (sadales sistēmas operatori) izstrādā vienotu metodoloģiju katras valsts elastības vajadzību aprēķināšanai. Izmantojot kopīgu metodiku un ziņošanas formātu, regulatoriem kļūst iespējams novērtēt, cik liels bezfosilās elastības apjoms ir pieejams, un izstrādāt tirgus produktus, kuros var piedalīties reāli tirgus dalībnieki — ēkas, agregatori un centralizētās siltumapgādes operatori. Vācijas enerģētikas pārejas kontekstā 2024. gada janvārī stājās spēkā Vācijas Enerģētikas nozares likuma (*Energiewirtschaftsgesetz*) 14.a pants. Tas nosaka, ka jaunām augstas jaudas iekārtām māsaimniecībās, jo īpaši siltumsūkņiem un elektrotransportlīdzekļu uzlādes stacijām, jābūt tehniski vadāmām. Tas ļauj vietējiem tīkla operatoriem īslaicīgi samazināt šo iekārtu elektroenerģijas patēriņu tīkla pārslogdes gadījumā, lai nodrošinātu sistēmas stabilitāti. Šis ir viens no skaidrākajiem piemēriem Eiropā, kā digitāla iekārtu

līmeņa vadība tiek izmantota kā praktisks instruments apkures pārejai ([ENTSO-E & DSO Entity, 2025](#)).

2024.gada aprīlī ES atjaunināja ēku regulējumu (EPBD), lai virzītu ēkas uz viedumu, automatizāciju un bezemisiju statusu. Minimālās prasības ēku tehniskajām sistēmām paredz noteiktas automatizācijas un vadības funkcijas, vienlaikus veicinot elektromobilitātes infrastruktūras integrāciju ēkās. Viedās gatavības indikators (*Smart Readiness Indicator* — SRI), kas novērtē ēkas “vieduma” līmeni, pagaidām ir brīvprātīgs, tomēr paredzams, ka tas kļūs obligāts nedzīvojamām ēkām ar nominālo apkures jaudu virs 290 kW līdz 2027. gada jūnijam. Turklāt Eiropas Komisijai līdz 2026. gada 30. jūnijam jāiesniedz ziņojums par to, kā dalībvalstis testē un ievieš SRI. Vairāk nekā 15 valstis jau ir uzsākušas neobligātas testēšanas fāzes (piemēram, Portugāle — 2024. gada novembrī). Šīs testēšanas fāzes veido kopīgu “valodu” digitālajām funkcijām, piemēram, uzraudzībai, vadībai, sistēmu savietojamībai un pieprasījuma reakcijai. Kopumā atjauninātās EPBD prasības un SRI pilotprojekti mudina ēku īpašniekus, īpaši lielās biroju ēkās, slimnīcās un universitāšu pilsētīnās, uzstādīt ēku un enerģijas vadības sistēmas (BMS/EMS), ieviest uzskaiti un izmantot bojājumu noteikšanas analītiku, lai efektīvāk ekspluatētu iekārtas. Tas padara ēkas tīrākas, viedākas un vieglāk integrējamas elektroenerģijas tīklā ([EU DSO Entity & ENTSO-E, 2025](#)).

Centralizētā siltumapgāde un dzesēšana piedzīvo būtisku digitālo modernizāciju, kas ir īpaši nozīmīga, jo centralizētie tīkli ir viens no efektīvākajiem veidiem, kā pilsētās samazināt emisijas no telpu apkures un karstā ūdens sagatavošanas. Starptautiskās Enerģētikas aģentūras rokasgrāmata (Schmidt, 2023) parāda, kā operatori praksē modernizē SCADA sistēmas, ievieš detalizētāku uzskaiti, izmanto mašīnmācīšanos darbības optimizācijai un veido digitālos dvīņus, lai testētu izmaiņas pirms to ieviešanas. Šie rīki palīdz pazemināt padeves temperatūras, samazināt siltuma zudumus un efektīvāk integrēt lieljaudas siltumsūkņus un atlikumsiltuma avotus. Euroheat & Power 2024. gada ziņojumi apstiprina šo tendenci ar praktiskiem piemēriem, parādot, ka viedā vadība uzlabo gan vecāku tīklu, gan jaunu zemas temperatūras sistēmu darbību. Kopsavilkumā — digitalizācija vairs nav pilotprojekts, bet gan plaši izmantots, izmaksu ziņā efektīvs instruments pilsētu mēroga siltumenerģijas dekarbonizācijai. Papildus tam ES izstrādā kopīgu “enerģijas datu slāni” — Kopējo Eiropas enerģijas datu telpu (Common European Energy Data Space – CEEDS). Tās mērķis ir nodrošināt drošu un vienkāršu datu apmaiņu starp dažādiem dalībniekiem, piemēram,

tīkla operatoriem, ēku sistēmām, siltumtīkliem un agregatoriem, arī pāri valstu robežām. CEEDS koncepcija ietver sistēmas arhitektūras pamatprincipus un savietojamības risinājumus starp dažādām IT sistēmām. ENTSO-E un citas Eiropas institūcijas ir demonstrējušas, kā šī datu telpa sasaistīsies ar esošajiem ES projektiem un ikdienas lietojumiem. Attīstoties CEEDS ieviešanai DIGITAL programmas ietvaros, sagaidāmi standartizēti API risinājumi un skaidri datu piekrišanas noteikumi, kas ļaus lietotājiem saglabāt kontroli pār saviem datiem. Tas nodrošinās drošu un mērogojamu datu apmaiņu starp viedajiem skaitītājiem, ēku vadības sistēmām un centralizētās siltumapgādes tīkliem, kas ir būtiski tīras un viedas enerģijas sistēmas darbībai (European Commission, n.d.).

Kopumā Eiropas pašreizējais stāvoklis ir skaidrs: viedie skaitītāji ir plaši izplatīti, elastīga elektroenerģijas patēriņa regulējums nostiprinās, un šīs izmaiņas saskan ar viedāku ēku attīstību (EPBD tehnisko sistēmu prasības, SRI un datu analītika) un arvien digitalizētākiem centralizētās siltumapgādes tīkliem.

Turpmākais galvenais uzdevums ir praktiskā ieviešana: dažādu sistēmu savietojamības nodrošināšana, kiberdrošība, personāla apmācība un vietējo tirgu atvēršana, lai ēkas, siltuma uzkrāšana un pieprasījuma reakcija varētu uzticami aizstāt fosilās rezerves jaudas. Ņemot vērā elektroenerģijas tirgus elastības noteikumus, EPBD/SRI termiņus un Kopējās Eiropas enerģijas datu telpas (CEEDS) attīstību, politiskais un tehnoloģiskais pamats lielā mērā jau ir izveidots. Nākamo 2–3 gadu galvenais uzdevums ir šo risinājumu konsekventa ieviešana visās valstīs.



2.1	Galveno tehnoloģiju pārskats	<u>14</u>
2.2	Šķēršļi un izaicinājumi	<u>17</u>
2.3	Iespējas un ieteikumi	<u>18</u>
2.4	Reģionālo vajadzību un nepilnību analīze	<u>19</u>
	2.4.1 Komerčiālo un industriālo ēku analīze	<u>20</u>
	2.4.2 Sabiedrisko un institucionālo ēku analīze	<u>21</u>
	2.4.3 Dzīvojamo ēku analīze	<u>23</u>
	2.4.4 Ārējo tīklu analīze	<u>24</u>
2.5	Gadījumu pētījumu analīzes kopsavilkums	<u>24</u>

Ilgspējīgai apkurei un dzesēšanai piemēroto tehnoloģiju veidi.



Siltumsūkņi



Centralizētās siltumapgādes un dzesēšanas tīkli



Saules siltumenerģija
un sezonālā siltumenerģijas uzkrāšana



Ģeotermālā enerģija



Biomasa un bioenerģija



Ūdeņradis un zema oglekļa satura gāzes



Atlikumsiltums



Siltumenerģijas uzkrāšanas tehnoloģijas



Viedas AVK sistēmas,
lietu internets un digitālās inovācijas



Siltumsūkņi

Siltumsūkņi ir nozīmīgs elektrifikācijas risinājums apkures un sanitārā karstā ūdens ražošanas dekarbonizācijai.

Tie pārvieto apkārtējās vides vai ģeotermālo siltumu uz ēkām, un to nominālie veiktspējas koeficienti (COP) parasti ir no 3 līdz 5, nodrošinot trīs līdz piecas siltuma vienības uz katru patērēto

elektroenerģijas vienību (Eurostat, 2023). Gaiss–ūdens, zeme–ūdens un ūdens–ūdens konfigurācijas ļauj pielāgoties vietējiem klimatiskiem un telpiskajiem apstākļiem.

Parasti tiek izmantoti trīs galvenie siltumsūkņu veidi:

01

Gaisa avotu siltumsūkņi

Gaisa avotu siltumsūkņi iegūst siltumu no āra gaisa. Tos ir salīdzinoši viegli uzstādīt, taču ļoti zemās āra temperatūrās to veiktspēja samazinās, tāpēc aukstā klimatā ir svarīgi nodrošināt pārdomātu un drošu sistēmas darbību, piemēram, izmantojot hibridsistēmas vai rezerves apkuri.

02

Zemes avotu (ģeotermālie) siltumsūkņi

Zemes avotu (ģeotermālie) siltumsūkņi iegūst siltumu no zemes, izmantojot slēgtas vai atvērtas kontūras sistēmas. Tie nodrošina stabilu darbību un augstāku veiktspēju, taču prasa lielākas sākotnējās izmaksas urbumiem vai zemes kontūrām.

03

Ūdens avotu siltumsūkņi

Ūdens avotu siltumsūkņi izmanto ūdenstilpes vai ūdens nesējslāņus kā siltuma avotus un var sasniegt augstu efektivitāti, īpaši, ja tie ir integrēti ar ūdens nesējslāņu siltumenerģijas uzkrāšanas sistēmām (Verheyen et al., 2025).



Centralizētās siltumapgādes un dzesēšanas tīkli

Centralizētā siltumapgāde un dzesēšana ir attīstījusies no 1. un 2. paaudzes augstas temperatūras, uz oglēm balstītiem tvaika/karstā ūdens tīkliem ar lieliem zudumiem līdz 3. paaudzes zemākas temperatūras, rūpnieciski izolētām sistēmām, kas integrē koģenerāciju un biomasu, tālāk līdz 4. paaudzes 50–60 °C elastīgiem, ar uzkrāšanu aprīkotiem tīkliem, kas integrē atjaunojamos resursus un siltumsūkņus (modelēšana liecina, ka varētu nodrošināt apmēram 40% no Itālijas siltumapgādes (Connolly et al., 2015), un visbeidzot līdz 5. paaudzes apkārtējās temperatūras kontūras (~5–20 °C) sistēmām, kas nodrošina apkuri un dzesēšanu, izmantojot ēku siltumsūkņus un atlikumsiltumu.



Saules siltumenerģija un sezonālā siltumenerģijas uzkrāšana

Saules siltumenerģijas tehnoloģijas pārvērš saules starojumu siltumā mājssaimniecību vai centralizētai izmantošanai. To efektivitāte būtiski pieaug, ja tās apvieno ar siltumenerģijas uzkrāšanas sistēmām, piemēram, ūdens nesējslāņa uzkrāšanu, bedres tipa rezervuāra uzkrāšanu vai urbumu uzkrāšanu.



Ģeotermālā enerģija

Ģeotermālie resursi — sākot no seklām zemes siltummaiņas sistēmām līdz dziļiem hidrotermāliem rezervuāriem — nodrošina pastāvīgu, pēc pieprasījuma regulējamu atjaunojamo siltumu. Tehnoloģiskie sasniegumi urbšanā un rezervuāru pārvaldībā ir paplašinājuši šo risinājumu īstenojamību visā Eiropā (Fry et al., 2024).



Biomasa un bioenerģija

Cietā biomasa joprojām ir lielākais atjaunojamās enerģijas devējs, veidojot aptuveni trīs ceturtdaļas no atjaunojamā siltuma ES. Tomēr pārmērīga paļaušanās uz koksnes kurināmo rada ilgtspējas un gaisa kvalitātes bažas: mājssaimniecību koksnes dedzināšana ir nozīmīgs smalko daļiņu emisiju avots.



Ūdeņradis un zema oglekļa satura gāzes

Ūdeņradis bieži tiek pasniegts kā elastīgs dekarbonizācijas risinājums. Ūdeņraža un gāzes dekarbonizācijas pakete (Direktīvas 2024/1788–1789) nosaka satvaru specializētai ūdeņraža infrastruktūrai un zema oglekļa satura sertifikācijai (European Commission, n.d.-b).



Atlikumsiltums

Rūpnieciskie procesi, notekūdeņu sistēmas un datu centri izdala lielu daudzumu zemas temperatūras siltuma, ko var atgūt ar siltummaiņiem un integrēt centralizētajos tīklos.



Siltumenerģijas uzkrāšanas tehnoloģijas

Digitālā vadība, automatizācija un mākslīgais intelekts pārveido apkures un dzesēšanas sistēmu darbību.

2.2 Šķēršļi un izaicinājumi

Galvenie šķēršļi apkures dekarbonizācijai ietver:

01

Augstas kapitāla izmaksas

Siltumsūkņiem, ģeotermālajai urbšanai, centralizētajiem tīkliem un siltumenerģijas uzkrāšanai ir nepieciešami ievērojami sākotnējie ieguldījumi, lai gan kopējās izmaksas ekspluatācijas laikā ir zemākas. Nesenā inflācija un svārstīgās enerģijas cenas mazināja patērētāju pārliecību, kā rezultātā 2024. gadā Eiropā siltumsūkņu pārdošanas apjomi samazinājās par 21% ([IEA Global Energy Review, 2025](#)).

02

Tīkla un infrastruktūras ierobežojumi

Plaša mēroga elektrifikācija palielina elektroenerģijas pieprasījumu un prasa elektrotīkla stiprināšanu, pieprasījuma vadību un decentralizētās ģenerācijas integrāciju. Esošie augstas temperatūras centralizētās siltumapgādes tīkli apgrūtina atjaunojamo energoresursu integrēšanu, un ir nepieciešamas temperatūras pazemināšanas stratēģijas.

03

Regulējumu nepilnības

Sadrumstalota atļauju sistēma un tiesiskā regulējuma trūkums kavē siltuma pārpalikuma projektus un ģeotermālās enerģijas ieviešanu ([Zirne & Pakere, 2024](#)).

04

Darbaspēka trūkums un piegādes ķēdes

Speciālistu trūkums un ierobežotas ražošanas jaudas kavē ieviešanas tempu ([Kaspar, 2025](#)).

05

Sabiedrības pieņemšana un informētība

Nepietiekamas zināšanas par jaunām tehnoloģijām un bažas par privātumu viedajās sistēmās var palēnināt ieviešanu.

2.3 Iespējas un ieteikumi

Efektīvai pārejai apkures un dzesēšanas jomā ir nepieciešama integrēta, daudz līmeņu stratēģija:

01

Par prioritāti izvirzīt energoefektivitāti

Dziļajai renovācijai, tostarp siltumizolācijai un ventilācijai ar siltuma atgūšanu, jānotiek pirms sistēmu elektrifikācijas, lai samazinātu bāzes pieprasījumu ([Pastore et al., 2024](#)).

02

Paātrināt siltumsūkņu un zemas temperatūras centralizētās siltumapgādes ieviešanu

Lai sasniegtu REPowerEU mērķus, būtiski būs stabili atbalsta mehānismi, pieejams finansējums un darbaspēka apmācība ([European Commission, n.d.-a](#)).

03

Integrēt daudzveidīgus atjaunojamus un atgūtā siltuma avotus

Vietējo resursu kartēšanai būtu jāvirza optimālas ģeotermālās enerģijas, saules, atlikumsiltuma un biomasas atlieku kombinācijas, ko sezonālai līdzsvarošanai papildina siltumenerģijas uzkrāšana ([Verheyen et al., 2025](#)).

04

Veicināt digitālās inovācijas un pieprasījuma elastību

Atvērtu protokolu viedā vadība un datu pārvaldības standarti var nodrošināt efektivitātes pieaugumu, vienlaikus aizsargājot privātumu ([Burns, 2024](#); [Kaspar, 2025](#)).

05

Nodrošināt taisnīgu pāreju

Mērķēti ēku uzlabojumi, sociālie tarifi un kopienu enerģijas modeļi var mazināt enerģētisko nabadzību ([Bouzarovski et al., 2021](#); [Cornelis, 2024](#)).

06

Izveidot saskaņotus tiesiskos un plānošanas ietvarus

Vienkāršota atļauju izsniegšana ģeotermālajiem un atlikumsiltuma projektiem, obligāti pašvaldību siltumapgādes plāni un koordinācija starp dažādiem enerģijas nesējiem paātrinās investīcijas.

07

Veicināt pētniecību, attīstību un ražošanu

Inovācijas aukstuma aģentos, urbšanas tehnoloģijās un siltumenerģijas uzkrāšanā, kā arī vietējās ražošanas jaudas stiprināšana palielinās noturību ([European Commission, 2024](#)).

08

Saskaņot finansējumu ar ES taksonomiju

Zaļajām obligācijām un ilgtspējīga finansējuma instrumentiem būtu jāprioritizē projekti, kas nodrošina pārbaudāmu emisiju samazinājumu un sociālus ieguvumus ([European Commission, 2020](#)).

Apkures dekarbonizācija ir neatņemama klimata neitralitātes sasniegšanas sastāvdaļa. Saskaņots pasākumu kopums, kas ietver energoefektivitātes uzlabošanu, elektrifikāciju ar siltumsūkņiem, atjaunojamo resursu un atlikumsiltuma centralizēto tīklu paplašināšanu, ģeotermālo un saules siltumenerģijas sistēmu ieviešanu, liela mēroga enerģijas uzkrāšanu un digitālo optimizāciju, kopumā var pārveidot Eiropas siltumenerģijas tirgu. Tomēr panākumi ir atkarīgi no tā, vai izdosies mazināt plaisu starp politisko ieceru vērienu un

īstenošanas jaudu. Koordinēta pārvaldība, pietiekams finansējums, kvalificēts darbaspēks un sabiedrības iesaiste ir būtiski priekšnosacījumi. Ja šie strukturālie priekšnoteikumi tiks nodrošināti, ES varēs samazināt emisijas ēku un rūpniecības sektorā, vienlaikus stiprinot enerģētisko drošību, pieejamību un komfortu. Tādējādi apkure un dzesēšana no lielākā mājāsaimniecību emisiju avota kļūs par ilgtspējīgas, iekļaujošas un noturīgas energosistēmas balstpunktu.

Reģionālo vajadzību un nepilnību analīze

Lai iegūtu padziļinātu izpratni par reģionālajām vajadzībām un nepilnībām AVK sistēmās, tika veikta plaša analīze, kas balstījās uz **68 gadījumu pētījumiem**, kuri apkopoja informāciju no dažādiem ēku tiptiem un ģeogrāfiskām vietām (skat. 1. pielikumā).

Šis 68 gadījumu portfelis tika izveidots, lai apkopotu un analizētu jaunās prakses un tehnoloģiju izmantošanas veidus, kas ļauj uzņēmumiem nodrošināt ilgtspējīgus apkures un dzesēšanas produktus un pakalpojumus. Gadījumi aptver deviņas valstis, vairākus klimatiskos apstākļus un ēku “paaudzes” no 20. gs. 30. gadiem līdz 2024. gadam, un tie tika kodēti pēc kopīgiem pierādījumu laukiem (konteksts, intervences, tehnoloģiju kopums, nodošanas/iestatīšanas soļi, un prasmes).

Šis apkopojums sniedz visaptverošu pārskatu par AVK sistēmām dažādos ēku tipos, tostarp komerciālās un industriālās ēkās, publiskajās un institucionālajās ēkās, dzīvojamajos īpašumos, kā arī ārējos tīklos jeb rajona/pilsētas līmeņa sistēmās. Katrs gadījums ietver detalizētu informāciju par ēkas tipu, atrašanās vietu un kontekstu, kā arī tehniskus aprakstus par iekšējām apkures, ventilācijas un dzesēšanas sistēmām. Šajos aprakstos ir iekļautas iekārtu specifikācijas, darbības principi un gan labās, gan sliktās prakses piemēri. Daudzos gadījumos ir izcelti izaicinājumi, ar kuriem saskaras pirms renovācijām, vai arī vēl neatrisinātas, ilgstošas problēmas. Komerciālo un industriālo ēku sadaļā piemēri aptver gan biroju kompleksus un mazumtirdzniecības telpas, gan ražošanas uzņēmumus un viesnīcas, ar gadījumiem

no tādām valstīm kā Latvija, Čehija, Dānija, Itālija, Japāna, Saūda Arābija, Norvēģija, Īrija, Polija, Serbija un Spānija. Publiskās un institucionālās ēkas ietver universitātes, skolas, bibliotēkas, kultūras centrus un slimnīcas, ar piemēriem no Vācijas, Dānijas, Latvijas, Norvēģijas, Īrijas un Polijas. Dzīvojamās ēkas pārstāv dažādu tipu mājokļus — viengimenes mājas, daudzdzīvokļu ēkas un energoefektīvus mājokļus — ar gadījumiem no Vācijas, Dānijas, Latvijas, Polijas, Serbijas un Spānijas. Savukārt ārējie tīkli un rajona līmeņa sistēmas ir pārstāvētas ar siltumstacijām, bioenerģijas ciematiem un saules kolektoru siltumapgādes mezgliem Vācijā, Dānijā un Latvijā.

Šis daudzveidīgais gadījumu izpētes kopums sniedz vērtīgas atziņas par AVK sistēmu tehnisko un ekspluatācijas realitāti dažādos kontekstos, uzsverot gan veiksmīgas ieviešanas piemērus, gan jomas, kurās nepieciešami uzlabojumi.

2.4.1 Komerčiālo un industriālo ēku analīze

19 gadījumu pētījumos, kas aptver jauktas funkcijas biroju ēkas, loģistiku, viesmīlības nozari un ražošanu, viskonsekventākie rezultāti tiek sasniegti, vispirms modernizējot vadības un automatizācijas sistēmas, kā arī pakāpeniski pārejot uz elektrifikāciju.

Vispārīgs pārskats par labo praksi un AVK tendencēm:

01

Elektrifikācijas un dekarbonizācijas tendences

Siltumsūkņi tiek plaši ieviesti kā centrālais risinājums gan apkurei, gan dzesēšanai. Dažās ēkās tiek izmantoti hibrīdi apkures risinājumi, piemēram, augstas efektivitātes gāzes katli, ko papildina uz jumta uzstādīti saules kolektori, vai mikrokoģenerācijas iekārtas kombinācijā ar kondensācijas katliem.

02

Augstas efektivitātes siltuma atgūšanas iekārtas

Tās bieži ir aprīkotas ar rotora vai plākšņu siltummaiņiem un ir standarts ventilācijas sistēmās gan jaunbūvēs, gan pārbūvēs. Dzesētāju vai tehnoloģisko procesu radītais siltums tiek izmantots, lai priekšsildītu sadzīves karsto ūdeni vai ventilācijas gaisu.

03

Labā prakse

Labā prakse ietver arī mazjaudas palīgtehnoloģiju uzstādīšanu, efektivitātei optimālu siltummaiņuizvēli gaisa apstrādes iekārtās (GAI), pasīvo dienasgaismas radiatīvās dzesēšanas plēvju izmantošanu, ārējās noēnošanas risinājumus vai vertikālās apzaļumošanas ieviešanu, kā arī termiski aktivētu ēkas konstrukciju (TABS) izmantošanu.

04

Pāreja

Pāreja no novecojušas pneimatiskās vadības vai nepietiekami efektīvām regulācijas sistēmām uz modernām, automatizētām sistēmām (BMS) ar pieprasījuma vadītu ventilāciju ir būtiska tendence enerģijas ietaupījumu sasniegšanai. Dažās ēkās virs esošās BMS tiek izmantoti MI algoritmi, lai automātiski optimizētu AVK darbību.

05

Ievērojamus ietaupījumus var panākt, noregulējot esošās sistēmas

Piemēram, ražošanas objektos pieļaujamā mitruma regulēšanas diapazona paplašināšana (piem., no $\pm 1\%$ līdz $\pm 10\%$ relatīvajam mitrumam) samazināja atkarību no dzesētā ūdens un tvaika, nodrošinot būtiskus izmaksu ietaupījumus.

Galvenie izaicinājumi AVK jomā, kas tika atrisināti / būtu jāatrisina renovācijas procesā:

- Būtisks izaicinājums, īpaši vecākās industriālajās un komerciālajās ēkās, ir pārlaušanās uz augsta oglekļa satura siltumenerģijas avotiem, kas rada augstas ekspluatācijas izmaksas un emisijas.
- Daudzām ēkām ir grūtības uzturēt stabilu, komfortablu iekštelpu temperatūru, īpaši karstajos periodos, bieži vien nepietiekamas ēkas norobežojošo konstrukciju kvalitātes, dzesēšanas infrastruktūras trūkuma dēļ vai arī siltuma slāņošanās (stratifikācijas) dēļ augstu griestu telpās ziemas laikā.
- Daudzas energoefektivitātes problēmas tika saistītas nevis ar galveno aprīkojumu, bet ar primitīvām vadības sistēmām, mērījumu trūkumu vai pārlietu ierobežojošiem ekspluatācijas parametriem.
- Bieži vien ēkās trūka integrētu sistēmu iekšēji vai ārēji radītās enerģijas atgūšanai un atkārtotai izmantošanai, kā rezultātā vienlaikus pieauga gan dzesēšanas slodzes, gan apkures pieprasījums.

Tika apkopoti un analizēti 25 publisko un institucionālo ēku gadījumu pētījumi.

Universitātes, skolas, bibliotēkas, kultūras centri, slimnīcas un aprūpes iestādes konsekventi ziņo par ieguvumiem no ventilācijas modernizācijas (siltuma atgūšana, pieprasījumam atbilstoši regulētas gaisa apmaiņas intensitātes), zemas temperatūras siltumnesēja sadales sistēmām un pakāpeniskas elektrifikācijas. Dānijas un Vācijas universitāšu pilsētu/pašvaldību piemēri uzsvēr gaisa apstrādes iekārtu (GAI) modernizāciju, nodošanu ekspluatācijā prakses un ēkas līmeņa analītiku, lai uzlabotu komfortu un mazinātu slodžu pīķus. Latvijas

Universitātes un Nacionālās bibliotēkas piemēri demonstrē viedo uzskaiti un grafiku plānošanu, lai saskaņotu slodzes ar telpu izmantošanas paradumiem, savukārt Norvēģijas skolas (1955–1985; modernizācija/paplašinājumi līdz 2022. gadam) un Polijas sabiedrisko pakalpojumu/veselības aprūpes objekti (1849–2024) rāda, ka zemas temperatūras iestatījumus un zonēšanu var savienot ar kultūrvēsturiskā mantojuma un klīniskajiem ierobežojumiem, ja nodošana ekspluatācijā tiek veikta rūpīgi.

Vispārīgs pārskats par labo praksi un AVK tendencēm:

- Pāreja uz zema oglekļa satura apkuri un hibrīdsistēmām, piemēram, siltumsūkņu kombinēšana ar tradicionāliem avotiem, kā kondensācijas gāzes katli vai centralizētā siltumapgāde pīķa slodžu segšanai.
- Jaunās un modernizētās sistēmas tiek projektētas zemas temperatūras siltumnesēja sadalei.
- Augstas efektivitātes mehāniskās ventilācijas sistēmas ar siltuma atgūšanu ir kļuvušas par standartu gandrīz visos renovācijas un jaunbūvju projektos.
- Mainīga gaisa apjoma (VAV) sistēmu uzstādīšana, ko regulē CO₂ un klātbūtnes sensori, nodrošina, ka ventilācija darbojas tikai tad, kad tas nepieciešams, būtiski samazinot enerģijas patēriņu un vienlaikus uzlabojot iekštelpu gaisa kvalitāti (IAQ).
- Gudra mehāniskās ventilācijas integrācija ar automatizētu dabisko ventilāciju (piem., motorizēti jumta logi, ko vada CO₂ sensori) palīdz nodrošināt vasaras dzesēšanu, nepaļaujoties uz aktīvām mehāniskām sistēmām.
- Aktīvo dzesēšanu pārsvarā nodrošina reversā cikla siltumsūkņi vai integrētas dzesētā ūdens sistēmas. Aukstākā klimatā ēkas bieži paļaujas tikai uz pasīvām stratēģijām, piemēram, nakts vēdināšanu vai ārējo noēnojumu. Kur iespējams, sistēmas maksimāli izmanto “brīvās dzesēšanas” metodes, izmanto upes ūdeni dzesētājiem vai zemes siltummaiņa kontūru.
- Centrālas ēku vadības sistēmas (BMS) vai enerģijas pārvaldības sistēmas (EMS) ieviešana, kas nodrošina reāllaika monitoringu un analītiku, ļauj pieņemt datus balstītus lēmumus un nodrošināt proaktīvu ēku apsaimniekošanu. Uzlabotas sistēmas integrē apkures, ventilācijas, dzesēšanas un apgaismojuma vadību, izmantojot atvērtus sakaru protokolus (piem., KNX) un uz notikumiem balstītus automatizācijas grafikus augstākai efektivitātei.



Galvenie izaicinājumi AVK jomā, kas tika atrisināti / būtu jāatrisina renovācijas procesā:

- Nepietiekama nodošana ekspluatācijā, neadekvāta vadības iestatīšana vai kļūdaina vadības loģika neļauj modernām sistēmām (piem., siltumsūkņiem un VAV) sasniegt optimālu efektivitāti. Paļaušanās uz ieslēgt/izslēgt vadību un noklusējuma laika grafikiem, nevis reāllaika dinamisku reakciju.
- Atsevišķu zonu siltuma un elektroenerģijas skaitītāju trūkums, kā arī sadrumstaloti un manuāli vākti enerģijas dati aizkavē enerģijas zudumu identificēšanu un reaģēšanu uz to.
- Sistēmas komponentiem ir ievērojami palielināti izmēri, padarot efektīvu darbību praktiski neiespējamu, kā rezultātā rodas temperatūras svārstības un slikta vadība. Pārmērīgi augstas pieplūdes gaisa temperatūras (piemēram, 75 °C) izmantošana ventilācijas sistēmās kavē dekarbonizāciju, izmantojot siltumsūkņus.
- Slikta iekštelpu gaisa kvalitāte (piem., CO₂ līmenis pārsniedz 1000 ppm) mehāniskās ventilācijas trūkuma vai nepietiekamas gaisa plūsmas dēļ.
- Budžeta ierobežojumi liek izvēlēties neoptimālus, “izmaksu ziņā izdevīgus” risinājumus. Finansējums tiek piešķirts tikai renovācijai, neparedzot budžetu turpmākajām ekspluatācijas izmaksām, kā rezultātā sistēmas netiek izmantotas.



2.4.3 Dzīvojamo ēku analīze

20 daudzdzīvokļu dzīvojamā fonda **gadījumu pētījumos** (Latvija/ Polija/Spānija/Serbija) “konstrukciju-vispirms” (no angl. “fabric-first”) pasākumi apvienojumā ar pareiza izmēra siltumsūkņiem un hidraulisko balansēšanu konsekventi uzlabo sezonālo veikspēju un iekštelpu komfortu.

Vispārīgs pārskats par labo praksi un AVK tendencēm:

- Nozīmīgākā tendence ir pāreja no fosilā kurināmā balstītas apkures uz ar elektroenerģiju darbināmiem siltumsūkņiem un atjaunojamās enerģijas avotiem.
- Jaunās vai padziļināti renovētās ēkās tiek izmantotas zemas temperatūras sistēmas, piemēram, ūdens apsildāmās grīdas vai starojuma griestu paneļi/paklāji, kas maksimāli palielina siltumsūkņu efektivitāti.
- Mehāniskā ventilācija ar siltuma atgūšanu tiek uzskatīta par labo praksi un ir standarts modernās, gandrīz nulles enerģijas patēriņa dzīvojamās ēkās.
- Priekšnosacījums veiksmīgai AVK modernizācijai ir pilnā ēkas renovācija, tostarp siltināšanas un gaisa caurlaidības samazināšanas (hermētiskuma) pasākumi.
- Fotelektriskie (PV) saules paneļi bieži tiek uzstādīti uz jumtiem, lai kompensētu siltumsūkņu un ventilācijas sistēmu palīgelektroenerģijas patēriņu.
- Apkures akumulācijas tvertnes un siltumenerģijas uzkrāšanas sistēmas tiek ieviestas, lai izlīdzinātu apkures pieprasījumu, optimizētu PV paneļu pašpatēriņu un nodrošinātu pieprasījuma puses elastību, atsaistot enerģijas patēriņu no elektroenerģijas piegādes reāllaikā, īpaši “viedās” siltumsūkņu instalācijās.
- Termostatisko radiatoru vārstu un individuālo siltuma skaitītāju uzstādīšana ir būtiska labā prakse, kas ļauj norēķinus pēc patēriņa un dod iedzīvotājiem iespēju regulēt temperatūru. Sistēmas virzās uz Wi-Fi vadību ar lietotnēm un attālinātu piekļuvi diagnostikai un optimizācijai.
- Uzlabotas vadības sistēmas izmanto dinamisku elektroenerģijas cenu veidošanos (“spot” tirgu), laikpētāžu prognozes un PV ģenerācijas prognozes, lai plānotu siltumsūkņa darbību un maksimāli palielinātu enerģijas ietaupījumus, nepasliktinot komfortu.

Galvenie izaicinājumi AVK jomā, kas tika atrisināti vai būtu jāatrisina renovācijas procesā:

- Aktīvā dzesēšana daudzās Ziemeļeiropas dzīvojamajās ēkās lielākoties nav pieejama, taču tā kļūst par arvien nozīmīgāku jautājumu visos reģionos. Klimata pārmaiņām progresējot, ēkas, kas projektētas siltuma noturēšanai (īpaši jaunākas, labi siltinātas, zema enerģijas patēriņa ēkas), ir pakļautas pārkaršanas riskam.
- Lielākā daļa esošā dzīvojamā fonda pilnībā paļaujas uz dabisko ventilāciju caur atveramiem logiem un noplūdēm. Šāda paļaušanās rada enerģijas izšķērdēšanu (atverot logus, lai izvadītu lieko siltumu), termisko diskomfortu (aukstā gaisa ieplūde caur noplūdēm/sienu atvērumiem) un potenciālus veselības riskus (kondensāts un pelējuma veidošanās).
- Lielu siltuma zudumi esošajās, nerenovētajās ēkās. Termostatu un individuālās siltuma uzskaites trūkuma dēļ īrniekiem/iedzīvotājiem nav iespējas ietaupīt enerģiju un naudu.
- Vecākās mājās bieži tiek izmantoti tradicionālie grīdlīstes radiatori, kuriem nepieciešamas augstas padeves temperatūras (aptuveni 80 °C). Šāda infrastruktūra padara augstas efektivitātes siltumsūkņu uzstādīšanu sarežģītu vai dārgu bez apjomīgiem darbiem, piemēram, siltumatdevēju nomaiņas (piem., grīdas apkures ierīkošanas) un/vai sadales sistēmas pārbūves, lai pielāgotu plūsmas ātrumu darbībai ar zemākām temperatūrām.

2.4.4 Ārējo tīklu analīze

4 gadījumu pētījumos enerģiju piegādes puses dekarbonizācija papildina ēku renovācijas: Vācijas, Dānijas un Latvijas pieredze apliecina dzīvotspējīgus zema oglekļa risinājumus.

Galvenie rezultāti ietver zemākus primārās enerģijas faktoros, mazāku atkarību no fosilajiem kurināmajiem un augstāku noturību, ja ēkas tiek pieslēgtas un mijiedarbojas, izmantojot zemas temperatūras tīklus.

- Gadījumu izpētes uzsvēr izteiktu pāreju uz ilgtspējīgām, integrētām un decentralizētām centralizētās energoapgādes sistēmām. Galvenais secinājums visos projektos ir apņemšanās pakāpeniski atteikties no fosilā kurināmā un modernizēt infrastruktūru, lai izmantotu atjaunojamus energoresursus, bieži vien esošā pilsētvidē vai vēsturiski izveidotās sistēmās.
- Būtisks izaicinājums ir augstās kapitāla izmaksas un investīciju apjoms, kas nepieciešams klimatneitrālām tehnoloģijām, salīdzinot ar tradicionālajiem risinājumiem. Tomēr ilgtermiņā to konsekventi kompensē ekonomiskie ieguvumi — zemākas ekspluatācijas izmaksas un mazāka ievainojamība pret globālajām ekonomikas svārstībām.
- Veiksmīgi projekti, piemēram, CO₂ siltumsūkņu sistēma Dānijā vai saules kolektoru stacija Latvijā, kalpo kā demonstrācijas vietas un modeļi līdzīgām pārejām pilsētās un reģionos.

2.5 Gadījumu izpētes analīzes kopsavilkums

68 gadījumu pētījumu analīze sniedz visaptverošu pārskatu par AVK sistēmām plašā ēku tipu spektrā.

19 komerciālajās un industriālajās ēkās dominē elektrifikācija un dekarbonizācija, fosilā kurināmā sistēmas aizstājot ar siltumsūkņiem. Joprojām bieži sastopami hibrīdrisinājumi, kuros gāzes katli tiek kombinēti ar saules kolektoriem vai mikrokoģenerācijas iekārtām. Ventilācijā bieži tiek izmantota siltuma atgūšana, un pieaug pasīvās dzesēšanas risinājumu izmantošana ar termiski aktivētām sistēmām. Vadības sistēmas pāriet no pneimatiskās vadības uz modernu ēku pārvaldību, dažviet optimizācijai izmantojot arī MI risinājumus. Renovācijās tiek risināta augsta oglekļa satura enerģijas izmantošana, vāja temperatūras kontrole un enerģijas atgūšanas trūkums.

25 publiskajās un institucionālajās ēkās vērojamas līdzīgas tendences: zema oglekļa satura apkure, hibrīdsistēmas un zemas temperatūras sadales sistēmas. Ventilācija ar siltuma atgūšanu ir standarts, un tiek ieviesti jauninājumi, piemēram, CO₂ regulētas mainīga gaisa apjoma (VAV) sistēmas un gudra dabiskās un mehāniskās ventilācijas integrācija. Dzesēšanu nodrošina reversā cikla siltumsūkņi vai dzesētā ūdens sistēmas, ko papildina pasīvās stratēģijas. Centralizēta enerģijas pārvaldība savieno AVK un apgaismojumu, izmantojot atvērtus protokolus. Izaicinājumi ietver nekvalitatīvu

nodošanu ekspluatācijā, pārāk lielas projektētas iekārtas un sistēmas komponentes un budžeta ierobežojumus.

20 dzīvojamajās ēkās dominē elektriskie siltumsūkņi un atjaunojamie energoresursi. Zemas temperatūras sistēmas, piemēram, grīdas apkure, uzlabo efektivitāti, savukārt gandrīz nulles enerģijas mājās tiek izmantota ventilācija ar siltuma atgūšanu un pilnīga ēkas norobežojošo konstrukciju atjaunošana un siltināšana. Uz jumtiem uzstādītās PV saules paneļu sistēmas kompensē elektroenerģijas patēriņu, bet siltumenerģijas uzkrāšana palielina elastību. Viedā vadība ir izplatīta, taču vecākās mājās trūkst aktīvās dzesēšanas un ir lieli siltuma zudumi, kas apgrūtina siltumsūkņu integrāciju.

Četri ārējo tīklu gadījumi rāda pāreju uz decentralizētām, atjaunojamiem energoresursiem balstītām centralizētās energoapgādes sistēmām. Projekti tiecas atteikties no fosilā kurināmā, neraugoties uz augstām sākotnējām izmaksām, ko ilgtermiņā kompensē ietaupījumi un lielāka noturība. Piemēri, kā Dānijas CO₂ siltumsūkņi un Latvijas saules kolektoru parks, apliecina ilgtspējīgu centralizēto sistēmu dzīvotspēju un izceļ nepieciešamību pēc stratēģiskām investīcijām, pārdomāta dizaina un politikas atbalsta.



3.1	Augstākās izglītības programmu pārskats	<u>26</u>
	3.1.1 Maģistra programmu pārskats	<u>27</u>
	3.1.2 Bakalaura programmu pārskats	<u>28</u>
3.2	Profesionālās izglītības un mācību (VET) programmu pārskats	<u>29</u>
3.3	Profesionālās tālākizglītības un mācību (CVET) programmu pārskats	<u>30</u>
3.4	Starpnozaru prioritātes (visi līmeņi)	<u>31</u>

Šajā nodaļā aplūkota pašreizējā izglītības programmu vides analīze AVK, ilgtspējīgas būvniecības un enerģijas sistēmu jomās.

Tā piedāvā detalizētu esošo mācību iniciatīvu kartējumu visos izglītības līmeņos, tostarp universitātēs (HE), profesionālajā izglītībā un mācībās (VET) un profesionālās tālākizglītības un mācību (CVET) nodrošinātāju vidū. Mērķis bija apzināt esošās mācību iniciatīvas, lai noteiktu zināšanas, prasmes un kompetences, ko studenti iegūst šo mācību programmu ietvaros, atbilstoši konkrētajai studiju programmai/kursam.

Šie kritēriji ir:

01

Spēja izmantot mūsdienīgas AVK tehnoloģijas un digitālos rīkus;

02

Digitalizācija piem., BMS, viedā AVK automatizācija, IoT, ar MI vadīta enerģijas pārvaldība;

03

Regulējuma pratība (emisiju standarti, ekodizains, energoefektivitātes marķējums);

04

Dekarbonizēta apkure;

05

Ilgtermiņa apkures un dzesēšanas jomās.

Izglītības programmas pa valstīm

Izvēlētie kritēriji lietoti mācību satura atbilstības nozares vajadzībām, vērtēšanai. Šie kritēriji atspoguļo pamatkompetences, kas profesionāliem nepieciešamas, lai efektīvi veicinātu nozares digitalizāciju un dekarbonizāciju. Novērtējot programmas pēc šīm dimensijām, ir iespējams identificēt stiprās puses, nepilnības un iespējas uzlabot zināšanas un prasmes, kas vajadzīgas zaļās pārejas atbalstam.

Kopumā tika analizēti projekta partneru iesniegtie dati par 110 studiju programmām un kursiem dažādos izglītības līmeņos, tostarp 23 maģistra programmām, 33 bakalaura programmām, 19 VET programmām un 35 CVET programmām.



3.1.1 Maģistra programmu pārskats

Maģistra programmas nodrošina visaptverošu iepazīšanos ar mūsdienīgām AVK tehnoloģijām un digitālajiem rīkiem, tostarp BMS, lietu internets (IoT) un datos balstītām pieejām. Lielākajā daļā programmu ir iekļauti atbilstošie standarti, eko-dizaina principi, kā arī mācību darbā un projektos ir integrēti dekarbonizācijas un ilgtspējības rezultāti.

► **Ieteikumi maģistra programmām** — lai stiprinātu atbilstību visiem pieciem vērtēšanas kritērijiem, ieteicamas šādas darbības:

01

Padarīt 1. un 2. kritēriju praktiski īstenojamus

Ieteicams ieviest nodošanas ekspluatācijā un BMS laboratorijas, pārnēsājamus datu reģistrēšanas rīkus, KNX/IoT praktikumus un nelielus MI atbalstītus enerģijas pārvaldības mini-projektus, kas saistīti ar reāliem objektiem. Šie papildinājumi stiprinātu praktiskās iemaņas darbā ar rīkiem un nodrošinātu pilnvērtīgu digitalizācijas tvērumu.

02

Nodrošināt 3. kritēriju: regulējuma pratību

Programmās jāiekļauj skaidri moduļi par ES eko-dizainu, F-gāzēm, zema GWP aukstumaģentiem, enerģijas marķējumu un emisijām. Aprēķinu veidlapu un atbilstības “mini gadījumu” izmantošana palīdzētu nodrošināt, ka regulējuma zināšanas tiek gan mācītas, gan arī pierādāmas.

03

Novērtēt 4. un 5. kritēriju ar izmērāmiem rezultātiem

Noslēguma projekti jāveido tā, lai tajos tiktu ziņots par enerģijas un CO₂ emisiju samazinājumu, hidrauliskās balansēšanas rezultātiem, aukstumaģentu pārvaldības stratēģijām un dzīves cikla pamatojumu. Tas sniegtu skaidrus pierādījumus par dekarbonizācijas un ilgtspējības integrāciju.



3.1.2 Bakalaura programmu pārskats

Bakalaura programmas konsekventi integrē dekarbonizētus apkures un dzesēšanas risinājumus un ilgtspējību, bieži vien ar praktisku ievirzi, kas atbalsta praktisku mācīšanos.

Ieteikumi bakalaura programmām

01

Paaugstināt 1. kritēriju: praktiskās mācības

Laboratorijas nodarbības būtu jāpaplašina, iekļaujot uzdevumus par AVK sistēmu nodošanu ekspluatācijā, digitālajiem dvīņiem un pārnēsājamiem datu reģistratoriem. Tas nodrošinātu, ka absolventi līdztekus teorētiskajām zināšanām demonstrē arī praktisku kompetenci.

02

Padziļināt 2. kritēriju: digitalizācija

BMS/IoT rīku ķēdes, piemēram, tendenču žurnāli, kļūmju noteikšanas diagnostikas uzdevumi un vienkārša analītika, būtu jāintegrē visos programmu virzienos, tostarp tradicionālajās siltumenerģijas/enerģētikas specializācijās. KNX moduļu pievienošana vēl vairāk stiprinātu digitālo kompetenci.

03

Standartizēt 3. kritēriju: regulējuma pratība

Ieteicams ieviest obligātu regulējuma “mugurkaulu”, kas ietver eko-dizainu, F-gāzes, energoefektivitātes marķējumu un emisijas. Šie moduļi būtu jāvērtē ar atzīmēm, lai nodrošinātu konsekventu aptvērumu visās institūcijās.



Profesionālās izglītības un apmācības (VET) programmu pārskats

Profesionālās izglītības un mācību (VET) programmas nodrošina praktisku, uz karjeru orientētu izglītību, kas apgādā apmācāmos ar tehniskajām prasmēm un lietišķām zināšanām, kas nepieciešamas zaļās un digitālās pārejas atbalstam dažādās nozarēs, un tās ir būtiskas ilgtspējīgas attīstības, dekarbonizācijas un digitalizācijas mērķu sasniegšanai.

Atšķirībā no akadēmiskās izglītības, kurā bieži uzsvars ir uz teoriju un pētniecību, VET koncentrējas uz praktisko pieredzi, padarot to par spēcīgu instrumentu darbaspēka gatavībai un nozarei specifiskai inovācijai.

Ieteikumi profesionālās izglītības un mācību (VET) programmām

01

Iekļaut 2. kritēriju: digitalizācija praksē

Ieteicams digitalizāciju padarīt par obligātu VET programmu daļu, ieviešot:

- BMS/IoT/KNX laboratorijas;
- datu reģistrēšanas (data-logging) praktikumus;
- kļūmju noteikšanas un diagnostikas uzdevumus.

Šie elementi paaugstinātu 1. un 2. kritērija atbilstību no daļējas līdz pilnīgai.

02

Padarīt 3. kritēriju: regulējumu taustāmu

Programmās jāiekļauj mikro-moduļi par:

- F-gāzēm;
- eko-dizainu;
- enerģijas marķējumu.

To īstenošanu būtu jāatbalsta ar atbilstības instrukcijām (compliance walkthroughs), izmantojot reālu dokumentāciju, un jāvērtē ar praktiskiem uzdevumiem.

03

Praktiski īstenot 4. un 5. kritēriju: dekarbonizācija un ilgtspējība

Ieteicams iekļaut praktiskās mācību vienības par:

- siltumsūkņiem;
- zema GWP aukstumagēntiem;
- hidraulisko balansēšanu;
- Ēkas norobežojošo konstrukciju un AVK sistēmas sasaisti.

Katra vienība jāsaista ar izmērītiem enerģijas un CO₂ galvenajiem veiktspējas rādītājiem (KPI), lai sniegtu skaidrus pierādījumus par ilgtspējības un dekarbonizācijas rezultātiem.

Profesionālās tālākizglītības un mācību (CVET) programmu pārskats

Tā kā nozares strauji attīstās, reaģējot uz vides un tehnoloģiju izaicinājumiem, CVET piedāvā elastīgas, mērķētas mācību iespējas, kas palīdz profesionāliem atjaunināt prasmes, saglabāt konkurētspēju un veicināt sistēmiskas pārmaiņas mūžizglītības un darbaspēka pielāgošanās kontekstā.

Ieteikumi profesionālās tālākizglītības un apmācības programmām

01

Sastrukturēt modulos tā, lai tiktu aptverti visi pieci kritēriji

Ieteicams īsus oriģinālā aprīkojuma ražotāja vai uz tehnoloģijām orientētus kursus apvienot ar papildu mikrolaboratorijām, piemēram:

- BMS informācijas paneļi (dashboards);
- siltumsūkņu optimizācijas uzdevumi;
- KPI pārskatu sagatavošanas moduļi.

Šie papildinājumi palīdzētu paaugstināt 2. kritēriju (digitalizācija), 4. kritēriju (dekarbonizācija) un 5. kritēriju (ilgtspējība) atbilstību no daļējas līdz pilnīgai.

02

Skaidri dokumentēt 3. kritēriju

Lai nodrošinātu auditējamību, CVET programmām būtu jāstandartizē mācību plāni un mācīšanās rezultāti atbilstoši regulējuma saturam. Tas ietver:

- skaidrus aprakstus (nosaukumi, stundu skaits, vērtējamie uzdevumi);
- nepārprotamu sasaisti ar regulējuma tēmām, piemēram, eko-dizainu, F-gāzēm un enerģijas marķējumu.

Tas palīdzētu aizpildīt nenorādītās pozīcijas un apstiprināt atbilstību turpmākajos pārskatos.

03

Mērogot kompetences centru modeļus

Vairāku gadu CVET mācību pieejas, piemēram, Norvēģijā, Latvijā (AS "Rīgas Siltums") un atsevišķās Īrijas programmās (piem., ECAC, SOLAS, ASHRAE), būtu izmantojami kā paraugi plašākai ieviešanai. Šie modeļi jau atbilst visiem pieciem kritērijiem un piedāvā visaptverošus ceļus uz viedu, zema oglekļa satura un regulējumam atbilstošu ekspluatāciju.



Izglītības programmu atbilstība 5 kritērijiem

	(1) Modernie rīki	(2) Digitalizācija	(3) Regulējums	(4) Dekarbonizācija	(5) Ilgtspējība
Maģistri	Jā / Daļēji (LV daļēji)	Jā / Daļēji	Jā / Daļēji	Jā	Jā
Bakalauri	Jā / Daļēji	Jā / Daļēji	Jaukti / Daļēji	Jā / Daļēji	Jā / Daļēji
VET	Daļēji → Jā	Daļēji / Nē → Jā (atkarīgs no valsts)	Daļēji	Jaukti (iesk. Jā)	Daļēji / Jā
CVET	Daļēji → Jā (kompetences centri)	Daļēji	Jā / Daļēji	Daļēji → Jā	Daļēji → Jā

3.4

Starpnozaru prioritātes (visi līmeņi)

01

Uzlabot praktisko mācīšanos (1. kritērijs)

Izveidot standarta laboratorijas ar tādiem rīkiem kā nodošanas ekspluatācijā programmatūra, BMS/IoT komplekti, digitālie dvīņi un datu reģistratori. Tas palīdzēs studentiem iegūt reālu pieredzi ar tehnoloģijām, par kurām viņi mācās.

02

Padarīt digitālās prasmes par ikdienas mācību sastāvdaļu (2. kritērijs)

Neaprobežoties ar digitalizācijas mācīšanu lekcijās — iekļaut analītikas un kļūmju noteikšanas uzdevumus mājasdarbos un eksāmenos bakalaura, VET un CVET programmās.

03

Mācīt regulējumu skaidri un konsekventi (3. kritērijs)

Uzturēt aktuālu saturu par eko-dizainu, F-gāzēm, enerģijas marķējumu un emisijām. Izmantot vērtējamus uzdevumus (piem., kontrolsarakstus, aprēķinus un nelielas gadījumu izpētes), lai parādītu, ka studenti izprot noteikumus.

04

Mērīt ilgtspējību un dekarbonizāciju (4. un 5. kritērijs)

Saistīt laboratorijas darbus un projektus ar reāliem rezultātiem — piemēram, enerģijas un oglekļa datiem, aukstumaģentu izvēli un dzīves cikla domāšanu. Tas nodrošina, ka studenti spēj pielietot apgūto reālās situācijās.

05

Izmantot universitātes kā mācību centrus

Spēcīgām maģistra un bakalaura programmām būtu jāvirza un jāatbalsta VET un CVET programmas. Tas palīdz paaugstināt apmācību kvalitāti visos līmeņos.

Iepriekš minēto ieteikumu īstenošana nodrošinās, ka visu piecu kritēriju aptvērums ir konsekvents, auditējams un atbilstošs nozares vajadzībām.





4.1

Padziļināto interviju analīze

33

- 4.1.1 Darba ikdiena un problēmu risināšana (ikdienas izaicinājumi un trūkstošās zināšanas) 33
- 4.1.2 Nozares pārmaiņas un jaunās tehnoloģijas 34
- 4.1.3 Darbspēka gatavība un prasmju trūkumi 34
- 4.1.4 Izglītības programmas un apmācību uzlabojumi 35
- 4.1.5 Padziļināto interviju analīzes kopsavilkums 36

4.2

Aptaujas rezultātu analīze

37

- 4.2.1 Aptaujas metodoloģija 37
- 4.2.2 Aptaujas rezultātu analīzes kopsavilkums 38

Šajā nodaļā apkopoti primārās datu vākšanas rezultāti, kas tika veikta ar mērķi validēt un pilnveidot atziņas, kas iegūtas sākotnējā dokumentu izpētē un ekspertu konsultācijās. Izmantojot strukturētu trīs fāžu pieeju, kas ietvēra neformālas diskusijas, mērķētas aptaujas un padziļinātas intervijas, tika apkopoti kvalitatīvi un kvantitatīvi dati no galvenajām ieinteresētajām pusēm apkures un dzesēšanas nozarē. Šīs ieinteresētās puses ietvēra projektētājus, būvniekus/uzstādītājus, operatorus/uzraugus un ražotājus, grupējot tos pēc pieredzes līmeņa.

4.1

Padziļināto interviju analīze

Padziļinātās intervijas tika veiktas, izmantojot daļēji strukturētu interviju vadlīnijas, kas aptvēra četras tēmas. Intervētājiem bija elastība izlaist vai pielāgot jautājumus un uzdot papildu jautājumus atkarībā no konkrētā konteksta, ņemot vērā respondenta kompetenci, pieredzi un pieejamo laiku. Katra intervija ilga aptuveni vienu stundu.

Eksperti, kuri nebija pieejami padziļinātajām intervijām, tika aicināti aizpildīt atsevišķu aptauju. Lai izvairītos no dublēšanās, tika nodrošināts, ka neviena persona nepiedalījās gan intervijā, gan aptaujā.

Kopumā padziļinātajās intervijās piedalījās **52 dalībnieki**, pārstāvējot šādas valstis: Vācija, Latvija, Polija, Serbija, Norvēģija, Beļģija, Čehija, Īrija, Spānija un Dānija.

4.1.1 Darba ikdiena un problēmu risināšana

AVK nozares galvenie tehniskie izaicinājumi izriet no sistēmiskām nepilnībām projektēšanā, uzstādīšanas kvalitātē un sistēmu pārvaldībā. Dažādu lomu profesionāļi mēdz koncentrēties šauri uz saviem individuālajiem uzdevumiem vai komponentēm, nevis uz sistēmas kopējo funkcionalitāti un dzīves ciklu, kas noved pie sliktiem projektēšanas lēmumiem, ierobežotas piekļuves apkopei un neoptimāliem sistēmas veiktspējas rādītājiem. Saziņas trūkumi starp

projektētājiem, uzstādītājiem un operatoriem šīs problēmas vēl pastiprina, jo nepietiekamas atgriezeniskās saites dēļ rodas dārgi konflikti un pārstrādes darbi. Vērojama izteikta tendence, ka jaunie speciālisti ir sagatavoti teorētiski, bet viņiem trūkst praktiskas, “hands-on” pieredzes, savukārt pieredzējušiem profesionāļiem nereti trūkst digitālās prasmes un sistēmiskās domāšanas, kas nepieciešama mūsdienu integrētajām tehnoloģijām (BMS, IoT, MI).



4.1.2 Nozares pārmaiņas un jaunās tehnoloģijas

► Eksperti konsekventi identificē trīs galvenās pārmaiņu jomas, kas no jauna definēs AVK profesionāļa lomu:

01

Dekarbonizācija un jauni enerģijas avoti

Jaunās paaudzes siltumsūkņi (augstas temperatūras, hibrīdi, modulāri) aizstāj gāzes katlus. Būtiska pāreja notiek uz dabīgiem un zema GWP aukstumaģentiem (R290, CO₂, amonjaks, HFO). Hibrīdsistēmas (siltumsūkņi + fosilais kurināmais/saules enerģija) ir īpaši svarīgas renovācijās. Elektrifikācija ir galvenais virzītājspēks, kas prasa elektrotehniskās prasmes.

02

Digitalizācija un automatizācija

MI vadīta regulēšana, IoT/mākoņplatformas, BMS/EMS integrācija un viedie skaitītāji ar dinamiskajiem tarifiem. Šīs sistēmas ļauj optimizēt darbību reāllaikā un veikt prognozējošu apkopi. Nākotnes AVK profesionālim jāapgūst datu analītika, kibernetika un vadības algoritmu loģika, lai efektīvi pārvaldītu viedās sistēmas.

03

Digitālā modelēšana un sistēmu integrācija

BIM (ēku informācijas modelēšana), digitālie dvīņi un enerģijas simulācija (CFD) pārveido projektēšanu. Šī pāreja ļauj izmantot modulāras "Plug & Play" sistēmas un rūpnieciski ražotus risinājumus, būtiski samazinot uzstādīšanas laiku un kļūdu skaitu.

4.1.3 Darbaspēka gatavība un prasmju trūkumi

Visbūtiskākais izaicinājums, ar ko saskaras AVK nozare, ir plaši izplatīts prasmju trūkums visos karjeras posmos. Kamēr jaunie speciālisti bieži vien cieš no praktiskas (no angl. "hands-on") pieredzes trūkuma, pieredzējušiem profesionāļiem ir grūtības pielāgoties straujai digitālo rīku un zaļo tehnoloģiju ieviešanai.

Izglītības programmas un apmācību uzlabojumi

Izglītības programmu un apmācību uzlabojumu analīze rāda vienprātību, ka pašreizējā AVK izglītība nereti ir nepietiekama un novecojusi, kā arī tai trūkst nepieciešamā uzsvara uz praktiskajām, starpdisciplinārajām un

digitālajām kompetencēm, ko pieprasa strauji mainīgā nozare. Galvenais izaicinājums ir mazināt plaisu starp teorētiskajām zināšanām un reālo praksi, ko vēl vairāk sarežģī regulējuma prasības trūkums.

Galvenās apmācību tēmas, kas jāiekļauj

01

Regulējuma prasība un standarti:

Obligāta, regulāri aktualizēta apmācība par tiesisko regulējumu, emisiju standartiem, eko-dizainu, enerģijas marķējumu un drošības normām.

02

Inženierijas pamati (praktiski):

Dziļākas un konsekventas zināšanas par hidrauliku, elektrosistēmām, shēmu lasīšanu un siltuma pieprasījuma aprēķiniem. Daudzi akadēmiskie priekšmeti šķita mazsvarīgi, ja tie netika sasaistīti ar praksi.

03

Digitalizācija un automatizācija:

BIM/3D projektēšanas rīki, EMS/BMS konfigurēšana un loģika, IoT platformas, ar MI atbalstīti aprēķini, datu analīze un kibersdrošība.

04

Nodošana ekspluatācijā un optimizācija:

Sistēmu ieregulēšana, pielāgošana reālai lietošanai, sensoru kalibrēšana, hidrauliskā balansēšana un kļūmju diagnostika.

05

Drošība un ilgtspējība:

Droša jauno aukstumaģents izmantošana, kam nepieciešama obligāta sertifikācija. Apmācība par CO₂ un ūdens pēdu, kā arī dzīves cikla novērtējumu un izmaksu analīzi.

06

Tīras enerģijas ieviešana:

Prasmju trūkuma radītā sarežģītība un nekvalitatīva ieviešana mazina uzticēšanos “tīrajām” tehnoloģijām, pastiprinot priekšstatu, ka “netīrie” risinājumi joprojām ir finansiāli pievilcīgāki. Projekti nereti nesasniedz gaidītos enerģijas ietaupījumus, neraugoties uz ievērojamām sākotnējām investīcijām.

Secinājumi atklāj plaši izplatītas sistēmiskas problēmas visās lomās AVK nozarē. Projektētājiem bieži trūkst praktiskās pieredzes, un viņiem ir grūtības ar hidraulikas dinamiku, automatizācijas loģiku un mūsdienīgu projektēšanas rīku, piemēram, BIM un 3D CAD, izmantošanu.

Viņu darbs nereti balstās uz nepilnīgu informāciju, kas noved pie projektēšanas kļūdām un padara uzstādīšanu un apkopi sarežģītāku. Uzstādītāji saskaras ar kvalificēta darbaspēka trūkumu un paļaujas uz novecojušām praksēm. Daudziem trūkst būtisku zināšanu hidraulikā un elektrotehnikā, un laika spiediena apstākļos viņi bieži izlaiž kritiskus soļus, piemēram, kvalitatīvu nodošanu ekspluatācijā un dokumentēšanu.

Operatori, tostarp ēku apsaimniekotāji un gala lietotāji, bieži ir nepietiekami apmācīti un nezina, kā optimizēt sistēmu darbību. Tas rada ilgtermiņa neefektivitāti un iekārtu nepareizu izmantošanu. Ražotāji, lai gan tehnoloģiski attīstās, saskaras ar grūtībām nodrošināt, ka viņu produkti tiek pareizi uzstādīti un izmantoti. Šīs problēmas pastiprina nepietiekama dokumentācija, apmācību trūkums un ierobežota savietojamība ar ēku vadības sistēmām (BMS).

Nozare piedzīvo straujas pārmaiņas, ko virza dekarbonizācija, digitalizācija un sistēmu integrācija. Jaunas tehnoloģijas, piemēram, augstas efektivitātes siltumsūkņi, zema GWP aukstumaģenti un hibrīdsistēmas, aizstāj tradicionālos risinājumus. Elektrifikācija pieaug, un tas prasa profesionāļiem apgūt elektrotehniskās un drošības prasmes. Digitālie rīki, piemēram, ar mākslīgo intelektu vadīta regulēšana, IoT platformas un viedie skaitītāji, kļūst par standartu, radot nepieciešamību pēc kompetences datu analītikā, kiberdrošībā un automatizācijas loģikā. Projektētāju loma attīstās par digitālo integratoru lomu, kur nepieciešama prasme strādāt ar simulācijas rīkiem, veikt dzīves cikla analīzi un pārzināt vadības protokolus. Uzstādītājiem jāattīstās par digitālajiem tehniķiem, kas spēj strādāt ar moderniem aukstumaģentiem un izmantot viedos rīkus diagnostikai un nodošanai ekspluatācijā. Operatoru loma pārtop par enerģijas pārvaldnieku lomu, kur svarīga ir datu interpretēšana un sistēmu attālināta pārvaldība. Ražotāji virzās uz pakalpojumu orientētiem biznesa modeļiem, integrējot IoT iespējas un modulāru ražošanu, lai izpildītu regulējuma prasības un atbilstu tirgus gaidām.

Intervijas izceļ kritisku prasmju deficītu visos karjeras posmos. Jaunie profesionāļi bieži vien nav ieguvuši pietiekamu praktisko pieredzi, savukārt pieredzējušiem darbiniekiem ir grūtības pielāgoties digitālajām un ilgtspējīgajām tehnoloģijām. Projektētājiem nepieciešama labāka sagatavotība regulējuma standartos, praktiskas zināšanas par objektu (būvlaukuma) īpatnībām un projektu vadībā. Uzstādītājiem vajadzīgas stabilas arodprasmes pamatzināšanās, drošības sertifikācija un digitālas nodošanas ekspluatācijā iemaņas. Operatoriem jāapgūst enerģijas datu interpretēšana un efektīva sistēmu pārvaldība. Ražotājiem jāuzlabo produktu dokumentācija, apmācības un sistēmu savietojamība. Izglītības programmas tiek vērtētas kā novecojušas un pārāk teorētiskas. Eksperti aicina ieviest "divu virzienu" pieeju, kas apvieno padziļinātu, konkrētai lomai atbilstošu apmācību ar starpfunkcionālām zināšanām, lai uzlabotu sadarbību.

Apmācībām jāaptver regulējums, praktiskā inženierija, digitālie rīki, nodošana ekspluatācijā un ilgtspējība. Vēlamie mācību formāti ietver praktiskas nodarbības, mentoringu, tiešsaistes kursus, prakses vietas un gadījumu izpēti. Lai atjauninātu mācību saturu, nodrošinātu stimulus un garantētu kvalitatīvu apmācību, ir nepieciešama valdību, izglītības iestāžu un uzņēmumu sadarbība. Obligātajām sertifikācijām būtu jākoncentrējas uz praktisku pielietojumu, drošību un digitālo integrāciju, un daži eksperti iesaka sasaistīt sertifikāciju ar atalgojuma līmeņiem, lai nodrošinātu augstus standartus un plašu iesaisti.

4.2 Aptaujas rezultātu analīze



4.2.1 Aptaujas metodoloģija

Aptauja tika veikta anonīmi, izmantojot Google Forms, un tā tika izstrādāta, lai apkopotu gan kvalitatīvus, gan kvantitatīvus datus. Tās aizpildīšana aizņēma aptuveni 10–15 minūtes.

Respondentiem tika uzdoti dažādi jautājumu veidi, tostarp atbilžu varianti ar izvēli, atvērtie jautājumi un ranžēšanas uzdevumi, kuros dotās iespējas bija jāsakārto pēc nozīmīguma.

Aptaujā tika apkopotas atbildes no **55 AVK profesionāļiem** desmit Eiropas valstīs (Latvija, Īrija, Apvienotā Karaliste, Spānija, Zviedrija, Polija, Austrija, Somija un Beļģija), atspoguļojot plašu ģeogrāfisko skatījumu uz nozares darbaspēku un prasmju situāciju. Respondentiem ir daudzveidīga profesionālā pieredze un dažādi pieredzes līmeņi AVK nozarē. Lielākā daļa respondentu bija projektu vadītāji (31%), uzstādītāji (33%) un projektētāji (29%), savukārt mazāku daļu (7%) veidoja citu lomu

pārstāvji. Dalībnieki bija diezgan vienmērīgi sadalīti pa vecuma grupām: 18% vecumā no 26–35 gadiem, 30% — 36–45, 25% — 46–55 un 27% — 55 gadi un vairāk. Profesionālās pieredzes ziņā gandrīz pusei (49%) bija vairāk nekā 20 gadu pieredze nozarē, savukārt 22% bija 6–10 gadu pieredze, vēl 22% — 10–20 gadu pieredze, bet mazākas grupas bija ar 4–6 gadiem (5%) vai mazāk nekā 2 gadiem (2%) pieredzes.

Aptaujas rezultātu analīzes kopsavilkums

Aptauja pētīja priekšstatus par darbaspēka gatavību, apmācību vajadzībām un nākotnes izaicinājumiem AVK nozarē.

Respondenti novērtēja jauno speciālistu sagatavotību darba pienākumiem ar 4,9 no 10, viņu gatavību strādāt ar digitālajām tehnoloģijām — ar 5,9, bet nozares kopējo gatavību digitalizācijai — ar 5,0, kas norāda uz mērenām bažām visās jomās. Lielākā daļa dalībnieku uzskatīja, ka AVK profesionāļiem zināšanas būtu jāatjauno vienu vai divas reizes gadā; ikmēneša atjauninājumus neatbalstīja neviens. Attiecībā uz nākotnes izglītību 55% deva priekšroku lomai specifiskai apmācībai, bet 29% atbalstīja starpfunkcionālu pieeju. Atvērtajās atbildēs bieži minētie tehniskie izaicinājumi bija regulējuma neskaidrības, projektēšanas kļūdas, speciālistu kompetences trūkums, vāja komunikācija un nepietiekami dati. Steidzami nepieciešamās prasmes ietvēra automatizāciju, BIM, zema CO₂ sistēmu projektēšanu un regulējuma zināšanas. Daudzi respondenti norādīja, ka vēlētos savas karjeras sākumā agrāk apgūt digitālos rīkus, automatizācijas sistēmas un praktisko pieredzi.

Tehnoloģijas, kas, pēc aptaujāto domām, visvairāk ietekmēs nozari nākamajos 5–10 gados, ietver MI, digitalizāciju, jaunus aukstumaģentus, siltumsūkņus un “zaļās” tehnoloģijas. Saskaroties ar sarežģītām problēmām, profesionāļi visbiežāk paļaujas uz analītisko domāšanu, komandas ideju vētru un konsultācijām ar ekspertiem. Praktiskā apmācība un projektos balstīta mācīšanās tika atzītas par efektīvākajām prasmju attīstīšanas metodēm. Pašreizējo apmācību programmu uzlabojumos prioritātei jābūt praktiskajai pieredzei, regulējuma integrācijai un nepārtrauktai mācīšanās pieejai. Par nākotnei būtiskiem digitālajiem rīkiem tika identificēti BIM, digitālie dvīņi un viedās ēku sistēmas. Apmācību tēmas, kurām būtu jāpiešķir prioritāte, ietver tīrās enerģijas risinājumu projektēšanu un uzstādīšanu, atbilstību regulējumam, viedo sistēmu integrāciju un MI balstītu diagnostiku. Lielākie šķēršļi atjaunojamās enerģijas AVK tehnoloģiju ieviešanai bija augstas sākotnējās izmaksas, kvalificētu uzstādītāju trūkums, nepietiekamas tehniskās zināšanas un ierobežota klientu informētība. Pretestību veicināja arī savietojamības problēmas, sarežģīts regulējums un neskaidra ilgtermiņa veiktspēja, kā arī bažas par strauju tehnoloģiju attīstību.

Secinājumi

Apkures dekarbonizācija ir izšķiroša, lai sasniegtu klimatneitralitāti Eiropā un pasaulē. Situācijas analīze rāda, ka Eiropas dekarbonizācija virzās uz priekšu, pateicoties ciešai politikas, tehnoloģiju un izglītības saskaņotībai, tomēr šīs transformācijas panākumi ir atkarīgi no efektīvas ieviešanas un darbaspēka gatavības.

No tehnoloģiju perspektīvas ES regulatīvais ietvars, kas balstīts Zaļajā kursā, pārskatītajā EPBD (Ēku energoefektivitātes direktīvā), EED (Energoefektivitātes direktīvā) un RED III (Atjaunojamās enerģijas direktīvā), ir izveidojis saskaņotu pamatu dekarbonizācijai. Siltumsūkņi, zemas temperatūras centralizētā siltumapgāde, ģeotermālā enerģija, saules siltumenerģija un siltuma atgūšanas tehnoloģijas šobrīd ir pietiekami nobriedušas plaša mēroga ieviešanai. Vienlaikus enerģijas sistēmu digitalizācija — izmantojot viedos skaitītājus, ēku vadības sistēmas (BMS) un datus balstītu regulēšanu — kļūst par kritiski svarīgu efektivitātes, elastības un atjaunojamo energoresursu integrācijas veicinātāju. Kopējās Eiropas enerģijas datu telpas (CEEDS) ieviešana un Viedās gatavības indikators (SRI) iezīmē izšķirošu soli ceļā uz savietojamām, “viedām” ēkām un tīkliem. Tomēr pilns ieguvums materializēsies tikai tad, ja šīs digitālās sistēmas tiks integrētas starp nozarēm un reģioniem.

Ēku līmenī 68 gadījumu izpētes analīze parādīja konsekventu progresu elektrifikācijā, digitālajā monitoringā un enerģijas atgūšanā. Komerציālās un industriālās ēkas ir līderes ar MI uzlabotu vadības sistēmu ieviešanu, savukārt publiskās un institucionālās ēkas demonstrē izteiktas tendences virzībā uz zemas temperatūras sistēmām un hibrīdo apkuri. Dzīvojamajās ēkās pieaug siltumsūkņu un PV saules paneļu izmantošana, taču izaicinājumi joprojām ir novecojušā infrastruktūra, pārkaršanas riski un ierobežotas aktīvās dzesēšanas iespējas. Pilsētas līmeņa tīkli attīstās par decentralizētām, uz atjaunojamiem energoresursiem balstītām sistēmām, un projekti Dānijā, Latvijā un Vācijā apliecina gan īstenošanas iespējas, gan ilgtermiņa izmaksu ieguvumus. Neraugoties uz šo dinamiku, joprojām pastāv šķēršļi:

augstas sākotnējās izmaksas, darbaspēka trūkums, sadrumstalots regulējums, ierobežota informētība, kā arī nepilnības savietojamībā un kiberdrošībā. Progresu paātrināšanai nepieciešamas koordinētas investīcijas, vietējie elektroenerģijas elastības tirgi un starpnozaru sadarbība, lai nodrošinātu, ka elektrificētā apkure un viedā vadība var uzticami aizstāt fosilo pīķa jaudu avotus.

Prasmju dimensija ir tikpat kritiska. Izglītības un mācību satura analīze 110 programmās (bakalaura, maģistra, profesionālā izglītība un mācības (VET) un profesionālā tālākizglītība un mācības CVET) parādīja, ka, lai gan teorētiskā izpratne par ilgtspējību ir spēcīga, digitālā un regulējuma pratība joprojām ir nevienmērīga. Augstākā izglītība nodrošina stabili pamatu sistēmiskajā domāšanā un klimata politikā, taču profesionālās izglītības un tālākizglītības programmās bieži trūkst strukturētas saskares ar digitālajiem rīkiem, piemēram, BMS, IoT un datu analītiku. Lai mazinātu plaisu starp politikas ambīcijām un praktisko īstenošanu, būtiski ir paplašināt praktiskās laboratorijas, nodošanas ekspluatācijā un apkalpošanas praktikumus un regulējuma modeļus.

Noslēgumā jāsecina, ka Eiropai šobrīd ir izveidots politikas un tehnoloģiskais pamats digitalizācijas vadītai dekarbonizācijai. Turpmākais izaicinājums ir īstenošana praksē: nodrošināt savietojamību, datu pārvaldību, kiberdrošību un darbaspēka prasmju paaugstināšanu, lai tas spētu projektēt, integrēt un pārvaldīt viedas, zema oglekļa satura sistēmas. Ja šie priekšnosacījumi tiks īstenoti nākamo divu līdz trīs gadu laikā, Eiropa var nostiprināt savu līderību tīras siltumapgādes jomā, līdz gadsimta vidum sasniedzot noturīgu, iekļaujošu un klimatneitrālu enerģētikas sistēmu.

Ieteikumi

Pāreja uz dekarbonizētu un digitalizētu apkuri un dzesēšanu prasa koordinētu rīcību vairākos pārvaldības, nozares un izglītības līmeņos. Tālāk sniegtie ieteikumi apkopo vides analīzes ziņojuma secinājumus un papildu reģionālos novērtējumus, izklāstot praktiskās prioritātes katrai ieinteresēto pušu grupai.

1. Politikas veidotājiem un regulatoriem

Eiropas un valstu iestādēm būtu jāpiešķir prioritāte konsekventai īstenošanai un vietējo līmeņu pilnvarošanai. Pamatnoteikumi jau ir ieviesti: EPBD (2024), EED, RED III un reformētais elektroenerģijas tirgus dizains, taču tie sniegs rezultātus tikai tad, ja uzraudzība būs vienmērīga, finansējuma plūsmas — uzticamas, bet progress — caurredzami izsekojams. Tas nozīmē pārvērst augsta līmeņa mērķus skaidrās vietējās darbībās un nodrošināt tos ar stabilu finansējumu un monitoringu.

Pirmkārt, padarīt vietējo siltumapgādes plānošanu par obligātu visās dalībvalstīs, sekojot Dānijas modelim. Pašvaldībām nepieciešamas pilnvaras un rīki, lai kartētu apkures un dzesēšanas pieprasījumu, esošos tīklus un atjaunojamos un atlikumsiltuma resursus, un pēc tam izvēlētos izmaksu ziņā efektīvākos risinājumus (centralizētā energoapgāde, liela mēroga siltumsūkņi, ģeotermālā enerģija, saules siltumenerģija, ēku līmeņa elektrifikācija).

Otrkārt, vienkāršot atļauju saņemšanu un palielināt finansējumu atjaunojamiem un hibrīdiem risinājumiem. Apvienot dotācijas un lētu finansējumu ar uz rezultātiem balstītiem

stimuliem, piemēram, “baltajiem” vai “zaļajiem” sertifikātiem, lai projekti tiktu atalgoti par pārbaudītiem ietaupījumiem un emisiju samazinājumu, nevis tikai par uzstādīto jaudu.

Treškārt, standartizēt digitālās prasības ēkām un centralizētās energoapgādes projektiem. Noteikt atvērtus savietojamības standartus, minimālās datu drošības prakses un praktisku Viedās gatavības rādītāja (SRI) ziņošanu, lai aktīvi varētu droši pieslēgties tīkliem un tirgiem. Tas samazina piesaistes konkrētam piegādātājam risku, uzlabo kiberdrošības noturību un paver iespējas analītikai un optimizācijai plašā mērogā.

Visbeidzot, atvērt un stiprināt elektroenerģijas elastības tirgus. Noteikt skaidrus, saskaņotus noteikumus, lai agregatori, ēkas, elektroauto un siltumsūkņi varētu sniegt tīkla pakalpojumus (jaudu, balansēšanu, pārslodzes mazināšanu) uz vienlīdzīgiem nosacījumiem ar tradicionālajiem aktīviem. Tas ļauj pieprasījuma puses elastībai aizstāt fosilos pīķa jaudu avotus, samazina sistēmas izmaksas un paātrina pāreju uz tīru siltumapgādi, vienlaikus saglabājot elektrotīkla stabilitāti.

2. Nozarei un komunālo pakalpojumu sniedzējiem

Apkures un dzesēšanas nozare ir izšķiroša Eiropas ceļā uz dekarbonizāciju un digitalizāciju. Lai apmierinātu pieaugošo pieprasījumu pēc zema oglekļa un viedām enerģijas sistēmām, uzņēmumiem ir ne tikai tehnoloģiski jāinovē, bet arī jāiegulda cilvēkos.

Ir nepieciešams ieguldīt darbaspēka attīstībā un nepārtrauktā mācīšanās procesā. Nozares dalībniekiem būtu jāapņemas veidot prasmes un kapacitāti, kas vajadzīga nākamās paaudzes apkures un dzesēšanas tehnoloģijām. Tas ietver strukturētu apmācību un prasmju pilnveides programmu izveidi inženieriem, uzstādītājiem un operatoriem, koncentrējoties uz jaunām kompetencēm, piemēram, digitālo sistēmu integrāciju, datu analītiku, viedo vadību un kiberdrošību. Nepārtrauktai profesionālajai pilnveidei jāklūst par uzņēmumu kultūras daļu, nodrošinot, ka darbaspēks spēj pielāgoties tehnoloģiju un regulējuma prasību attīstībai.

Cieša sadarbība starp nozari un izglītības iestādēm ir būtiska. Uzņēmumiem būtu jāsadarbjas ar universitātēm, profesionālajām skolām un apmācību centriem, lai kopīgi izstrādātu mācību saturu, kas atspoguļo reālās tirgus vajadzības un praksē izmantotās tehnoloģijas — piemēram, siltumsūkņus, ēku automatizāciju, centralizētās energoapgādes sistēmas un digitālos monitoringa rīkus. Kopīgas iniciatīvas, kā mācekļu prakses, “dzīvās laboratorijas” vai demonstrācijas objektos uz vietas, var sniegt studentiem un apmācāmajiem praktisku pieredzi, mazinot plaisu starp teoriju un praksi.

Saskaņojot izglītību un darbaspēka attīstību, nozare var nodrošināt stabilu kvalificētu speciālistu pieplūdumu, kas ir gatavi projektēt, uzstādīt un pārvaldīt modernas apkures un dzesēšanas sistēmas. Tas ne tikai stiprina konkurētspēju un inovāciju, bet arī palīdz paātrināt Eiropas kopējo enerģētikas pāreju uz zema oglekļa, datus balstītu nākotni.

3. Pašvaldībām un vietējām iestādēm

Pilsētās un reģionos dekarbonizācija kļūst par realitāti, tāpēc vietējām pašvaldībām būtu jāuzņemas līderība, balstoties uz skaidriem datiem, finansējamiem projektiem un atklātu komunikāciju. Jāsāk ar integrētu enerģijas un siltumapgādes karšu izveidi, kas apvieno pieprasījuma profilus, ēku fondu, tīklu aktīvus un vietējos resursus, piemēram, ģeotermālo enerģiju, notekūdeņu siltumu, datu centru atlikumsiltumu un jumtu PV paneļu potenciālu. Izmantojot šīs kartes, var noteikt zonējumu centralizētajai siltumapgādei un dzesēšanai, identificēt vietas, kur ir lietderīgi liela mēroga siltumsūkņi vai zema temperatūras līmeņa loki, var precīzi noteikt apkaimes, kas visvairāk iegūtu no padziļinātas renovācijas.

Līdzīgu projektu apvienošana (piem., skolu grupas, sociālo mājokļu kvartāli vai pašvaldību ēkas) samazina darījumu izmaksas un piesaista aizdevējus un ESCO uzņēmumus. Strukturējot šādus apvienotus projektus ar standartizētiem risinājumiem, līgumiem un KPI, lai kopienai siltumsūkņus, zemas temperatūras centralizētās sistēmas un ēku dzīvu renovāciju varētu finansēt, izmantojot zaļās obligācijas, ELENA/InvestEU vai publiskās–privātās partnerības. Projektos jāiekļauj dzīves cikla ekspluatācijas un uzturēšanas (O&M) plānu un veikspējas garantijas, lai nodrošinātu projektu ilgtspēju un ilgtermiņa ietaupījumus.

Iedzīvotāju un ieinteresēto pušu informētības un atbalsta nodrošināšana ar caurredzamu, digitālu iesaisti, publicējot vienkāršus informācijas paneļus, kas pa apkaimēm parāda vietējo enerģijas patēriņu, projektu statusu, tarifus un oglekļa ietaupījumus. Piedāvāt pašapkalpošanās rīkus, lai mājāsaimniecības varētu saprast ieguvumus no pieslēgšanās tīklam, pārejas uz siltumsūkni vai dalības renovācijas programmā. Informāciju papildināt ar skaidrām patērētāju aizsardzības garantijām, taisnīgiem pieslēgšanās noteikumiem un mērķētu atbalstu maznodrošinātām mājāsaimniecībām, lai nodrošinātu taisnīgu pāreju.

Visbeidzot, saskaņot iekšējo kapacitāti ar ambīcijām. Izveidot starpdepartamentu sadarbību tīrās siltumapgādes īstenošanai (plānošana, mājokļi, iepirkumi, IT, finanses), lai paātrinātu atļauju saskaņošanu, standartizētu datu apmaiņu ar komunālo pakalpojumu sniedzējiem un organizētu atvērtus iepirkumus, kas veicina savietojamību un neierobežo ar vienu piegādātāju. Iekļaut apmācības pašvaldību darbiniekiem par siltumapgādes plānošanu, digitālo sistēmu iepirkšanu, kiberdrošības pamatiem un veikspējas līgumiem. Ar kvalitatīvām kartēm, investīcijām gatavām projektu paketēm un godīgu publisku atskaitīšanos pašvaldības var pārvērst nacionālos mērķus darba vietās un zemākos rēķinos iedzīvotājiem.

4. Izglītības un apmācību iestādēm

Atjaunojamās siltumapgādes prasmju plaiss mazināšana sākas klasēs, laboratorijās un reālos objektos. Universitātēm, profesionālās izglītības un mācību (VET) koledžām un profesionālās tālākizglītības un mācību (CVET) nodrošinātājiem būtu jāmodernizē mācību saturs, lai absolventi jau no pirmās dienas spētu projektēt, integrēt, nodot ekspluatācijā un darbināt digitālas, zema CO₂ emisiju apkures un dzesēšanas sistēmas. Tas nozīmē digitālo kompetenču iekļaušanu — ēku vadības sistēmas (BMS), IoT sensori un protokoli, datu analītika un vizualizācija, vadības inženierija un kibernetikas pamati — inženierzinātņu, arhitektūras, ēku apsaimniekošanas un amatu programmās nevis kā izvēles kursu, bet kā obligātus mācīšanās rezultātus.

Teorija jāsavieno ar praksi: jāizveido “dzīvās laboratorijas”, aprīkotas mācību nolūkiem ēkas, mācības objektos, kas saistīti ar reāliem aktīviem (siltumsūkņi, zemas temperatūras sistēmas, apakšuzskaite, pieslēgumi centralizētās energoapgādes sistēmām). Studentiem mācības jāpabeidz ar skaidru prasmi strādāt ar datiem, diagnosticēt, veikt balansēšanu un optimizēt sistēmas, izmantojot reālus datus un atvērtus rīkus.

Mācību programmās jāstiprina arī politikas un finanšu pratība. Nākotnes speciālistiem jāspēj orientēties EPBD, RED III, EED, produktu standartos, F-gāzu regulējumā un ES taksonomijā, kā arī pārvērst šīs zināšanas projektu īstenošanā: izvēlēties atbilstošas tehnoloģijas, sagatavot piedāvājumus, kvantificēt ietaupījumus un kombinēt atbalsta instrumentus. Uz gadījumiem balstītiem moduļiem būtu jāizved apmācāmie cauri atļauju saskaņošanai, iepirkumiem, mērīšanai un verifikācijai un veikspējas līgumiem, lai viņi spētu pārvērst plānus finansējamajos projektos.

Tā kā darbaspēks jau ir kustībā, jāpaplašina tālākizglītību (CVET) uzstādītājiem, operatoriem, pašvaldību plānotājiem un ESCO komandām. Jāpiedāvā īsas, uzkrājamās (kombinējamās) mikro-kvalifikācijas tādās tēmās kā siltumsūkņu nodošana ekspluatācijā, zemas temperatūras tīklu ekspluatācija, digitālie dvīņi, kļūmju

noteikšana un diagnostika, kā arī gatavība pieprasījuma vadībai. Kur iespējams, saskaņot vērtēšanu ar ES mēroga savstarpējas atzišanas principiem, lai kvalifikācijas “ceļotu” līdz darbiniekiem pāri robežām.

Visbeidzot, padziļināt nozares un izglītības kopradi. Aicināt ražotājus, komunālo pakalpojumu sniedzējus un pašvaldības kopīgi izstrādāt moduļus, nodrošināt iekārtas un datu kopas, uzņemt mācekļu prakses un atvērt objektus noslēguma darbiem. Sekot rezultātiem: darba vietu iegūšanas rādītājiem, iegūtajām sertifikācijām, studentu projektu izmērītajiem enerģijas/oglekļa ietaupījumiem, un izmantot šos datus programmu uzlabošanai.

Ar šo kombināciju — digitālajām pamatiemaņām, praksi ar reāliem aktīviem, politikas un finanšu pratību un pārnesamām mikro-kvalifikācijām — izglītības nodrošinātāji var pārvērst šodienas prasmju plaisu par rītdienas īstenošanas kapacitāti Eiropas tīrās siltumapgādes pārejai.

Jāpadziļina sadarbība starp nozari un izglītību. Ražotāji, komunālo pakalpojumu sniedzēji un pašvaldības būtu jāaicina kopīgi izstrādāt moduļus, nodrošināt iekārtas un datu kopas, uzņemt mācekļu prakses un atvērt objektus noslēguma projektu īstenošanai. Programmās jāizmanto standartizētas, piegādātāju neitrālas rīku ķēdes un atvērtie protokoli, lai izvairītos no tehnoloģiskās “iestrēgšanas” pie viena piegādātāja un veicinātu absolventu domāšanu savietojamības virzienā. Rezultāti ir jāuzrauga — nodarbinātības rādītāji, iegūtās sertifikācijas un studentu projektu izmērītie enerģijas un oglekļa ietaupījumi un secinājumi jāintegrē nepārtrauktā programmu pilnveidē. Ar šo integrēto kopumu — digitālajām pamatprasmēm, praksi ar reāliem aktīviem, politikas un finanšu pratību un pārnesamām mikro-kvalifikācijām — izglītības nodrošinātāji var pārvērst šodienas prasmju plaisu par rītdienas īstenošanas kapacitāti Eiropas atjaunojamās siltumapgādes enerģijas pārejai.

5. Pētniecības un inovācijas jomas dalībniekiem

Eiropas pāreja uz tīru siltumapgādi tagad ir atkarīga no sistēmu integrācijas un digitālās pārvaldības jomām, kurās pētniecības organizācijas, inovāciju kopas un ES projekti var radīt ievērojamu ietekmi. Prioritātēm vajadzētu pāriet no komponentu veikspējas uz visas sistēmas optimizāciju: kā ēkas, pilsētas tīkli, uzglabāšana un tīkli mijiedarbojas reālos ierobežojumos, tirgos un laikapstākļos.

Vispirms jāpadara mākslīgā intelekta vadīta enerģijas pārvaldība par galveno inženierzinātnu disciplīnu. Izstrādāt un veikt salīdzinošo novērtēšanu algoritmiem prognozēšanai (slodzes, jauda, cenas), optimālai kontrolei (modeļa paredzoša vadība vairāku enerģiju sistēmām) un kļūdu noteikšanai un diagnostikai, kas darbojas ar nestrukturētiem, ierobežotiem datiem.

Apvienojot to ar termiskās uzglabāšanas optimizāciju — sākot no ēku masas un karstā ūdens tvertnēm līdz liela apjoma siltuma akumulācijas sistēmām, lai uzglabāšana tiktu veikta ar skaidriem oglekļa, komforta un tīkla elastības galvenajiem veikspējas rādītājiem.

Otrkārt, izveidot pamatus drošai un sadarbībai datu apmaiņai starp tīkliem, ēkām un rajona sistēmām. Veicināt atvērtu atsaucies ieviešanu standarta API, metadatu shēmām un identitātes/piekrišanas pārvaldībai,

kas ir saderīga ar jaunajām Eiropas enerģijas datu telpām. Visos pilotprojektos integrēt privātuma aizsardzību un kibernetiskās drošības projektēšanas posmā (draudu modelēšanu, nulles uzticēšanās arhitektūras, drošu ierīču pievienošanu) un publicēt atkārtoti izmantojamas rokasgrāmatas, lai pilsētu un komunālo pakalpojumu komandas varētu tās atjaunot.

Treškārt, ieguldīt sociāli tehniskajos pētījumos, lai nodrošinātu, ka pāreja ir iekļaujoša un ilgtspējīga. Apvienot to ar tehnoloģiski ekonomisko analīzi un dzīves cikla novērtējumu, lai risinājumi būtu gan rentabli, gan klimatam atbilstoši.

Visbeidzot, darboties kā komunikatoriem un dalīties ar pētījumos iegūtajiem rezultātiem ar visām iesaistītajām pusēm.

Kopsavilkumā, koordinēta rīcība ir būtiska: politikas veidotājiem ir jāvienkāršo un jāstandartizē, rūpniecībai ir jāieieš digitalizācijas risinājumi un jāveic dekarbonizācija, pašvaldībām ir jāplāno vietējā līmenī, izglītības iestādēm ir jānosedz zināšanu plaisas, jāapvieno teorija ar praksi un pētniekiem ir jāieieš drošas inovācijas. Rīkojoties kopā, šīs ieinteresētās puses līdz 2030. gadu sākumam var pārvērst Eiropas politikas ietvaru par pilnībā funkcionējošu, uz datiem balstītu atjaunojamās enerģijas apkures sistēmu.

- 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
- **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*. Wwww.irs.gov. <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-om/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>

Gadījumu pētījumu skaits: 68

Gadījumi ietver informāciju par ēkas tipu, atrašanās vietu, vispārīgu aprakstu un situācijas kontekstu. Tie sniedz arī vispārīgu informāciju par iekšējām apkures, ventilācijas un dzesēšanas sistēmām, tostarp tehnisko informāciju par iekārtām un to darbības principiem. Tehniskajās detaļās ir iekļauti labās prakses apraksti, kā arī daudzos gadījumos sniegta informācija par izaicinājumiem un slikto praksi (pirms renovācijas vai par joprojām neatrisinātām problēmām).

Komerčiālās / industriālās ēkas (19)

- **Latvija 8. gadījums** – Jaukta tipa biznesa komplekss (biroji, tirdzniecības telpas, noliktavas), 2025
- **Čehija 1. gadījums** – Tipiska 1–2 stāvu universālveikala ēka, 2003
- **Čehija 2. gadījums** – Biroju ēka, 2008
- **Dānija 6. gadījums** – Moderna biroju ēka, 2010
- **Itālija 1. gadījums** – Biroju ēku, bāru un restorāna komplekss (campus), renovēts 2013. gadā
- **Japāna, Saūda Arābija 1. gadījums** – Dienasgaismas radiācijas plēves pielietošana
- **Londona, Gēteborga, Frankfurte 1. gadījums** – Pareiza apkures un dzesēšanas siltummaiņu (spoles) izvēle
- **Norvēģija 2. gadījums** – Daudzfunkcionāla biroju ēka, 2019
- **Norvēģija 4. gadījums** – Darbnīca, laboratorijas, biroji, 1956; AVK renovācija 2013. gadā
- **Norvēģija 5. gadījums** – Birojs un darbnīca, 1992; paplašināts 2024. gadā
- **Norvēģija 8. gadījums** – Biroju ēka, 1978; renovēta 2022. gadā
- **Norvēģija 9. gadījums** – Viesnīca, 1966; renovēta 2016. gadā
- **Īrija 1. gadījums** – Piena pārstrādes rūpnīca, 1972; renovēta 2019. gadā
- **Īrija 2. gadījums** – Medicīnas ierīču ražošanas objekts, 1974; renovēts 2023. gadā
- **Īrija 3. gadījums** – Medicīnas ierīču uzņēmums, 1999; renovēts 2023. gadā
- **Īrija 4. gadījums** – Korporatīvā ēka, 1970; paplašināta 2015. gadā, renovēta 2022. gadā
- **Īrija 6. gadījums** – Biroja / ostas administrācijas ēka, 1981; modernizēta 2013–2014. gadā
- **Polija 3. gadījums** – Biroju ēka, 2019
- **Spānija 8. gadījums** – Noliktavas ar birojiem, 2022



Publiskās / institucionālās ēkas (25)

- **Vācija 1. gadījums** – Termālās peldes, publiska peldbaseina komplekss, 1989; daļēji renovēts 2003. un 2017. gadā
- **Vācija 5. gadījums** – Universitāte, 1970; AVK renovācija 2018. gadā
- **Dānija 1. gadījums** – Dažādas publiskās ēkas (tipiski piemēri)
- **Dānija 2. gadījums** – Universitātes pilsētiņas ēka, 2009
- **Dānija 3. gadījums** – Universitātes pilsētiņas ēka, 2000. gadu sākums
- **Dānija 5. gadījums** – Kultūras un kopienas centrs, 1953; renovēts 2009. gadā
- **Dānija 9. gadījums** – Publiska skola, 1960. gadi; renovēta 2016–2018. gadā
- **Latvija 1. gadījums** – Universitāte, 1975; renovēta 2022. gadā
- **Latvija 2. gadījums** – Latvijas Nacionālā bibliotēka, 2014
- **Latvija 7. gadījums** – Publiska skola, 1937; renovēta 2008. gadā
- **Norvēģija 1. gadījums** – Skola (apvienoti biroji un klases), 1955; AVK renovācija 2012. gadā
- **Norvēģija 3. gadījums** – Kursu centrs, 2005
- **Norvēģija 6. gadījums** – Skola (apvienoti biroji un klases), 1985; paplašināta 2022. gadā
- **Norvēģija 7. gadījums** – Pansionāts / aprūpes nams, 2018
- **Īrija 5. gadījums** – Augstākās izglītības bibliotēka, 1984; renovēta 2022. gadā
- **Polija 1. gadījums** – Pamatskola, 1963; renovēta 2023. gadā
- **Polija 2. gadījums** – Zinātnes un kultūras centrs, 1849; renovēts 2021. gadā
- **Polija 4. gadījums** – Zinātnes un konferenču centrs, kultūras un izglītības iestāde, 2024
- **Polija 5. gadījums** – Vides izglītības centrs, 2020
- **Polija 6. gadījums** – Sociālās aprūpes nams, 17. gs. vidus; pārbūvēts 1922. gadā, renovēts 1994. gadā
- **Polija 7. gadījums** – Reģionālā slimnīca, 1996; renovēta un paplašināta 2014–2020. gadā
- **Polija 8. gadījums** – Pirmsskolas izglītības iestāde (bērnudārzs), 2022
- **Serbija 2. gadījums** – Tehniskā skola, 1979; renovēta 2018. gadā
- **Serbija 3. gadījums** – Kultūras centrs, 1950; renovēts 2018. gadā
- **Serbija 5. gadījums** – Mākslas nams, 1987; renovēts 2019. gadā



Dzīvojamās ēkas (20)

- **Vācija 3. gadījums** – Tipiska viengīmenes māja, 1980; renovēta 1999. gadā
- **Dānija 4. gadījums** – Tipiskas viengīmenes mājas un daudzstāvu daudzdzīvokļu ēkas
- **Dānija 7. gadījums** – Gandrīz nulles enerģijas viengīmenes māja, 2015
- **Dānija 10. gadījums** – Daudzdzīvokļu dzīvojamā ēka, 2000. gadu sākums
- **Latvija 3. gadījums** – Tipiska daudzdzīvokļu ēka, 1973
- **Latvija 4. gadījums** – Daudzdzīvokļu ēka, 2008
- **Latvija 5. gadījums** – Daudzdzīvokļu ēka, 2024
- **Vācija 4. gadījums** – Pārtikas ražošanas uzņēmums, 2001; paplašinājums 2010; jauna AVK sistēma 2025
- **Polija 9. gadījums** – Daudzdzīvokļu ēka, 2023
- **Spānija 1. gadījums** – Dzīvojamā kopiena, vairākas daudzdzīvokļu ēkas, 1970; renovētas
- **Spānija 2. gadījums** – Daudzdzīvokļu ēka, 1960; renovēta
- **Spānija 3. gadījums** – Daudzdzīvokļu ēka, 1976; renovēta
- **Spānija 4. gadījums** – Dzīvojamā kopiena, vairākas daudzdzīvokļu ēkas, 2009; renovētas
- **Spānija 5. gadījums** – Pansionāts/aprūpes iestāde senioriem ar aprūpes vajadzībām, renovēta 2024. gadā
- **Spānija 6. gadījums** – Ģimenes māja, renovēta 2023. gadā
- **Spānija 7. gadījums** – Ģimenes māja, 2021
- **Spānija 9. gadījums** – Viengīmenes “chalet” tipa māja, 2019
- **Spānija 10. gadījums** – Ģimenes māja, 2024
- **Serbija 1. gadījums** – Ģimenes māja, 1980; renovēta 2022. gadā
- **Serbija 4. gadījums** – Dzīvojamā un komerciālā ēka, 1984; renovēta 2017. gadā



Ārējie tīkli / rajoni (4)

- **Vācija 2. gadījums** – Siltumstacija centralizētās siltumapgādes tīklam, 2010
- **Vācija 6. gadījums** – Bioenerģijas ciemats, renovācijas 2013. gadā
- **Dānija 8. gadījums** – Kultūrvēsturiska ēka pārveidota par centralizētās siltumapgādes un dzesēšanas mezglu, 2023
- **Latvija 6. gadījums** – Saules kolektoru siltumstacija, pieslēgta centralizētajai siltumapgādei, 2019





CLICK
TO VIEW



www.repowerregions.eu



Co-funded by
the European Union