

Daugiabučių gyvenamųjų namų vėdinimo sistemų modernizavimo rekomendacijos

2025 m.

Turinys

Ižanga	3
1. Dabartinė daugiabučių vėdinimo būklė Lietuvoje ir tarptautinė patirtis	4
1.1. Problemos modernizuotuose pastatuose Lietuvoje	4
1.2. Tarptautinė geroji patirtis.....	4
2. Teisinis reglamentavimas, tikslai ir techninių sprendinių analizė.....	7
2.1. Su vėdinimu susiję teisės aktai ir normos	7
2.2. Patalpų vėdinimo modernizavimo tikslai	7
2.3. Galimi techniniai sprendiniai ir jų alternatyvos	8
2.3.1. Natūralaus vėdinimo sistema	8
2.3.2. Decentralizuota rekuperacinė vėdinimo sistema	10
2.3.3. Centralizuota rekuperacinė vėdinimo sistema su ortakių tinklu	11
2.3.4. Kombinuoti / hibridiniai sprendimai.....	12
2.3.5. Vėdinimo sprendinių palyginimas.....	13
2.4. Ekonominis ir eksploatacinis vertinimas, atsiperkamumas	14
2.4.1. Investicijų kaštai.....	14
2.4.2. Eksploatacinės išlaidos	15
2.4.3. Energinė nauda (sutaupymai).....	15
2.4.4. Atsiperkamumo vertinimas	16
2.4.5. Ekonominio vertinimo santrauka	17
3. Išvados	18
4. Vėdinimo sistemų patalpose veikimo principai	20
4.1. Natūrali organizuota vėdinimo sistema	20
4.2. Hibridinė vėdinimo sistema	21
4.3. Su vandeniniais radiatoriais kombinuojama hibridinė vėdinimo sistema	22
4.4. Decentralizuota mechaninė vėdinimo sistema su šilumos regeneracija	23
4.5. Decentralizuota mechaninė vėdinimo sistema su šilumos rekuperacija	24
4.6. Centralizuota mechaninė vėdinimo sistema su šilumos rekuperacija.....	26
4.7. Centralizuota mechaninė oro ištraukimo sistema su šilumos siurbliu „oras-vanduo“.....	27
5. Vėdinimo sistemų galimi techniniai sprendiniai	29

Įžanga

Daugiabučių namų renovacija Lietuvoje pastarąjį dešimtmetį tapo vienu svarbiausių energinio efektyvumo ir gyvenimo kokybės gerinimo būdų. Šiltinamos atitvaros, keičiami langai ir durys, modernizuojamos šildymo sistemos. Tačiau kartu su gerokai sumažėjusiais šilumos nuostoliais atsiranda ir naujų iššūkių - šiuolaikiškai atnaujintas, sandarus pastatas nebegali pats „kvėpuoti“. Natūralaus oro patekimo per nesandarias konstrukcijas nebelieka, o senos ventiliacijos šachtos, dažnai užverstos arba netinkamai prižiūrimos, nebepajėgia užtikrinti sveikai aplinkai būtinos oro kaitos.

Ši problema - ne teorinė. Gyventojai vis dažniau susiduria su pelėsiu patalpose, rasojančiais langais, juntamu tvankumu, kvapų kaupimusi tarp butų. Visa tai neigiamai veikia sveikatą: didėja alergijų, kvėpavimo takų ligų, nuovargio ir prastesnės savijautos rizika. Be to, prasta oro apykaita mažina pastato vertę ir trumpina apdailos bei konstrukcijų tarnavimo laiką. Tad žvelgiant į renovaciją tik per šilumos nuostolių prizmę, neišvengiamai nukenčia pats svarbiausias tikslas - komfortiškas ir sveikas gyvenimas.

Europos šalyse su panašiu klimatu jau seniai įsitikinta, kad šiuolaikinė renovacija neatsiejama nuo tinkamai parinktų vėdinimo sprendimų. Vokietijos, Švedijos, Nyderlandų ir Estijos praktika rodo, jog kontroliuojamas oro tiekimas į kiekvieną butą, kartu atgaunant šilumos energiją, leidžia ne tik sumažinti sąskaitas, bet ir sukurti palankią aplinką žmonių sveikatai.

Šios rekomendacijos skirtos padėti gyventojams, bendrijoms, administratoriams, projektuotojams priimti pagrįstus sprendimus, planuojant ir įgyvendinant vėdinimo sistemos modernizavimą. Dokumente aiškiai išdėstomos priežastys, kodėl po renovacijos būtina naujai įvertinti oro kaitą, pristatomi skirtingi techniniai sprendimai ir jų pritaikomumas įvairių tipų daugiabučiams. Tik siekiant balanso tarp energijos taupymo ir sveiko mikroklimato galima užtikrinti tvarų gyvenimo kokybės pokytį Lietuvos daugiabučiuose.

1. Dabartinė daugiabučių vėdinimo būklė Lietuvoje ir tarptautinė patirtis

1.1. Problemos modernizuotuose pastatuose Lietuvoje

Absoliuti dauguma 1950-1990 m. statytų daugiabučių Lietuvoje turėjo tik natūralaus vėdinimo sistemas. Tuo metu tai atitiko higienos normas, nes nesandarios konstrukcijos užtikrindavo oro judėjimą. Tačiau renovacijos metu (langų keitimas, šiltinimas ir pan.) yra smarkiai padidinamas pastato sandarumas, todėl senoji vėdinimo sistema nebeveikia - trūksta gryno oro, kaupiasi drėgmė, daugėja (ar naujai atsiranda) pelėsio, prastėja mikroklimatas patalpose ir gyventojų savijauta.

Padidėję šilumos nuostoliai per vėdinimą tampa opia problema: renovuoti pastatai praranda mažai šilumos per atitvaras, tačiau jei nėra įrengtos efektyvios vėdinimo sistemos, žmonės reikalinga oro apykaita dažnai užtikrinama tiesiog atidarant langus. Dalis gyventojų vėdina per retai, kiti - per dažnai, taip prarasdami sukauptą šilumą.

Daugelis renovuotų namų neturi modernių vėdinimo sistemų. Trūksta informacijos, o investicijų planų rengimo, projektavimo metu dažnai neįtraukiami veiksmingi sprendimai. Nacionalinės programos ekspertai rekomenduoja diegti mechaninę vėdinimo sistemą su šilumos grąžinimu (rekuperacija), kuri sprendžia ir higienos, ir energinio efektyvumo problemas. Šios sistemos užtikrina šviežio, filtruoto oro tiekimą, perteklinės drėgmės ir CO₂ šalinimą bei iki 80-85 % šilumos grąžinimą iš šalinamo oro.

1 lentelė

Renovuotų daugiabučių vėdinimo problematika ir sprendimai

Tema	Faktai / Aprašymas
Istorinė padėtis	1950-1990 m. statyti daugiabučiai turėjo tik natūralų vėdinimą. Tuomet tai atitiko higienos normas dėl nesandarių konstrukcijų.
Pokyčiai po renovacijos	Sandarumas padidėjo (langai, šiltinimas), natūralus vėdinimas nebeveikia - trūksta oro, kaupiasi drėgmė, pelėsis.
Energijos nuostoliai	Nors šilumos nuostoliai per atitvaras sumažėja, vėdinimas tampa pagrindiniu nuostolių šaltiniu - tai užima didelę dalį visų šilumos nuostolių kontekste renovuotame pastate.
Gyventojų elgsena	Netolygus vėdinimo režimas - langai atidaromi per retai arba per dažnai t.y. nestabilus mikroklimatas ir šiluminės energijos švaistymas.
Projektavimo trūkumai	Dažnai vėdinimo sistemos sprendimai neįtraukiami į renovacijos projektus. Trūksta informacijos ir sprendinių pirmenybinio teikimo.
Rekomenduojamas sprendimas	Mechaninė vėdinimo sistema su šilumos grąžinimu (rekuperacija) - sprendžia higienos ir energijos efektyvumo problemas.
Rekuperacijos nauda	Užtikrina šviežio oro tiekimą, drėgmės ir CO ₂ pašalinimą, 80-85 % šilumos grąžinimą iš šalinamo oro.

1.2. Tarptautinė geroji patirtis

Kitose šalyse sukaupta nemažai gerosios patirties daugiabučių renovacijos srityje, ypač sprendžiant vėdinimo klausimus. Žemiau pateikiamos kelių šalių aktualios praktikos:

- **Vokietija:** Viena renovacijos lyderių Europoje, taikanti griežtus energinio efektyvumo standartus. Nors mechaninė vėdinimo sistema nėra privaloma kiekviename modernizuojamame name, pagal standartą DIN 1946-6 būtina sudaryti vėdinimo koncepcijos planą (pvz., keičiant >1/3 langų ar šiltinant stogą). Jei natūralios infiltracijos nepakanka higieniniam oro kiekiui užtikrinti, turi būti numatyti inžineriniai sprendimai. Populiarūs decentralizuoti sprendimai, tokie kaip sieniniai mini rekuperatoriai, nes juos lengva sumontuoti, nevedžiodami ortakių per butus. Taip pat taikomas ortakių montavimas apšiltinimo sluoksnyje, leidžiantis įrengti centralizuotą vėdinimo sistemą be reikšmingo kišimosi į gyventojų būsto vidų. Efektyvios sistemos subsidijuojamos per valstybines programas (pvz., KfW banko paskolos), o mažai efektyvūs sprendimai (pvz., vien orlaidės) - nefinansuojami. Skatinamas ir teisingas vėdinimas: tradiciškai populiarius intensyvus trumpas langų atvėrimas („šoko vėdinimas“), tačiau vis labiau pereinama prie profesionalių šilumos grąžinimo sprendimų siekiant aukštesnių energinio naudingumo klasių.
- **Švedija:** Renovacijos vykdomos siekiant aukštos kokybės. Nuo 8-ojo dešimtmečio daugiabučiuose plačiai naudotos mechaninio ištraukimo sistemos, oras tiekiamas per orlaides. Vėliau plačiai paplito subalansuotos sistemos su rekuperacija, užtikrinančios gerą oro kokybę ir mažus šilumos nuostolius. Pastaraisiais metais griežtinami vėdinimo reikalavimai: nuo 2023 m. siūloma padidinti tiekiamo oro kiekius pagal butų plotą, kas reikštų net 60-100 % didesnius oro srautus daugelyje būstų. Tai skatina efektyvių sistemų diegimą, nes didesni oro kiekiai turi būti tiekiami sunaudojant kuo mažiau energijos. Plačiai taikomi ir inovatyvūs sprendimai - CO₂ ar drėgmės jutikliais valdomas vėdinimas bei ištraukiamo oro šilumos siurbliai (EAHP). Šie siurbliai leidžia iš šalinamo oro atgauti šilumą karšto vandens ruošimui ar šildymui. Jie buvo sėkmingai diegiami renovuojant 7-ojo dešimtmečio daugiabučius kaip ekonomiškai efektyvus sprendimas (nors reikalaujantis kruopščios priežiūros).
- **Estija:** Estijoje, turinčioje panašų klimatą ir daugiabučių fondą kaip Lietuva, per dešimtmetį renovuota per 1100 daugiabučių, pasitelkus valstybinę KredEx programą. Iš pradžių vėdinimo atnaujinimas nebuvo privalomas, todėl ankstyvosiose renovacijose apsiribota šiltinimu ir šildymo sistemų keitimu. Tai lėmė prastęjančią oro kokybę dėl nepakankamo vėdinimo. Atsižvelgus į problemą, valstybinė parama imta teikti tik tiems projektams, kurie užtikrina oro kaitą pagal EN 15251 (II komforto kategorija). Dėl to į projektus privalomai įtraukiami tiekimo ir šalinimo vėdinimo sprendimai. Dažniausiai taikomi sprendimai: Mini-rekuperatoriai atskiroms patalpoms (montuojami sienose; Ventilaciniai radiatoriai su šilumos siurbliais (ištraukia ir grąžina šilumą); Centralizuotos sistemos su rekuperacija, ortakius vedant po fasado šiltinimu. Stebėsenos duomenimis, šie sprendimai efektyviai pagerino oro kokybę ir sumažino šildymo sąnaudas. Estijos patirtis parodė, kad finansinė parama buvo lemiamas veiksnys - tai paskatino gyventojus rinktis modernias sistemas, kurios padeda išvengti pelėsių ir pagerina gyvenimo kokybę.
- **Nyderlandai:** Energijos vartojimo mažinimas yra šalies renovacijų prioritetas, siekiant klimato kaitos švelninimo tikslų. Anksčiau vyravo vėdinimo sistemos (mechaninis ištraukimas ir natūralus oro pritekėjimas), tačiau šiuo metu sparčiai diegiamos subalansuotos sistemos su rekuperacija. Inovatyvi programa Energiesprong siekia modernizuoti daugiabučius iki grynojo nulio energijos sąnaudų.

Visuose tokiuose projektuose diegiamos aukšto efektyvumo rekuperacinės sistemos, dažnai valdomos pagal CO₂ jutiklius. Pavyzdžiui, Utrechte renovavus 252 butų kvartalą, šildymo poreikis sumažėjo nuo 225 iki 11 kWh/m² per metus - viena iš esminių to priežasčių buvo moderni vėdinimo sistema. Statybos reglamentai reikalauja, kad naujuose būstuose būtų įrengta reglamentus atitinkanti vėdinimo sistema, o renovacijose - bent minimalūs oro kokybės standartai. Praktiškai dažniausiai diegiamos rekuperacinės sistemos, kurios leidžia suderinti sandarumą su sveiku patalpų mikroklimatu. Taip pat sprendžiamos naudotojų elgsenos problemos - siekiama, kad gyventojai neišjungtų sistemų dėl triukšmo ar neužblokuotų oro srautų. Todėl plėtojami automatiniai, tylūs sprendimai, užtikrinantys efektyvų veikimą be nuolatinės vartotojo priežiūros.

2 lentelė

Europos šalių patirtys ir reikalavimai daugiabučių vėdinimo srityje

Šalis	Pagrindiniai sprendimai	Teisinė / privaloma bazė	Finansavimas / skatinimas	Išskirtiniai bruožai / pamokos
Vokietija	Mini-rekuperatoriai, ortakiai fasade, centrinė rekuperacija	DIN 1946-6: privalomas vėdinimo koncepcijos planas	KfW subsidijos efektyvioms sistemoms, nefinansuojamos orlaidės	„Šoko vėdinimas“ nyksta, didėja profesionalių sprendimų svarba
Švedija	Subalansuota mechaninė vėdinimo sistema su rekuperacija, EAHP	Griežtėjantys normatyvai nuo 2023 m.	Skatinami inovatyvūs sprendimai (jutikliai, EAHP)	Platus EAHP taikymas 7-8 dešimtmečio daugiabučiuose, didinami oro srautai
Estija	Mini-rekuperatoriai, ortakiai fasaduose, ventiliaciniai radiatoriai	Privaloma oro kaita pagal EN 15251 II komforto kategoriją	Tik finansuojami projektai su tinkama vėdinimo sistema	KredEx paskatino proveržį - nuo šiltinimo prie kompleksinio atnaujinimo
Nyderlandai	Subalansuota rekuperacija su CO ₂ jutikliais (Energiesprong)	Naujiems būstams - privaloma, renovacijoms - standartai	Energiesprong - grynojo nulio energijos projektai	Utrechte renovacijoje šildymo poreikis sumažintas >20 kartų, dėka modernios vėdinimo sistemos

Tarptautinės patirties santrauka: Vakarų Europos ir Skandinavijos šalių praktika rodo, jog efektyviai daugiabučių renovacijai būtina deramai pasirūpinti patalpų vėdinimo sistema. Bendros tendencijos yra šios:

- **Teisinis reguliavimas:** daugelyje šalių normatyvai tiesiogiai arba netiesiogiai įpareigoja spręsti vėdinimą modernizuojant pastatus (per energinio naudingumo klases arba per higienos normų reikalavimus).
- **Mechaninio vėdinimo diegimas:** siekiant išvengti prasto oro ir pelėsio, vis plačiau įrengiami mechaniniai vėdinimo įrenginiai modernizuojamuose namuose. Konkretaus sprendimo (centralizuoto ar decentralizuoto) pasirinkimas priklauso nuo pastato ypatybių ir finansinių galimybių.

- **Šilumos gražinimas:** beveik visos pažangios šalys diegia vėdinimą su šilumos atgavimu (rekuperacija), nes tai leidžia išlaikyti aukštą vidaus oro kokybę nedidinant šildymo sąnaudų.
- **Gyventojų informavimas:** akcentuojama patalpų vėdinimo svarba sveikatai, skatinama teisingai naudotis įrengtomis sistemomis. Taip pat stengiamasi kurti sistemas, patogias vartotojui - tyliai veikiančias, lengvai prižiūrimas, automatizuotas (kad nereikėtų nuolat galvoti apie vėdinimą).

2. Teisinis reglamentavimas, tikslai ir techninių sprendinių analizė

2.1. Su vėdinimu susiję teisės aktai ir normos

Daugiabučių modernizavimas Lietuvoje reglamentuojamas Statybos įstatymu ir poįstatyminiais aktais. Pagal STR 2.01.02:2016, nuo 2017 m. atnaujinamas pastatas turi pasiekti ne žemesnę nei C energinio naudingumo klasę ir sumažinti šilumos sąnaudas ne mažiau 40%. Norint pasiekti aukštesnę energinio efektyvumo klasę, vien šiltinimo sprendimų nepakanka - būtina spręsti pastato šildymo, karšto vandens ruošimo ir patalpų vėdinimo sistemų efektyvumą, kad būtų sumažinti šilumos nuostoliai per atidaromus langus.

Minėtame STR detalizuojamas energinio naudingumo skaičiavimas: atsižvelgiama į vėdinimo nuostolius, rekuperacijos efektyvumą, infiltraciją ir kt., vadovaujantis ES direktyva. Tiesioginės prievolės įrengti mechaninę vėdinimo sistemą nėra, tačiau ji tampa būtina siekiant komfortiškų patalpų mikroklimato parametrų ir aukštos energinio efektyvumo klasės rodiklių.

STR 2.09.02:2005 nustato bendruosius vėdinimo sistemų reikalavimus. Galimi tiek natūralūs, tiek mechaniniai sprendimai, jei pasiekiami higienos normų reikalavimai. Projektuotojui paliekama teisė parinkti tinkamiausią sprendinį. Įrengiant sistemą būtina atsižvelgti į triukšmo normą (HN 33:2011) - <40 dB dieną, <30 dB naktį. Modernūs rekuperatoriai šiuos reikalavimus dažniausiai atitinka, o esant poreikiui gali būti taikomas triukšmo slopinimas.

Nors HN 42:2009 aiškiai nenumato vidaus CO₂ koncentracijos ribos, tačiau CO₂ lygio kriterijai yra teisėtai reglamentuoti per STR 2.09.02:2005, kuriame nustatyta, kad vidaus ore leidžiama CO₂ koncentracija neturi viršyti 1000 ppm daugiau nei lauko ore. Ši riba taip pat dažnai minima patalpų mikroklimato rekomendacijose ir įvairiuose moksliniuose tyrimuose, kartu akcentuojant perteklinės drėgmės ir skersvėjų vengimą. Natūrali ventiliacija ne visada užtikrina gerą oro kokybę, o mechaninė vėdinimo sistema su filtrais ženkliai pagerina patalpų mikroklimatą - ji valo orą, leidžia reguliuoti jo kiekį ir kokybę, o langams likus uždarytiems, padeda sumažinti sklindantį triukšmą iš lauko.

2.2. Patalpų vėdinimo modernizavimo tikslai

Pagrindiniai vėdinimo sistemų modernizavimo tikslai yra higiena, energijos taupymas ir komfortas.

3 lentelė

Mechaninio vėdinimo sistemos nauda: higiena, energijos taupymas ir komfortas

Aspektas / priemonė	Sukuriamas efektas
Higiena ir sveikata	
CO ₂ ir oro mišinio kontrolė	Palaukti CO ₂ < 1000 ppm - tai komforto riba.
Drėgmės šalinimas	Užtikrinti 40-50 % santykinę drėgmę, išvengti pelėsio ant paviršių patalpose.
Teršalų (kvapai, dulkės, virusai, lakieji teršalai) šalinimas	Geresnė oro kokybė, ypač svarbu alergiškiems ir sergantiems.
Filtracija ir mechaninis vėdinimas	Mažiau alergenų, geresnis mikroklimatas.
Rasos / kondensato prevencija	Pašalinamas šiltas drėgnas oras, vėdinimas be šilumos praradimo.
Temperatūros stabilumas	Tiekiamas jau pašildytas oras, išvengiama „termošoko“.
Energijos taupymas	
Šilumos atgavimas (rekuperacija)	Rekuperatoriai grąžina 75-90 % šilumos - mažėja šildymo sąnaudos.
Kontroliuojama oro apykaita	Srauto reguliavimas pagal laiką, žmonių buvimą, CO ₂ lygį.
Šildymo apkrovos mažinimas	Mažesnė apkrova šilumos šaltiniui, lengvesnis siurblių darbas.
Kompleksinis efektas	Renovacija (apšiltinimas ir rekuperacija) sumažina išlaidas 30-50 %
Energijos grąža	Iš patalpų pašalinamas šiltas oras per šilumokaitį sušildo į patalpas tiekiamą orą.
Komfortas ir eksploatavimas	
Akustinis komfortas	Langų nereikia atidaryti - mažiau triukšmo, oras yra filtruojamas.
Terminis komfortas	Rekuperatoriai tiekia pašildytą orą, jokio juntamo skersvėjo.
Naudojimo paprastumas	Automatika, valdikliai, nuotolinis valdymas.
Priežiūra ir patikimumas	Filtrų keitimas, įrenginių tikrinimas - būtina eksploatacijai.
Priežiūros organizavimas	Centralizuota (administratorius) arba decentralizuota (gyventojai).

2.3. Galimi techniniai sprendiniai ir jų alternatyvos

Modernizuojant daugiabučio vėdinimo sistemą, yra keletas pagrindinių techninių sprendinių krypčių. Jos skiriasi sudėtingumu, kaina, efektyvumu ir pritaikomumu. Toliau apžvelgiame galimus alternatyvius sprendimus, nuroydamai jų privalumus ir trūkumus. Konkrečiam pastatui neretai tinka skirtingų sprendimų derinys; svarbu įvertinti esamą pastato būklę, architektūrines galimybes ir gyventojų poreikius.

2.3.1. Natūralaus vėdinimo sistema

Natūralaus vėdinimo sprendimų palyginimai pateikiami 4 ir 5 lentelėse, kur yra minimalūs ir vidutiniai variantai, priemonės, privalumai ir trūkumai bei vertinimas pagal integraciją, kontrolę ir energinį efektyvumą.

Daugiabučių vėdinimo sprendimų lygiai: priemonės, privalumai ir trūkumai

Sprendimo lygmuo	Tipas	Priemonė	Privalumai	Trūkumai
Minimalus	Natūralus (patobulintas)	Langų orlaidės ir mikroventiliacija	Maža kaina, paprastas montavimas	Priklauso nuo oro sąlygų, nėra šilumos grąžos, ribota trauka
Minimalus	Natūralus (patobulintas)	Ventiliacijos kanalų valymas, deflektoriai	Pagerina trauką esamose kanaluose	Nevaldomas srautas, neveiksminga vasarą, per stipri trauka žiemą
Minimalus	Dalinis mechanizavimas	Ventiliatoriai voniose, virtuvėse	Vietinis efektas	Nėra subalansuota, rizika traukti orą iš kaimynų
Vidutinis	Mechaninis ištraukiamasis (centralizuotas)	Centrinis stogo ventiliatorius	Užtikrina trauką visame name	Reikalingos orlaidės, elektros sąnaudos, galima vibracija
Vidutinis	Mechaninis ištraukiamasis (decentralizuotas)	Ventiliatoriai butuose (voniose, virtuvėse)	Nedidelės sprendimo įgyvendinimo sąnaudos	Nėra bendros kontrolės, būtina izoliuoti šachtas, kvapų pernešimo rizika

Vėdinimo priemonių vertinimas pagal integraciją, kontrolę ir energinį efektyvumą

Priemonė	Integracijos sudėtingumas	Oro srauto kontrolė	Energinis efektyvumas
Langų orlaidės ir mikroventiliacija	Labai žemas	Nėra	Labai žemas
Kanalų valymas ir deflektoriai	Labai žemas	Labai ribota	Labai žemas
Daliniai ventiliatoriai (vonios, virtuvės)	Žemas	Lokalus (rankinis arba jutiklinis)	Žemas
Centrinis stogo ventiliatorius	Vidutinis	Dalinis centralizuotas valdymas	Vidutinis
Decentralizuoti ventiliatoriai	Žemas	Decentralizuotas, sunkiai koordinuojamas	Žemas

Mechaninis ištraukos vėdinimas patikimiau pagerina oro kokybę nei vien natūralus - oras sistemingai šalinamas, drėgmė ir kvapai nesikaupia. Sprendimas gana nesudėtingas ir sąnaudos vidutinės: stogo ventiliatorius ir orlaidės kainuoja santykinai nedaug, montavimas paprastas. Tačiau trūksta šilumos grąžos, todėl energetiškai gerokai nusileidžia rekuperacinėms sistemoms. Žiemą šalinant orą ventiliatoriais, visas šio oro šaltis tenka šildymo sistemai kompensuoti. Dėl to kai kuriose šalyse (pvz., Nyderlanduose) vien mechaninė ištrauka laikoma nepakankamu sprendimu aukštos klasės renovacijoje. Visgi mechaninės ištraukos schema gali būti kompromisinis pasirinkimas renovacijai, kai pastato planavimas neleidžia išvedžioti tiekimo ortakių arba kai norima sumažinti įrangos kaštus. Vėliau tokią sistemą galima patobulinti pridėjus dalinę šilumos atgavimo įrangą - pvz., stogo ventiliatorių su integruotu šilumos siurbliu, kuris paima šalinamo oro šilumą ir perduoda ją šildymui.

2.3.2. Decentralizuota rekuperacinė vėdinimo sistema

Tai sprendimai, kai kiekviename bute ar patalpoje įrengiami autonomiškai veikiantys vėdinimo įrenginiai su šilumos grąža. Decentralizuotų sprendimų palyginimai pateikiami 6 ir 7 lentelėse.

6 lentelė

Butų vėdinimo sprendiniai pagal aprėptį, triukšmą ir eksploatacinius aspektus

Sprendimo tipas	Buto aprėptis	Triukšmo lygis	Privalumai	Trūkumai
Mini-rekuperatoriai sienose ar langu rėmuose	Zoninė (kambariui)	18-30 dB (priklauso nuo modelio)	Paprastas montavimas, nereikia ortakių, galima diegti palaipsniui	Reikia kelių įrenginių vienam butui, garsas patalpoje, kiekvienas įrenginys reikalauja priežiūros
Butui skirtas rekuperatorius su ortakių sistema	Pilna (visam butui)	~22-28 dB (centrinis įrenginys)	Vienas įrenginys aptarnauja visą butą, efektyvi filtracija, viena vieta priežiūrai, integruotas valdymas	Reikia vietos įrenginiui, vidaus ortakai, montavimo darbai, didesnės pradinių darbų sąnaudos
„Ventiliuojantis“ šilumos siurblys	Ribota (oro šaltinio pagrindu)	~30-38 dB (kompresoriaus veikimo metu)	Ištraukiamo oro šiluma naudojama šildymui ar karštam vandeniui ruošti	Netinkamas pavieniams butams, reikalauja autonominės sistemos, sudėtinga priežiūra

7 lentelė

Butų vėdinimo įrangos palyginimas pagal sudėtingumą, kontrolę ir energinį efektyvumą

Priemonė	Integracijos sudėtingumas	Oro srauto kontrolė	Energinis efektyvumas
Mini-rekuperatoriai sienose	Labai mažas - per sienas gręžiama skylė, be papildomų ortakių	Lokalus (automatinis krypties keitimas)	Žemas-vidutinis
Butui skirtas rekuperatorius su ortakiais	Vidutinis - reikalingi vidaus ortakai, jų apdaila	Centralizuota buto lygmeniu (valdikliai)	Aukštas
Ventiliuojantis šilumos siurblys	Aukštas - reikalingas šildymo sistemos integravimas	Automatinis, bet ne oro kokybei valdyti	Vidutinis

Decentralizuoti rekuperaciniai sprendimai pasižymi dideliu diegimo lankstumu. Juos galima pritaikyti praktiškai bet kokiame pastate, net jei nėra bendrų šachtų ar techninių patalpų: kiekvienas butas gali gauti vėdinimą individualiai. Gyventojai vertina tai, kad gali patys reguliuoti savo buto vėdinimą pagal poreikį (nepriklausomai nuo kaimynų), be to, atskiri įrenginiai nesukelia tarpbutinių kvapų ar triukšmo sklidimo - kiekvienas butas atskiras. Energinis požiūriu efektyvumas aukštas, ypač naudojant kokybiškus rekuperatorius su dideliu šilumos grąžos koeficientu.

2.3.3. Centralizuota rekuperacinė vėdinimo sistema su ortakijų tinklu

Tai pilnas namo vėdinimo modernizavimas, sukuriant naują inžinerinę sistemą, aptarnaujančią visus butus centralizuotai.

8 lentelė

Centrinės vėdinimo sistemos elementai: sudėtingumas ir pritaikymo ypatybės

Elementas	Aprašymas	Integracijos sudėtingumas	Pritaikymo komentaras
Centrinis rekuperatorius	Galingas įrenginys (1000-3000 m ³ /h) su šilumokaičiu, ventiliatoriais, automatika. Montuojamas ant stogo, rūsyje ar kitoje patalpoje	Vidutinis-aukštas	Reikalinga atskira techninė patalpa arba speciali vieta; triukšmo ir aptarnavimo priegrigos klausimai
Ortakiai	Tiekiamo ir šalinamo oro tinklas, išvedžiojamas palėpėje, fasade (apšiltinimo sluoksnyje) arba šachtose / kanaluose	Aukštas	Įrengiama fasado šiltinamajame sluoksnyje, perdangų gręžimas, šiltinimo darbų derinimas, šachtų / kanalų adaptavimas
Valdymas ir balansavimas	Centrinis režimų reguliavimas ir dalinis butų valdymas (drėgmė, CO ₂ , jungikliai). Subalansuoti srautai pagal HN normas	Vidutinis	Reikia preciziško derinimo, matavimų, reguliavimo - tai užtikrina efektyvumą ir komfortą

Centralizuota sistema labiausiai atitinka „aukštąjį standartą“ - suteikia pilną viso pastato vėdinimo kontrolę ir leidžia pasiekti geriausią energijos taupymą (didelis rekuperatoriaus efektyvumas, santykinai mažesnės elektros sąnaudos vienam dideliame įrenginiui). Aptarnavimas organizuojamas centralizuotai: bendrija samdo specialistus periodinei priežiūrai, gyventojams nereikia rūpintis filtrais - tuo turi pasirūpinti administratorius. Taip pat iš butų atimama mažiau naudingo patalpų tūrio: nereikia kiekviename bute vietos atskiram įrenginiui (tik nedidelės grotelės lubose ar sienose), o buto interjere sistema beveik nepastebima.

9 lentelė

Centrinės vėdinimo sistemos diegimo vertinimas: iššūkiai ir rekomendacijos

Vertinimo aspektas	Aprašymas / iššūkis	Pastabos ar rekomendacijos
Montavimo sudėtingumas	Reikia praveisti ortakius per visą pastatą. Gali būti reikalingas patalpų remontas vamzdinių integravimui	Rekomenduojama derinti su stogo ir sienų šiltinimo renovacija. Svarbu planuoti darbus etapais
Pradinė investicija	Brangus sprendimas. 30 butų name gali kainuoti 90 000-105 000 EUR (atitinkamai butui 3000 - 3500 EUR)	Vienam butui kaina teoriškai mažesnė nei individualiems įrenginiams, bet reikia viso namo gyventojų pritarimo

Eksplotacija	Bendra sistema - bendra elektros ir priežiūros sąskaita	Norint individualios kontrolės - būtina diegti individualų valdymą, o tai yra brangu
Techninės sąlygos	Reikia vietos vėdinimo įrenginiui (palėpė, techninis aukštas, priestatas ar kita patalpa), triukšmo ir vibracijos izoliacijos	Gali tekti statyti įrenginį ant stogo arba statyti įrenginiui patalpą, galimi gyventojų prieštaravimai

Kada verta rinktis centralizuotą sistemą?

- Siekiama A ar aukštesnės energinio naudingumo klasės;
- Pastatas renovuojamas kompleksiskai (kartu apšiltinamas stogas, keičiamas fasadas);
- Pastate yra palėpė arba lengvai pritaikoma techninė patalpa;
- Gyventojai yra gerai informuoti ir motyvuoti (galima pasiremti sėkmingais pavyzdžiais);
- Norima ilgalaikio komforto gyvenamosiose patalpose, energinio efektyvumo.

Pastaba: Įrengiant daugiabučiame name centrinę (bendrą) mechaninę vėdinimo sistemą su rekuperacija, turi būti užtikrintas jos veikimas ir suderinimas, atsižvelgiant į Dujų sistemų pastatuose įrengimo taisyklių¹ 103 p. nustatytus reikalavimus."

2.3.4. Kombinuoti / hibridiniai sprendimai

Alternatyvūs vėdinimo modernizavimo sprendimai renovuojamuose daugiabučiuose pateikiami 10 lentelėje. Ji parodo, kaip kiekvienas sprendimas veikia, kokią naudą suteikia ir kokius ribojimus būtina įvertinti renkantis tinkamiausią variantą.

10 lentelė

Vėdinimo modernizavimo alternatyvos: veikimo principai, nauda ir taikymo ribos

Sprendimo tipas	Veikimo principas	Nauda	Ribojimai / trūkumai	Tinkamiausias taikymas
1. Dalinė rekuperacija	Mini-rekuperatoriai tik kai kuriuose butuose arba tik miegamuosiuose kambariuose	Mažina šilumos nuostolius, dalinė oro kaitos kokybė su šilumos grąža, lankstumas	Tik dalis oro srauto apima rekuperaciją; nevienoda oro kokybė skirtinguose butuose	Netolygiai vėdinamuose pastatuose, laipsniškai diegiant sprendimus
2. Šalinamo oro šilumos siurblys	Šiluma iš išmetamo oro (per šachtas) panaudojama šildymui - dažniausiai šildymo vandeniui	Energijos susigrąžinimas be ortakių; galima taikyti ir su natūralia trauka	Nepagerina higienos - oro srautas butuose lieka nepakitęs; būtina papildoma oro tiekimo priemonė	Pastatuose su centriniu šildymo punktu, kai ortakių įrengimas ribotas

¹ Teisės akto nuoroda: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.92E5805D8852/asr>

3. Higroreguliuojami (drėgmei jautrūs) oro padavimo vožtuvai	Oro padavimo vožtuvai reaguoja į drėgmę: atsidaro/užsidaro pagal poreikį	Efektyviau panaudojamas ištraukiamas oras, sumažinami nuostoliai, išvengiama perteklinio vėdinimo	Nėra šilumos grąžos, reikalingi kokybiški jutikliai ir suderinamumas su sistema	Esant mechaninei ištraukimo sistemai, kai norima optimizuoti esamą sprendimą
---	--	---	---	--

2.3.5. Vėdinimo sprendinių palyginimas

Lyginami pagrindiniai daugiabučių namų vėdinimo sprendimai pagal investicijų lygį, energijos taupymą ir oro kokybės pagerėjimą. 11 lentelėje pateikiama informacija padeda aiškiai suprasti, kaip skirtingos sistemos veikia komfortą, eksploataciją ir renovacijos tikslų pasiekimą.

11 lentelė

Daugiabučių namų vėdinimo sprendimų palyginimas pagal investicijas, energinį efektyvumą ir oro kokybės naudą

Sprendimas	Investicijos	Energijos taupymas	Oro kokybės gerinimas	Privalumai	Trūkumai
Natūralus su patobulinimais	Labai mažos	Mažas (be realaus taupymo)	Dalinis (pagerėja šiek tiek)	Pigiausia, paprasta įdiegti	Neužtikrina stabilios oro kaitos; šiluma prarandama; priklauso nuo gyventojų veiksmų
Mechaninė ištrauka (be šilumos grąžos)	Vidutinės	Vidutinis (šiek tiek mažiau nuostolių nei vėdinant langais)	Ženklus teršalų pašalinimas, šviežias oras tiekiamas pasyviai	Nesudėtinga, gana nebrangu; vienas stogo ventiliatorius aptarnauja keletą butų	Šiluma prarandama; būtinos orlaidės; galimi skersvėjai; nėra oro filtravimo
Decentralizuota rekuperacija	Didelės vienam butui	Didelis (70-90% šilumos grąža)	Labai geras - kiekviename bute nuolat filtruotas gaivus oras	Lankstus diegimas; individuali butų kontrolė; aukšta energinė nauda	Reikia priežiūros kiekviename bute; brangu, jei diegiama visam namui; matomos angos fasade
Centralizuota rekuperacija	Didelės visam namui	Labai didelis (80-90% šilumos grąža)	Labai geras - subalansuota kokybė visuose butuose	Maksimalus efektyvumas; centralizuota priežiūra; padeda pasiekti A klasę	Sudėtinga įrengti esamame name; brangu; reikia vietos ortakiams ir įrenginiui; mažiau individualios kontrolės

Pastaba: konkretūs efektai gali skirtis priklausomai nuo pastato. Lentelėje pateikti palyginimai yra apibendrinti.

2.4. Ekonominis ir eksploatacinis vertinimas, atsiperkamumas

2.4.1. Investicijų kaštai

12 lentelė pateikia: skirtingų vėdinimo sistemų diegimo kainas, jų praktinius privalumus ir trūkumus renovuojamuose daugiabučiuose. Ji padeda įvertinti, kuri investicija geriausiai atitinka pastato technines galimybes ir siekiamą energinio efektyvumo bei komforto lygį.

12 lentelė

Vėdinimo sistemų sprendimų sąnaudų ir naudos palyginimas

Vėdinimo sistemos sprendimas	Kaina vienam butui, EUR	Kaina visam namui (45 butų), EUR	Privalumai	Trūkumai / Pastabos
1. Minimalūs patobulinimai (orlaidės, ventiliatoriai)	~ 350	~ 15 750	Pigiausias sprendimas; galima įgyvendinti be projekto; dalį darbų gali atlikti gyventojai.	Mažas efektyvumas, nėra šilumos grąžos, reikalingi papildomi įrenginiai (orlaidės). Veikimas priklauso nuo gyventojų elgsenos.
2. Mechaninė ištrauka (orlaidės, stogo ventiliatorius)	~ 620	~ 27 900	Patikima, paprasta sistema; maža bendra kaina.	Reikalingas elektros prijungimas, papildomi įrenginiai (orlaidės); veikimo efektyvumas priklauso nuo valdymo.
3. Decentralizuoti mini-rekuperatoriai	2 000 - 3 000	90 000 - 135 000 (jei įrengiama visuose butuose)	Lankstus sprendimas; galima įrengti tik norintiems.	Vienam butui reikia 2-4 vnt.; tinkamesnis mažesniems butams; efektyviau, jei įtraukiama į bendrą projektą.
4. Butui skirti rekuperatoriai su ortakiais	~ 4 000	~ 180 000 (jei įrengiama visuose butuose)	Aukštas efektyvumas, individuali kontrolė.	Sudėtingas ir brangiausias variantas. Retai taikomas dideliuose namuose, reikalauja daug montavimo ir apdailos darbų kiekviename bute.
5. Centralizuota sistema su ortakiais	3 000 - 3 500	135 000 - 157 500	Efektyviausias vientisas sprendimas visam namui.	Sudėtingas inžinerinis sprendinys, sunkiau pritaikyti senuose namuose.

Pastaba: konkretūs sprendimo kaštai gali skirtis priklausomai nuo pastato. Lentelėje pateikti palyginimai yra apibendrinti.

2.4.2. Eksploatacinės išlaidos

Įsirengus vėdinimo sistemą, atsiranda tam tikros nuolatinės išlaidos. Šioje 13 lentelėje palyginama skirtingų vėdinimo sprendimų eksploatacinės sąnaudos bei techninės priežiūros poreikis daugiabutyje. Ji padeda įvertinti ilgalaikį sistemos patikimumą, aptarnavimo poreikius ir galimas kapitalinio remonto išlaidas.

13 lentelė

Vėdinimo sistemų eksploatacinių sąnaudų ir priežiūros palyginimas

Sprendimas / Vėdinimo tipas	Elektros sąnaudos, butui, EUR/mėn.	Filtrų keitimas, butui, EUR/metai	Kita priežiūra, butui, EUR/metai	Tarnavimo trukmė, metai	Kapitalinis remontas / keitimas
Natūrali vėdinimo sistema	0	Nereikalingas	Nėra/minimali	Neribota	Nereikalingas
Mechaninė ištrauka	5-10	Nereikalingas	Dulkių iš ventiliatorių valymas, tepimas	~10	Galimas ventiliatorių keitimas po 10 metų
Mini-rekuperatoriai (decentralizuota sistema)	5-8	20-40	Aptarnavimas kas ~5 m. ~100 eur (~20 eur/metus)	15-20	Galimas įrenginių keitimas po 15-20 metų
Rekuperatoriai su ortakiais (vienbutiniai, individualūs)	5-10	20-40	Aptarnavimas kas ~5 m. ~100 eur (~20 eur/metus)	15-20	Galimas įrenginių keitimas po 15-20 metų
Centralizuota rekuperacinė sistema (bendrijai)	5-10 butui (dalinama iš viso namo)	10-30 butui (dalinama iš viso namo)	Ortakų valymas kas 5-10 m. (~33 € / butui)	15-20	Galimas įrenginio atnaujinimas po 15-20 m.

2.4.3. Energinė nauda (sutaupymai)

Atnaujinus pastatą iki B energinio naudingumo klasės ir įdiegus efektyvią vėdinimo sistemą yra matomi energiniai sutaupymai. 14 lentelė parodo, kaip skirtingi vėdinimo sprendimai veikia šilumos energijos sąnaudas renovuotuose daugiabučiuose. Ji padeda įvertinti, kokio dydžio sutaupymas pasiekiamas įdiegiant efektyvesnę oro kaitos sistemą atskiruose butuose ir visame pastate.

Vėdinimo sprendimų įtaka šilumos energijos sąnaudoms ir sutaupymui

Sprendimas / Vėdinimo tipas	Šiluminės energijos sąnaudos pastatui šildyti kWh/m ² per metus	Šilumos sutaupymas, kWh/m ² per metus	Šilumos kaina, eur/m ² per metus	Šilumos kaina, butui eur per metus	Sutaupymas, eur/m ² per metus	Sutaupymas, eur/butui per metus
Natūrali vėdinimo sistema	61,04	0	4,88	219,78	0	0
Mechaninė ištrauka (natūrali vėdinimo sistema)	61,04	0	4,88	219,78	0	0
Mini-rekuperatoriai (decentralizuoti)	55,01	6,03	4,40	198,07	0,48	21,71
Rekuperatoriai su ortakiais (vienbutiniai)	51,97	9,07	4,16	187,12	0,73	32,66
Centralizuota rekuperacinė sistema (bendrįjai)	50,02	11,02	4,00	180,10	0,88	39,68

Skaiciavimai atlikti pagal STR 2.01.02:2016 Pastatų energinio naudingumo sertifikavimas ir projektavimas. Skaiciavimuose naudoti pagrindiniai pastato išeities duomenys pateikti 15 lentelėje.

15 lentelė

Skaiciuoto pastato išeities duomenys

Pastato šildomas plotas, m ²	2025,33
Šilumos kaina, eur (2024-2025) šildymo sezono su 9 proc. PVM	0,08
Butų skaičius pastate, vnt.	45
Vidutinis butui tenkamas šildomas pastato plotas, m ²	45,01

Išvada: ekonomiškai (pagal vien tik šilumos sąnaudas) centralizuota rekuperacija duoda didžiausią metinį sutaupymą ir mažiausią bendrą butui tenkančią šilumos kainą; decentralizuota ir ortakinė (vienbutinė) - tarpiniai variantai; be rekuperacijos - sutaupymo nėra.

Pastabos sprendimui: pateikti skaičiai apima tik šildymo sąnaudas. Investicijos, elektros sąnaudos ventiliatoriams, priežiūra, komforto/patalpų oro kokybės nauda šiuose neįtraukti - tikrą atsiperkamumą reikia vertinti gyvavimo ciklo analize. Jei šilumos kaina didės, finansiniai sutaupymai proporcingai augs.

2.4.4. Atsiperkamumo vertinimas

Atsiperkamumas skaičiuojamas kaip investicija / metinė finansinė nauda 45 butų namui. Šioje 16 lentelėje pateikiamas įvairių vėdinimo sistemų diegimo Lietuvoje finansinis palyginimas, įvertinant pradinę investiciją, galimą paramą bei metinį šilumos sutaupymą. Tai leidžia nustatyti realų atsiperkimo laikotarpį ir priimti ekonomiškai pagrįstą sprendimą.

Vėdinimo sprendimų finansinis vertinimas ir atsipirkimo analizė

Sprendimas	Investicija, EUR	Investicija po 30% paramos, EUR	Tiesioginiai šilumos sutaupymai, eur/namui per metus	Atsipirkimo laikotarpis, metais	Finansinė logika
Natūrali vėdinimo sistema	-15 750	-11 025	0	Nėra	Mažiausios investicijos. Sutaupymo nėra
Mechaninė ištrauka	-27 900	-19 530	0	Nėra	Energiją didina (ištraukiama šiluma), be šilumos grąžos; papildomos išlaidos elektrai (ventiliatoriams). Sutaupymo nėra
Mini-rekuperatoriai (decentralizuoti)	-112 500	-78 750	-977	-81	Sutaupymai 21,71 eur/butui per metus. Papildomos išlaidos: elektra, filtrai
Rekuperatoriai su ortakiais (vienbutiniai)	-180 000	-126 000	-1470	-86	Sutaupymai 32,66 eur/butui per metus. Papildomos išlaidos: elektra, filtrai, vidaus apdailos bei montavimo kaštai kiekviename bute
Centralizuota rekuperacinė sistema (bendrijai)	-146 250	102 375	-1786	-57	Sutaupymai 39,68 eur/butui per metus. Papildomos išlaidos: elektra, filtrai, minimali intervencija į butą

Išvada. Net ir su 30 % parama trumpiausias atsipirkimas - **centralizuotos rekuperacijos** (~57 m.), tačiau visais atvejais atsipirkimas ilgas; reikšmingai jį gali sutrumpinti tik papildomi faktoriai (pvz.: didesnės šilumos kainos ateityje, integruotas šaldymas, sveikatos, nekilnojamojo turto vertės nauda), kurių į šią lentelę neįtraukiame.

2.4.5. Ekonominio vertinimo santrauka

Lyginant penkis pagrindinius daugiabučio vėdinimo atnaujinimo sprendimus matyti, kad jų kaštai ir nauda labai skiriasi. Mažiausiai kainuojantys variantai - pavyzdžiui, orlaidžių įrengimas ar paprasti ištraukimo ventiliatoriai - kainuoja apie 350-620 € vienam butui, tačiau jie duoda minimalų efektą ir neturi šilumos grąžos, todėl šildymo sąnaudų nesumažina. Aukšto efektyvumo sprendimai su šilumos grąža (decentralizuoti mini rekuperatoriai, individualūs ortakiniai rekuperatoriai butams arba centralizuota sistema) yra gerokai brangesni (kelis tūkstančius eurų butui), bet gali sumažinti šilumos poreikį maždaug 10-18% (tai duoda iki ~40 € šildymo išlaidų sutaupymą butui per metus). Centralizuota rekuperacinė sistema efektyviausia - ji užtikrina didžiausią šilumos sutaupymą ir mažiausias šildymo išlaidas butui, tačiau yra techniškai sudėtinga diegti senos statybos name. Decentralizuoti ir butuose įrengiami rekuperatoriai suteikia

vidutinį sutaupymą ir leidžia lanksčiau pasirinkti diegimą ar individualią kontrolę, bet jiems būdingos didelės įrengimo ir eksploatacijos išlaidos (pvz., filtrų keitimas, elektros sąnaudos). Ekonomiškai nėra vienas sprendimas greitai neatsiperka. Paprasta mechaninė ištrauka apskritai nesutaupo šilumos (investicija neatsiperka), o net ir su 30% parama geriausiu atveju investicija atsiperka per ~57 metus (centralizuota sistema; kiti sprendimai - per daugiau nei 80 metų). Vadinasi, vien šilumos sutaupymai nepadengia šių vėdinimo priemonių investicijų, tačiau jos pagerina patalpų komfortą ir oro kokybę. Kylant šiluminės energijos kainoms, ekonominė nauda didėtų.

3. Išvados

1. **Renovuotas (apšiltintomis atitvaromis) daugiabutis be valdomo vėdinimo tampa „sandarus, bet nebekvėpuojantis“.** Natūralus vėdinimas, kuris anksčiau „veikė“ dėl nesandarumų, po langų keitimo ir šiltinimo dažnai nebeužtikrina higieninės oro kaitos. Pasekmės - drėgmės perteklius, pelėsis, CO₂ augimas, tvankumas, kvapų migracija, prastesnė savijauta ir greitesnis apdailos/konstrukcijų dėvėjimasis.
2. **Pagrindinis modernizavimo tikslas turi būti dvigubas: higieninė oro kaita ir minimalūs šilumos nuostoliai.** Vien „trauka“ ar „vėdinimas langais“ neužtikrina nei stabilios oro kokybės, nei energinio tikslo. Todėl sprendiniai turi būti projektuojami kaip inžinerinė sistema, o ne paliekami gyventojų elgsenai.
3. **Mažos investicijos (orlaidės, deflektoriai, vietiniai ventiliatoriai) yra tik minimalūs patobulinimai, o ne pilnas sprendimas po renovacijos.** Jie gali pagerinti situaciją lokaliai ar laikinai, tačiau:
 - oro srautai iš esmės nevaldomi, priklauso nuo vėjo/temperatūrų ir gyventojų įpročių;
 - šilumos grąžos nėra, todėl energijos taupymo tikslams poveikio taip pat nėra;
 - lieka rizikos: skersvėjai, triukšmas, nevienoda oro kokybė tarp patalpų.
4. **Mechaninė ištrauka be šilumos grąžos - patikimas „higienos“ kompromisas, bet energiškai ribotas.** Ji dažnai pagerina kvapų ir drėgmės šalinimą, tačiau šilumos netaupo (šiluma ištraukiama). Todėl tai tinka kaip tarpinis etapas arba kai techninės galimybės labai ribotos, bet siekiant aukštesnių energinių tikslų - paprastai nepakanka.
5. **Rekuperacija (šilumos grąža) - kertinis sprendimas, kai norima ir oro kokybės, ir energinio efektyvumo.** Pažangiausiose šalyse vėdinimas renovacijoje sprendžiamas per koncepciją, kontrolę ir šilumos atgavimą. Praktinė pamoka: vėdinimo koncepcija su šilumos grąža ir valdymu pagal poreikį yra tvariausias kelias.
6. **Decentralizuota rekuperacija - kai reikia lankstumo ir etapinio diegimo, bet ji reikalauja daugiau „butų disciplinos“.**

Privalumai:

 - galima diegti etapais, pritaikyti pagal buto situaciją;
 - mažesnė tarpusavio kvapų migracijos rizika (jei sprendinys subalansuotas buto patalpose).

Ribojimai:

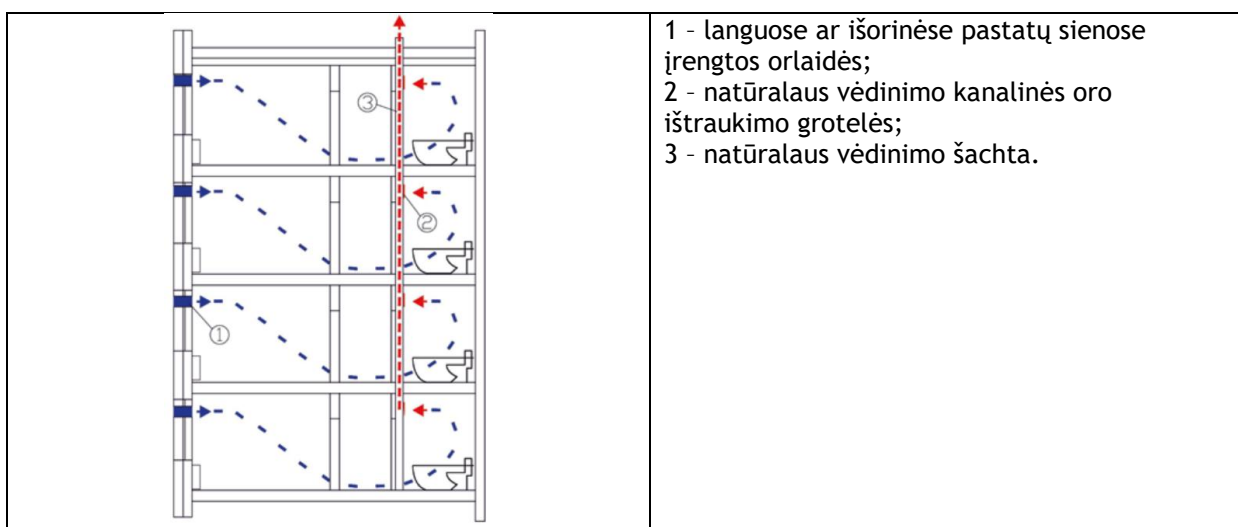
 - daugiau įrenginių ir priežiūros taškų (filtrai, servisai, elektra);
 - jei diegiama fragmentiškai, gali likti nevienoda oro kokybė tarp patalpų / butų.

- 7. Centralizuota rekuperacija su ortakių tinklu, kai siekiama stabilios kokybės visame name.**
Ji suteikia:
- pilną oro kaitos kontrolę visame pastate;
 - didžiausią potencialą energijos taupymui per vėdinimą;
 - centralizuotą priežiūrą (mažiau individualios priežiūros naštos butams).
- Tačiau būtina įvertinti:
- integracijos sudėtingumą (ortakių maršrutai, techninės patalpos, montavimo įtaka);
 - triukšmo/vibracijų suvaldymą;
 - aiškų eksploatacijos organizavimą.
- 8. Eksploatacija: filtrai, priežiūra ir triukšmo kontrolė lemia, ar sistema bus naudojama.** Rekuperacija reikalauja periodiško aptarnavimo (filtrai ir pan.). Jei sistema triukšminga ar nepatogi - gyventojai ją išjungia, ir projektinis efektas dingsta.
- 9. Ekonomiškai vien šilumos sutaupymais sprendiniai greitai neatsiperka - sprendimą dažniausiai pagrindžia komfortas ir sveikata.** Pagal pateiktus pavyzdinius skaičiavimus:
- maži sprendiniai pigūs, bet šilumos netaupo;
 - rekuperaciniai sprendiniai taupo šilumą, bet atsipirkimas ilgas (net su parama).
- Todėl racionali sprendimo logika: investicija į vėdinimą tai mikroklimato rizikos (pelėsis, drėgmė, savijauta) mažinimas, turto ilgaamžiškumas ir komfortas.
- 10. Rekomenduojama strategija renovuojamiems daugiabučiams: nuo minimalaus higienos užtikrinimo iki optimalaus sprendinio su šilumos grąža.**
- Jei tikslas minimalus: sutvarkyti šachtas, užtikrinti trauką, mažinti drėgmės problemas (bet suvokti ribas).
 - Jei tikslas subalansuotas: rinktis rekuperaciją (decentralizuotą ar centralizuotą), prioritetą teikiant sprendiniui, kuris realiai užtikrina pastovią oro kokybę ir yra prižiūrimas.
 - Jei tikslas aukšta energinė klasė ir ilgalaikis komfortas: centralizuota rekuperacija (kai techniškai įmanoma) arba aukštos kokybės individualių butų rekuperacija, su aiškia priežiūros schema.
- 11. Sprendinys turi būti parenkamas ne „vienas visiems“, o pagal pastato realybę:**
- šachtų būklė, sandarumas, fasado/stogo renovacijos apimtis;
 - galimybė įrengti techninę patalpą ir ortakių maršrutus;
 - gyventojų pasirengimas eksploatuoti vėdinimo sistemą;
 - triukšmo rizika ir jos valdymas.

4. Vėdinimo sistemų patalpose veikimo principai

4.1. Natūrali organizuota vėdinimo sistema

Siekiant pagerinti šviežio lauko oro patekimą į patalpas, natūralią neorganizuoto vėdinimo sistemą galima pakeisti organizuota. Natūrali organizuota vėdinimo sistema nuo neorganizuotos skiriasi tuo, kad languose ar išorinėse pastatų sienose įrengiamos kelių tipų orlaidės. Šiuo atveju oras į patalpas patenka per specialiai tam numatytas vietas (orlaides) - organizuotai, taip pat jis organizuotai šalinamas per vėdinimo šachtas iš virtuvių ir sanitarinių patalpų. Natūralios organizuotos vėdinimo sistemos veikimo principas daugiabučio pastato pjūvyje pateiktas 1 pav.



1 pav. Natūralios organizuotos vėdinimo sistemos veikimo principas daugiabučio pastato pjūvyje

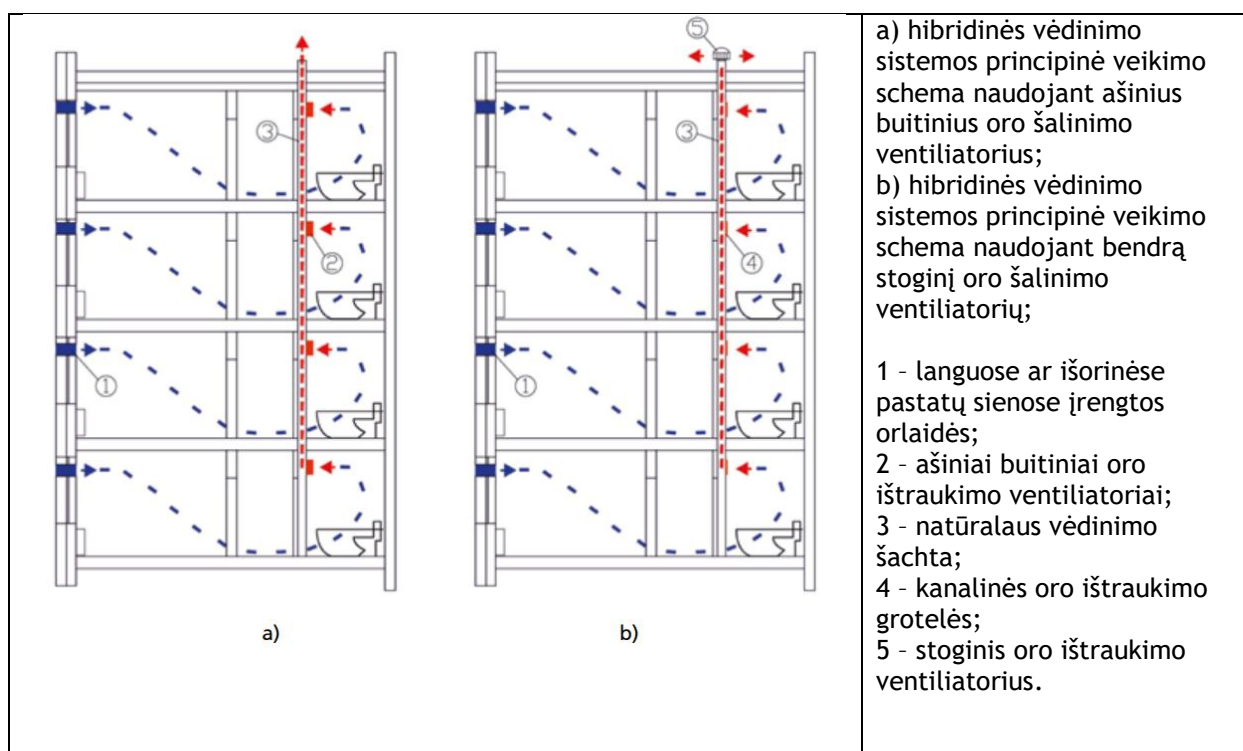
Privalumai	Trūkumai
<ul style="list-style-type: none"> • nereikalauja didelių pradinių investicijų; • nėra papildomų priežiūros kaštų; • padidėja patenkantis šviežio lauko oro kiekis į patalpas (lyginant su natūralia neorganizuota vėdinimo sistema); • nereikalingas kitų daugiabučio pastato gyventojų sutikimas. 	<ul style="list-style-type: none"> • padidėja šilumos poreikis šviežiam lauko orui pašildyti; • sudėtinga patenkančio ir ištraukiamo oro kiekio kontrolė, todėl gyvenamosiose patalpose neįmanoma užtikrinti norminės oro apykaitos; • neužtikrinamos akivaizdžiai mažesnės pastato šilumos sąnaudos; • esant minusinėms lauko oro temperatūroms, gali užšalti sklendės orlaidėse.

Pagrindinės natūralios organizuotos vėdinimo sistemos projektavimo ir montavimo klaidos:

- kompleksškai nenumatomas senų natūralaus vėdinimo šachtų valymas, o jų neišvalius, natūrali organizuota vėdinimo sistema nebus efektyvi;
- neįvertinami dėl padidėjusios oro kaitos patiriami papildomi šilumos nuostoliai vėdinant ir šiems nuostoliams padengti papildomai reikalinga projekte numatyta šildymo prietaisų galia;
- sieninės orlaidės montavimas toli nuo radiatoriaus ar kitoje patalpos išorinėje sienoje, prie kurios nėra jokio nuolatinio patalpos šildymo prietaiso. Tokiu atveju patalpoje jaučiamas šalto lauko oro pūtimas į patalpą (atsiranda skersvėjo rizika), nes per orlaidę patekęs oras šildomas patalpos darbo zonoje, o ne nuo radiatoriaus kylančios šilto oro konvekcinės srovės.

4.2. Hibridinė vėdinimo sistema

Hibridinė vėdinimo sistema veikia šviežio lauko orui organizuotai patenkant į patalpas per languose įrengtas orlaides ir jį organizuotai mechaniniu būdu ištraukiant iš buto sanitarinių mazgų kelių tipų oro šalinimo ventiliatorių pagalba. Esant šiai vėdinimo sistemai, languose arba išorinėse pastatų sienose, panašiai kaip ir natūralios organizuotos vėdinimo sistemos atveju, įrengiamos automatinės orlaidės, kurios atsidaro įjungus oro šalinimo ventiliatorių ir patalpose sukūrus viršslėgį. Automatinių orlaidžių skaičius gyvenamojoje patalpoje parenkamas pagal plotą ir patalpos paskirtį - 1 orlaidė skirta apytiksliai 20 m² ploto patalpai (maksimalus per tokio tipo orlaidę pratekančio oro srautas yra apie 35 m³/h esant 10 Pa slėgių skirtumui). Hibridinės vėdinimo sistemos veikimo principas daugiabučio pastato pjūvyje pateiktas 2 pav.



2 pav. Hibridinės vėdinimo sistemos veikimo principas daugiabučio pastato pjūvyje

Privalumai	Trūkumai
<ul style="list-style-type: none"> • nereikalauja didelių pradinė investicijų; • nedideli priežiūros kaštai; • užtikrinama norminė oro apykaita gyvenamosiose patalpose; • nesudėtingas montavimas, reguliavimas ir valdymas (naudojant ašinius buitinius oro šalinimo ventiliatorius); • nereikalingas kitų daugiabučio pastato gyventojų sutikimas (naudojant ašinius buitinius oro šalinimo ventiliatorius). 	<ul style="list-style-type: none"> • didesnis šilumos poreikis šviežiam lauko orui pašildyti; • neužtikrinamos akivaizdžiai mažesnės pastato šildymo sąnaudos.

Pagrindinės hibridinės vėdinimo sistemos projektavimo ir montavimo klaidos panašios į klaidas, daromas montuojant natūralias organizuotas vėdinimo sistemas:

- kompleksiskai nenumatomas senų natūralaus vėdinimo šachtų valymas, o jų neišvalius, natūrali organizuota vėdinimo sistema nebus efektyvi;

- neįvertinami dėl padidėjusios oro kaitos patiriami papildomi šilumos nuostoliai vėdinant ir šiems nuostoliams padengti papildomai reikalinga projekte numatyta šildymo prietaisų galia;
- sieninės orlaidės montavimas toli nuo radiatoriaus ar kitoje patalpos išorinėje sienoje, prie kurios nėra jokio nuolatinio patalpos šildymo prietaiso. Tokiu atveju patalpoje jaučiamas šalto lauko oro pūtimas į patalpą, nes per orlaidę patekęs oras šildomas patalpos darbo zonoje

4.3. Su vandeniniais radiatoriais kombinuojama hibridinė vėdinimo sistema

Su vandeniniais radiatoriais kombinuojamos hibridinės vėdinimo sistemos veikimo principas labai panašus į paprastos hibridinės vėdinimo sistemos (2 pav.), tačiau šiuo atveju oras į patalpas patenka ne per languose įmontuotas orlaides, o per išorinėje pastato sienoje esantį 100 mm skersmens kanalą su vėdinimo grotelėmis. Ši sistema nuo paprastos vėdinimo sistemos skiriasi tuo, kad šviežias lauko oras iš sienoje esančio kanalo patenka tiesiai į vandeninio radiatoriaus apačioje esančią filtravimo kamerą, o tada perfiltruotas oras prateka per radiatorių, kur yra pašildomas. Užterštas patalpų oras ištraukiamas taip pat, kaip ir paprastos hibridinės vėdinimo sistemos atveju - iš virtuvės ar sanitarinių patalpų įvairių tipų mechaninių ventiliatorių pagalba. Su vandeniniais radiatoriais kombinuojama hibridinė vėdinimo sistema pateikta 3 pav.



3 pav. Su vandeniniais radiatoriais kombinuojama hibridinė vėdinimo sistema

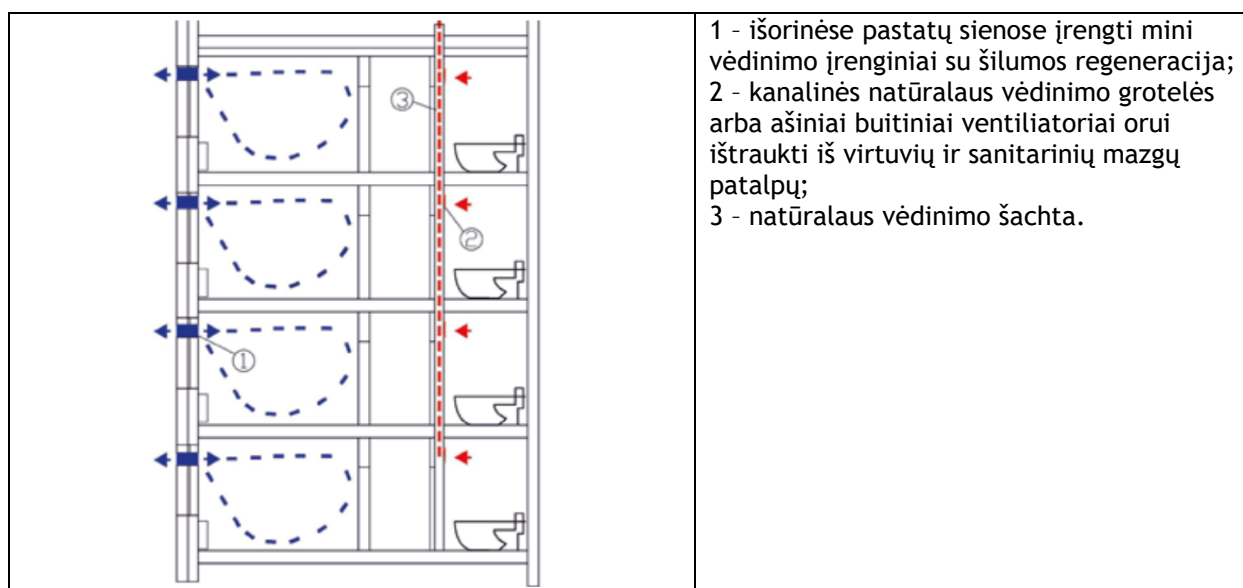
Privalumai	Trūkumai
<ul style="list-style-type: none"> • gali būti komplektuojama su aukštos klasės oro valymo filtrais; • į patalpas tiekiamas šviežias lauko oras prateka tiesiogiai per radiatorių, todėl iš karto pašildomas; • užtikrinama norminė oro apykaita gyvenamosiose patalpose; • nesudėtingas montavimas, reguliavimas ir valdymas (naudojant ašinius buitinius oro šalinimo ventiliatorius); • nereikalingas kitų daugiabučio pastato gyventojų sutikimas (naudojant ašinius buitinius oro šalinimo ventiliatorius). 	<ul style="list-style-type: none"> • skirta naudoti tik pastatuose, kuriuose įrengta vandeninė radiatorinė šildymo sistema; • neveikia išjungus mechaninį oro šalinimo ventiliatorių (nesant viršslėgio); • orlaidė suderinama ne su visų tipų ir skirtingų gamintojų vandeniniais radiatoriais; • dėl per mažo oro imamosios angos aukščio nuo žemės paviršiaus ne visada pritaikoma pirmo aukšto daugiabučių pastatų butuose; • padidėja šilumos poreikis šviežiam lauko orui pašildyti; • neįtikrinamos akivaizdžiai mažesnės pastato šildymo sąnaudos.

Pagrindinės su vandeniniais radiatoriais kombinuojamos hibridinės vėdinimo sistemos projektavimo ir montavimo klaidos:

- kompleksiškai nenumatomas senų natūralaus vėdinimo šachtų valymas, o jų neišvalius, natūrali organizuota vėdinimo sistema nebus efektyvi;
- neįvertinami dėl padidėjusios oro kaitos patiriami papildomi šilumos nuostoliai vėdinant ir šiems nuostoliams padengti papildomai reikalinga projekte numatyta šildymo prietaisų galia;
- pirmo aukšto daugiabučių pastatų butuose po vandeniniais radiatoriais įrengiami lauko oro paėmimo kanalai gali neatitikti reglamente nurodytų minimalių aukščių nuo žemės paviršiaus, kurie skirtingais atvejais svyruoja nuo 1 iki 2 m.

4.4. Decentralizuota mechaninė vėdinimo sistema su šilumos regeneracija

Decentralizuota mechaninė vėdinimo sistema - tai sieninių mini vėdinimo įrenginių sistema su šilumos regeneracija. Vienas toks įrenginys skirtas vienai patalpai vėdinti. Tarkime, jei daugiabučio pastato bute yra 2 patalpos, kurias reikia vėdinti, joms aptarnauti taip pat bus reikalingi 2 tokie įrenginiai. Šie regeneraciniai vėdinimo įrenginiai veikia dviem ciklais: vykstant pirmajam, panaudotas šiltas oras šalinamas iš patalpos per keraminį šilumokaitį, kurį tas šalinamas oras šildo; vykstant antrajam, iš lauko paimtas šviežias grynas oras prateka per tą patį keraminį šilumokaitį, nuo kurio sušyla, tuomet sušilęs oras tiekiamas į patalpą. Šilumokaičio temperatūrai nukritus, ventiliatorius įjungia ištraukimo režimą ir ciklas atnaujinamas. Paprastai ventiliatorius oro tiekimo arba ištraukimo režimą keičia kas 60 sekundžių. Sieninis vėdinimo įrenginys montuojamas į patalpų išorines sienas, todėl gyvenamosiose patalpose neužima papildomos vietos, o kad ši decentralizuota vėdinimo sistema veiktų, ortakiai nereikalingi. Sieninių mini vėdinimo įrenginių su šilumos regeneracija veikimo principas daugiabučio pastato pjūvyje pateiktas 4 pav.



4 pav. Sieninių mini vėdinimo įrenginių su šilumos regeneracija veikimo principas daugiabučio pastato pjūvyje

Privalumai	Trūkumai
<ul style="list-style-type: none"> • užtikrinama norminė oro apykaita gyvenamosiose patalpose; • vėdinimo įrenginys turi oro valymo filtrą; • nesudėtingas montavimas; • kad veiktų, nereikalingi ortakiai; • veikiantis įrenginys suvartoja nedaug elektros energijos. 	<ul style="list-style-type: none"> • reikia sąlyginiai nemažų pradinių investicijų (įrenginių skaičius bute priklauso nuo jame esančio kambarių skaičiaus); • atsiranda papildomi šiluminiai tilteliai, pastato išorinėse sienose išgręžus angas; • įrenginio automatinės žaliuzės nepasižymi geru sandarumu ir šilumos izoliacija; • vėdinimo įrenginys montuojamas tuose pačiuose kambariuose, kuriuos aptarnauja, dėl to girdimas vėdinimo įrenginio ventiliatoriaus skleidžiamas triukšmas; • sistema leidžia pasiekti šiek tiek mažesnes pastato šilumos sąnaudas, nei įdiegus vėdinimo sistemas be jokios šilumos regeneracijos ar rekuperacijos, tačiau to nepakanka norint pasiekti A arba aukštesnę pastato energinio naudingumo klasę; • paprastai gamintojų deklaruojamas aukštas, net iki 90 proc. temperatūrinio naudingumo koeficientas įrenginio veikimo ciklo metu staigiai mažėja; • galimas kondensato susidarymas ir lašėjimas ant pastato sienos esant tam tikroms aplinkos sąlygoms.

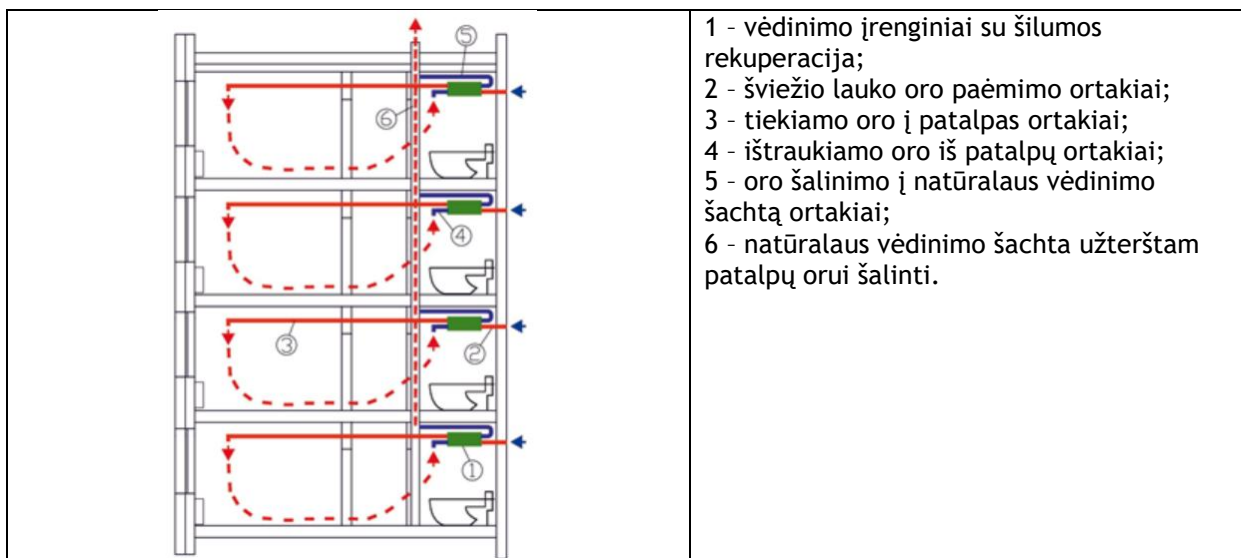
Pagrindinės decentralizuotų mechaninių vėdinimo sistemų su sieniniais mini vėdinimo įrenginiais projektavimo ir montavimo klaidos:

- neįvertinami dėl vėdinimo patiriami papildomi šilumos nuostoliai ir šiems nuostoliams padengti papildomai reikalinga projekte numatyta šildymo prietaisų galia;
- netinkamai užsandarinamas tarpas tarp pastato išorinėje sienoje esančios angos ir vėdinimo įrenginio.

4.5. Decentralizuota mechaninė vėdinimo sistema su šilumos rekuperacija

Decentralizuota mechaninė vėdinimo sistema su šilumos rekuperacija įrengiama kiekvienam daugiabučio pastato butui atskirai, t. y. vienam butui statomas vienas visas buto patalpas aptarnaujantis buitinis vėdinimo įrenginys su šilumos rekuperacija. Šios decentralizuotos mechaninės vėdinimo sistemos veikimo principas toks: šviežias lauko oras paimamas per išorinėje pastato sienoje įrengtas oro paėmimo groteles ir pašildomas vėdinimo įrenginio šilumokaityje iš ištraukiamo patalpos oro srauto atgauta šiluma. Kiek pašildytas šviežias oras prateka per įrenginyje įmontuotą šildytuvą ir, pašildytas iki reikiamos temperatūros, ortakių pagalba tiekiamas į aptarnaujamas patalpas. Ištraukiamas iš patalpų užterštas oras, pratekęs šilumokaitį ir atidavęs savo šilumą tiekiam orui, šalinamas į bendrą daugiabučio pastato vėdinimo šachtą arba tiesiai per išorinę pastato sieną. Visą decentralizuotą mechaninę vėdinimo sistemą sudaro oro tiekimo ir ištraukimo groteles bei difuzoriai, ortakiai ir jų fasoninės dalys, oro srautų reguliavimo armatūra, triukšmo slopintuvai ir svarbiausias sistemos elementas - vėdinimo įrenginys su šilumos rekuperacija. Principinis decentralizuotos

mechaninės vėdinimo sistemos su šilumos rekuperacija veikimo principas daugiabučio pastato pjūvyje pateiktas 5 pav.



5 pav. Decentralizuotos mechaninės vėdinimo sistemos su šilumos rekuperacija veikimo principas daugiabučio pastato pjūvyje

Privalumai	Trūkumai
<ul style="list-style-type: none"> • užtikrinami norminiai į patalpas tiekiamo šviežio ir iš jų šalinamo užteršto oro kiekiai; • lengvas sistemos valdymas; • itin sumažinamas šilumos poreikis šviežiam lauko orui šildyti, todėl sistema tinkama norint pasiekti A arba aukštesnę pastato energinio efektyvumo klasę; • galimas tiekiamo į patalpas šviežio lauko oro temperatūros reguliavimas; • į patalpas tiekiamas lauko oras valomas nuo dulkių, žiedadulkių ir kitų kietųjų dalelių; • nereikalingas kitų daugiabučio pastato gyventojų sutikimas. 	<ul style="list-style-type: none"> • reikalingos didelės pradinės investicijos; • dėl patalpų aukščio ir vietos trūkumo sudėtingesnis sistemos montavimas ekonominės klasės daugiabučių pastatų butuose; • atsiranda nauja inžinerinė sistema, kuriai reikia aptarnavimo ir priežiūros.

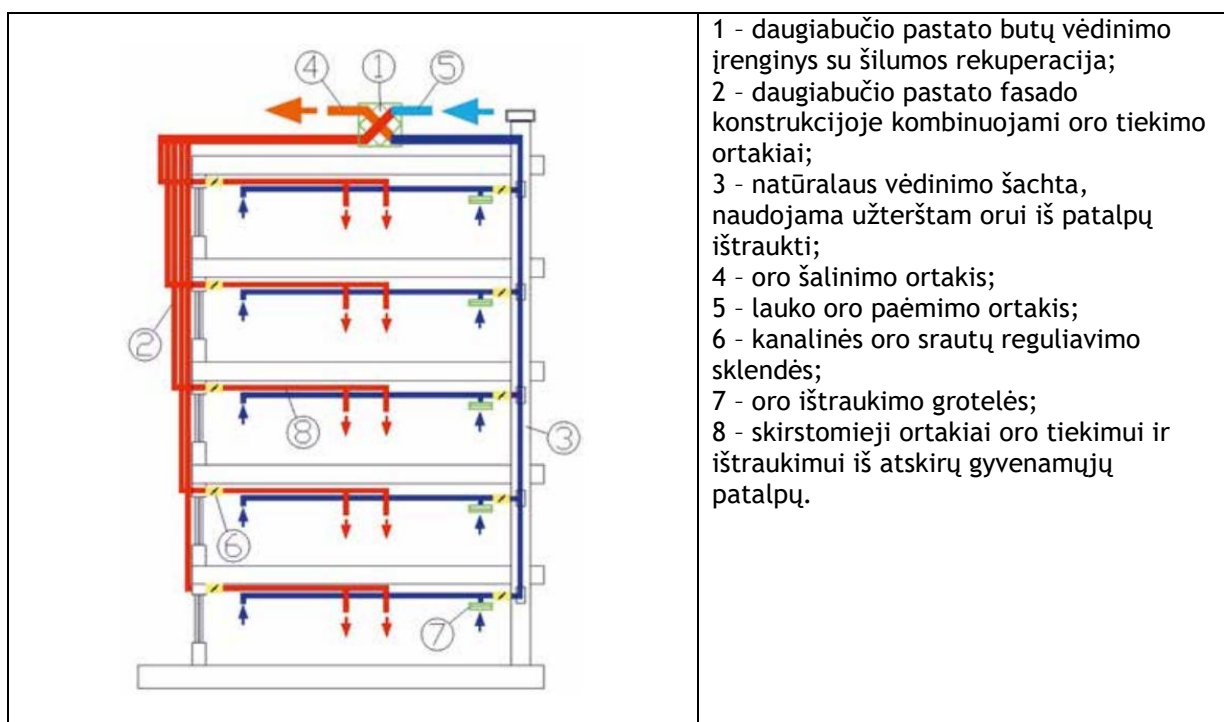
Pagrindinės decentralizuotos mechaninės vėdinimo sistemos su šilumos rekuperacija projektavimo ir montavimo klaidos:

- vėdinimo įrenginių montavimas daugiabučių pastatų butų gyvenamosiose patalpose, kuriose žmonės nuolat leidžia laiką, nes per korpusą skleidžiamas jų triukšmas gali trukdyti dirbti ir ilsėtis;
- neteisingas kondensato nuvedimo vamzdyno įrengimas (nesilaikant minimalių nuolydžių) nuo plokštelines šilumokaičius turinčių vėdinimo įrenginių iki buitinių nuotekų stovų;
- nepakankamo dydžio ortakių ir kitų mechaninės vėdinimo sistemos elementų parinkimas. Tokie elementai mažina visos vėdinimo sistemos veikimo patikimumą, efektyvumą ir didina triukšmo lygį;
- Neizoliuojami ortakiai, jungiantys vėdinimo įrenginius ir lauko oro paėmimo bei šalinimo groteles;
- netinkamai užsandinamas tarpas tarp pastato išorinėje sienoje esančių angų, skirtų lauko orui paimti ir šalinti;

- nepakankamai efektyvių triukšmo slopinimo priemonių parinkimas vėdinimo įrenginių skleidžiamam triukšmui slopinti. Renkant triukšmo slopintuvus nesivadovaujama gamintojų rekomendacijomis, skaičiavimų metodikomis ir sukurtomis parinkimo programomis;
- vidaus apdailos įrengimas nepaliekant prieigos, reikalingos vėdinimo įrenginiui aptarnauti jį eksploatuojant;
- neatliekamas įrengtų vėdinimo sistemų tiekiamų ir ištraukiamų oro srautų balansavimas. Neužtikrinama norminė oro apykaita visose aptarnaujamose patalpose.

4.6. Centralizuota mechaninė vėdinimo sistema su šilumos rekuperacija

Pagrindinis centralizuotos mechaninės vėdinimo sistemos skirtumas nuo decentralizuotos tas, kad vėdinimo įrenginys montuojamas ne kiekvienam daugiabučio pastato butui atskirai, o įrengiamas vienas bendras įrenginys visam pastatui ar atskirai jo daliai aptarnauti. Modernizuojant daugiabučius gyvenamuosius pastatus ir juose diegiant centralizuotas mechanines vėdinimo sistemas su šilumos rekuperacija, vėdinimo įrenginiai dažniausiai montuojami ant daugiabučių pastatų stogų arba rūsiuose. Principinė tokios centralizuotos vėdinimo sistemos su šilumos rekuperacija veikimo schema pastato pjūvyje pateikta 6 pav.



6 pav. Centralizuotos mechaninės vėdinimo sistemos su šilumos rekuperacija veikimo principas daugiabučio pastato pjūvyje

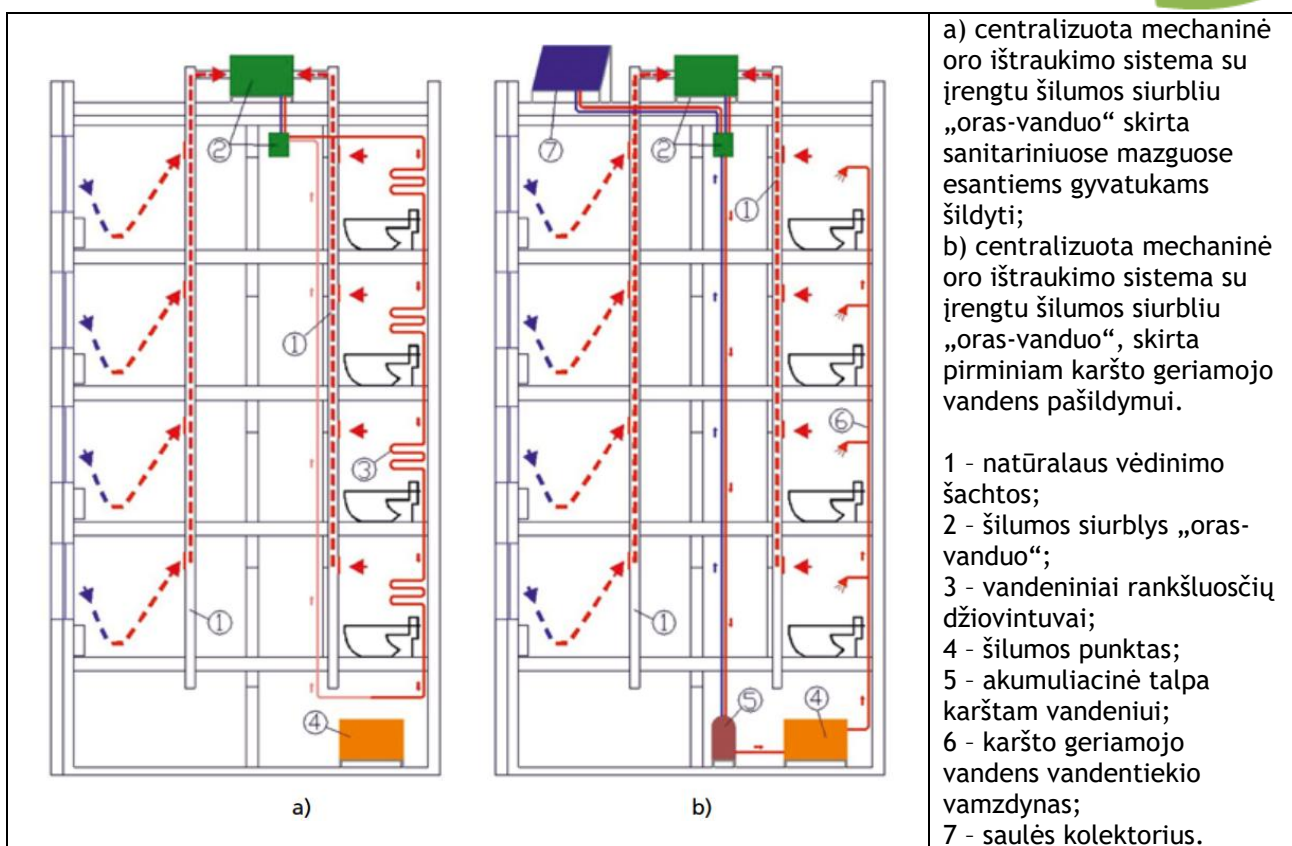
Privalumai	Trūkumai
<ul style="list-style-type: none"> • užtikrinami norminiai į patalpas tiekiamo šviežio ir iš jų šalinamo užteršto oro kiekiai; • sumažinamas šilumos poreikis šviežiam lauko orui šildyti, todėl sistema tinkama norint pasiekti A arba aukštesnę pastato energinio efektyvumo klasę; • į patalpas tiekiamas lauko oras valomas nuo dulkių, žiedadulkių ir kitų kietųjų dalelių. 	<ul style="list-style-type: none"> • reikalingos nemažos pradinės investicijos; • didelis daugiabučių pastatų aukštingumas sudaro techninių problemų ilgiems ortakiams įrengti. Be numatytų techninių aukštų, pastatams, didesniems nei 5 aukštų, ši sistema tampa techniškai sudėtinga net ir iškeliant ortakius už išorinių atitvarų; • santykinai mažos oro srautų kontroliavimo ir tiekiamo oro temperatūros reguliavimo galimybės; • nėra individualios vartojamos energijos reguliavimo ir apskaitos galimybės; • reikalingas praktiškai visų daugiabučio namo gyventojų sutikimas; • atsiranda nauja inžinerinė sistema, kurią reikia aptarnauti ir prižiūrėti.

Pagrindinės centralizuotos mechaninės vėdinimo sistemos su šilumos rekuperacija projektavimo ir montavimo klaidos:

- kompleksiskai nenumatomas senų natūralaus vėdinimo šachtų valymas, o jų neišvalius, sistema nebus efektyvi ir greitai užters vėdinimo įrenginio oro filtrus;
- daugiabučio pastato išorėje montuojami ortakiai apšiltinami nepakankamo storio šilumos izoliacijos sluoksniu;
- nepakankamai efektyvių triukšmo slopinimo priemonių parinkimas vėdinimo įrenginių skleidžiamam triukšmui slopinti. Renkant triukšmo slopintuvus nesivadovaujama gamintojų rekomendacijomis, skaičiavimų metodikomis ir sukurtomis parinkimo programomis;
- neatliekamas įrengtų vėdinimo sistemų tiekiamų ir ištraukiamų oro srautų balansavimas. Neužtikrinama norminė oro apykaita visose aptarnaujamose patalpose;
- vėdinimo įrenginius montuojant pastatų rūsiuose ar ant stogų, nenaudojamos antivibracinės pagalvės. Vėdinimo įrenginiams veikiant atsiradusios vibracijos gali sklirti pastatų konstrukcijomis į gyvenamąsias patalpas.

4.7. Centralizuota mechaninė oro ištraukimo sistema su šilumos siurbliu „oras-vanduo“

Centralizuotos mechaninės oro ištraukimo sistemos su įrengtu šilumos siurbliu „oras-vanduo“ veikimo principas toks: oras iš daugiabučių pastatų patalpų mechaniškai ištraukiamas per jau įrengtas natūralaus vėdinimo šachtas. Šilumą, gautą su ištraukiamu patalpų oru, šilumos siurblys paverčia šiluma, kuri gali būti naudojama šildyti daugiabučio pastato sanitariniuose mazguose esantiems gyvatukams šildyti, grindims (dažniau naujos statybos daugiabučiuose pastatuose) arba ruošti karštam vandeniui. Tokio tipo vėdinimo sistemų principinės veikimo schemas pateiktos 7 pav.



7 pav. Centralizuotos mechaninės oro ištraukimo sistemos su įrengtu šilumos siurbliu „oras-vanduo“ veikimo principas daugiabučio pastato pjūvyje

Privalumai	Trūkumai
<ul style="list-style-type: none"> • mažesnės bendros namo išlaidos už šildymą; • mažesnės išlaidos už karšto vandens ruošimą; • norint efektyviau paruošti karštą vandenį, sistemą galima derinti su vakuuminiais saulės kolektoriais; • oras iš daugiabučių pastatų butų ištraukiamas mechaniniu būdu, todėl gyvenamosiose patalpose pagerėja oro apykaita; • nesudėtingas montavimas. 	<ul style="list-style-type: none"> • reikalingos nemažos pradinės investicijos; • mažos oro srautų kontroliavimo ir reguliavimo galimybės; • reikalingas daugumos daugiabučio namo gyventojų sutikimas; • atsiranda nauja inžinerinė sistema, kurią reikia aptarnauti ir prižiūrėti.

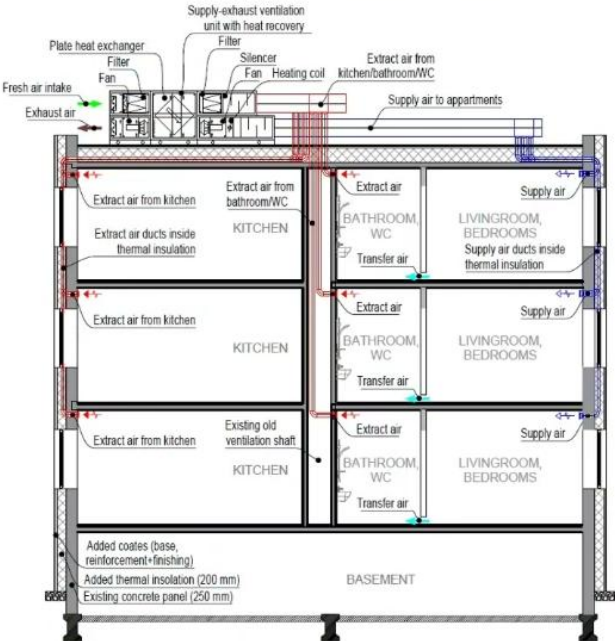
Pagrindinės centralizuotos mechaninės oro ištraukimo sistemos su įrengtu šilumos siurbliu „oras-vanduo“ projektavimo ir montavimo klaidos:

- kompleksiskai nenumatomas senų natūralaus vėdinimo šachčių valymas, o jų neišvalius, sistema nebus tokia efektyvi;
- šilumos siurblius montuojant pastatų pastogėse arba ant jų stogų, nenaudojamos antivibracinės pagalvės. Šilumos siurbliams veikiant atsiradusios vibracijos pastatų konstrukcijomis gali sklirti į gyvenamąsias patalpas;
- neatliekamas įrengtų vėdinimo sistemų ištraukiamų oro srautų balansavimas.

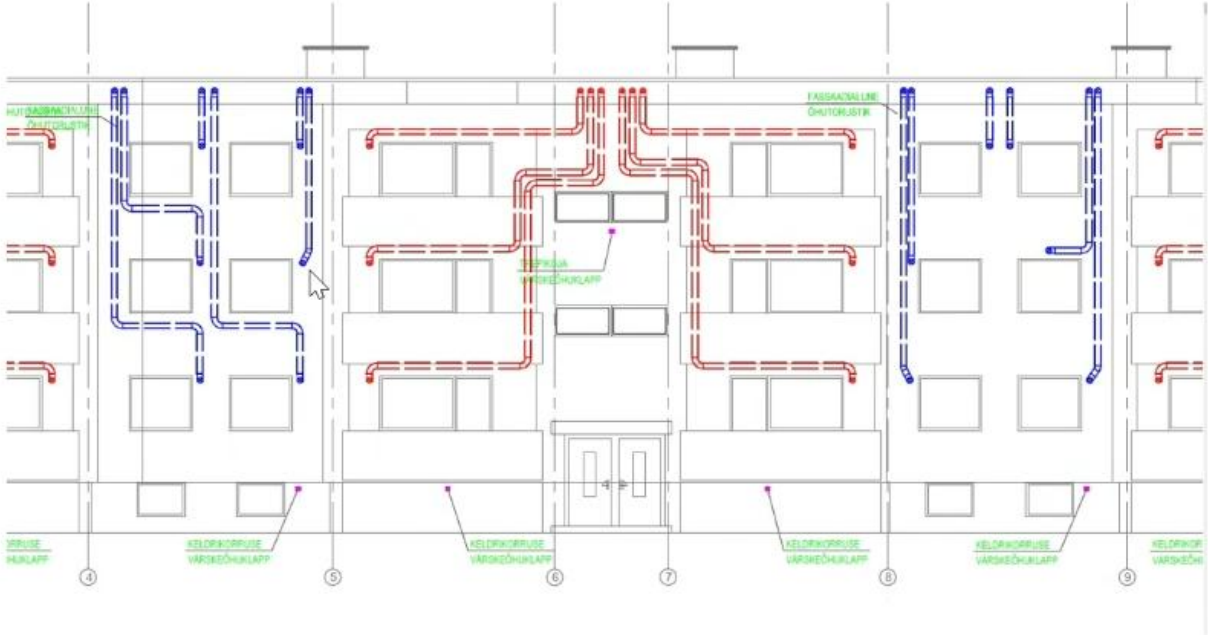
5. Vėdinimo sistemų galimi techniniai sprendiniai



Basic solution of renovation



8 pav. Pagrindiniai (baziniai) vėdinimo sistemos sprendiniai



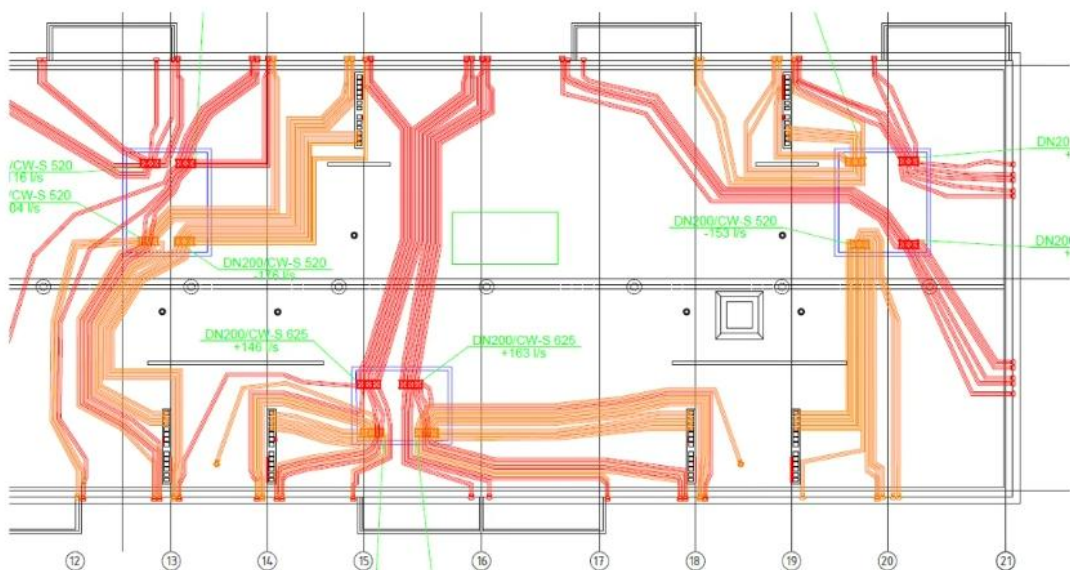
9 pav. Grafinis fasadinės sienos su vėdinimo ortakiais vaizdavimas



10 pav. Plokščias, elastingas vėdinimo ortakis tvirtinamas ant fasado, po šiltinimo sluoksniu



11 pav. Vėdinimo sistemos instaliavimas



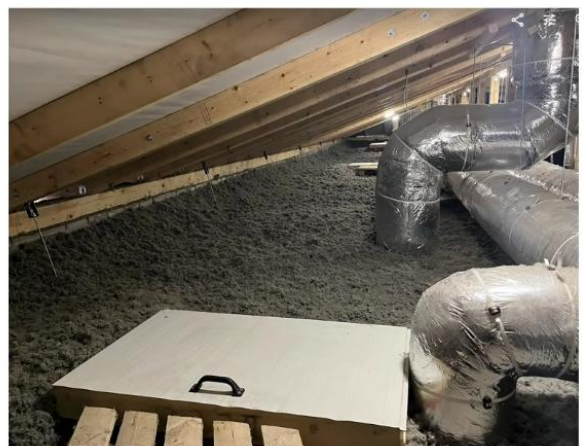
12 pav. Grafinis stogo su vėdinimo ortakiais vaizdavimas



13 pav. Vėdinimo vamzdynai ant plokščio stogo



14 pav. Rekuperatoriai ant plokščio stogo



15 pav. Vėdinimo vamzdynai pastogėje



18 pav. Vėdinimo vamzdynai sienoje, šiltinimo sluoksnyje