



Standartizuota energijos taupymo skaičiavimo metodika: šilumos atgavimas iš vėdinimo sistemų

 @streamSAVEplus
 streamsaveplus.eu
ena.lt
 efektyvumas@ena.lt



Bendrai finansuoja
Europos Sąjunga

Pastaba

Dokumente pateikta energijos sutaupymų gaunamų iš šilumos atgavimo vėdinimo sistemose skaičiavimo metodika yra parengta remiantis Europos Sąjungos LIFE programa finansuojamo projekto „[Sutaupymų skaičiavimų supaprastinimas ES valstybėse narėse +](#)“ (angl. Streamlining Energy Savings Calculations in the EU Member States +, StreamSAVE+, projekto Nr. 101167618 – LIFE23-CET-streamSAVEplus) metu susistemintomis energijos taupymo apskaičiavimo metodikomis „[Translated Existing Bottom-up Methodologies in EU-27](#)“.

Šiame dokumente išreikštos nuomonės ir požiūriai yra tik autoriaus (-ių) ir nebūtinai atspindi Europos Sąjungos ar CINEA poziciją. Nei Europos Sąjunga, nei CINEA negali būti laikomos atsakingomis už šiame dokumente pateiktą informaciją.



**Bendrai finansuoja
Europos Sąjunga**

Turiny

1. Sutaupymų skaičiavimas naudojant šilumos atgavimą vėdinimo sistemose	4
1.1. Galutinės energijos sutaupymo skaičiavimas (EVED 8 straipsnis)	5
1.2. Energijos suvartojimo poveikio apskaičiavimas (EVED 4 straipsnis).....	10
1.3. CO ₂ sumažinimo skaičiavimas	11
Literatūros sąrašas.....	13

1. Sutaupymų skaičiavimas naudojant šilumos atgavimą vėdinimo sistemose

Ši metodika yra skirta įvertinti metinius energijos ir emisijų sutaupymus, kurie pasiekiami įrengus šilumos atgavimo sistemas pastatų vėdinimo įrenginiuose. Šilumos atgavimo sistema yra dvikrypčio vėdinimo įrenginio dalis su įrengtu šilumokaičiu, skirtu iš šalinamo (užteršto) oro jame sukauptą šilumą perduoti tiekiamam (šviežiam) orui (EC, 2014). Naudojant šilumos atgavimo sistemą, dalis energijos, esančios šalinamame ore, yra susigrąžinama ir panaudojama, mažinant energijos poreikį tiekiamam orui pašildyti.

Bendrasis galutinės energijos sutaupymas atspindi šilumos atgavimo poveikį galutiniam energijos suvartojimui, patalpų šildymui. Nagrinėjama veikla apima šilumos atgavimo sistemas vėdinimo įrenginiuose tiek gyvenamuosiuose, tiek negyvenamuosiuose pastatuose. Šioje metodikoje nagrinėjamų technologijų apimtis atitinka technologijų, įtrauktų į Ekologinio projektavimo reikalavimų direktyvą (ES) 1253/2014 (EC, 2014), apibrėžtą, tačiau neįtrauktos šios:

- vėdinimo įrenginiai be šilumos atgavimo sistemos;
- vėdinimo įrenginiai, skirti veikti tik specifinėmis sąlygomis, pavyzdžiui, potencialiai sprogioje aplinkoje, avariniam naudojimui trumpą laiką, toksiškoje, labai korozinėje ar degioje aplinkoje arba aplinkoje su abrazyvinėmis medžiagomis, esant ekstremalioms eksploatavimo temperatūroms ir pan.;
- vėdinimo įrenginiai, priskiriami gartraukiams;
- vėdinimo įrenginiai, kuriuose įrengtas šilumokaitis ir šilumos siurblys, skirtas šilumos atgavimui arba leidžiantis papildomai perduoti ar išgauti šilumą, be šilumos atgavimo sistemos veikimo (išskyrus šilumos perdavimą apsaugai nuo užšalimo ar atitirpinimui).

Metodika atskiria gyvenamuosius ir negyvenamuosius pastatus, taip pat atskirų srautų šilumokaičio (angl. *run-around*) šilumos atgavimo sistemas nuo kitų šilumos atgavimo sistemų vėdinimo įrenginiuose, kaip apibrėžta Reglamente (ES) 1253/2014 (EC, 2014). Atskirų srautų šilumokaičio (angl. *run-around*) šilumos atgavimo sistema apibrėžiama kaip šilumos atgavimo sistema, kurioje šilumos atgavimo įtaisas šalinamo oro pusėje ir įtaisas, tiekiantis atgautą / susigrąžintą šilumą tiekiamo oro srautui vėdinamoje patalpoje, yra sujungti šilumos perdavimo sistema, leidžiančia šilumos atgavimo sistemos abiemis dalims būti laisvai išdėstytoms skirtingose pastato vietose.

Europoje pastatų vėdinimo, šildymo, vėsinimo ir energijos gamybos sistemų energinio efektyvumo didinimas tampa vis svarbesnis siekiant sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimą ir didinti energetinį nepriklausomumą. Todėl naujų technologijų ar metodikų diegimas, pavyzdžiui, šilumos atgavimo įrengimas vėdinimo įrenginiuose, kurios didina pastatų energinį efektyvumą, yra labai svarbus.

Šilumos atgavimas vėdinimo įrenginiuose

Aprašyta metodika gali būti naudojama apskaičiuojant šilumos atgavimo įrengimo arba atnaujinimo vėdinimo įrenginiuose poveikį pastato energijos poreikiui.

Šilumos atgavimo technologijos įrengimas vėdinimo įrenginiuose apima vieno ar daugiau esamų, neefektyviai energiją naudojančių, vėdinimo įrenginių pakeitimą jų eksploatavimo

pabaigoje (arba anksčiau) vienu ar keliais naujais energiją efektyviai naudojančiais vėdinimo įrenginiais su šilumos atgavimo technologija. Taip pat gali apimti esamų vėdinimo įrenginių pritaikymą, į juos integruojant šilumos atgavimo technologiją. Tokiu atveju tai turi būti numatyta esamo vėdinimo įrenginio projekte, kad būtų galima įdiegti atitinkamą šilumos atgavimo technologiją, taip pat turi būti galimybė pritaikyti arba pakeisti kitus komponentus, pavyzdžiui, ventiliatorius ir valdymo sistemas, siekiant optimaliai priderinti naują konfigūraciją. Be to, tai gali apimti vieno ar kelių naujų energiją efektyviai naudojančių vėdinimo įrenginių su šilumos atgavimo technologija įrengimą, pavyzdžiui, tais atvejais, kai vėdinimo sistema iš viso neegzistuoja arba kai yra natūralus vėdinimas.

Metodika gali būti taikoma vertinant galutinės energijos suvartojimo patalpų šildymui sumažėjimą. Orientacinės vertės parengtos tiek gyvenamiesiems, tiek negyvenamiesiems pastatams taip pat modernizuotiems (renovuotiems) ir nemodernizuotiems pastatams. Siekiant atsižvelgti į skirtingas klimato sąlygas, turi būti įvertintas Europos geografinis regionas, kuriame įgyvendinamas šilumos atgavimas vėdinimo sistemose. Tikslui pasiekti taikomos skirtingos vidutinės lauko oro temperatūros šildymo sezono metu trijuose geografiniuose regionuose.

Vėdinimo įrenginių apibrėžtis atitinka Europos ekologinio projektavimo direktyvoje (ES) Nr. 1253/2014 (EC, 2014) pateiktą apibrėžtį, ir taikoma ta pati taikymo sritis.

1.1. Galutinės energijos sutaupymo skaičiavimas (EVED 8 straipsnis)

Poveikį galutinės energijos sutaupymui galima apskaičiuoti pagal šias lygtis:

$$TFES_{HR} = (FEC_{before} - FEC_{after}) * f_{BEH} ;$$

$$FEC_{Before} = (1 - \eta_{HR,before}) * A * h * ACH * \rho_{air} * c_{p,air} * \Delta T * t_{SH} / \eta_{SH} ;$$

$$FEC_{After} = \frac{1 - \eta_{HR,after}}{1 - \eta_{HR,before}} * FEC_{Before} ;$$

$TFES_{HR}$	Bendras galutinės energijos sutaupymas dėl šilumos atgavimo įgyvendinimo vėdinimo sistemose (taupymo veiksmas), kWh/metus
FEC_{Before}	Metinis galutinės energijos suvartojimas prieš energijos taupymo veiksmo įgyvendinimą, kWh/metus
FEC_{After}	Metinis galutinės energijos suvartojimas po energijos taupymo veiksmo įgyvendinimą, kWh/metus
$\eta_{HR,before}$	Šilumos atgavimo sistemos šiluminis naudingumas prieš įdiegiant taupymo veiksmą
$\eta_{HR,after}$	Įdiegtos šilumos atgavimo sistemos šiluminis naudingumas
A	Vėdinimo sistemos aptarnaujamos zonos naudingasis grindų plotas, m^2
h	Vėdinimo sistemos aptarnaujamos zonos vidutinis aukštis, m
ACH	Valandinė oro kaita, $m^3/h * m^3$
ρ_{air}	Oro tankis, kg/m^3
$C_{p,air}$	Oro savitoji šiluma esant pastoviam slėgiui, $kWh/(kg * K)$

ΔT	Vidutinis temperatūrų skirtumas tarp vidaus patalpų ir išorės oro šildymo sezono metu, °C
t_{SH}	Šildymo sezono trukmė, h
η_{SH}	Patalpų šildymo sistemos šiluminis naudingumas
f_{BEH}	Koeficientas, skirtas elgsenos (naudojimo) ypatumams įvertinti

Šiai metodikai skaičiuoti skirtos orientacinės vertės pateikiamos toliau esančioje 1 lentelėje. Atkreipiame dėmesį, kad šios vertės yra pagrįstos visos ES duomenimis ir turi būti pritaikytos atsižvelgiant į nacionalines sąlygas.

1. lentelė. Orientacinės vertės bendram galutinės energijos sutaupymui dėl šilumos atgavimo vėdinimo įrenginiuose apskaičiuoti

$\eta_{HR,before}$	-
Gyvenamųjų pastatų fondo vidutinis šilumos atgavimo efektyvumas	0,044
Negyvenamųjų pastatų fondo vidutinis šilumos atgavimo efektyvumas	0,381
$\eta_{HR,after}$	-
Atskirų srautų šilumokaičio (angl. <i>run-around</i>) šilumos atgavimo sistema	0,68
Kitų tipų šilumos atgavimo sistemos	0,73
A	m²
Gyvenamųjų patalpų naudingas grindų plotas	95,079
Negyvenamųjų patalpų naudingas grindų plotas	900,0
h	m
Gyvenamųjų patalpų vidutinis aukštis	2,9
Negyvenamųjų patalpų vidutinis aukštis	4,0
ACH	m³/h*m³
Gyvenamųjų patalpų valandinė oro kaita	0,3
Negyvenamųjų patalpų valandinė oro kaita	0,39
ρ_{air}	kg/m³
Oro tankis	1,293
$C_{p,air}$	kWh/(kg*K)
Oro savitoji šiluma esant pastoviam slėgiui	0,000279
ΔT	°C
Šiaurės Europos regiono vid. temperatūrų skirtumas tarp išorės ir vidaus	14,5
Vakarų Europos regiono vid. temperatūrų skirtumas tarp išorės ir vidaus	9,5
Pietų Europos regiono vid. temperatūrų skirtumas tarp išorės ir vidaus	5,0
t_{SH}	h
Šiaurės Europos regiono šildymo sezono trukmė	6552
Vakarų Europos regiono šildymo sezono trukmė	5112
Pietų Europos regiono šildymo sezono trukmė	4392
η_{SH}	-
Gyvenamųjų patalpų šildymo sistemos šiluminis naudingumas	0,75
Negyvenamųjų patalpų šildymo sistemos šiluminis naudingumas	0,75
f_{BEH}	-
Koeficientas, elgsenos ypatumams įvertinti gyvenamosioms patalpoms	0,8
Koeficientas, elgsenos ypatumams įvertinti negyvenamosioms patalpoms	-
Gyvavimo trukmė	metai
Sutaupymų iš šilumos atgavimo vėdinimo įrenginyje galiojimo trukmė	15

Pastaba. **Europos (klimato) regionai: Šiaurės** (Čekija, Danija, Estija, Suomija, Latvija, Lietuva, Lenkija, Slovakija, Švedija), Vakarų (Austrija, Belgija, Prancūzija, Vokietija, Airija, Liuksemburgas, Nyderlandai) ir Pietų (Bulgarija, Kroatija, Kipras, Graikija, Vengrija, Italija, Malta, Portugalija, Rumunija, Slovėnija, Ispanija).

Metodiniai aspektai

Bendro galutinės energijos sutaupymo, pasiekto įgyvendinus šilumos atgavimą vėdinimo įrenginiuose, apskaičiavimo metodika yra pagrįsta kelių esamų metodikų, skirtų nustatyti energinį naudingumą arba energijos sutaupymus taikant šilumos atgavimą vėdinimo įrenginiuose, analize (EC, 2014; Jamek A. ir kiti, 2016; Laverge J. ir kiti, 2012) taip pat metodikomis, jau naudojamomis bendram galutinės energijos sutaupymui dėl šilumos atgavimo vėdinimo sistemose įvertinti tokiose šalyse kaip Čekija, Prancūzija, Vengrija, Latvija, Lietuva, Liuksemburgas ir Slovėnija.

Svarbu, kad šilumos atgavimo sistema vėdinimo įrenginyje būtų tinkamai suprojektuota, įrengta, paleista (suderinta) ir prižiūrima. Atsižvelgiama tik į tinkamai suprojektuotas, įgyvendintas ir pagal geros praktikos principus reguliariai prižiūrimas priemonės, todėl metodikoje nevertinami tokie aspektai kaip mechaninės vėdinimo sistemos disbalansas, oro nuotėkiai per komponentus, užterštumas. Atsižvelgiama tik į šilumos atgavimo sistemos efektyvumą. Tai reiškia, kad neatliekamos jokios korekcijos, siekiant įvertinti, pavyzdžiui, ventiliatorių variklių skleidžiamos šilumos prieaugį, papildomą ventiliatorių energijos suvartojimą dėl padidėjusio slėgio nuostolio šilumos atgavimo sistemoje, papildomos atitirpinimo energijos sąnaudas (šaltuoju laikotarpiu vidutinio ir šalto klimato zonose), efektyvumo padidėjimą dėl išmaniųjų valdymo sistemų, pagerėjusius ventiliatorių, variklių ir valdymo įrenginių energinius rodiklius ar pagerintą vėdinimo įrenginio ar pastato atitvarų sandarumą.

Orientacinių skaičiavimo verčių duomenų šaltiniai

Įdiegtos šilumos atgavimo sistemos šiluminis naudingumas ($\eta_{HR,after}$) yra šiluminis šilumos atgavimo sistemos, įgyvendintos vėdinimo sistemoje, naudingumas. Šilumos atgavimo įrenginio vėdinimo įrenginyje efektyvumas turi būti nustatomas pagal Komisijos reglamentą (ES) Nr. 1253/2014 (EC, 2014). Vertė priklauso nuo šilumos atgavimo sistemos tipo, o konkrečios sistemos vertė gali būti nustatoma remiantis gaminio informacija, pavyzdžiui, ekologinio projektavimo (angl. *Ecodesign*) ar ekologinio ženklinimo (angl. *Ecolabel*) duomenimis. Jei tokios konkrečios informacijos / dokumentacijos nėra, atliekant didelio masto skaičiavimus, tokius kaip pastatų fondo lygmens skaičiavimai, gali būti naudojamos orientacinės vertės: 0,73 visoms šilumos atgavimo sistemoms, išskyrus atskirų srautų šilumokaičio (angl. *run-around*) sistemas, kurioms naudingumas – 0,68. Šios orientacinės vertės atitinka minimalius reikalavimus, taikomus nuo 2018 m. sausio 1 d. negyvenamųjų pastatų vėdinimo įrenginiams pagal ekologinio projektavimo reikalavimus (ES) Nr. 1253/2014, ir yra taikomos tiek gyvenamiesiems, tiek negyvenamiesiems pastatams.

Šilumos atgavimo sistemos šiluminis naudingumas prieš įdiegiant taupymo veiksmą ($\eta_{HR,before}$) yra standartinės vėdinimo sistemos šilumos atgavimo sistemos šiluminis naudingumas. Laikoma, kad jis yra lygus pastatų fondo lygmens vidutinei šilumos atgavimo sistemos šiluminio naudingumo vertei. Orientacinės visos ES vidutinio šilumos atgavimo šiluminio naudingumo vertės gali būti laikomos lygiomis 0,044 gyvenamiesiems pastatams, o negyvenamiesiems pastatams – 0,381. Šios orientacinės vertės gautos remiantis ekologinio projektavimo poveikio vertinimo (angl. *Ecodesign Impact Accounting*) analizėje naudotais

duomenimis, prognozuojant „įprastinės veiklos“ (angl. *business-as-usual*) scenarijų 2025 metams; jos nustatytos taikant linijinę 2020 ir 2030 metų duomenų interpoliaciją (Van Holsteijn R. ir kiti, 2020b), atskirai gyvenamiesiems ir negyvenamiesiems pastatams. Įvertinant oro srautus pagal vėdinimo sistemos tipą, vertės buvo perskaičiuotos taip, kad į oro srautus nebūtų įtraukta infiltracija. Taip daroma todėl, kad šilumos atgavimas neturi įtakos bendro oro srauto infiltracijos daliai. Orientacinės pastatų fondo lygmens vidutinės vertės atspindi viso pastatų fondo vidurkius, apimančius visus pastatus (t. y. su natūraliu vėdinimu arba be vėdinimo, taip pat su mechanine vėdinimo sistema su šilumos atgavimu ir be jo).

Orientacinės vėdinimo sistemos aptarnaujamos zonos naudingo grindų ploto vertės (A), reprezentuojančios pastatų fondą, gali būti laikomos lygiomis ES-27 vidutiniam naudingajam plotui pagal pastato tipą (gyvenamąjį ar negyvenamąjį), pritaikytą iš JRC-IDEES duomenų bazės (Roszai M. ir kiti, 2024): 95,079 m² gyvenamiesiems pastatams ir 900,0 m² negyvenamiesiems pastatams. Atkreiptinas dėmesys, kad negyvenamojo pastato vidutinis plotas yra reprezentatyvios paslaugų sektoriaus pastato dalies (angl. *building cell*) plotas. Laikoma, kad ši vertė yra vienoda visose valstybėse narėse. Kaip paaiškinta JRC-IDEES duomenų bazės dokumentacijoje (Roszai M. ir kiti, 2024), ji nustatyta remiantis turima informacija apie plotą ir įmonių skaičių ir suderinta su ES pastatų fondo observatorija (angl. *EU Building Stock Observatory*). Dėl duomenų neapibrėžtumo šias orientacines vertes reikėtų taikyti atsargiai. Todėl, jei yra galimybė, pirmenybė teikiama nacionaliniams, konkrečiai šaliai būdingiems duomenims. Atliekant skaičiavimus atskirų vėdinimo įrenginių ar pastatų lygmeniu, turi būti įtraukiamas tik tas grindų plotas, kuriam taikoma priemonė (šilumos atgavimo įrengimas vėdinimo įrenginiuose).

Vėdinimo sistemos aptarnaujamos zonos vidutinio aukščio (h) vertei turėtų būti naudojamos konkretaus projekto arba pastatų fondo vertės. Orientacinės ES-27 vidutinės vėdinimo sistemos aptarnaujamos zonos aukščio vertės gyvenamiesiems pastatams gali būti taikomos 2,9 m, o negyvenamiesiems pastatams – 4,0 m. Šios vertės gautos iš ekologinio projektavimo poveikio vertinimo (angl. *Ecodesign Impact Accounting*) analizės (Wierda L., Zanuttini A., 2024). Šias orientacines vertes reikėtų taikyti atsargiai dėl duomenų apie pastatų tūrį ir plotą neapibrėžtumo. Todėl, jei yra galimybė, pirmenybė teikiama nacionaliniams, konkrečiai šaliai ar net objektui būdingiems duomenims. Įtraukiamas tik tų pastato zonų vidutinis aukštis, kurioms taikoma priemonė (šilumos atgavimo įrengimas vėdinimo įrenginiuose) ir kurioms naudojamas konkretus naudingasis grindų plotas A (žr. aukščiau). Naudingojo grindų ploto A ir aukščio h sandauga gali būti pakeista pastato tūriu (m³). Kadangi ši vertė naudojama vėdinimo oro srauto debitui nustatyti, ji turi būti apskaičiuota pagal vidinius matmenis. Ji apima oro tūrį pastato ir patalpų ribose, neįtraukiant konstrukcinių elementų tūrio.

Konkrečios valandinio oro kaitos rodiklio (ACH) vertės gali būti nustatomos remiantis nacionaliniais statybos reglamentais arba statybos techniniais normatyvais. Šios vertės neturi apimti infiltracijos. Tai reiškia, kad naudojami mechaninio vėdinimo oro kaitos rodikliai, taip pat ir natūralaus vėdinimo atveju. Liekamoji infiltracija (mechaninio vėdinimo atveju) nėra vertinama, nes jai netaikomas šilumos atgavimas. Orientacinės ES-27 vidutinės valandinio oro kaitos rodiklio (ACH) – neįtraukiant infiltracijos ir šilumos atgavimo – vertės nustatytos remiantis ES-27 vidutiniais duomenimis apie oro srauto debitus vienam šildomo grindų ploto vienetui gyvenamuosiuose ir negyvenamuosiuose pastatuose, naudotais ekologinio projektavimo poveikio vertinimo (angl. *Ecodesign Impact Accounting*) analizėje (Van Holsteijn R. et al., 2020b). ES-27 vidutinis oro srauto debitas gyvenamuosiuose pastatuose yra 0,88 m³/h/m², o

negyvenamuosiuose pastatuose – $1,55 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$. Šios vertės gali būti perskaičiuotos į valandinį oro kaitos rodiklį (ACH), padalijant iš vėdinimo sistemos aptarnaujamos zonos vidutinio aukščio (h) (žr. aukščiau). Taip gaunamos orientacinės ACH vertės – 0,30 gyvenamiesiems pastatams ir 0,39 negyvenamiesiems pastatams.

Oro tankiui (ρ_{air}) taikoma $1,293 \text{ kg}/\text{m}^3$ vertė (Jamek A. ir kt., 2016).

Savitosios oro šilumos ($C_{p,air}$) vertė $0,000279 \text{ kWh}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ (arba $1,006 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$), atitinkanti orą esant $10 \text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrai ir atmosferiniam slėgiui.

Kiti įvesties parametrai priklauso nuo klimato sąlygų:

Vidutinis temperatūrų skirtumas tarp vidaus patalpų ir išorės oro šildymo sezono metu (ΔT) priklauso nuo vietos klimato. Taikomos orientacinės ΔT vertės: $14,5 \text{ }^\circ\text{C}$ šalto klimato zonoje, $9,5 \text{ }^\circ\text{C}$ vidutinio klimato zonoje ir $5 \text{ }^\circ\text{C}$ šilto klimato zonoje. Šios orientacinės vertės yra perimtos iš Ekologinio projektavimo reglamento (ES) Nr. 1253/2014 (EC, 2014) 1 lentelės (joje žymimos kaip ΔT_h), taikomos gyvenamiesiems pastatams trijuose skirtinguose Europos geografiniuose regionuose.

Šildymo sezono trukmė (t_{SH}), išreikšta valandomis, priklauso nuo vietos klimato. Šalto klimato zonoje ji yra 6552 val., vidutinio klimato zonoje – 5112 val., o šilto klimato zonoje – 4392 val. Šios vertės perimtos iš Ekologinio projektavimo reglamento (ES) Nr. 1253/2014 (EC, 2014) 1¹ lentelės.

Ekologinio projektavimo reglamento (ES) Nr. 1253/2014 (EC, 2014) 1 lentelėje pateiktos ΔT ir t_{SH} vertės taikomos gyvenamųjų pastatų vėdinimo įrenginiams, tačiau šioje metodikoje jos taikomos tiek gyvenamiesiems, tiek negyvenamiesiems pastatams. Laikoma, kad šios vertės yra pritaikomos ir negyvenamiesiems pastatams². Kadangi Ekologinio projektavimo reglamente (ES) Nr. 1253/2014 (EC, 2014) nurodomi klimato regionai skiriasi nuo šioje metodikoje naudojamų klimato regionų, buvo daroma prielaida, kad „šaltas klimatas“ atitinka Šiaurės regioną, „vidutinis klimatas“ – Vakarų regioną, o „šiltas klimatas“ – Pietų regioną.

Patalpų šildymo sistemos šiluminis naudingumas (η_{SH}) yra visos patalpų šildymo sistemos naudingumas tarp galutinės ir naudingosios (grynosios) energijos lygio. Pageidautina naudoti sezoninius naudingumo rodiklius. Jei jų nėra, gali būti naudojami naudingumo rodikliai esant vardinei apkrovai, kaip apytikris įvertis. Sezoniniai naudingumo rodikliai turi būti vertinami pagal naudojamų technologijų energijos suvartojimą. Tiek gyvenamiesiems, tiek negyvenamiesiems pastatams gali būti taikoma orientacinė 0,75 vertė. Ši reikšmė pritaikyta iš ekologinio projektavimo reikalavimų gyvenamųjų pastatų vėdinimo įrenginiams (ES Nr. 1253/2014 (EC, 2014)), tačiau laikoma, kad ji yra taikomos atskirai tiek gyvenamiesiems, tiek negyvenamiesiems pastatams (Van Holsteijn R. ir kt., 2020b).

Elgsenos ypatumų korekcijos koeficientas (f_{BEH}) gyvenamiesiems pastatams laikomas lygiu 0,80. Negyvenamiesiems pastatams elgsenos ypatumų korekcijos koeficientas

¹ (ES) Nr. 1253/2014 1 lentelė skirta naudoti gyvenamųjų pastatų vėdinimo įrenginiams, tačiau joje pateiktos t_{sh} (lentelėje žymimos kaip t_h) vertės taip pat galioja ir negyvenamųjų pastatų vėdinimo įrenginiams.

² Lauko klimato sąlygos yra vienodos tiek gyvenamiesiems, tiek negyvenamiesiems pastatams. Pagrįsta daryti prielaidą, kad negyvenamiesiems pastatams gali būti taikomos panašios vidutinės vidaus temperatūros ribinės sąlygos kaip ir gyvenamiesiems pastatams (žr., pavyzdžiui, EN 14825:2022 klimato intervalų metodą, kuris taikomas tiek gyvenamiesiems, tiek negyvenamiesiems pastatams).

nenustatytas. „Atšokimo“ (angl. *rebound*) efektas pasireiškia tada, kai padidėjęs produkto ar paslaugos efektyvumas sumažina vartojimo sąnaudas ir dėl to padidėja šio produkto ar paslaugos vartojimas (Maxwell ir kt., 2011). Mokslinėje literatūroje atšokimo efektas konkrečiai šilumos atgavimo vėdinimo įrenginių kontekste nėra plačiai nagrinėjamas, kadangi daugiausia dėmesio skiriama galutinio vartojimo sritims. Literatūra apie atšokimo efektą galutinio vartojimo srityse – šildymo ir vėsinimo gyvenamuosiuose pastatuose – rodo, kad šis efektas gali siekti nuo 10 iki 30 proc. (Sorrell ir kt., 2009; Maxwell ir kt., 2011; Buchanan ir kt., 2014). Todėl aukščiau pateiktoje lentelėje naudojama orientacinė vertė 80 proc., atspindinti atšokimo efektą arba 20 proc. sumažėjusį energijos sutaupymo poveikį. Rekomenduojama šią orientacinę vertę taikyti vertinant sutaupymus, susijusius su šilumos atgavimo įrengimu vėdinimo įrenginiuose galutiniam patalpų šildymui gyvenamuosiuose pastatuose.

Gyvavimo trukmei taikomas 15 metų laikotarpis. Numatoma, kad šilumos atgavimo sistemų eksploataavimo trukmė yra 15 metų (Van Holsteijn R. ir kt., 2020a).

1.2. Energijos suvartojimo poveikio apskaičiavimas (EVED 4 straipsnis)

Pirminės energijos suvartojimo sumažinimo apskaičiavimas pagal EVED 4 straipsnį vertinamas remiasi aukščiau 1.1. poskyryje pateiktu apskaičiavimu (EVED 8 straipsnis).

Poveikis pirminės energijos suvartojimui gali būti apskaičiuojamas pagal šią lygtį:

$$EPEC = FEC_{Before} * \sum_{ec} (share_{ec,Before} * f_{PE,ec}) - FEC_{After} * \sum_{ec} (share_{ec,After} * f_{PE,ec});$$

EPEC	<i>Pirminės energijos suvartojimo pokytis, kWh/metus</i>
FEC	<i>Metinis galutinės energijos suvartojimas, kWh/metus</i>
share_{ec}	<i>Galutinės energijos nešėjo dalis galutiniame energijos suvartojime patalpų šildymui</i>
f_{PE,ec}	<i>Šildymui naudojamo energijos nešėjo iš galutinės į pirminę energiją konversijos koeficientas</i>
Before	<i>Bazinės situacijos indeksas prieš įdiegiant taupymo veiksmą / priemonę</i>
After	<i>Situacijos indeksas po energijos taupymo veiksmo / priemonės įgyvendinimo</i>
ec	<i>Energijos nešėjo koeficientas</i>

Orientacinės skaičiavimo vertės, skirtos pirminės energijos suvartojimo poveikiui įvertinti, pateikiamos 2 lentelėje. Atkreipiame dėmesį, kad šios vertės pagrįstos visos ES duomenimis ir turi būti pritaikytos atsižvelgiant į nacionalines sąlygas.

2. lentelė. Orientacinės energijos nešėjo dalies vertės galutinėje energijoje (vartotojo patalpų šildymui) taikant šilumos atgavimą vėdinimo sistemose

Share _{ec} - patalpų šildymas		Proc.
Gyvenamasis	Kietasis kuras	3,52
	Suskystintos naftos dujos	1,48

Share _{ec} - patalpų šildymas		Proc.
	Dujos / Dizelinis kuras, įskaitant biodegalus	9,91
	Gamtinės dujos, įskaitant biodujas	41,30
	Biomasė ir atliekos	24,49
	Geoterminė energija	0,03
	Centralizuotai tiekiamą šilumą	11,39
	Elektros energija	7,88
Negyvenamasis	Kietasis kuras	1,24
	Suskystintos naftos dujos	0,36
	Dujos / Dizelinis kuras, įskaitant biodegalus	14,50
	Gamtinės dujos, įskaitant biodujas	43,93
	Biomasė ir atliekos	5,70
	Geoterminė energija	0,40
	Centralizuotai tiekiamą šilumą	14,30
	Elektros energija	19,58

Metodiniai aspektai

Orientacinės **galutinės energijos nešėjo dalies galutiniame energijos suvartojime patalpų šildymui (share_{ec})** skaičiavimo vertės nustatomos atskirai gyvenamiesiems ir negyvenamiesiems pastatams. Laikoma, kad energijos nešėjų dalys prieš ir po šilumos atgavimo sistemos vėdinimo įrenginiuose įdiegimo yra vienodos.

Orientacinių skaičiavimo reikšmių duomenų šaltiniai:

Orientacinės **galutinės energijos nešėjo dalies galutiniame energijos suvartojime patalpų šildymui (share_{ec})** skaičiavimo reikšmės grindžiamos JRC-IDEES duomenų baze (Rozsai M. et.al., 2024), naudojant 2021 m. duomenis apie šilumines reikmes; galutinis energijos suvartojimas pagal energijos rūšį patalpų šildymui.

1.3. CO₂ sumažinimo skaičiavimas

Šiltnamio efektą sukeliančių dujų sumažinimas gali būti apskaičiuojamas pagal šią lygtį:

$$GHGSAV = \left[FEC_{Before} * \sum_{ec} (share_{ec,Baseline} * f_{GHG,ec}) - FEC_{After} * \sum_{ec} (share_{ec,Action} * f_{GHG,ec}) \right] * 10^{-6};$$

GHGSAV	Šiltnamio efektą sukeliančių dujų sumažėjimas, tCO ₂ ekv./metus
FEC	Metinis galutinės energijos suvartojimas, kWh/metus
share	Galutinės energijos nešėjo dalis galutiniame energijos suvartojime
f_{GHG}	Galutinės energijos nešėjo emisijos faktorius
Before	Bazinės situacijos indeksas prieš įdiegiant taupymo veiksmą / priemonę
After	Situacijos indeksas po energijos taupymo veiksmo / priemonės įgyvendinimo
ec	Energijos nešėjo koeficientas

Orientacinės skaičiavimo vertės, skirtos šiltnamio efektą sukeliančių dujų sutaupymui įvertinti, pateikiamos 2 lentelėje. Atkreipiame dėmesį, kad šios vertės pagrįstos visos ES duomenimis ir turi būti pritaikytos atsižvelgiant į nacionalines sąlygas.

Orientacinių skaičiavimo verčių duomenų šaltiniai:

Energijos nešėjų dalys pagal galutinio vartojimo tipą ir sektorių grindžiamos JRC-IDEES duomenų baze (Rozsai M. ir kt., 2024), naudojant 2021 m. duomenis apie šiluminės reikšmės – galutinės energijos suvartojimą pagal energijos nešėjus galutiniam patalpų šildymui. Tai taikoma atskirai gyvenamiesiems pastatams (gyvenamasis sektorius) ir negyvenamiesiems pastatams (paslaugų sektorius). Laikoma, kad energijos nešėjų dalys prieš ir po šilumos atgavimo sistemos vėdinimo įrenginiuose įdiegimo yra vienodos.

Energijos nešėjo(-ų) emisijos faktorius(-iai) ($f_{GHG,ec}$) nustatomi remiantis Reglamento (ES) 2018/2066 dėl šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimo stebėsenos ir teikimo VI priedu.

Nacionalinės emisijos faktorių vertės kasmet teikiamos [JTBBK](#) sekretariatui ir yra pateikiamos Bendrųjų ataskaitų formų (CRF) 1.A(a) lentelėje. Energijos nešėjų dalys gali būti pritaikytos nacionaliniam lygmeniui pagal [EUROSTAT duomenų bazės](#) „Energijos balansas (angl. Complete energy balances)“ duomenis.

Literatūros sąrašas

1. CEN (2022). EN 14825 - Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps, with electrically driven compressors, for space heating and cooling, commercial and process cooling - Testing and rating at part load conditions and calculation of seasonal performance. European Committee for standardization (CEN).
2. EC (2014). Commission Regulation (EU) No 1253/2014 of 7 July 2014 implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for ventilation units. Official Journal of the European Union, OJ L 337/8.
3. Jamek A. et al. (2016). MultEE D2.1: Document with general formulae of bottom-up methods to assess the impact of energy efficiency measures. Austrian Energy Agency (AEA).
4. Kemna R. (2014). Average EU building heat load for HVAC equipment. Specific contract No. ENER/C3/412-2010/15/FV2014-558/SI2.680138 with reference to Framework Contract ENER/C3/412 2010.
5. Laverge J., Janssens A. (2012). Heat recovery ventilation operation traded off against natural and simple exhaust ventilation in Europe by primary energy factor, carbon dioxide emission, household consumer price and exergy. Energy and Buildings 50 (2012) 315-323. Commission,
6. Rozsai, M., Jaxa-Rozen, M.; Salvucci, R., Sikora, P., Tattini, J., Neuwahl, F. (2024). JRC-IDEES-2021. European Joint Research Centre (JRC) [Dataset] PID: <http://data.europa.eu/89h/82322924-506a-4c9a-8532-2bdd30d69bf5>.
7. Van Holsteijn R. et al. (2020a). Ventilation Units Ecodesign and Energy Labelling Preparatory Review Study Phase 1.1 and phase 1.2 - Final Report TASK 3. Use-phase Impacts - Review study on Regulations EU 1253/2014 (Ecodesign requirements for ventilation units) and EU 1254/2014 (energy labelling of residential ventilation units). Van Holsteijn en Kemna BV (VHK).
8. Van Holsteijn R. et al. (2020b). Ventilation Units Ecodesign and Energy Labelling Preparatory Review Study Phase 1.1 and phase 1.2 - Final Report TASK 7. Scenarios - Review study on Regulations EU 1253/2014 (Ecodesign requirements for ventilation units) and EU 1254/2014 (energy labelling of residential ventilation units).
9. Wierda L., Zanuttini A. (2024). Ecodesign impact accounting – Overview report 2024 - Prepared for the European Commission, DG Energy, unit B.3 - SPECIFIC CONTRACT No 2021/OP/0004/ENER/B3/FWC 2020-708/LOT 1/04/FV2022-531. Van Holsteijn en Kemna BV (VHK).