



D2.2 ИЗВЕШТАЈ О АНАЛИЗИ СТАЊА

Датум:
27.10.2025.

Уредник:
Проф. др Т. Тамбовчева, Технички универзитет у Риги, Летонија



Co-funded by
the European Union

САДРЖАЈ

	Резиме	3
	Увод	4
01	Регионални контекст и потребе	7
02	Технолошки развој и стање у индустрији	9
03	Образовни и наставни аспекти	24
04	Резултати теренског истраживања	31
	Закључци	38
	Препоруке	39
	Референце	43
	Додатак	46



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

REPOWER REGIONS: Подстицај за примену декарбонизованих решења за грејање и хлађење

Чланови конзорцијума:

- 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
- Универзитет у Београду (УБ), Србија
- REHVA - Federation of European Heating, Ventilation & Air Conditioning Associations (REHVA) Belgium

Координатор за припрему извештаја

- Технички универзитет, Рига (RTU), Летонија

Аутори

- Татјана Тамбовчева
- Раимондс Богданович
- Рита Греитане

Уредник

- Татјана Тамбовчева

Верзија документа:
Новембар 2025

Број пројекта:
101187351 – Партнерство у
иновацијама: Алијансе

Дизајн:
MOMENTUM MARKETING
SERVICES LTD., Ирска



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.

Овај извештај о анализи стања пружа свеобухватну анализу у области грејања и хлађења (H&C) у девет европских региона, са фокусом на технолошки развој, оквире јавних политика, регионалне потребе и спремност образовних система да подрже циљеве ЕУ у погледу климатске неутралности.

Извештај истиче како директиве Европске уније у области климе и енергетике, као што су Зелени договор, EPBD, EED и RED III, обликују нови оквир за еколошки прихватљиве системе топлотне енергије. Ове политике подстичу примену нискоугљеничних технологија, укључујући топлотне пумпе, геотермалне системе, соларне термалне системе и искоришћење отпадне топлоте, као и интеграцију паметних управљачких система и дигиталних платформи.

У 68 студија случаја, истиче се јасан помак ка коришћењу електричне енергије као енергента, рекулпацији енергије и оптимизацији кроз дигитализацију у зградама. Комерцијални и индустријски објекти предњаче у примени система управљања унапређених вештачком интелигенцијом и хибридних решења за грејање. У објектима од јавног значаја и у власништву државе се све чешће опредељују за ниско-температурне системе дистрибуције топлоте и системе паметне вентилације. Станари у стамбеним зградама показују растуће интересовање за топлотне пумпе и кровне фотонапонске системе, иако и даље постоје изазови у вези са застарелом инфраструктуром и ризицима од прегревања. Системи на нивоу насеља такође пролазе кроз трансформацију, са успешним примерима децентрализованих мрежа заснованих на обновљивим изворима у Данској, Летонији и Немачкој.

Упркос овим напрецима, транзицију отежавају високи почетни трошкови, законска регулатива која није у потпуности развијена, недостатак радне снаге и ограничена дигитална интероперабилност. Извештај наглашава да технолошка спремност мора бити праћена одговарајућим капацитетима радне снаге. Интервјуи и анкете спроведени међу више од 100 стручњака указују на значајне недостатке у практичним вештинама, познавању законског оквира и дигиталним компетенцијама. Многи млади стручњаци немају довољно практичног искуства, док се искусни професионалци суочавају са потешкоћама у прилагођавању новим технологијама.

Стање у области образовања, које обухвата 110 програма у високом образовању, стручном образовању и обукама, као и у целоживотном образовању, указује на постојање добре теоријске основе, али и на неуједначену заступљеност дигиталних алата, праксе код пуштања система у рад и показатеља одржи-

вости. Програми стручног и целоживотног образовања, посебно, захтевају циљана усавршавања како би адекватно одговорили на захтеве транзиције ка чистој енергији. На крају, извештај указује на потребу координисаног деловања у области политика, индустрије, локалних самоуправа, образовања и истраживања. Доносиоци политика треба да обезбеде спровођење планирања система снабдевања топлотном енергијом, поједноставе поступке издавања дозвола и омогуће развој и примену механизма енергетске флексибилности ради подршке чистим технологијама. Локалне самоуправе се подстичу да користе интегрисано енергетско мапирање и моделе обједињених пројеката како би подстакле локалну примену ових решења. Индустрија има кључну улогу у улагању у развој радне снаге и у јачању сарадње са образовним институцијама, како би се програми обуке ускладили са стварним потребама праксе. Образовне институције би требало да модернизују наставне програме интеграцијом дигиталних алата, пракси код пуштања система у рад и информисаности о законском оквиру у основне програме, уз истовремено проширење практичне наставе и развој микро-квалификација. Истраживачке организације и истраживачи треба да се усредсреде на оптимизацију система у целини, безбедну размену података и инклузивне иновације, како би се технолошки напредак доследно преточио у практична и решења која се могу применити у реалним условима (на реалним постројењима). Успех ове транзиције зависиће од усклађивања наставних програма са реалним потребама из праксе, континуираног улагања у развој радне снаге и обезбеђивања да се дигитални и нискоугљенични системи примењују ефикасно и инклузивно. Уколико се ови предуслови остваре, Европа може предводити пут ка климатски неутралној, отпорној и паметној енергетској будућности.

УВОД

Европска унија се обавезала на амбициозне климатске и циљеве одрживости, дефинисане кроз Европски зелени договор, циљеве ЕУ у области климе и енергије до 2030. године и Закон ЕУ о клими. Централни циљ овог оквира јесте смањење емисија гасова са ефектом стаклене баште за најмање 55% до 2030. године у односу на 1990. годину, уз крајњи циљ постизања климатске неутралности до 2050. године (European Commission, 2020). Ови циљеви нису апстрактни, они су утемељени на реалној рачуници постојећег фонда зграда, који учествује са приближно 40% од укупне потрошње енергије и 36% енергетски условљених емисија на нивоу Уније, док око 75% горива која се користе за грејање и хлађење (H&C) и даље потиче из фосилних извора (Европска комисија, 2020).

Остваривање ових циљева захтева суштинске промене у свим секторима, посебно у области зградарства. Да би се ефикасно подржала декарбонизација система грејања и хлађења, као и унапређење енергетских перформанси зграда, неопходна је стратегија на нивоу градова, општина и насеља, усклађена са ревидираном Директивом о енергетској ефикасности (EED), Директивом о обновљивим изворима енергије (RED) и Директивом о енергетским перформансама зграда (EPBD). Прерађена EPBD и ажурирана EED прописују да нове зграде буду са нултим емисијама до 2030. године, као и увођење строжих минималних стандарда енергетских перформанси за обнову постојећег фонда зграда, у складу са иницијативом „Талас обнове“. Истовремено, иницијатива REPowerEU повезује декарбонизацију грејања са енергетском безбедношћу и смањењем зависности од увоза, подстичући убрзане промене у области зградарства и система за климатизацију, грејање и вентилацију. Према члану 25(6) ревидиране Директиве о енергетској ефикасности (Директива (ЕУ) 2023/1791), општине са више од 45.000 становника обавезне су да израде локалне планове грејања и хлађења. Ова мера представља део стратегије Европске уније усмерене ка декарбонизацији области зградарства и унапређење енергетског планирања на локалном нивоу, у оквиру Споразума градоначелника за климу и енергију 2024.

Декарбонизација се наметнула као један од најхитнијих изазова са којима се суочава грађевинска индустрија. Како би се умањио утицај зградарства на животну средину, водеће компаније мењају и трансформишу своје активности кроз три кључне стратегије: примену одрживих материјала, унапређење и рационализацију процеса изградње и побољшање оперативних перформанси зграда. Ове мере се све чешће допуњују електрификацијом крајње испоруке енергије, интеграцијом локалних обновљивих извора енергије и применом флексибилности на страни потрошње. Заједно, ови приступи омогућавају прелаз ка климатски неутралним зградама кроз смањење емисија, повећање енергетске ефикасности и развој паметнијих и отпорнијих енергетских система. Усвајањем научно заснованих климатских циљева и интеграцијом принципа циркуларне економије, у сектору зградарства постоји потенцијал за смањењем емисије и до 50% до 2030. године.

Међутим, сама амбиција јавних политика није довољна. Зелено-дигитални прелаз у области грејања и хлађења доводи до креирања нових радних улога, редефинише постојеће и открива изражене недостатке у вештинама кроз читав грађевински сектор, од инсталатера система за климатизацију, грејање и вентилацију и инжењера за пуштање у рад, до архитеката, управника објеката, општинских енергетских планера, финансијских актера и доносилаца одлука у директном контакту са клијентима. Савремена решења за грејање и хлађење ослањају се на системски приступ, дигиталну писменост, управљање подацима и поуздану примену технологија као што су управљање засновано на интернету ствари (Internet of Things - IoT), оптимизација уз подршку вештачке интелигенције и напредне методе мерења и верификације (M&V). Без радне снаге која је у стању да пројектује, интегрише, користи и унапређује ове системе, капитална улагања неће дати очекиване резултате, а перформансе система ће временом опадати. Због тога енергетска транзиција у Европи мора бити праћена свеобухватном транзицијом у области вештина, у којој образовне институције, од високог образовања (HE), преко стручног образовања и обука (VET), до целоживотног стручног усавршавања (CVET), имају кључну улогу.

Усклађивањем образовних садржаја са регионалним потребама и ЕУ Зеленом таксономијом, образовне институције могу подстаћи иновације у наставним програмима и начину реализације обука. Ово обухвата припрему полазника за рад са флексибилним

енергетским системима, системима даљинског грејања и хлађења, енергетским заједницама и структурама које утичу на развој тржишта електричне енергије. Традиционалне националне стратегије, као што је учење кроз рад, нису ефикасно оспособиле радну снагу вештинама које су потребне, нарочито у контексту одрживе градње. Поред тога, стицање знања представља само део изазова. Како се крећемо ка све дигиталнијој будућности, подједнако је важно проценити утицај ових компетенција како на нивоу појединца, тако и на нивоу конкретних задатака.

Овај извештај представља део Радног пакета 2 (WP2), који предводи Технички универзитет у Риги (Летонија), са циљем да универзитетима, као и институцијама за стручно образовање и обуку (VET) и целоживотно стручно образовање и обуку (CVET), обезбеди ажурна знања о технолошком развоју, искуству из индустрије и политикама које подстичу декарбонизацију система грејања и хлађења. Ради успешне реализације овог радног пакета, било је неопходно прикупити информације и сазнања од различитих заинтересованих страна, укључујући универзитете, VET школе, CVET пружаоце обука, стручњаке из индустрије и локална предузећа. Фокус је био на разумевању технолошког развоја, индустријских достигнућа и искустава предузећа која подстичу декарбонизацију у области грејања и хлађења у региону. Поред тога, било је важно разумети на који начин је овакав развој усклађен са ЕУ „Зеленом“ таксономијом и како се примењује у осмишљавању наставних програма и реализацији обука.

Овај извештај обједињује међународна истраживања заснована на анализи литературе, консултације са стручњацима и регионалне студије случаја како би пружио ажурна знања која се могу директно користити за унапређење наставних програма и обука у високом образовању (HE), стручном образовању и обукама (VET) и целоживотног стручном образовању и обуци (CVET) у девет партнерских региона пројекта (Чешка, Данска, Немачка, Ирска, Летонија, Норвешка, Пољска, Србија и Шпанија).



01

Мапирати релевантне актере

односно идентификовати и профилисати кључне националне актере из индустрије, јавног сектора, стручних удружења и образовања (HE/VET/CVET) који утичу на декарбонизацију грејања и хлађења и развој вештина или учествују у њеној реализацији.

02

Спровести структурирано истраживање литературе

односно прикупити и критички анализирати постојеће извештаје, научне радове, политичке и регулаторне документе, студије тржишта и техничке стандарде који се односе на декарбонизацију грејања и хлађења, са циљем формирања јединствене и консолидоване базе доказа за каснију валидацију.

03

Прикупити актуелне примере из праксе одрживих решења у области грејања и хлађења

односно, формирати скуп података који обухвата најмање 60 практичних примера примена технологија у партнерским регионима.

04

Спровести теренско истраживање (примарне анализе) ради валидације и продубљивања налаза

односно, спровести интервјуе, анкете и фокус-групе са више од 48 стручњака ради:

- верификације и даљег прецизирања налаза истраживања заснованог на анализи литературе;
- прикупљања квалитативних и квантитативних података о постојећим и уоченим недостацима у вештинама и знањима релевантним за транзицију ка чистој енергији;
- сагледавања очекивања садашњих и будућих запослених у погледу потребних компетенција.

05

Израдити завршну синтезу са оперативним препорукама

односно, израдити завршни извештај који сумира кључне налазе и примере добре праксе, и понудити оперативне препоруке за јачање размене знања и сарадње између привреде и образовних институција (HE/VET/CVET), укључујући предлоге за наставне програме, обуке, као и континуирано укључивање релевантних актера.



1.1

Климатски услови у Европи и сезонска потрошња енергије за грејање и хлађење

8

1.2

Политички и законодавни оквир

9

1.3

Енергетско сиромаштво и друштвени аспекти

9

1.4

Тренутно стање дигиталних технологија за подршку декарбонизације у Европи

Климатски услови у Европи и сезонска потрошња енергије за грејање и хлађење

Европа обухвата приобалне, континенталне и медитеранске климатске зоне, што доводи до изражених градијената север–југ и обала–унутрашњост у сезонској потрошњи енергије. Као једноставан показатељ користе се степен-дани грејања и хлађења (HDD/CDD): северне и централне земље бележе високе вредности HDD (дуге и хладне сезоне грејања), док јужни континентални предели и медитеранске обале бележе све веће вредности CDD услед топлијих лета.

Широм ЕУ, домаћинства и даље највећи део енергије користе за грејање у стамбеним објектима. У 2023. години, грејање простора и припрема потрошне топле воде заједно су чинили 77,6% укупне потрошње енергије у домаћинствима (62,5% грејање простора и 15,1% загревање воде). Сагледавајући глобално ЕУ, хлађење простора и даље има мали удео. Ови подаци су у складу са информацијама Европске комисије о грејању и хлађењу, као и са годишњим извештајима Евростата (Eurostat, 2025).

Степен-дани грејања (HDD) и степен-дани хлађења (CDD) представљају кумулативне показатеље сезонске потрошње енергије, а не директна мерења температуре. Они одражавају колико и колико дуго спољашње температуре одступају од стандардног прага комфора од 18°C, који Евростат користи као референтну вредност. Када је дневна средња температура испод 18°C, разлика се додаје HDD, што указује на потребу за грејањем. Супротно томе, када дневна средња температура пређе 18°C, разлика се додаје CDD, што указује на потребу за хлађењем.

Европска агенција за животну средину наводи да су HDD поуздан показатељ потреба за грејањем, а CDD потреба за хлађењем; са порастом летњих температура, вредности CDD показују тренд пораста, померајући поједине делове Европе ка вишим летњим вршним оптерећењима електроенергетског система. Током врло топлог лета 2025. године, на пример, учестали топлотни таласи довели су до годишњег пораста потражње за електричном енергијом у ЕУ од 7,5%, при чему је у Шпанији забележен пораст од 16%, што је значајно оптеретило

производне капацитете и електроенергетске мреже — јасан доказ све већег системског утицаја хлађења (EnergyWorld, 2025; Ember, 2025).

Удео потрошње енергије за хлађење у зградарству најбрже расте на глобалном нивоу, а Европа није изузетак од овог тренда. Према наводима Међународне агенције за енергију, потрошња енергије за хлађење простора наставиће да расте просечном стопом од око 4% годишње до 2035. године у условима постојећих политика, при чему системи климатизације постају један од кључних система који утичу на вршну потрошњу електричне енергије. Све интензивнији и учесталији топлотни таласи, посебно у јужној и централној Европи, додатно појачавају овај тренд. Временске прилике у 2025. години јасно су указале на све већи утицај хлађења простора на стабилност електроенергетских система и потребу за прилагођавањем инфраструктуре и политика у сектору зградарства. (Voswinkel et al., 2025).

Грејање и хлађење заједно чине приближно половину бруто финалне потрошње енергије у ЕУ, па је пребацивање ове потрошње на нискоугљеничне изворе од пресудног значаја. Удео обновљивих извора у грејању и хлађењу у ЕУ достигао је 26% у 2023. години (у односу на 24,8% у 2022.), углавном захваљујући биомаси и топлотним пумпама, мада се имплементација горе наведених технологија значајно разликује од земље до земље (Eurostat, 2025; International Institute of Refrigeration, 2025).

Шта ово значи за планирање



- У регионима у којима доминира грејање, приоритет треба да буде унапређење термичког омотача зграда, примена нискотемпературних система грејања (даљинско грејање и топлотне пумпе), као и паметних система управљања, како би се смањила дуготрајна сезонска оптерећења.
- У регионима са израженом потребом за хлађењем, неопходно је дати предност високо ефикасним системима хлађења (реверзибилне топлотне пумпе, пасивне мере) и управљању потрошњом, ради ублажавања вршних оптерећења електроенергетских мрежа.
- У свим регионима, дигитализација (паметна бројила, аналитички алати) омогућава праћење оптерећења условљених HDD/CDD показатељима и оптимизацију рада система у условима све топлијих годишњих доба и све израженијих летњих вршних оптерећења у Европи.

1.2 Политика и законодавни оквири

Политички оквир ЕУ који се односи на декарбонизацију грејања и хлађења брзо се проширио. Вођен Европским зеленим договором и циљем климатске неутралности, он успоставља јасне смернице за одрживе системе снабдевања топлотном енергијом.

Кључни законодавни акти су:

- *Директива о обновљивим изворима енергије III (RED III)* обавезује државе чланице да повећавају удео обновљивих извора за грејање и хлађење за 0,8 процентних поена годишње до 2025. године, а за 1,1 процентни поен након тога, полазећи од удела обновљивих извора од 26,2% оствареног 2023. године ([Eurostat, 2025](#)).
- *Директива о енергетској ефикасности (EED)* уводи обавезујуће циљеве уштеде енергије и захтева да општине са више од 45.000 становника израде локалне планове за грејање и хлађење.
- *Директива о енергетским својствима зграда (EPBD)* прописује да све нове зграде морају бити без емисија до 2030. године, као и строже минималне стандарде енергетских перформанси код реновирања. Такође, подстиче примену „паметних“ зграда и уводи минималне захтеве за техничке системе у зградама.
- *REPowerEU*: повезује чисто грејање са енергетском безбедношћу, подстичући убрзано усвајање нискоугљеничних технологија у области зградарства и HVAC система.

Заједно, ови инструменти чине основу за остваривање циља климатске неутралности Европске уније до 2050. године.

1.3 Енергетско сиромаштво и друштвени аспекти

Енергетско сиромаштво и даље погађа између 8% и 16% становника Европске уније, односно процењених 35 до 72 милиона људи, који имају потешкоће да адекватно греју или хладе своје домове ([IPCC, 2022](#)).

Декарбонизација је тесно повезана са социјалном правдом, јер енергетско сиромаштво и даље постоји широм Европске уније и несразмерно погађа социјално угрожене групе становништва. Енергетско сиромаштво, односно немогућност да се обезбеди адекватно грејање или хлађење стамбеног простора, према проценама, погађа између 35 и 72 милиона људи.

Решавање ових неједнакости захтева убрзане активности на обнови зграда, циљане субвенције и доступност технологија за грејање из обновљивих извора, посебно имајући у виду да домаћинства са нижим приходима често живе у енергетски најнеефикаснијим објектима. Овај изазов је најизраженији у јужној и источној Европи, где више од 20% домаћинстава у Португалији, Бугарској, Грчкој,

Летонији и Литванији не може да одржи задовољавајуће услове унутар стамбеног простора ([European Commission Joint Research Centre, 2024](#)).

Растуће летње температуре додатно погоршавају проблем, излажући становништво топлотном стресу без адекватних система за хлађење.

Енергетско сиромаштво се стога преплиће са социоекономским неједнакостима и питањима јавног здравља. Истраживања показују да домаћинства са ниским приходима по правилу насељавају енергетски најнеефикасније зграде и да на енергију троше несразмерно велики део својих прихода ([Taušová et al., 2024](#)). Решавање ових неједнакости захтева примену доступних технологија грејања из обновљивих извора и доступних финансијских механизма.

Тренутно стање дигиталних технологија које подржавају декарбонизацију широм Европе

Европска транзиција ка чистој енергији све више се ослања на дигиталне технологије, укључујући паметније електроенергетске мреже, зграде спремне за примену паметних технологија и софтверски управљане системе даљинског грејања. На страни крајњих корисника, у току је други талас увођења паметних бројила. До краја 2024. године, око 63% потрошача електричне енергије у земљама ЕУ-27+3 било је опремљено паметним бројилима, при чему овај удео наставља да расте како земље које су рано започеле примену замењују старе уређаје, а остале убрзавају њихово увођење. Паметна бројила омогућавају детаљно тарифирање, аутоматизовано обрачунавање потрошње и примену управљања потрошњом у великом обиму, што омогућава домаћинствима и привредним субјектима да прилагоде своју потрошњу електричне енергије периодима када је она најјефтинија или када је електроенергетски систем изложен повећаном оптерећењу. Европска комисија истиче ове алате као кључне за интеграцију већих количина енергије која се произведе из ветра и сунца, као и за управљање новим електричним оптерећењима насталим услед електрификације грејања ([Berg Insight, 2025](#)).

Паметна бројила омогућавају детаљно тарифирање, аутоматски обрачун потрошње и управљање потрошњом у великом обиму, што омогућава домаћинствима и привредним субјектима (и њиховим системима који троше електричну енергију) да прилагоде потрошњу у тренуцима када је електрична енергија најјефтинија или када је електроенергетска мрежа оптерећена. Европска комисија истиче ове алате као кључне за интеграцију већих количина енергије која се произведе из ветра и сунца, као и за управљање новим електричним оптерећењима насталим услед електрификације грејања ([Berg Insight, 2025](#)). Током 2024. године, ЕУ је ревидовала правила тржишта електричне енергије како би се већи нагласак ставио на флексибилност, односно на могућност повећања или смањења потрошње у складу са потребама мреже. Нова правила предвиђају да ENTSO-E (оператори преносног система) и ЕУ DSO Entity (оператори дистрибутивног система) развију јединствену методологију за прорачун потреба за флексибилношћу у свакој држави чланици. Захваљујући заједничкој методи и уједначеном формату извештавања, регулаторна тела могу да сагледају колики је обим нефосилне флексибилности на располагању и да осмисле тржишне производе које могу користити стварни учесници, као што су зграде, агрегатори и оператори система даљинског грејања. У контексту енергетске транзиције Немачке, члан 14а Закона о енергетској индустрији ([Energiewirtschaftsgesetz](#)) ступио је на снагу у јануару 2024. године. Овим прописом се захтева да нови уређаји са великим оптерећењем у домаћинствима, посебно топлотне пумпе и пуњачи за електрична возила, буду технички управљиви. То омогућава локалним операторима мреже да током загушења привремено смање потрошњу електричне енергије код ових потрошача како би се очувала стабилност система. Ова мера представља један од најјаснијих

европских примера примене дигиталне контроле на нивоу уређаја као практичног алата за подршку транзицији у сектору ([ENTSO-E & DSO Entity, 2025](#)). У априлу 2024. године, ЕУ је ревидовала правила која се односе на зграде (EPBD) са циљем да се оне усмере ка томе да буду спремне за примену паметних технологија, аутоматизоване и са нултим емисијама. Минимални захтеви за техничке системе у зградама уводе обавезу одређених могућности аутоматизације и управљања, уз истовремено подстицање развоја инфраструктуре за електромобилност у зградама. Индикатор паметне спремности (Smart Readiness Indicator – SRI), који служи за оцењивање колико је зграда „паметна“, за сада остаје добровољан. Међутим, очекује се да постане обавезан за нестамбене зграде са инсталираном снагом HVAC система већом од 290 kW до јуна 2027. године. Поред тога, Европска комисија је у обавези да до 30. јуна 2026. године поднесе извештај о томе како државе чланице тестирају и примењују SRI. Више од 15 земаља је већ покренуло необавезне пилот-тестове (на пример, Португалија у новембру 2024. године). Ови тестови доприносе стварању заједничког „језика“ за дигиталне функције као што су мониторинг, управљање, интероперабилност система и управљање потрошњом. Заједно, ажурирана правила EPBD и пилот-примена SRI подстичу власнике зграда, посебно великих пословних објеката, болница и кампуса, да уграђују системе за управљање зградом и енергијом (BMS/EMS), уводе подбројила и примењују аналитичке алате за детекцију неисправности ради ефикаснијег рада опреме. На тај начин зграде постају еколошки прихватљивије, паметније и лакше интегрисане у електроенергетску мрежу ([EU DSO Entity & ENTSO-E, 2025](#)).

Системи даљинског грејања и хлађења (DHC) пролазе кроз значајну дигиталну надоградњу — што је од посебне важности јер DHC представља један од најефикаснијих начина за смањење емисија које потичу од грејања простора и припреме потрошне топле воде у градовима. Водич IEA DHC Annex TS4 (Schmidt, 2023) показује шта оператери у пракси спроводе: унапређење SCADA система (софтвера за надзор и управљање мрежама), увођење детаљнијег мерења, примену машинског учења ради финог подешавања рада система, као и развој дигиталних близанаца (виртуелних модела) за тестирање промена пре њихове реалне примене. Ови алати омогућавају снижавање температура у примарној мрежи, смањење топлотних губитака и лакшу интеграцију великих топлотних пумпи и извора отпадне топлоте. Публикација Euroheat & Power из 2024. године потврђује ове налазе кроз конкретне примере из праксе, показујући да паметни системи управљања унапређују и постојеће мреже и нове нискотемпературне системе. Закључак је јасан: дигитализација више није ограничена на пилот-пројекте, већ представља широко примењив и трошковно ефикасан приступ декарбонизацији грејања на нивоу градова.

Поред тога, Европска унија развија заједнички „ниво података“ за енергетски сектор. Иницијатива позната као Заједнички европски простор енергетских података (Common European Energy Data Space – CEEDS) има за циљ да омогући безбедно и једноставно проналажење, размену и коришћење података у енергетском сектору

између различитих актера — као што су оператери мрежа, системи управљања зградама, топлотне мреже и агрегатори — на прекограничном нивоу. CEEDS располаже техничким оквиром који дефинише начин успостављања система и интероперабилност различитих ИТ платформи. Европска мрежна удружења, укључујући ENTSO-E, већ су показала како ће се овај простор података повезати са постојећим ЕУ пројектима и свакодневним оперативним применама. Како иницијатива буде прелазила из фазе планирања у фазу имплементације у оквиру програма DIGITAL, очекује се увођење стандардизованих API интерфејса и јасних правила сагласности за коришћење података, чиме ће корисници задржати контролу над сопственим информацијама. То ће омогућити безбедну и обимну размену података између паметних бројила, система управљања зградама и даљинских мрежа за грејање, што је кључно за функционисање чистијег и интелигентнијег енергетског система (European Commission, n.d.).

Сагледано у целини, тренутно стање у Европи је јасно: паметна бројила су широко распрострањена, а регулаторни оквир који подржава флексибилну употребу електричне енергије постепено сазрева. Ови процеси су усклађени са развојем паметнијих зграда (вођених захтевима за техничке системе у зградама, индикатором паметне спремности – SRI и аналитиком података) и са све већим степеном дигитализације система даљинског грејања и хлађења.

Оно што сада преостаје углавном је обављање захтевног практичног посла: обезбеђивање међусобне комуникације различитих система (интероперабилност), њихова заштита (сајбер-безбедност), обука кадрова за управљање и одржавање, као и отварање локалних тржишта на којима зграде, складишта топлоте и управљање потрошњом могу да обезбеде неопходну системску флексибилност и тиме смање ослањање на електране на фосилна горива за покривање вршних оптерећења. Са унапређеним правилима тржишта која подржавају флексибилност, јасно дефинисаним временским оквирима у оквиру EPBD/SRI и напретком Заједничког европског простора енергетских података (CEEDS), политичка и технолошка основа је у великој мери постављена. Кључни задатак у наредне две до три године биће доследно мултипликовање и примена ових решења у свим државама.



2.1	Преглед кључних технологија	<u>12</u>
2.2	Ограничења и изазови	<u>16</u>
2.3	Могућности и препоруке	<u>17</u>
2.4	Анализа регионалних потреба и недостатака	<u>18</u>
	2.4.1 Анализа комерцијалних и индустријских зграда	<u>19</u>
	2.4.2 Анализа јавних и државних зграда	<u>20</u>
	2.4.3 Анализа стамбених зграда	<u>22</u>
	2.4.4 Анализа мрежа даљинског грејања	<u>23</u>
2.5	Сажетак анализе студија случаја	<u>23</u>

2.1

Преглед кључних технологија

Врсте технологија погодних за одрживо грејање и хлађење приказане су на слици 1.



Слика 1. Технологије за одрживо грејање и хлађење



Топлотне пумпе

Топлотне пумпе представљају један од кључних елемената на путу електрификације за декарбонизацију грејања и припреме санитарне топле воде.

Оне преносе амбијенталну или геотермалну топлоту у зграде, са номиналним коефицијентима перформанси (COP) који се типично крећу између 3 и 5, што значи да испоручују три до пет јединица топлотне енергије по јединици

уtroшене електричне енергије (Eurostat, 2023). Системи ваздух-ваздух, ваздух-вода, земља-вода и вода-вода омогућавају прилагођавање различитим климатским и просторним условима.

У пракси се најчешће користе три основне врсте топлотних пумпи:

01

Топлотне пумпе ваздух-ваздух, ваздух-вода

Топлотне пумпе ваздух-ваздух и ваздух-вода преузимају топлоту из спољашњег ваздуха. Оне се релативно лако инсталирају, али показују смањене перформансе при веома ниским спољашњим температурама. Стога је у хладним климатским условима неопходно обезбедити њихов поуздан рад, на пример применом хибридних система или обезбеђивањем допунског извора грејања.

02

Геотермалне топлотне пумпе

Геотермалне топлотне пумпе преузимају топлоту из тла путем затворених или отворених циркулационих система. Обезбеђују стабилан рад и више коефицијенте перформанси (COP), али захтевају већа почетна улагања због израде бушотина или полагања колектора у земљу.

03

Топлотне пумпе са водом као извором

Топлотне пумпе са водом као извором користе подземне воде као извор топлоте и могу постићи високу енергетску ефикасност, посебно када су интегрисане са системима за сезонско складиштење топлотне енергије (Verheyen et al., 2025).



Системи даљинског грејања и хлађења

Системи даљинског грејања и хлађења (DHC) еволуирали су од система прве и друге генерације, заснованих на високим температурама и угљу, са парним и топоводним мрежама и значајним губицима, преко система треће генерације са нижим температурама и предизолованим цевоводима, који интегришу когенерацију (CHP) и биомасу. Затим следе системи четврте генерације, са температурама од око 50–60°C, који су флексибилни и са могућношћу складиштења, који интегришу обновљиве изворе енергије и топлотне пумпе (моделска истраживања указују да би око 40% потреба за топлотом у Италији могло бити задовољено на овај начин (Connolly et al., 2015). Најзад, развијени су системи пете генерације, засновани на „амбијенталним“ циркулационим мрежама (≈5–20°C), који обезбеђују грејање и хлађење применом топлотних пумпи у објектима и коришћењем повратне (отпадне) топлоте.



Соларни термални системи и сезонска складишта топлоте

Соларно-термалне технологије претварају сунчево зрачење у топлотну енергију за потребе домаћинства или система даљинског грејања. Њихова ефикасност се значајно повећава када се комбинују са системима за сезонско складиштење топлотне енергије (TES), као што су подземно складиштење топлоте (PTES) или складиштење у бушотинама (BTES).



Геотермална енергија

Геотермални ресурси — у распону од плитких система георазмене до дубоких хидротермалних резервоара — обезбеђују константну, по потреби расположиву обновљиву топлотну енергију. Технолошки напредак у области бушења и управљања резервоарима проширио је изводљивост примене ових система широм Европе (Fry et al., 2024).



Биомаса и биогорива

Чврста биомаса остаје највећи појединачни обновљиви извор, учествујући са приближно три четвртине у укупно произведеној топлотној енергији из обновљивих извора у ЕУ. Међутим, прекомерно ослањање на дрвна горива отвара питања одрживости и квалитета ваздуха, јер је сагоревање дрвета у домаћинствима један од главних извора емисија финих честица.



Водоник и нискоугљенични гасови

Водоник се често представља као флексибилан правац декарбонизације. Пакет мера за декарбонизацију водоника и гаса (директиве 2024/1788–1789) успоставља оквир за наменску инфраструктуру за водоник и сертификацију нискоугљеничних гасова (European Commission, n.d.-b).



Коришћење отпадне топлоте

Индустријски процеси, системи за отпадне воде и рачунарски центри за обраду података (дата-центри) извор су велике количине нискотемпературксе топлоте, која се може рекуперисати помоћу размењивача топлоте и интегрисати у системе даљинског грејања и хлађења.



Технологије складиштења топлотне енергије

Дигитално управљање, аутоматизација и вештачка интелигенција (AI) мењају начин рада система за грејање и хлађење.

2.2 Препреке и изазови

Кључна ограничења у процесу декарбонизације грејања обухватају:

01

Високи инвестициони трошкови

Топлотне пумпе, геотермалне бушотине, системи даљинског грејања и хлађења, као и складиштење топлотне енергије (TES) захтевају значајна почетна улагања, упркос нижим трошковима током животног века система. Недавна инфлација и нестабилне цене енергената умањиле су поверење потрошача, што је довело до пада продаје топлотних пумпи у Европи за 21% у 2024. години (IEA Global Energy Review, 2025).

02

Ограничења електроенергетске мреже и инфраструктуре

Масовна електрификација повећава потражњу за електричном енергијом и захтева ојачавање електроенергетске мреже, примену мера управљања потрошњом електричне енергије и интеграцију децентрализоване производње. Постојеће високотемпературне мреже даљинског грејања представљају препреку интеграцији обновљивих извора и захтевају стратегије снижавања радних температура.

03

Регулаторни недостаци

Неусклађени поступци издавања дозвола и недостатак адекватног правног оквира отежавају реализацију пројеката коришћења отпадне топлоте и примену геотермалних система. (Zirne & Pakere, 2024).

04

Недостатак радне снаге и ограничења у ланцима снабдевања

Недостатак стручног кадра и ограничени производни капацитети ограничавају широку примену и убрзано увођење ових решења. (Kaspar, 2025).

05

Јавно прихватање и информисаност

Недовољно познавање нових технологија и забринутост у вези са заштитом приватности код паметних система могу успорити њихово прихватање и широку примену.

2.3 Могућности и препоруке

Ефикасна транзиција система грејања и хлађења захтева интегрисану, вишеслојну стратегију:

01

Дати приоритет енергетској ефикасности

Свеобухватно енергетска санација, која обухвата унапређење термичке изолације и вентилацију са рекуперацијом топлоте, мора претходити електрификацији система како би се смањила основна потражња за енергијом (Pastore et al., 2024).

02

Интезивирати увођење топлотних пумпи и нискотемпературних система даљинског грејања

Стабилни подстицаји, доступни механизми финансирања и обука стручног кадра биће кључни за остваривање циљева иницијативе REPowerEU (European Commission).

03

Интегрисати разноврсне обновљиве изворе енергије и рекуперисане изворе топлоте

Локално мапирање ресурса треба да усмерава оптималне комбинације геотермалне енергије, соларне енергије, отпадне топлоте и остатака биомасе, уз допуну системима за складиштење топлотне енергије (TES) ради сезонског уравнотежења. (Verheyen et al., 2025).

04

Омогућити дигиталне иновације и управљање потрошњом

Управљачки системи засновани на отвореним протоколима и стандарди управљања подацима могу омогућити повећање ефикасности, уз истовремено очување приватности. (Burns, 2024; Kaspar, 2025).

05

Обезбедити праведну транзицију

Циљане санације, социјалне тарифе и модели енергетских заједница могу ублажити енергетско сиромаштво (Bouzarovski et al., 2021; Cornelis, 2024).

06

Развити кохерентне правне и планске оквире

Поједностављене процедуре издавања дозвола за пројекте коришћења геотермалне енергије и пројекте коришћења отпадне топлоте, обавезни општински планови грејања и координација између енергетских носилаца убрзаће инвестиције.

07

Подстаћи истраживање и развој, као и производњу

Иновације у области расхладних флуида, техникама бушења и складиштењу топлотне енергије, уз јачање домаћих производних капацитета, ојачаће отпорност енергетског система. (European Commission, 2024).

08

Ускладити финансирање са Таксономијом^{*1} ЕУ

Инструменти одрживог финансирања, укључујући зелене обвезнице, треба да дају приоритет пројектима који обезбеђују смањење емисија и мерљиве друштвене користи. (European Commission, 2020).

^{*1} званичан систем Европске уније за класификацију економских активности које се сматрају еколошки одрживим

Декарбонизација грејања је неопходна за постизање климатске неутралности. Кохерентан скуп мера који обухвата повећање енергетске ефикасности, електрификацију коришћењем топлотних пумпи, проширење дистрибутивних система заснованих на обновљивим изворима енергије и отпадној топлоти, примену геотермалних и соларно-термалних система, складишта топлотне енергије великих капацитета и дигиталну оптимизацију може трансформисати европски систем топлотне енергије. Ипак, успех зависи од превазилажења јаза између политичких

амбиција и капацитета за њихову примену. Координисано управљање, адекватно финансирање, квалификована радна снага и активно учешће јавности представљају кључне предуслове. Уколико се ови структурни предуслови остваре, Европска унија може значајно смањити емисије из зграда и индустрије, уз истовремено јачање енергетске безбедности, бољу приступачност и унапређење комфора. На тај начин, грејање и хлађење ће од највећег извора емисија у домаћинствима постати темељ одрживог, инклузивног и отпорног енергетског система.

Анализа регионалних потреба и недостатака

Како би се стекло свеобухватно разумевање регионалних потреба и недостатака у HVAC системима, спроведена је опсежна анализа заснована на **68 студија случаја** прикупљених из различитих типова објеката и географских подручја (види Додатак 1).

Овај портфолио од 68 студија случаја састављен је ради прикупљања и анализе нових пракси и примене технологија које омогућавају предузећима да испоруче одрживе производе и услуге у области грејања и хлађења (Н&С). Студије случаја обухватају девет земаља, различите климатске услове и објекте различитих периода изградње – од 1930-их до 2024. године – и кодиране су према заједничким аналитичким категоријама (контекст, интервенције, технолошка решења, кораци пуштања у рад, KPI показатељи и потребне вештине).

Овај скуп студија пружа свеобухватан преглед HVAC система у различитим типовима објеката, укључујући комерцијалне и индустријске објекте, јавне и државне зграде, стамбене објекте, као и мреже даљинског грејања односно системе на нивоу насеља. Свака студија случаја садржи детаљне информације о типу објекта, локацији и основном контексту, као и техничке описе унутрашњих система за грејање, вентилацију и хлађење. Ови описи обухватају спецификацију опреме, принцип рада, као и примере добрих и лоших пракси. Многи случајеви указују на изазове који су постојали пре санација или на проблеме који су и даље нерешени. У оквиру комерцијалних и индустријских објеката, примери обухватају канцеларијске комплексе, трговачке просторе, производне погоне и

хотеле, са студијама случаја из земаља као што су Летонија, Чешка, Данска, Италија, Јапан, Саудијска Арабија, Норвешка, Ирска, Пољска, Србија и Шпанија. Јавни и институционални објекти обухватају универзитете, школе, библиотеке, културне центре и болнице, са значајним примерима из Немачке, Данске, Летоније, Норвешке, Ирске и Пољске. Стамбени објекти укључују комбинацију породичних кућа, стамбених зграда и енергетски ефикасних објеката, са примерима из Немачке, Данске, Летоније, Пољске, Србије и Шпаније. На крају, мреже даљинског грејања и системи на нивоу насеља представљени су кроз топлане, локалне системе даљинског грејања на биомасу и системе грејања засноване на соларним колекторима у Немачкој, Данској и Летонији.

Овај разноврсни скуп студија случаја пружа драгоцен увид у техничке и оперативне аспекте HVAC система у различитим контекстима, истичући како успешне примене, тако и области у којима су неопходна унапређења.

2.4.1 **Анализа комерцијалних и индустријских објеката**

Кроз **19 студија случаја** објеката мешовите намене — канцеларијских, логистичких, угоститељских и производних — најдоследнији резултати постигнути су применом санација са примарним фокусом на системе управљања, као и постепеног преласка на системе који користе електричну енергију.

Општи преглед добре праксе и трендова у области HVAC система:

01

Трендови електрификације и декарбонизације

Топлотне пумпе су широко заступљене као централни извор и за грејање и за хлађење. Поједини објекти примењују хибридна решења за грејање, као што су високо ефикасни гасни котлови допуњени соларним колекторима на крову, или микро-CHP јединице комбиноване са кондензационим гасним котловима.

02

Високоефикасне јединице за рекуперацију топлоте

Често опремљене ротационим (регенеративним) или плочастим (рекуперативним) размењивачима топлоте, ове јединице представљају стандард у вентилационим системима како код новоградње, тако и код реконструкција. Отпадна топлота коју генеришу расхладни уређаји или технолошки процеси користи се за предгревање потрошне топле воде или ваздуха у ваздушним системима.

03

Добра пракса

Добра пракса такође обухвата уградњу помоћних техничких система мале потрошње енергије, избор најефикаснијих размењивачких површина у клима-коморама (AHU), примену оптички селективних фолија за пасивно радијационо хлађење, коришћење спољашњег засенчења или вертикалне вегетације, као и примену термички активираних конструкција зграда (TABs).

04

Транзиција

Прелазак са застарелих пнеуматских система управљања или система управљања са контролом граничних вредности на напредне, аутоматизоване системе управљања (BMS), са системима грејања, климатизације и вентилације којим се управља према потражњи, представља кључни тренд за остваривање уштеда енергије. Поред постојећих BMS система, у појединим објектима примењују се и алгоритми вештачке интелигенције ради аутоматске оптимизације рада HVAC система.

05

Значајне уштеде могу се остварити подешавањем постојећих система

На пример, у производним погонима, проширење толеранције регулације релативне влажности око задате вредности (нпр. са $\pm 1\%$ на $\pm 10\%$ RH) смањило је потребу за расхладном водом и паром, што је довело до значајних уштеда у трошковима за енергију.

Главни изазови у области HVAC система, који су решени или би требало да буду решени кроз процес реновирања:

- Значајан изазов, посебно у старијим индустријским и комерцијалним објектима, представља ослањање на топлотне изворе енергије са високим угљеничним отиском, што доводи до високих оперативних трошкова и емисија.
- У многим објектима постоје проблеми код одржавања стабилних и комфорних унутрашњих температура, нарочито током летњих месеци, често услед недовољне термичке изолације зграде, недостатка система за хлађење. Такође може доћи до појаве термичке стратификације у просторима са високим плафонима током зимског периода.
- Многи проблеми не проистичу због лоших перформанси самог постројења/инсталација, већ због примитивних система управљања, недостатка мерења или превише рестриктивних радних параметара.
- Објектима су често недостајали интегрисани системи за рекуперацију енергије која се генерише унутар објекта или из спољашњих извора, што је истовремено доприносило повећању потреба за хлађењем и грејањем.

Прикупљено је и анализирано 25 студија случаја јавних и државних објеката.

Универзитети, школе, библиотеке, културни центри, болнице и установе социјалне заштите доследно бележе користи од модернизације вентилационих система (рекуперација топлоте, проток ваздуха управљан према потреби), примене нискотемпературне дистрибуције и постепене електрификације. Студије случаја кампуса и општинских објеката у Данској и Немачкој истичу унапређења на клима-коморама, пуштање система у рад и аналитику на нивоу објекта као кључне мере за побољшање комфора и смањење вршних

оптерећења. Примери Универзитета и Националне библиотеке у Летонији показују да паметно мерење и управљање радом потрошача могу ускладити оптерећења са обрасцима коришћења, док школе у Норвешкој (1955.–1985. реконструкције/доградње до 2022.) и јавни и здравствени објекти у Пољској (1849.–2024.) потврђују да се нискотемпературни режими и зонска регулација могу успешно ускладити са захтевима заштите културног наслеђа и клиничким ограничењима, уз адекватно пуштање система у рад.

Општи преглед добре праксе и трендова у области HVAC система:

- Прелазак на нискоугљенично грејање и хибридне системе; на пример комбинацију топлотних пумпи са традиционалним изворима, као што су кондензациони гасни котлови или даљинско грејање за покривање вршних оптерећења.
- Нови и унапређени системи пројектују се за нискотемпературну дистрибуцију топлоте.
- Високоефикасни механички вентилациони системи са рекуперацијом топлоте представљају стандард у готово свим пројектима реконструкције и новоградње.
- Уградња система са променљивим протоком ваздуха, регулисаних CO₂ и сензорима присутности, обезбеђује да вентилација ради само када је потребно, чиме се значајно смањује потрошња енергије уз истовремено побољшање квалитета унутрашњег ваздуха.
- Паметна интеграција механичке вентилације са аутоматизованом природном вентилацијом (нпр. моторизовани кровни прозори управљани CO₂ сензорима) омогућава летње хлађење без ослањања на активне механичке системе.
- Активно хлађење се претежно обезбеђује реверзибилним топлотним пумпама или интегрисаним системима расхладне воде. У хладнијим климатским условима, објекти се често у потпуности ослањају на пасивне стратегије као што су ноћно проветравање или спољашње засенчење. Где год је то могуће, системи максимално користе методе природног хлађења, примену речне воде за чилере или размењивачке површине постављене у земљу.
- Имплементација централног система за управљање зградом (BMS) или система за управљање енергијом (EMS), који обезбеђује праћење и анализу података у реалном времену, омогућава доношење одлука заснованих на подацима и проактивно управљање објектом. Напредни системи интегришу управљање грејањем, вентилацијом, хлађењем и осветљењем коришћењем отворених комуникационих протокола (нпр. KNX), као и аутоматизацију засновану на догађајима, чиме се постиже висока енергетска ефикасност.



Главни изазови у области HVAC система, који су решени или би требало да буду решени кроз процес реновирања:

- Лоше пуштање у рад и пријем инсталација, неадекватно подешавање регулације или неисправна управљачка логика онемогућавају напредне системе (попут топлотних пумпи и система са променљивим протоком ваздуха) да постигну оптималну ефикасност. Ослањање на управљање укључи/искључи и подразумеване програме рада, уместо на динамичку реакцију у реалном времену.
- Одсуство појединачних мерила топлотне и електричне енергије по зонама, као и неусклађени и ручно прикупљани подаци о потрошњи енергије, одлажу идентификацију и правовремену реакцију на расипање енергије.
- Компоненте система су значајно предимензионисане, што чини ефикасан рад готово немогућим и доводи до температурних осцилација и лоше регулације. Примена претерано високих температура полазног медијума (нпр. 75°C) у вентилационим системима додатно отежава декарбонизацију применом топлотних пумпи.
- Лош квалитет унутрашњег ваздуха (нпр. концентрације CO₂ које премашују 1000 ppm) услед недостатка механичке вентилације или недовољног протока ваздуха.
- Буџетска ограничења која условљавају избор недовољно оптимизованих, краткорочно исплативих решења. Средства су обезбеђена искључиво за реновирање, без предвиђеног буџета за текуће оперативне трошкове, што доводи до некоришћења инсталираних система.



2.4.3 Анализа стамбених зграда

У 20 случајева вишеспратних стамбених зграда (Летонија/Пољска/Шпанија/Србија), мере изолације у комбинацији са правилно димензионисаним топлотним пумпама и хидрауличким балансирањем мреже побољшавају сезонску ефикасност и унутрашњу удобност.

Општи преглед добре праксе и трендова у области HVAC система:

- Најзначајнији тренд је прелазак са грејања коришћењем фосилних горива на грејање помоћу топлотних пумпи и коришћење обновљивих извора енергије.
- Нове или комплетно реновиране зграде користе нискотемпературне системе, попут подног грејања или зрачећих плафонских панела, који максимално повећавају ефикасност топлотних пумпи.
- Механичка вентилација са рекуперацијом топлоте сматра се добром праксом и представља стандард у модерним стамбеним зградама са готово нултом потрошњом енергије.
- Претпоставка за успешну модернизацију HVAC система је комплетно реновирање омотача зграде, укључујући мере изолације и заптивања.
- Фотонапонски (PV) системи се често уграђују на крововима како би надокнадили потрошњу електричне енергије топлотних пумпи и вентилационих система.
- Системи за управљање енергијом и акумулатори топлоте се примењују како би се управљало грејним конзумом, оптимизовали коришћење електричне енергије из фотонапонских система и омогућили флексибилност, одвајајући коришћење енергије од електроенергетске мреже, нарочито у паметним инсталацијама топлотних пумпи.
- Уградња термостатских вентила на радијаторима и појединачних мерила топлоте представља добру праксу, омогућавајући наплату по потрошњи и дајући станарима могућност контроле температуре. Системи се све више усмеравају ка управљању преко WiFi-а коришћењем апликација и удаљен приступ за дијагностику и оптимизацију.
- Напредни управљачки системи користе динамичко усклађивање цена електричне енергије (spot тржиште), прогнозе времена и предвиђања производње из фотонапонских система како би планирали рад топлотних пумпи и остварили максималну уштеду енергије без нарушавања комфора.

Главни изазови у области HVAC система, који су решени или би требало да буду решени кроз процес реновирања:

- Активно хлађење је у многим стамбеним зградама северне Европе у великој мери одсутно, али представља све већи проблем у свим регионима. Како су климатске промене све израженије, зграде које су пројектоване да задржавају топлоту (посебно новије, добро изоловане зграде са ниском потрошњом енергије) склоне су прегревању.
- Већина постојећих стамбених зграда у потпуности се ослања на природну вентилацију, отварањем прозора и цурењем ваздуха. Ово ослањање доводи до расипања енергије (када се прозори отварају ради расхлађивања), топлотне нелагоде (хладан ваздух струји кроз шупљине или отворе у зидовима) и потенцијалне здравствене опасности (појава кондензације и плесни).
- Велики топлотни губици постојећих, нереновираног зграда. Недостатак постојања термостата и појединачног мерења топлоте резултирао је тиме да станари немају могућност да штеде енергију и новац.
- Старије куће често се ослањају на конвенционалне радијаторе који захтевају високе температуре улазне температуре грејног флуида (око 80°C). Ова инфраструктура чини инсталацију високоефикасних топлотних пумпи изазовном или скупом без обимних радова, као што је замена грејних тела (нпр. уградња подног грејања) и/или прилагођавање дистрибуције ради регулисања протока на нижим температурама.

2.4.4 **Анализа мрежа даљинског грејања**

У 4 случаја, декарбонизација на страни снабдевања допуњује реновирање зграда: топлане у Немачкој и постројење на биомасу, данска реконструисана даљинско-грејна инфраструктура у објектима под заштитом (2023), и соларно-термална електрана у Летонији (2019) доказују постојање одрживе нискоугљеничне основе.

Кључни резултати укључују смањену потрошњу примарне енергије, смањену зависност од фосилних горива и побољшану отпорност када се зграде повежу преко нискотемпературних мрежа.

- Студије случаја показују јасан и значајан помак ка одрживим, интегрисаним и децентрализованим системима енергије у оквиру мрежа даљинског грејања. Главни закључак свих пројеката је опредељеност за постепено избацавање фосилних горива и модернизацију инфраструктуре ради коришћења обновљивих извора енергије, често у оквиру постојећих урбаних окружења.
- Значајан изазов представља висока почетна цена и потребна улагања за технологије које су климатски неутралне у поређењу са конвенционалним решењима. Међутим, ово се надокнађује економским предностима у виду нижих оперативних трошкова и смањене изложености глобалним економским флукуацијама на дужи рок.
- Успешни пројекти, попут CO₂ система топлотних пумпи у Данској или постројења са соларним колекторима у Летонији, служе као демонстрациони објекти и модели за сличне урбане и регионалне трансформације.

2.5 **Сажетак анализе студија случаја**

Анализа 68 студија случаја пружа свеобухватан преглед HVAC система у различитим типовима зграда..

У 19 комерцијалних и индустријских зграда доминирају електрификација и декарбонизација, при чему топлотне пумпе замењују системе на фосилна горива. Хибридне конфигурације које комбинују гасне котлове са соларним колекторима или микро-CHP јединицама и даље су честа појава. Вентилација често укључује рекулеријацију топлоте, а пасивно хлађење уз термички активирани системи (грађевински системи који користе топлоту или хладноћу уграђене конструкције нпр. подне, плафонске или зидне плоче, или флуида у цевоводима да би складиштили и панелно загревали простор) је у порасту. Управљачки системи прелазе са пнеуматских на напредне системе управљања зградама, а неки су опремљени и вештачком интелигенцијом ради оптимизације. Реновирање се усмерава на замену система са високом потрошњом енергије и великим угљеничним отиском, као и на побољшање контроле температуре и увођење система за рекулеријацију енергије.

У 25 јавних и институционалних зграда појављују се слични трендови: нискоугљенично грејање, хибридни системи и нискотемпературна дистрибуција. Вентилација са рекулеријацијом топлоте представља стандард, уз иновације као што су VAV системи регулисани преко мерења CO₂ и паметна интеграција природне и механичке вентилације. Хлађење се ослања на реверзибилне топлотне пумпе или расхладну воду, уз допуну пасивним стратегијама. Централизовано управљање енергијом повезује

HVAC и осветљење преко отворених протокола. Изазове представљају неквалитетно пуштање система у рад, предимензионисане компоненте и буџетска ограничења.

У 20 стамбених зграда доминирају топлотне пумпе и обновљиви извори енергије. Нискотемпературни системи као што је подно грејање побољшавају ефикасност, док зграде готово нулте потрошње користе вентилацију са рекулеријацијом топлоте и комплетно реновирање омотача. Фотонапонски системи на крововима надокнађују потрошњу електричне енергије, а системи са акумулацијом топлоте побољшавају флексибилност. Паметно управљање је уобичајена стратегија, али старије куће често немају активно хлађење и имају велике топлотне губитке, што отежава интеграцију топлотних пумпи.

Четири студије случаја мреже даљинског грејања показују прелаз ка децентрализованим системима заснованим на обновљивим изворима енергије. Пројекти имају за циљ постепено избацавање фосилних горива, упркос високим почетним улагањима, која се надокнађују дугорочним уштедама и побољшаном отпорношћу система. Примери као што су CO₂ топлотна пумпа у Данској и соларно-термална електрана у Летонији потврђују изводљивост одрживих система даљинског грејања, наглашавајући потребу за стратешким инвестицијама, паметним дизајном и подршком политикама



3.1	Преглед програма високог образовања	<u>25</u>
	3.1.1 Преглед програма мастер академских студија	<u>26</u>
	3.1.2 Преглед програма основних академских студија	<u>27</u>
3.2	Преглед програма струковног образовања и обуке (VET)	<u>28</u>
3.3	Преглед програма целоживотног струковног образовања и обуке (CVET)	<u>29</u>
3.4	Општи приоритети (на свим нивоима)	<u>30</u>

Ово поглавље истражује тренутну структуру образовних програма у областима HVAC система, одрживе градње и енергетских система. Представља свеобухватно мапирање постојећих програма студија/обука на свим нивоима образовања, укључујући универзитете (HE), програме струковног образовања и обуке (VET) и програме целоживотног струковног образовања и обуке (CVET). Циљ је био да се идентификују постојећи програми студија/обука како би се утврдило које знање, вештине и компетенције студенти стичу кроз ове наставне планове и програме у оквиру студијског програма или курса.

Ови критеријуми су:

01

Способност коришћења савремених HVAC технологија и дигиталних алата;

02

Дигитализација (нпр. BMS, паметна аутоматизација HVAC система, IoT, управљање енергијом засновано на вештачкој интелигенцији);

03

Регулаторна писменост (стандарди емисија, еко-дизајн, енергетско означавање);

04

Декарбонизовано грејање;

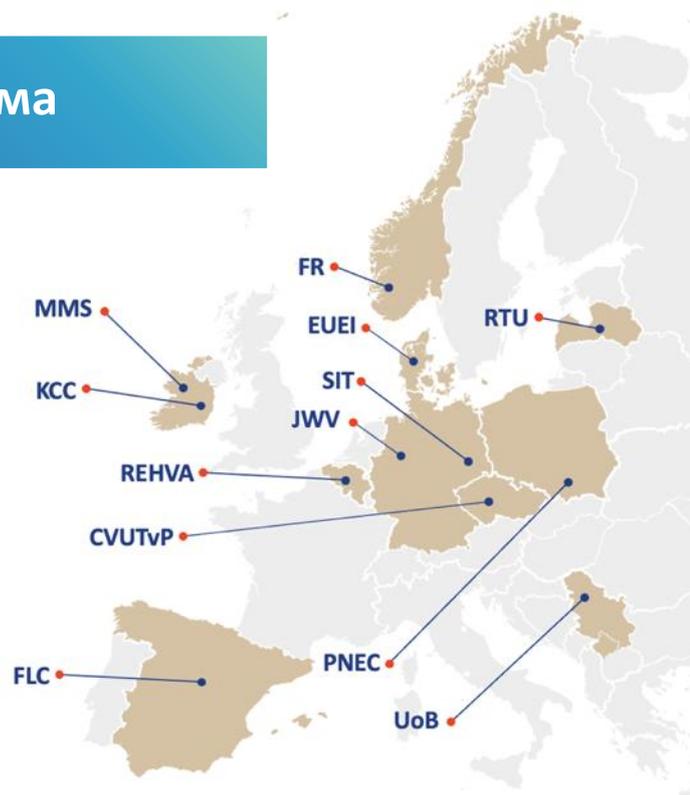
05

Еколошки аспекти грејања и хлађења;

Образовни програми по земљама

Сви они служе као важни референтни оквири за процену усклађености наставних планова и програма са потребама индустрије. Ови критеријуми одражавају кључне компетенције које су професионалцима потребне да би ефективно допринели дигитализацији и декарбонизацији сектора.

Процењујући програме према овим аспектима, постаје могуће идентификовати предности, недостатке и могућности за унапређење знања и вештина потребних за подршку зеленој транзицији. Укупно, подаци достављени од стране партнерских организација анализирани су за 110 студијских програма и курсева на различитим нивоима образовања, укључујући 23 мастер програма, 33 програма основних студија, 19 програма струковног образовања и обуке (VET) и 35 програма целоживотног струковног образовања и обуке (CVET).



3.1

3.1.1 Преглед програма мастер академских студија

Они пружају свеобухватно упознавање са савременим HVAC технологијама и дигиталним алатима, укључујући BMS, IoT и приступе засноване на анализи података. Већина програма интегрише релевантне стандарде, принципе еко-дизајна и укључује исходе везане за декарбонизацију и еколошке аспекте у оквиру курсева и пројеката.

► **Препоруке за програме мастер академских студија** - Како би се ојачала усклађеност са свих пет критеријума процене, препоручују се следеће мере:

01

Учинити критеријуме 1 и 2 оперативним

Препоручује се увођење лабораторија за пуштање у рад и BMS, системе за прикупљање и архивирање података, практикума за KNX/IoT и малих мини-пројеката управљања енергијом уз подршку вештачке интелигенције повезаних са стварним објектима. Ове додатне активности би ојачале практично коришћење алата и осигурале потпуну покривеност области дигитализације.

02

Ојачати критеријум 3: Регулаторна писменост

Програми би требало да укључују експлицитне модуле о ЕУ еко-дизајну, F-гасовима (флуоровани гасови који доприносе ефекту стаклене баште) и фреонима са ниским потенцијалом глобалног загревања, енергетском означавању и емисијама. Коришћење калкулационих листова и студија случаја о усаглашености помогло би да се обезбеди сазнања о регулаторном оквиру, тако и његова примена.

03

Проценити критеријуме 4 и 5 кроз мерљиве резултате

Завршни (мастер) радови би требало да буду осмишљени тако да извештавају о кључним показатељима (KPI) о потрошњи енергије и угљеничног отиска, резултатима хидрауличног балансирања, стратегијама управљања фреонима и разматрању животног циклуса. Ово би обезбедило јасан доказ интеграције декарбонизације и еколошких аспеката.



3.1.2 Преглед програма основних академских студија

Ови програми доследно интегришу знања о решењима за декарбонизацију у грејању и хлађењу и еколошким аспектима, што подразумева и практично учење.

Препоруке за програме основних академских студија

01

Ојачати критеријум 1: Практична обука

Специјализоване лабораторије требало би проширити како би обухватиле софтвер за пуштање у рад, дигиталне близанце и логере за прикупљање и архивирање података. Ово би обезбедило да дипломци покажу практичне компетенције уз теоријско знање.

02

Продубити критеријум 2: Дигитализација

BMS/IoT алатке, као што су праћење трендова, вежбе дијагностике откривања квара (FDD) и једноставне аналитике, требало би интегрисати у све програмске смерове, укључујући и традиционалне смерове за грејање и снабдевање енергијом. Додавање KNX модула додатно би ојачало дигиталне компетенције.

03

Стандардизовати критеријум 3: Регулаторна писменост

Препоручује се увођење обавезног регулаторног оквира који обухвата еко-дизајн, F-гасове, енергетско означавање и емисије. Ови модули требало би да се оцењују кроз бодоване задатке како би се обезбедила доследна покривеност у свим институцијама.



Преглед програма струковног образовања и обуке (VET)

Програми струковног образовања и обуке (VET) пружају практично, каријерно оријентисано образовање које омогућава полазницима да стекну техничке вештине и примењено знање потребно за подршку зеленој и дигиталној транзицији у различитим индустријама и представљају кључни елемент за постизање циљева одрживог развоја, декарбонизације и дигитализације.

За разлику од академских програма који се често фокусирају на теорију и истраживање, VET ставља нагласак на практично искуство, чинећи га снажним алатом за припрему радне снаге и иновације специфичне за сектор.

Препоруке за програме струковног образовања и обуке (VET)

01

Укључити критеријум 2: Дигитализација у пракси

Препоручује се да се дигитализација уведе као обавезни део VET програма кроз:

- лабораторије за BMS/IoT/KNX
- практикуме за прикупљање и архивирање података
- вежбе дијагностике и откривања квара (FDD)

Ови елементи би подигли критеријуме 1 и 2 са делимичне на потпуну усклађеност.

02

Ојачати критеријум 3: Регулаторна писменост

Програми би требало да укључују микро-модуле о:

- F-гасовима
- Еко-дизајну
- Енергетском означавању

Ови модули треба да буду подржани кроз практичне приказе усаглашености користећи стварну документацију и оцењивани кроз практичне задатке.

03

Ојачати критеријуме 4 и 5: Декарбонизација и еколошки аспекти

Препоручује се да се уведу практичне целине о:

- Топлотним пумпама
- Хидрауличком балансирању мрежа
- Интеграција система и грађевинског омотача

Свака целина треба да буде повезана са мереним кључним показатељима (KPI) потрошње енергије и угљеничног отиска како би се обезбедио јасан доказ о постигнутим резултатима у области еколошких аспеката и декарбонизације.

Преглед програма целоживотног струковног образовања и обуке (CVET)

Како индустрије брзо напредују, као одговор на еколошке и технолошке изазове, CVET пружа флексибилне и циљано усмерене могућности учења које омогућавају професионалцима да унапреде своје вештине, остану конкурентни и допринесу системским трансформацијама у оквиру концепта целоживотног учења и прилагођавања радне снаге.

Препоруке за програме целоживотног струковног образовања и обуке (CVET)

01

Организовати у модуле како би се обухватило свих пет критеријума

Препоручује се да се кратки курсеви које нуде произвођачи опреме (ОЕМ) или технолошки фокусирани програми комбинују са додатним микро-лабораторијама, као што су:

- BMS контролне табле
- вежбе оптимизације топлотних пумпи
- модули за извештавање о кључним показатељима

Ове додатне активности помогле би да се критеријуми 2 (дигитализација), 4 (декарбонизација) и 5 (еколошки аспекти) подигну са делимичне на потпуну усклађеност.

02

Јасно документовати критеријум 3

Да би се обезбедила прегледност, CVET програми би требало да стандардизују наставне планове и исходе учења за регулаторни садржај. То укључује:

- Јасне описе (насловe, број часова, оцењиване задатке)
- Јасно повезивање са темама регулативе, као што су еко-дизајн, F-гасови и енергетско означавање

Ово би помогло да се обезбеди комплетна покривеност садржаја и потврди усклађеност током будућих ревизија

03

Користити моделе из постојећих центара компетенција

Вишегодишњи програми целоживотног струковног образовања и обука (CVET), као што су они у Норвешкој, Летонији (Rīgas Siltums) и изабрани програми у Ирској (нпр. ECAC, SOLAS, ASHRAE) треба да се користе као модели за ширу имплементацију. Ови модели већ испуњавају свих пет критеријума и нуде свеобухватне путеве ка паметном, нискоугљеничном и регулаторно усклађеном раду.



Усклађеност образовних програма са пет критеријума

	(1) Савремени алати	(2) Дигитализација	(3) Регулатива	(4) Декарбонизација	(5) Екологија
MAC	Да / Делимично (LV – делимично)	Да / Делимично	Да / Делимично	Да	Да
OAC	Да / Делимично	Да / Делимично	Мешовито / Делимично	Да / Делимично	Да / Делимично
VET	Делимично → Да	Делимично / Не → Да (различито по државама)	Делимично	Мешовито (укљ.. Да)	Делимично / Да
CVET	Делимично → Да (центри компетенција)	Делимично	Да / Делимично	Делимично → Да	Делимично → Да

Табела 2. Преглед усклађености образовних програма са пет критеријума

3.4 Општи приоритети (сви нивои)

01

Унапређење практичне наставе (Критеријум 1)

Успоставити лабораторије са алатима као што су софтвер за пуштање система у рад, BMS/IoT комплекти, дигитални близанци и уређаји за прикупљање и архивирање података. Ово ће омогућити студентима да стекну стварно практично искуство са технологијама о којима уче.

02

Укључити дигиталне вештине у свакодневни наставни процес (Критеријум 2)

Не ограничавати дигитализацију само на предавања, већ увести задатке из аналитике и откривања кварова у домаће задатке и испите на основним академским студијама, у стручном образовању и обукама (VET), као и у програмима целоживотног стручног усавршавања (CVET).

03

Јасно и доследно уврстити новине у законском оквиру (Критеријум 3)

Редовно ажурирати садржаје који се односе на еко-дизајн, F-гасове, енергетско означавање и емисије. Користити задатке као што су контролне листе, прорачуни и студије случаја мањег обима, како би се показало да студенти разумеју прописе.

04

Еколошке мере и декарбонизација (Критеријуми 4 и 5)

Повезати лабораторијске вежбе и пројекте са стварним резултатима — као што су подаци о потрошњи енергије и емисијама угљен-диоксида, избор расхладних флуида и разматрање животног циклуса. На тај начин се обезбеђује да студенти умеју да примене стечена знања у реалним ситуацијама.

05

Користити универзитете као центре учења

Мастер и основни академски студијски програми треба да усмеравају и подржавају VET и CVET програме. На тај начин се подиже квалитет образовања и обука на свим нивоима.

Примена наведених препорука омогућиће доследну и проверљиву примену свих пет критеријума, усклађену са потребама индустрије.





4.1

Анализа детаљних интервјуа 32

4.1.1 Радне процедуре и решавање проблема 32

4.1.2 Индустијске промене и нове технологије 33

4.1.3 Припремљеност радне снаге и недостатак вештина 33

4.1.4 Образовни програми и унапређење обука 34

4.1.5 Резиме анализе детаљних интервјуа 35

Анализа резултата анкете 36

4.2

4.2.1 Методологија спровођења анкете 36

4.2.2 Резиме анализе резултата анкете 38

Ово поглавље представља резултате примарног прикупљања података спроведеног са циљем валидације и додатне анализе података добијених током иницијалног истраживања и консултација са стручњацима. Кроз структуриран приступ у три фазе — неформалне разговоре, циљане анкете и детаљне интервјуе — прикупљени су квалитативни и квантитативни подаци од кључних актера у сектору грејања и хлађења. Ови актери су обухватили пројектанте, извођаче/инсталатере, оператере/надзорне органе и произвођаче, класификоване према нивоу искуства.

4.1

Анализа детаљних интервјуа

Детаљни интервјуи су спроведени уз примену оквирног водича који је обухватао четири тематске целине. Испитивачи су имали флексибилност да прескоче или прилагоде поједина питања, као и да поставе додатна питања у зависности од конкретног контекста, узимајући у обзир стручност испитаника, њихово искуство и расположиво време. Сваки интервју је трајао приближно један сат.

Стручњаци који нису били у могућности да учествују у детаљним интервјуима били су позвани да попуне засебну анкету. Ради избегавања дуплирања, посебна пажња је посвећена томе да ниједна особа не учествује и у

интервјуима и у анкети. Укупно 52 учесника је учествовало у детаљним интервјуима, при чему су били заступљени следећи земље: Немачка, Летонија, Пољска, Србија, Норвешка, Белгија, Чешка, Ирска, Шпанија и Данска.

4.1.1 Радне процедуре и решавање проблема

Главни технички изазови у HVAC индустрији проистичу из системских недостатака у пројектовању, квалитету уградње и управљању системима. Уочава се тенденција да се стручњаци у свим улогама уско фокусирају на сопствене задатке или појединачне компоненте, уместо на укупну функционалност система и његов животни циклус, што доводи до лоших пројектантских решења, ограниченог приступа за одржавање и умањених перформанси. Недостаци у комуникацији између пројектаната, инсталатера и оператера

додатно продубљују ове проблеме, јер изостанак повратних информација доводи до додатних трошкова због колизије између различитих струка и накнадних корекција пројеката. Такође се уочава образац према којем млади инжењери поседују адекватно теоријско знање, али им недостаје практично, теренско искуство, док искусни професионалци често немају довољан ниво дигиталне писмености и системског размишљања неопходних за примену савремених, интегрисаних технологија (BMS, IoT, AI).



4.1.4 Образовни програми и унапређење обука

Анализа образовних програма и унапређења обука потврдила је да је постојеће образовање у области HVAC-а често недовољно, застарело и без потребног фокуса на практичне, међуфункционалне и дигиталне компетенције које захтева

индустрија у процесу брзе трансформације. Кључни изазов представља премошћавање јаза између теоријског знања и примене у реалним условима, што је додатно отежано недовољним познавањем законског оквира.

Кључне теме које треба укључити у обукама

01

Регулаторна писменост и стандарди:

Обавезна и ажурирана обука о законским прописима, стандардима емисија, еко-дизајну, енергетском означавању и безбедносним нормама.

02

Основна инжењерска знања (практична примена):

Проширено и конзистентно знање из области хидраулике, електроинсталација, читања техничких шема и прорачуна топлотних потреба представља кључну основу стручне оспособљености. Многи предмети на академским студијама сматрани су недовољно релевантним уколико нису јасно повезани са практичном применом.

03

Дигитализација и аутоматизација:

BIM/3D алати за пројектовање, EMS/BMS конфигурација и логика, IoT платформе, прорачуни уз подршку вештачке интелигенције, анализа података и сајбер-безбедност.

04

Пуштање у рад и оптимизација:

Поставка система, фино подешавање за рад у реалним условима, калибрација сензора, хидрауличко балансирање и дијагностика кварова.

05

Безбедност и одрживост:

Безбедно руковање новим расхладним флуидима, које захтева обавезну сертификацију. Такође, обука из области угљеничног отиска и потрошње воде, као и анализа животног циклуса и свеобухватна процена трошкова током века коришћења опреме.

06

Прелазак на чисте изворе енергије:

Сложеност система и лоша имплементација, проистекле из недостатака у вештинама, нарушавају поверење у чисте технологије и додатно учвршћују перцепцију да су „нечиста“ решења и даље финансијски привлачнија. Пројекти често не успевају да остваре очекиване уштеде енергије, упркос значајним почетним улагањима.

Резултати указују на широко распрострањене системске проблеме присутне у свим сегментима вредносног ланца HVAC сектора. Пројектанти често немају довољно практичног искуства и суочавају се са тешкоћама у разумевању динамике флуида, логике аутоматизације и примене савремених алата за пројектовање, као што су BIM и 3D CAD.

Њихов рад је често заснован на непотпуним информацијама, што доводи до пројектних недостатака који отежавају уградњу и одржавање система. Инсталатери се суочавају са недостатком квалификоване радне снаге и ослањају се на застареле праксе. Многима недостају основна знања из области хидраулике и електротехнике, а под притиском рокова често прескачу кључне кораке, као што су правилно пуштање система у рад и израда техничке документације.

Оператери, укључујући управнике објеката и крајње кориснике, често су недовољно обучени и нису упознати са начином оптимизације перформанси система. То резултира дугорочним неефикасностима и неправилном употребом опреме. Произвођачи, иако технолошки напредују, суочавају се са изазовима у обезбеђивању да се њихови производи правилно инсталирају и користе. Недовољна документација, недостатак обуке и ограничена интероперабилност са системима за управљање зградама додатно доприносе овим проблемима.

Сектор пролази кроз убрзану трансформацију под утицајем декарбонизације, дигитализације и интеграције система. Нове технологије, као што су високоефикасне топлотне пумпе, расхладни флуиди са ниским потенцијалом глобалног загревања и хибридни системи, постепено замењују традиционална решења. Степен електрификације се повећава, што захтева да стручњаци стекну додатна знања из области електротехнике и безбедности. Дигитални алати, попут управљачких система заснованих на вештачкој интелигенцији, IoT платформи и паметних бројила, постају стандард, намећући потребу за вештинама у области аналитике података, сајбер-безбедности и логике аутоматизације. Пројектанти се развијају у дигиталне интеграторе, којима су неопходна знања из области симулационих алата, анализе животног циклуса и управљачких протокола. Инсталатери морају преузети улогу дигиталних техничара, способних за рад са новим расхладним флуидима и примену паметних алата за дијагностику и адекватно пуштање система у рад. Оператери прелазе у улогу менаџера енергијом, одговорних за тумачење података и даљинско управљање системима. Произвођачи се, са друге стране, померају ка услужно оријентисаним пословним моделима, интегришући IoT функционалности и модуларну производњу како би одговорили на регулаторне захтеве и очекивања тржишта.

Интервјуи указују на критичан дефицит вештина присутан у свим фазама каријере. Млади професионалци често немају довољно практичног, непосредног искуства, док се искусни радници суочавају са тешкоћама у прилагођавању дигиталним и одрживим технологијама. Пројектантима је потребна боља обука у области регулаторног оквира и стандарда, практичног познавања теренских услова и управљања пројектима. Инсталатери захтевају унапређење основних занатских вештина, обавезну обуку и сертификацију из области безбедности и здравља на раду и развој дигиталних капацитета за пуштање система у рад. Оператери морају да науче како да тумаче податке о потрошњи енергије и ефикасно управљају системима. Произвођачи, са своје стране, треба да унапреде документацију производа, обуке и компатибилност система. Образовни програми се перципирају као застарели и превише теоријски оријентисани. Учесници у анкети су потенцијално неопходност примене паралелног приступа који комбинује детаљну, сврсисходну обуку са међуфункционалним знањима, како би се унапредила сарадња између различитих актера у сектору.

Обуке треба да обухвате регулаторни оквир, практично инжењерство, дигиталне алате, пуштање система у рад и одрживост. Пожељни формати учења укључују практичну наставу, менторство, онлајн курсеве, стручне праксе и студије случаја. Кључни актери, као што су државни органи, образовне институције и привреда, морају заједнички деловати како би се наставни програми ажурирали, обезбедили подстицаји и осигурао квалитет обука. Обавезна сертификација треба да буде усмерена на практичну примену, безбедност и дигиталну интеграцију, при чему поједини учесници анкете предлажу повезивање сертификације са нивоима зарада како би се обезбедили високи стандарди и адекватно учешће.

4.2 | Анализа резултата анкете



4.2.1 | Методологија спровођења анкете

Анкета је спроведена анонимно путем платформе Google Forms и осмишљена је ради прикупљања како квалитативних, тако и квантитативних података. За њено попуњавање било је потребно приближно 10–15 минута

Испитаницима су постављене различите врсте питања, укључујући питања са вишеструким избором, отворена питања и задатке рангирања, у оквиру којих су дате опције распоређивали према значају.

Анкета је обухватила одговоре 55 HVAC стручњака из девет европских земаља (Летонија, Ирска, Уједињено Краљевство, Шпанија, Шведска, Пољска, Аустрија, Финска и Белгија), пружајући широку географску перспективу о радној снази и структури вештина у сектору. Испитаници су имали разноврсне професионалне профиле и нивое искуства у HVAC области. Већину испитаника чинили су пројект менаџери (31%), инсталатери (33%) и пројектанти (29%), док је мањи удео (7%)

припадао другим улогама. Учесници су били релативно равномерно распоређени по старосним групама, при чему је 18% било узраста 26–35 година, 30% узраста 36–45 година, 25% узраста 46–55 година и 27% старости 55 година и више. У погледу професионалног искуства, готово половина испитаника (49%) имала је више од 20 година рада у струци, док је 22% имало између 6 и 10 година, још 22% између 10 и 20 година, а мање групе 4–6 година (5%) или мање од 2 године (2%) искуства.

4.2.2

Резиме анализе резултата анкете

Анкета је испитивала оцену спремности и потреби радне снаге да учествује у обукама, као и ставове о будућим изазовима у HVAC сектору.

Испитаници су оценили спремност младих стручњака за обављање радних задатака оценом 4,9 од 10, њихову припремљеност за рад са дигиталним технологијама оценом 5,9, као и укупну спремност индустрије за дигитализацију оценом 5,0, што указује на умерену забринутост у свим областима. Већина учесника сматра да HVAC стручњаци треба да иновирају своја знања једном или два пута годишње, при чему испитаници нису исказали да је сврсисходно месечно ажурирање нових обука. Када је реч о будућем образовању, 55% испитаника дало је предност обуци усмереној на конкретне улоге, док је 29% подржало међуфункционалне приступе. Одговори на отворена питања указали су на уобичајене техничке изазове, као што су нејасноће у законском оквиру, пројектне грешке, недостатак специјализованих компетенција, лоша комуникација и недовољна доступност података. Као вештине које су дефицитарне и неопходно их је хитно уврстити у компетенције су аутоматизација, BIM, пројектовање нискоугљеничних система и познавање регулаторног оквира. Многи испитаници су навели да би желели да су раније у својој каријери стекли знања из области дигиталних алата, система аутоматизације и практичног рада.

Технологије за које се очекује да ће у наредних 5–10 година имати највећи утицај на сектор укључују вештачку интелигенцију, дигитализацију, употреба нових расхладних флуида, топлотне пумпе и зелене технологије. При суочавању са сложеним проблемима, стручњаци се највише ослањају на аналитичко размишљање, тимско разматрање решења и консултације са експертима. Практична обука и учење уз рад на пројектима оцењени су као најефикаснији начини развоја вештина. Унапређење постојећих програма обуке треба да да приоритет стицању практичног искуства, интеграцији регулаторних захтева и континуираном учењу. Дигитални алати, као што су BIM, дигитални близанци и паметни системи управљања зградама, идентификовани су као кључни за будућност сектора. Области обуке које треба приоритетно развијати обухватају пројектовање и уградњу чистих енергетских решења, усклађеност са регулативом, интеграцију паметних система и дијагностику засновану на вештачкој интелигенцији. Највеће препреке за усвајање HVAC технологија заснованих на чистој енергији јесу високи почетни трошкови, недостатак квалификованих инсталатера, недовољно техничко знање и ограничена информисаност клијената. Проблеми компатибилности, сложена регулатива и неизвесне дугорочне перформансе такође доприносе отпору, уз забринутост због брзих технолошких промена.

Закључак

Декарбонизација грејања представља кључни предуслов за постизање климатске неутралности у Европи и на глобалном нивоу. Анализа стања показује да се процес декарбонизације у Европи одвија кроз интензивно усклађивање политика, технологија и образовања, али да успех ове трансформације у пресудној мери зависи од ефикасне примене и спремности радне снаге.

Из технолошке перспективе, регулаторни оквир Европске уније, утемељен на Зеленом договору, ревизији EPBD директиве, EED и RED III, успоставио је кохерентну основу за декарбонизацију. Топлотне пумпе, нискотемпературно даљинско грејање, геотермалне, соларно-термалне технологије и коришћење отпадне топлоте данас су довољно зреле за ширу примену. Истовремено, дигитализација енергетских система применом паметних бројила, система за управљање зградама (BMS) и управљања заснованог на подацима, постаје кључни покретач ефикасности, флексибилности и интеграције обновљивих извора енергије. Успостављање Заједничког европског простора енергетских података (CEEDS) и Индикатора спремности за паметне зграде (SRI) представљају одлучујући корак ка интероперабилним, дигитално спремним зградама и енергетским мрежама. Ипак, пуни ефекти ових иницијатива биће остварени тек када се дигитални системи интегришу на међусекторском и међурегионалном нивоу.

На нивоу зграда, анализа 68 студија случаја показала је континуиран напредак у области електрификације, дигиталног праћења и рекулпације енергије. Комерцијалне и индустријске зграде предњаче у примени управљачких система унапређених вештачком интелигенцијом, док јавни и институционални објекти показују изражене трендове ка нискотемпературним системима и хибридним решењима за грејање. Стамбени објекти бележе све већу примену топлотних пумпи и фотонапонских система, иако застарела инфраструктура, ризици од прегревања и ограничене могућности активног хлађења и даље представљају изазове. Мреже на нивоу насеља еволуирају ка децентрализованим системима заснованим на обновљивим изворима енергије, при чему демонстрациони пројекти у Данској, Летонији и Немачкој потврђују како техничку изводљивост, тако и дугорочне економске користи.

Упркос овом замаху, и даље постоје значајне препреке, укључујући високе почетне трошкове,

недостатак радне снаге, недоследну регулативу, ограничену информисаност, као и недовољну интероперабилност и изазове у области сајбер-безбедности. Убрзање напретка захтева координисане инвестиције, развој механизма флексибилности на локалном нивоу и међусекторску сарадњу, како би електрификовано грејање и паметни системи управљања могли поуздано да замене фосилне системе за покривање вршних оптерећења.

Капацитети у погледу вештина подједнако су критични. Анализа образовних и наставних програма у оквиру 110 програма (основне и мастер студије, VET и CVET) показала је да, иако је теоријско разумевање одрживости на високом нивоу, дигитална и регулаторна писменост остају неуједначене. Високо образовање пружа солидну основу у системском размишљању и климатским политикама, али струковни и програми целоживотног образовања често немају адекватне обуке за рад са дигиталним алатима, као што су BMS, IoT и аналитика података. Проширивање практичних лабораторија, праксе за пуштање система у рад и наставних модула посвећених регулативи од суштинског је значаја за премошћавање јаза између амбиција јавних политика и оперативних капацитета.

Закључно, Европа данас поседује регулаторне и технолошке предуслове за декарбонизацију вођену дигитализацијом. Кључни изазов у наредном периоду представља спровођење: обезбеђивање интероперабилности, управљања подацима, сајбер-безбедности и развоја вештина радне снаге способне да пројектује, интегрише и управља паметним, системима са ниским угљеничним отиском. Уколико се ови предуслови остваре у наредне две до три године, Европа може да учврсти своју лидерску позицију у области чистог грејања и да до средине века постигне отпоран, инклузиван и климатски неутралан енергетски систем.

Препоруке

Процес преласка ка декарбонизованим и дигитализованим системима грејања и хлађења захтева координисано деловање на више нивоа управљања, у индустрији и образовању. Следеће препоруке синтетизују налазе Извештаја о анализи стања и допунских регионалних анализа, дефинишући практичне приоритете за сваку групу релевантних актера.

1. За носиоце јавних политика и регулаторне институције

Европске и националне власти треба да дају приоритет доследној примени прописа и јачању значаја локалног нивоа. Основна правила су већ успостављена — EPBD (2024), EED, RED III и реформисано тржиште електричне енергије — али ће дати резултате само уколико се спроводе ујединачено, ако су финансијски токови поуздани и ако се напредак прати транспарентно. То подразумева превођење стратешких циљева на високом нивоу у јасне локалне мере, уз подршку стабилним финансирањем и систематичним мониторингом.

Прво, потребно је увести обавезно локално енергетско планирање у области топлотне енергије у свим државама чланицама, по узору на дански модел. Локалним самоуправама треба обезбедити надлежности и алате за мапирање потреба за грејањем и хлађењем, постојећих мрежа, као и обновљивих извора и отпадне топлоте, а затим и могућност да изаберу најисплативије путеве развоја (даљинско грејање и хлађење, велике топлотне пумпе, геотермалне системе, соларно-термалну енергију и електрификацију на нивоу објеката).

Друго, потребно је поједноставити поступке издавања дозвола и повећати обим финансирања за обновљива и хибридна решења. Неопходно је комбиновати бесповратна средства и повољне изворе финансирања са подстицајима заснованим

на учинку, као што су бели или зелени сертификати, како би се пројекти награђивали за проверене уштеде енергије и смањење емисија, а не само за инсталирани капацитет.

Треће, потребно је стандардизовати дигиталне захтеве за зграде и пројекте даљинске енергетике. Неопходно је прописати отворене стандарде интероперабилности, праксе минималне безбедности података и практично извештавање кроз Индикатор спремности за паметне системе (SRI), како би се средства могла безбедно повезати са мрежама и тржиштима. Овим се смањује зависност од појединачних добављача, унапређује сајбер-отпорност и омогућава свеобухватна аналитика и оптимизација.

Конечно, потребно је отворити и ојачати механизме тржишне флексибилности у енергетском сектору. Неопходно је успоставити јасна и усклађена правила како би агрегатори, зграде, електрична возила и топлотне пумпе, под једнаким условима као и традиционални енергетски објекти, могли да пружају електроенергетском систему услуге капацитета, балансирања и елиминисање уских грла у мрежи. Овим се доприноси смањењу укупних трошкова система и убрзава прелазак на чисто грејање и хлађење, уз очување поузданости и стабилности енергетске мреже.

2. За индустрију и комунална предузећа

Индустрија грејања и хлађења има кључну улогу у европском путу ка декарбонизацији и дигитализацији. Да би одговориле на растућу потражњу за нискоугљеничним и паметним енергетским системима, компаније морају не само да технолошки иновирају, већ и да улажу у људске ресурсе.

Неопходно је улагати у развој радне снаге и континуирано учење. Актери у индустрији треба да се посвете унапређењу знања и капацитета потребних за следећу генерацију технологија грејања и хлађења. То подразумева успостављање структурисаних програма обуке и усавршавања за инжењере, инсталатере и оператере, са фокусом на нове компетенције као што су интеграција дигиталних система, анализа података, паметни системи управљања и сајбер-безбедност. Континуирани професионални развој мора постати саставни део корпоративне културе, како би радна снага могла да прати убрзани развој технологија и све захтевније регулаторне оквире.

Тесна сарадња између индустрије и образовних институција је од суштинског значаја.

Компаније би требало да сарађују са универзитетима, стручним школама и центрима за обуку на заједничком осмишљавању наставних програма који одражавају стварне потребе тржишта и стање технологија које се примењују у пракси — као што су топлотне пумпе, аутоматизација зграда, системи даљинске енергетике и дигитални алати за праћење и надзор. Заједничке иницијативе, попут програма стручне праксе, „living lab“ пројеката или демонстрација на локацији, могу студентима и полазницима обуке пружити практично искуство и премостити јаз између теорије и праксе.

Усклађивањем образовања и развоја радне снаге, индустрија може обезбедити стабилан прилив квалификованих стручњака спремних да пројектују, инсталирају и управљају напредним системима грејања и хлађења. Ово не само да јача конкурентност и подстиче иновације, већ и доприноси убрзавању укупне енергетске транзиције Европе ка нискоугљеничној будућности заснованој на подацима.

3. За општине и локалне самоуправе

Градови и региони су места где декарбонизација постаје стварност, због чега локалне власти треба да предводе процес ослањајући се на поуздане податке, финансијски одрживе пројекте и отворену комуникацију. Први корак је израда интегрисаних енергетских и топлотних мапа које обједињују профиле потрошње, карактеристике зграда и објеката, мрежну инфраструктуру и локалне ресурсе, као што су геотермална енергија, топлота из канализационих система, топлота из дата центара, као и потенцијал соларних фотонапонских система на крововима. Ове мапе треба користити за дефинисање зона за даљинско грејање и хлађење, идентификовање локација где су велике топлотне пумпе или нискотемпературне (амбијенталне) мреже најисплативије решење, као и за препознавање насеља која би имала највећу корист од свеобухватних енергетских санација.

Груписати пројекте у инвестиционо прихватљиве пакете. Укрупњавањем сличних пројеката — као што су групе школа, блокови социјалног становања или општинске зграде — смањују се трансакциони трошкови и привлаче финансијери и ESCO компаније. Пакет је потребно структурирати са стандардизованим пројектним решењима, уговорима и KPI-јевима, тако да заједничке топлотне пумпе, нискотемпературни системи даљинског грејања и мере замене термичког омотача могу бити финансирани у већем обиму путем зелених обвезница, ELENA/ InvestEU инструмената или јавно-приватних партнерстава. Укључити трошкове и одржавање током целог животног циклуса (O&M) и гаранције учинка како би се обезбедиле и

трајно оствариле уштеде.

Обезбедити подршку станара и осталих заинтересованих страна кроз транспарентну, дигиталну комуникацију. Објављивати једноставне контролне табле које приказују локалну потрошњу енергије, статус пројеката, тарифе и уштеде емисија угљеника по насељима. Омогућити алате за самостално коришћење како би домаћинства и мала и средња предузећа могла јасно да сагледају користи од прикључења на мрежу, преласка на топлотну пумпу или укључивања у програм обнове. Ово је потребно упарити са јасном заштитом потрошача, правичним политикама прикључења и циљаном подршком домаћинствима са ниским приходима, како би се обезбедила праведна транзиција.

На крају, ускладити интерне капацитете са циљевима. Именовати међуресорну јединицу за спровођење чистог грејања (планирање, становање, јавне набавке, ИТ, финансије) како би се убрзале дозволе, стандардизовала размена података са комуналним предузећима и спроводили отворени тендери који подржавају интероперабилност. Обезбедити обуке за запослене у локалној самоуправи у областима планирања грејања, набавке дигиталних система, основа сајбер-безбедности и уговарања заснованог на учинку. Уз квалитетне мапе, инвестиционо прихватљиве пакете и транспарентно јавно извештавање, локалне самоуправе могу националне циљеве претворити у опипљив комфор, нова радна места и ниже рачуне на терену.

4. За образовне институције и тренинг центре

Премоштавање јаза у вештинама за чисто грејање почиње у учионицама, лабораторијама и на реалним објектима. Универзитети, установе стручног образовања (VET) и пружаоци континуираног стручног усавршавања (CVET) треба да модернизују наставне програме тако да дипломци од првог дана умеју да пројектују, интегришу, пуштају у рад и управљају дигиталним, нискоугљеничним системима грејања и хлађења. То подразумева интеграцију дигиталних компетенција — система управљања зградама (BMS), IoT сензора и протокола, анализе и визуализације података, управљачког инжењерства и основа сајбер-безбедности — у програме инжењерства, архитектуре, управљања објектима и занатских струка, не као изборних предмета, већ као кључних исхода учења. Теорију је потребно повезати са практичним радом: успоставити „живе лабораторије“, инструментоване наставне објекте и курсеве пуштања у рад на лицу места, везане за стварну опрему (топлотне пумпе, нискотемпературне хидрауличне системе, подбројила, интерфејсе за системе даљинске енергије). Студенти треба да заврше школовање оспособљени да прате трендове, дијагностикују, балансирају и оптимизују системе користећи стварне податке и отворене алате.

С обзиром на то да је радна снага већ активно ангажована, потребно је проширити програме целоживотног стручног усавршавања (CVET) за инсталатере, оператере, општинске планере и ESCO тимове. Понудити кратке, модуларне микро-курсеve о темама као што су пуштање у рад топлотних пумпи, управљање нискотемпературним мрежама, дигитални близанци, откривање и дијагностика кварова (FDD) и спремност за управљање потрошњом. Где је могуће, ускладити системе оцењивања са механизмима узајамног признавања на нивоу ЕУ, како би стечене квалификације пратиле раднике и омогућиле им мобилност преко граница.

На крају, продубити сарадњу између индустрије и образовања. Укључити произвођаче, комунална предузећа и локалне самоуправе у заједничко осмишљавање наставних модула,

обезбеђивање опреме и скупова података, организовање приправничких програма и отварање реалних локација за завршне пројекте. Користити стандардизоване, алате који немају везе са добављачима и отворене протоколе како би се избегла зависност од појединачних решења и развио интероперабилан начин размишљања код дипломаца. Пратити исходе: стопе запошљавања, стечене сертификате, мерљиве уштеде енергије и смањења угљеничног отиска из студентских пројеката, и те резултате систематски враћати у унапређење програма. Овом комбинацијом дигиталних основних вештина, рада на реалној опреми и објектима, разумевања политика, финансија и квалификација, образовне институције могу данашњи јаз у вештинама претворити у сутрашњи капацитет за спровођење европске транзиције ка чистом грејању.

Наставни програми морају такође развијати писменост у области политика и финансија. Будући стручњаци треба да поседују капацитет да разумеју Директиве о енергетским својствима зграда (EPBD), Директиве о обновљивим изворима енергије (RED III), Директиве о енергетској ефикасности (EED), релевантних стандарда за производе, режима F-гасова и ЕУ таксономије, као и да ово знање преведу у практичну реализацију пројеката: избор усклађених технологија, структурирање понуда, квантификацију уштеда и комбиновање подстицаја. Модули засновани на студијама случаја треба да воде полазнике кроз поступке издавања дозвола, јавних набавки, мерења и верификације (M&V) и уговарања заснованог на учинку, како би техничке планове могли да претворе у финансиране и изводљиве пројекте.

5. За актере у области истраживања и иновација

Европска транзиција ка чистом грејању данас у великој мери зависи од системске интеграције и дигиталног управљања, области у којима истраживачке организације, иновациони кластери и ЕУ пројекти могу остварити несразмерно велики утицај. Приоритете је потребно померити са перформанси појединачних компоненти на оптимизацију целокупних система: начина на који зграде, дистрибутивне (даљинске) мреже, складишта енергије и електроенергетске мреже међусобно делују под реалним ограничењима, тржишним условима и утицајем временских прилика.

Као први корак, учинити управљање енергијом засновано на вештачкој интелигенцији стандардном инжењерском дисциплином. Развити и упоредно тестирати алгоритме за предвиђање (оптерећења, производње из фотонапонских панела и топлотних пумпи, цена), оптимално управљање (нпр. моделско предиктивно управљање за вишеенергетске хибридне системе) и откривање и дијагностику кварова (FDD) који поуздано раде и са неконзистентним, непотпуним и неусклађеним подацима. Ове приступе повезати са оптимизацијом складиштења топлотне енергије — од термичке масе зграда и резервоара за топлу воду до PTES/BTES/ATES система — тако да се складишта активирају и користе према јасно дефинисаним кључним показатељима учинка (KPI) који се односе на угљенични отисак, комфор и флексибилност електроенергетске мреже.

Као други корак, изградити темеље за безбедну и интероперабилну размену података између електроенергетских мрежа,

зграда и даљинских система за снабдевање енергијом. Допринети развоју отворених референтних имплементација за стандардне API-је, шеме метаподатака и управљање идентитетом и сагласностима, усклађене са настајућим европским просторима енергетских података. У све пилот-пројекте уградити принципе заштите приватности већ у фази пројектовања и сајбер-безбедности (моделирање претњи, zero-trust архитектуре, безбедно укључивање уређаја), и објављивати приручнике како би градске и комуналне службе могле лако да их реплицирају.

Као трећи корак, улагати у социотехничка истраживања како би транзиција била инклузивна и дугорочно одржива. Проценивати људске факторе (употребљивост система управљања, поверење у аутоматизацију), ефекте на правичност (ко има користи од подстицаја и прихода од флексибилности) и бихејвиоралне одзиве (комфор, подешене температуре, учешће у програмима управљања потрошњом). Ово је потребно упарити са техноекономском анализом и проценом животног циклуса (оперативне и уграђене емисије угљеника, расхладна средства), како би решења била истовремено исплатива и усклађена са климатским циљевима. На крају, деловати као повезујући фактор: ускладити произвођаче, DSO/TSO оператере, ESCO компаније и образовне институције око вештина, стандарда и доказа. Када резултати истраживања стигну у облику документованог кода, скупова података, модел-уговора и модула за обуку, они постају одмах употребљиви, претварајући иновације у конкретан утицај на нивоу градова.

Укратко, координисано деловање је кључно: **креатори политика** морају поједноставити и стандардизовати оквире, **индустрија** мора дигитализовати и декарбонизовати процесе, **локалне самоуправе** морају планирати на локалном нивоу, **образовни систем** мора оспособити радну снагу, а **истраживачи** морају радити на сигурним иновацијама. Заједничким деловањем, ови актери могу европски политички оквир претворити у потпуно оперативан, подацима вођен систем чистог грејања већ **почетком 2030-их**.

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

- European Commission. (2021). *Regulation (EU) 2021/1119 of the European Parliament and of the Council of 30 June 2021 establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulations (EC) No 401/2009 and (EU) 2018/1999 (European Climate Law)*. Official Journal of the European Union, L 243, 1–17. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32021R1119>
- European Parliament and Council of the European Union. (2021). *Regulation (EU) 2021/1119 establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulations (EC) No 401/2009 and (EU) 2018/1999 (European Climate Law)*. Official Journal of the European Union, L 243, 1–17. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32021R1119>
- European Commission. (2020, October 14). *Commission welcomes political agreement on the Recovery and Resilience Facility* [Press release]. European Commission. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_1835
- European Commission. (n.d.). *REPowerEU: Affordable, secure and sustainable energy for Europe*. European Commission. https://commission.europa.eu/topics/energy/repowereu_en
- Covenant of Mayors for Climate and Energy. (2024, April). *Heating and cooling structured summary*. <https://eu-mayors.ec.europa.eu/sites/default/files/2024-04/Heating%20and%20Cooling%20Structured%20Summary%20Final.pdf>
- European Commission. (n.d.). *Energy Efficiency Directive*. Energy. https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-targets-directive-and-rules/energy-efficiency-directive_en
- European Commission. (2024). *The Net-Zero Industry Act*. Single-Market-Economy.ec.europa.eu. https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/sustainability/net-zero-industry-act_en
- European Commission. (n.d.). *Renewable Energy Directive*. Energy. https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive_en
- European Commission. (n.d.). *Energy Performance of Buildings Directive*. Energy. https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-performance-buildings/energy-performance-buildings-directive_en
- European Commission. (n.d.-a). *Heat pumps*. Energy.ec.europa.eu. Retrieved August 10, 2025, from https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/heat-pumps_en
- European Commission. (n.d.-b). *Hydrogen and decarbonised gas market*. Energy. https://energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/hydrogen-and-decarbonised-gas-market_en
- **European Commission.** (n.d.). *Digitalisation of the energy system*. Retrieved from https://energy.ec.europa.eu/topics/eus-energy-system/digitalisation-energy-system_en
- **European Commission Joint Research Centre.** (2024). *Who's energy poor in the EU? It's more complex than it seems*. Retrieved from https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/whos-energy-poor-eu-its-more-complex-it-seems-2024-09-25_en
- European Parliament. (2024). *European Parliament resolution of 18 January 2024 on geothermal energy*. Europa.eu. https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2024-0049_EN.html
- European Union. (2020). *Regulation (EU) 2020/852 of the European Parliament and of the Council of 18 June 2020 on the establishment of a framework to facilitate sustainable investment*. Official Journal of the European Union, L 198, 13–43. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32020R0852>
- Eurostat. (2023, February 3). *Heating and cooling from renewables gradually increasing - Products Eurostat News - Eurostat*. Ec.europa.eu. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/DDN-20230203-1>
- **Eurostat.** (2025, March 5). *EU renewable energy for heating and cooling reaches 26%*. Retrieved from <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20250305-1>
- **Eurostat.** (2025, June 25). *District heating in the EU: A closer look at energy consumption trends*. Retrieved from <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-eurostat-news/w/ddn-20250625-2>
- **Eurostat.** (n.d.). *Share of district heating in final energy consumption*. Retrieved from https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/viaw/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. Lösschke, V. Möller, A. Okem, & B. Rama, Eds.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- IEA Global Energy Review. (2025, March 31). *IEA Global Energy Review 2025: Main Takeaways for Heat Pumps - HPT - Heat Pumping Technologies*. HPT - Heat Pumping Technologies. <https://heatpumpingtechnologies.org/iea-global-energy-review-2025-main-takeaways-for-heat-pumps/>
- IRS. (2025, January 28). *Energy Efficient Home Improvement Credit | Internal Revenue Service*. [www.irs.gov](https://www.irs.gov/credits-deductions/energy-efficient-home-improvement-credit). <https://www.irs.gov/credits-deductions/energy-efficient-home-improvement-credit>
- Kaspar, F. (2025, May 12). *Smart Home and HVAC: How Energy Management Is Shaping Future Spending*. The Chill Brothers. <https://thechillbrothers.com/smart-home-and-hvac-how-energy-management-is-shaping-future-spending/>
- Mišík, M., Oravcová, V., & Vicenová, R. (2024). Energy efficiency of buildings in Central and Eastern Europe: room for improvement. *Energy Efficiency*, 17(4). <https://doi.org/10.1007/s12053-024-10215-y>
- Newton, E. (2025, April 8). *Why 2025 Is the Tipping Point for Smart HVAC Integration in Every Building*. Buildings.com; Buildings. <https://www.buildings.com/building-systems-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>

Број студија случаја: 68

Студије случаја обухватају информације о типу објекта, локацији, општем опису и постојећем стању објекта. Такође садрже опште податке о унутрашњим системима грејања, вентилације и хлађења, укључујући техничке информације о опреми и принципима рада. Технички детаљи обухватају описе примера добре праксе, а у бројним случајевима дате су и информације о изазовима и лошој пракси (пре реконструкције или о још увек нерешеним проблемима).

Комерцијални / индустријски објекти (19)

- **Летонија – Студија случаја 8:** вишенаменски пословни комплекс (канцеларије, малопродајни простори, складишта), 2025.
- **Чешка – Студија случаја 1:** типична робна кућа на 1–2 спрата, 2003.
- **Чешка – Студија случаја 2:** пословна зграда (канцеларијски објекат), 2008.
- **Данска – Студија случаја 6:** модерна пословна зграда, 2010.
- **Италија – Студија случаја 1:** кампус пословних зграда са баровима и рестораном, реконструисан 2013.
- **Јапан, Саудијска Арабија – Студија случаја 1:** примена фолије за контролу дневног зрачења (соларне ирадијације).
- **Лондон, Гетеборг, Франкфурт – Студија случаја 1:** правилан избор грејних и расхладних размењивача топлоте.
- **Норвешка – Студија случаја 2:** мултифункционална пословна зграда, 2019.
- **Норвешка – Студија случаја 4:** радионица, лабораторије и канцеларије, 1956, реконструкција HVAC система 2013.
- **Норвешка – Студија случаја 5:** пословни простор и радионица, из 1992., дограђено 2024.
- **Норвешка – Студија случаја 8:** пословна зграда, из 1978., реконструисана 2022.
- **Норвешка – Студија случаја 9:** хотел, изграђен 1966., реконструисан 2016.
- **Ирска – Студија случаја 1:** млекара (погон за прераду млека), изграђена 1972., реконструисана 2019.
- **Ирска – Студија случаја 2:** производни погон за медицинске уређаје, изграђен 1974., реконструисан 2023.
- **Ирска – Студија случаја 3:** компанија за производњу медицинских уређаја, из 1999., реконструисана 2023.
- **Ирска – Студија случаја 4:** корпоративна зграда, изграђена 1970., дограђена 2015., реконструисана 2022.
- **Ирска – Студија случаја 6:** пословна зграда / објекат управе луке, изграђен 1981., унапређен 2013.–2014.
- **Пољска – Студија случаја 3:** пословна зграда, 2019.
- **Шпанија – Студија случаја 8:** складишта са канцеларијама, 2022.



Јавни / институционални објекти (25)

- Немачка – Студија случаја 1: термални SPA, јавно купалиште (базен), изграђено 1989., делимично реконструисано 2003. и 2017.
- Немачка – Студија случаја 5: универзитет, изграђен 1970., реконструкција HVAC система 2018.
- Данска – Студија случаја 1: различити јавни објекти (типични примери).
- Данска – Студија случаја 2: зграда универзитетског кампуса, 2009.
- Данска – Студија случаја 3: зграда универзитетског кампуса, ране 2000-те.
- Данска – Студија случаја 5: центар за културу и заједницу, изграђен 1953., реконструисан 2009.
- Данска – Студија случаја 9: јавна школа, 1960-те, реконструисана 2016.–2018.
- Летонија – Студија случаја 1: универзитет, изграђен 1975., реконструисан 2022.
- Летонија – Студија случаја 2: Национална библиотека Летоније, 2014.
- Летонија – Студија случаја 7: јавна школа, изграђена 1937., реконструисана 2008.
- Норвешка – Студија случаја 1: школа са комбинованим канцеларијама и учионицама, изграђена 1955., реконструкција HVAC система 2012.
- Норвешка – Студија случаја 3: центар за курсеве, 2005.
- Норвешка – Студија случаја 6: школа са комбинованим канцеларијама и учионицама, изграђена 1985., дограђена 2022.
- Норвешка – Студија случаја 7: дом за стара лица, 2018.
- Ирска – Студија случаја 5: библиотека високог образовања, изграђена 1984., реконструисана 2022.
- Пољска – Студија случаја 1: основна школа, изграђена 1963., реконструисана 2023.
- Пољска – Студија случаја 2: центар науке и културе, изграђен 1849., реконструисан 2021.
- Пољска – Студија случаја 4: научни и конференцијски центар, културно-образовна установа, 2024.
- Пољска – Студија случаја 5: центар за еколошко образовање, 2020.
- Пољска – Студија случаја 6: дом социјалне заштите, средина XVII века, обновљен 1922., реконструисан 1994.
- Пољска – Студија случаја 7: регионална болница, изграђена 1996., реконструисана и проширена у периоду 2014.–2020.
- Пољска – Студија случаја 8: предшколска установа (вртић), 2022.
- Србија – Студија случаја 2: техничка школа, изграђена 1979., реконструисана 2018.
- Србија – Студија случаја 3: културни центар, изграђен 1950., реконструисан 2018.
- Србија – Студија случаја 5: Кућа уметности, изграђен 1987., реконструисан 2019.



Стамбене зграде (20)

- Немачка – Студија случаја 3: типична породична кућа (једнопородична), изграђена 1980, реконструисана 1999.
- Данска – Студија случаја 4: уобичајене породичне куће и вишеспратне стамбене зграде.
Данска – Студија случаја 7: готово нултоенергетска породична кућа, 2015.
Данска – Студија случаја 10: вишепородични стамбени објекат, ране 2000-те.
- Летонија – Студија случаја 3: типична стамбена зграда, изграђена 1973.
Летонија – Студија случаја 4: стамбена зграда, 2008.
Летонија – Студија случаја 5: стамбена зграда, 2024.
- Немачка – Студија случаја 4: компанија за производњу хране, изграђена 2001, проширење 2010, нови HVAC систем 2025.
- Пољска – Студија случаја 9: стамбена зграда, 2023.
- Шпанија – Студија случаја 1: стамбена заједница, више стамбених зграда, изграђене 1970, реконструисане.
- Шпанија – Студија случаја 2: стамбена зграда, изграђена 1960, реконструисана.
- Шпанија – Студија случаја 3: стамбена зграда, изграђена 1976, реконструисана.
- Шпанија – Студија случаја 4: стамбена заједница, више стамбених зграда, изграђене 2009, реконструисане.
- Шпанија – Студија случаја 5: дом за стара лица, реконструисан 2024.
- Шпанија – Студија случаја 6: породична кућа, реконструисана 2023.
- Шпанија – Студија случаја 7: породична кућа, 2021.
- Шпанија – Студија случаја 9: породична кућа, 2019.
- Шпанија – Студија случаја 10: породична кућа, 2024.
- Србија – Студија случаја 1: породична кућа, изграђена 1980, реконструисана 2022.
- Србија – Студија случаја 4: стамбено-пословна зграда, изграђена 1984, реконструисана 2017.



Мреже даљинског грејања и хлађења/ дистрикти (4)

- Немачка – Студија случаја 2: топлана за систем даљинског грејања, 2010.
- Немачка – Студија случаја 6: биоенергетско село, реконструкција 2013.
- Данска – Студија случаја 8: заштићени (културно-историјски) објекат преуређен у чвориште за даљинско грејање и хлађење, 2023.
- Летонија – Студија случаја 6: соларна-термална електрана (постројење са соларним колекторима) повезана на систем даљинског грејања, 2019.





КЛИКНИ
ОВДЕ



www.repowerregions.eu

