

energie

**Вентилюйте приміщення правильно з
комфортними системами вентиляції**

Високий комфорт - Захист клімату - Збереження коштів

В співпраці з:

Bayerische Architektenkammer



Bayerische Architektenkammer mit der Beratungsstelle
Energieeffizienz und Nachhaltigkeit
Internet: www.byak-ben.de
E-Mail: ben@byak.de
Telefon: 089 139880-88



Bayerische Ingenieurekammer-Bau mit Online-Expertensuche
Internet: www.bayika.de
E-Mail: info@bayika.de
Telefon: 089 419434-0



Bayerische Energieagenturen e. V. mit unabhängiger Beratung
Internet: www.energieagenturen.bayern
E-Mail: info@energieagenturen.bayern
Telefon: 089 21546504



Bayerischer Bauindustrieverband
Internet: www.bauindustrie-bayern.de
Bildungsangebot: www.bauindustrie-bayern.de/bildung
E-Mail: info@bauindustrie-bayern.de
Telefon: 089 235003-0

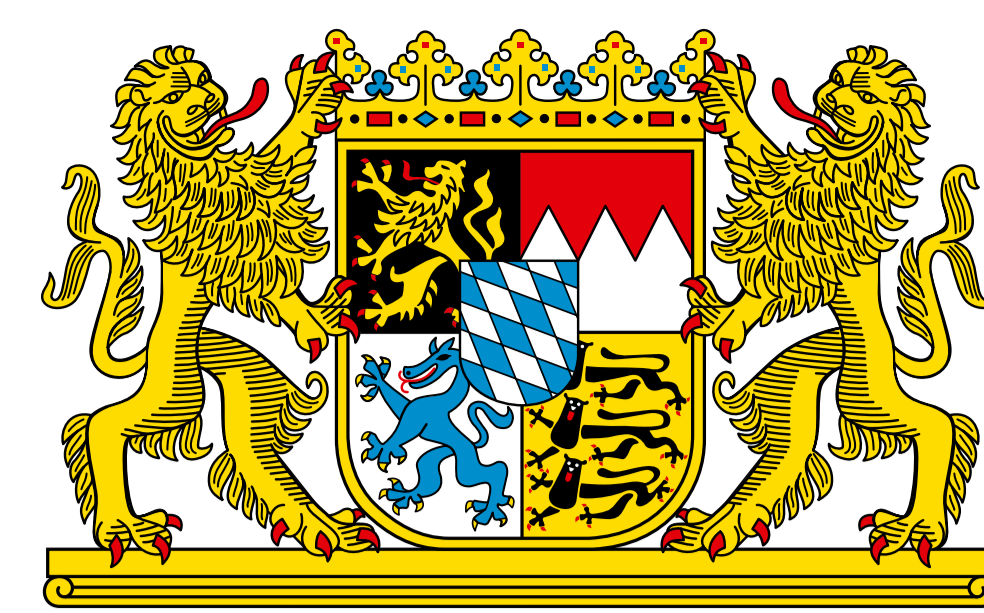


**Fachverband
Sanitär-, Heizungs-
und Klimatechnik
Bayern**

Fachverband Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik Bayern
Internet: www.haustechnikbayern.de

Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Energie und Technologie

Bayerisches Landesamt für
Umwelt



Вентилуйте приміщення правильно з комфортними системами вентиляції

Високий комфорт - Захист клімату - Збереження коштів

Про проект:

Вентилуйте приміщення правильно з комфортними системами вентиляції

Видавництво:

Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Energie und Technologie
Prinzregentenstraße 28
80538 München
Tel.: 089 2162-0
Fax: 089 2162-2760
E-Mail: info@stmwi.bayern.de
Internet: www.stmwi.bayern.de

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Tel.: 0821 9071-0
Fax: 0821 9071-5556
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: www.lfu.bayern.de

Текст:

Dr. Burkhard Schulze Darup, Sundgauer Straße 54, 14169 Berlin

Редактори:

LfU, Oekoenergie-Institut Bayern, Alexandra Frisch, Stefan Kreidenweis
Referat 12, Anna Hofmann

Графіка:

Dr. Burkhard Schulze Darup überarbeitet von LfU, Ref. 13

Ілюстрації:

LfU, Referat 13

Фото:

Сторінка 44

Друк:

LOUIS HOFMANN, Druck- und Verlagshaus GmbH & Co. KG, 96242 Sonnefeld

Надруковано на 100% переробленому папері

Видання:

1. Тираж лютий 2018, 2000 примірників
2. повторний тираж серпень 2018, 8000 примірників

Станом на: серпень 2018

Робота захищена авторським правом. Всі права захищені. Публікація здійснюється безкоштовно, забороняється будь-який перепродаж. Вміст було зібрано з великою обережністю. Тим не менш, повної гарантії на правильність і повноту інформації не надається. Ми не несемо відповідальності за вміст зовнішніх Інтернет-посилань.

Ця публікація опублікована безкоштовно, як частина роботи по зв'язку з громадськістю уряду Баварії. Вона не може бути використана сторонами або учасниками передвиборної агітації або виборцями для цілей виборчої кампанії протягом п'яти місяців до виборів. Це стосується парламентських, муніципальних та європейських виборів. Зокрема, розповсюдження на виборчих заходах, на інформаційних стендах сторін, друк і нанесення інформаційних або рекламних матеріалів є недопустимими протягом цього часу. Також заборонено використання третіми особами з метою проведення передвиборної реклами. Навіть без посилання на майбутні вибори, брошура не повинна використовуватися у спосіб, який можна розуміти як прихильність державної влади на користь окремих політичних груп. Сторонам дозволено використовувати публікацію для інформування своїх членів. Під час публічного використання всього довідника чи його окремих частин - обов'язково вказувати вказати джерело та давати посилання на нього.



BAVARIA | DIREKT - пряма лінія уряду Баварії. Ви можете отримати інформаційні матеріали та брошури, інформацію про актуальні теми та інтернет-посилання, а також інформацію про органи влади, компетентні органи та контактні дані осіб в уряді Баварії за телефоном 089 122220 або електронною поштою direkt@bayern.de.

Зміст

1 Комфортна система вентиляції	4
Якість повітря в приміщенні	5
Шумо- та звукоізоляція	7
Гігієна та здоров'я під час роботи системи вентиляції	8
Провітрювання через вікна чи комфортна вентиляція?	8
2 Вентиляційні технології	10
Огляд систем вентиляції для одnorodинних будинків	10
Огляд систем вентиляції для багатоквартирних будинків	11
Принципова структура вентиляційних систем	12
3 Методологія порівняння витрат і енергоспоживання	14
4 Системні рішення для одnorodинного будинку	16
Витяжна система	16
Центральна с-ма подачі / відведення повітря з рекуперацією-комфортна вентиляція	18
Комфортна вентиляція - варіанти оптимізації	20
Припливно-витяжна система з рекуперацією тепла - децентралізовані рішення	22
5 Рішення для багатоквартирних будинків	24
Центральна вентиляційна система для багатоквартирних будинків	24
Децентралізовані вентиляційні системи для багатоквартирних будинків	26
6 Компоненти комфортних систем вентиляції	29
1) Зовнішні елементи забору повітря	29
2) Захист від замерзання та ґрунтовий теплообмінник	29
3) Вентиляційна установка з рекуперацією тепла	30
4) Фільтр	31
5) Шумоглушники	31
6) Системи розподілу повітря (повітропроводи)	31
7) Елементи подачі повітря	32
8) Перетічні елементи	33
9) Елементи відведення повітря	33
10) Система відведення повітря	33
11) Викидний елемент	33
7 Контрольний список планування і будівництва	34
8 Технічне обслуговування та експлуатація	36
9 Підбір та проектування	38
10 Протипожежний захист для систем вентиляції	41
Інша інформація в інтернеті / використана література / використані зображення	43/44



1 Комфортна система вентиляції

Вентиляція є необхідною умовою для забезпечення високої якості повітря в приміщенні.

Більшість людей проводять від 80 до 90% свого часу всередині приміщень. Постійна робота припливно-витяжної вентиляції забезпечує високу якість повітря, завдяки подачі свіжого повітря та відведенню надлишкової вологи.

Висока якість повітря в приміщенні є одним з ключових факторів, що суттєво впливають на стан нашого здоров'я. Люди вдихають та видихають від 15 до 20 разів на хвилину, кожен раз споживаючи близько 0,5 літра повітря. Таким чином, наші легені щодня перекачують до 15 000 літрів або 15 кубічних метрів повітря, що містить продукти обміну речовин, такі як вуглекислий газ. Для того, щоб компенсувати це забруднення повітря в приміщенні, базово необхідно забезпечити близько 30 кубічних метрів на годину свіжого повітря на людину. Це відповідає повному обміну повітря кожні дві години.

До 1950 року регулярний повітряний обмін майже у всіх будівлях здійснювався завдяки наявним димовим та вентиляційним каналам. Необхідне для горіння печей та камінів повітря проходило через нещільні вікна, двері та огорожуючі конструкції, забезпечуючи потрібну вентиляцію. З 1960-х років все частіше почали встановлюватись системи центрального опалення, а після першої енергетичної кризи в 1973 року почали використовуватись герметичні конструкції вікон та дверей. У той же час, все більше меблів, виготовлених з матеріалів, що містять забруднюючі речовини, заповнювали наші житлові приміщення. Таким чином, протягом декількох років, відбулося інтенсивне забруднення повітря в наших домівках. І першочергово, в цій ситуації потрібно було розв'язати протиріччя між подачею повітря в приміщення та енергозбереженням.

Вентиляції через вікна недостатньо.

Практика показує, що більшість користувачів не здійснюють регулярне провітрювання приміщень, шляхом відкривання вікон. В результаті, наприклад, при підвищеній вологості може утворюватись цвіль. У будівлях з вентиляційними системами цього можна уникнути, оскільки вентустановки подають свіже повітря і відводять вологе відпрацьоване повітря. Такі рішення називають комфортними системами вентиляції, якщо вони забезпечують додатковий комфорт з рекуперацією тепла, гарантуючи низькі енергетичні витрати.

Якість повітря в приміщенні

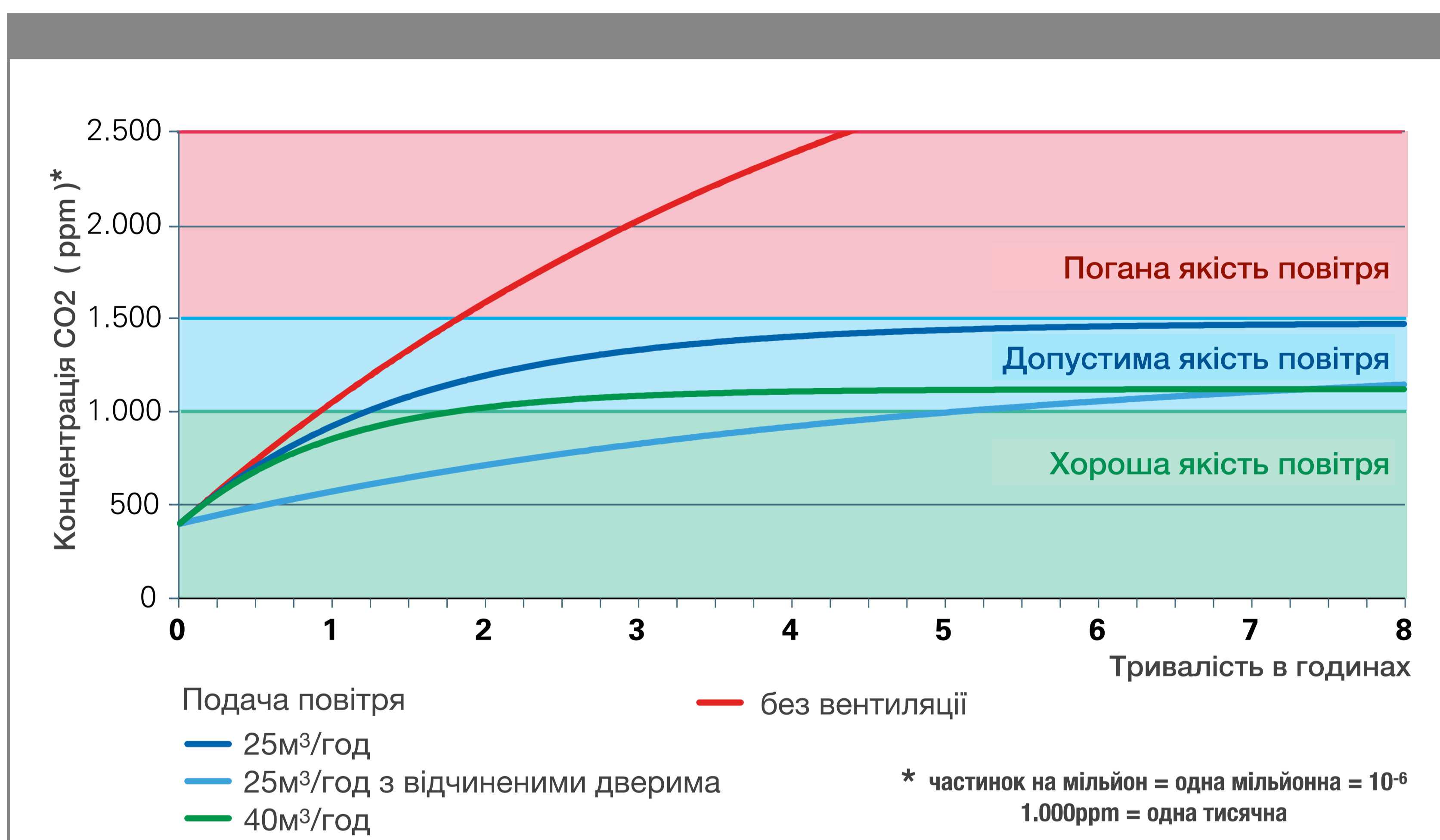
На якість повітря в приміщенні впливають декілька аспектів. Головну роль тут відіграють вуглекислий газ, забруднюючі речовини з будівельних матеріалів, меблів та вологість повітря. Аналогічно, діяльність мешканців, мікроорганізми та пил збільшують рівень забруднення повітря в приміщенні. Нижче коротко описані найважливіші вимоги до параметрів повітря.

Концентрація двоокису вуглецю (CO₂)

Більше 150 років тому Макс фон Петтенкофер (1818-1901) визначив основи гігієни повітря в приміщеннях. Він вибрав концентрацію CO₂ у повітрі приміщення в якості орієнтовного оціночного значення, оскільки вуглекислий газ утворюється внаслідок видихання людей, що використовують повітря. Назване на його честь «Значення Петтенкофера» передбачає максимально допустимий рівень забруднення повітря не вище 1000 ppm CO₂. Сучасні стандарти передбачають середнє значення нижче 1000 ppm і максимальний рівень, який не перевищує 1500 ppm. На відкритому повітрі рівень вуглекислого газу близько 400 ppm (еквівалент 0,04% у повітрі).

Для того, щоб гарантувати таку якість повітря в приміщенні, необхідно забезпечити наступний рівень подачі повітря для однієї людини: неважка праця дорослої людини - 30м³, низька активність - близько 25м³, стан спокою - близько 20м³ свіжого повітря на годину.

Допустиме значення для хорошої якості повітря: значення Pettenkofer CO₂ не більше 1000 ppm у повітрі приміщення.



Зміна концентрації CO₂ в спальні, площею 16м², що була попередньо провітрена.

При перебуванні в спальні двох людей та відсутності вентиляції, значення 1500 ppm CO₂ перевищується вже через дві години (червона лінія). Якщо система вентиляції забезпечує подачу свіжого повітря на рівні 40м³/год (зелена лінія), підтримується хороша якість повітря в приміщенні. При повітрообміні 25 м³/год якість повітря посередня (темно-синя лінія). Але у випадку, якщо двері спальні будуть відкриті для сполучення з іншими приміщеннями (наприклад, площею 60 м²) хороша якість повітря в спальні буде підтримуватись до ранку (блакитна лінія).

Порада: Можна контролювати якість повітря в приміщенні за допомогою датчика CO₂.

Будівельні матеріали та вироби з низьким рівнем викидів є необхідною умовою забезпечення хорошої якості повітря в приміщенні.

Свідомий вибір під час купівлі матеріалів та меблів зберігає Ваше здоров'я.

Порада: Побутова хімія та засоби особистої гігієни повинні бути не тільки добре запечатані, але також повинні зберігатися у зонах з відведенням повітря.

Забруднюючі речовини від будівельних матеріалів та виробів

Використання матеріалів з низьким рівнем викидів є важливою передумовою підтримання високої якості повітря в приміщенні. Інформаційна система екологічних будівельних матеріалів WECOBIS та паспорти безпеки будівельних виробів дають можливість об'єктивно оцінити екологічну безпеку матеріалів і зробити оптимальний вибір. Однак, гарантована безпека може бути забезпечена виключно вимірюванням рівня забруднення встановлених бетонних контрукцій або вибором сертифікованої продукції.

При купівлі меблів або предметів інтер'єру також слід віддавати перевагу сертифікованій продукції з низьким рівнем викидів, що допоможе мінімізувати забруднення будівлі. Є чисельні екологічні етикетки та сертифікати, які чітко ідентифікують меблі з низьким рівнем викидів, такі як, наприклад, Blue Angel.

Мікроорганізми та мікроелементи внутрішнього простору

Окрім CO₂, люди, через дихальні шляхи та шкіру, насичують повітря приміщення іншими продуктами метаболізму. Під час приготування їжі та прибирання також відбувається забруднення повітря. Природні мікроорганізми, такі як цвіль, інтенсивно розвиваються в органічних відходах, у ґрунті кімнатних рослин і в інших місцях з високою вологістю. Внутрішній інтер'єр продукує домашній пил і в той же час, ззовні надходять частинки пилу та алергени.

Рівень забруднення повітря може бути значно зменшено завдяки чітко спланованій системі вентиляції. Дослідження, що проводяться компанією Hofmann з 2014 року, показують, що будинки з встановленими системами вентиляції мають значно нижчі рівні забруднюючих речовин і концентрації цвілі, порівняно з аналогічними будівлями, що не обладнані вентустановками.



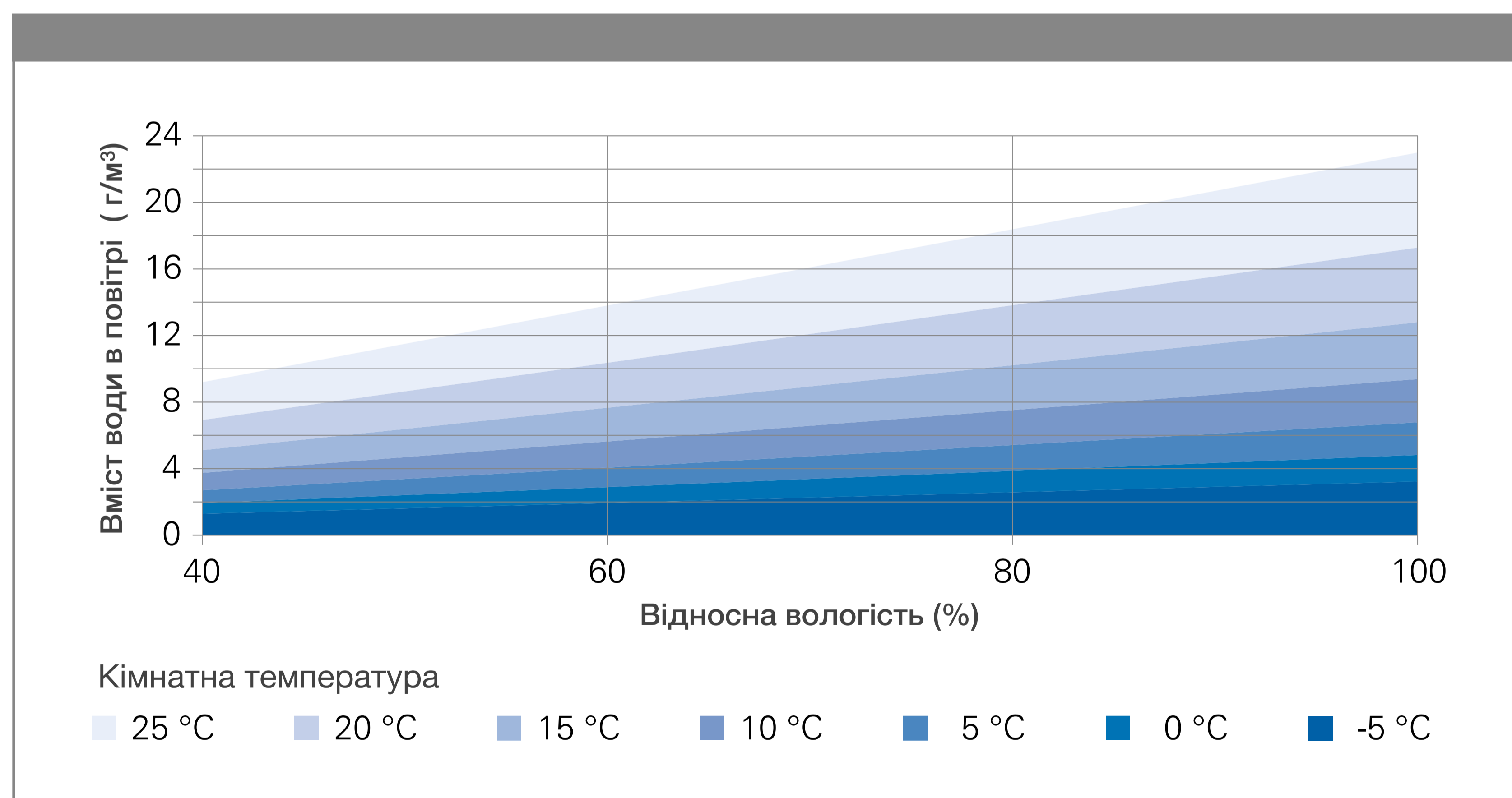
Вологість повітря

Вологість повітря в приміщенні є ще однією важливою характеристикою якості повітря. В домогосподарстві з трьома-чотирма особами щодня продукується від 6 до 10 літрів води. Щоб запобігти надмірній вологості повітря у приміщенні та утворенню конденсату на вікнах та зовнішніх стінах, майже весь цей об'єм води необхідно відводити назовні. Слід пам'ятати, що чим тепліше повітря, тим більше води воно може поглинути.

Взимку, при температурі близько 0°C, зовнішнє повітря з відносною вологістю 40% містить лише одну третину кількості води 20-ти градусного теплого повітря в приміщенні з відносною вологістю 60%. У такому випадку, для відведення описаних вище 10 літрів води на добу достатньо повітряного обміну менше 90 кубічних метрів на годину. Значно більший повітряний обмін призведе до занадто низької відносної вологості повітря в приміщенні. Тому важливо, особливо в холодну пору року, обмежити повітряний обмін.

Таким чином, існує конфлікт інтересів між низьким рівнем забруднення повітря в приміщенні та зниженням CO₂, з одного боку, і сухим повітрям з іншого. Рекомендується зберігати вологість у комфортному та оптимальному для здоров'я діапазоні від 30 до 65% відносної вологості. Занадто вологе повітря сприяє розвитку мікроорганізмів. Кліщі домашнього пилу також розмножуються при високій вологості, але гинуть при відносній вологості нижче 45%. З іншого боку, занадто низька вологість повітря призводить до пересихання слизових оболонок та поширення запахів, а також утворення пилу та електростатичних розрядів.

Порада: Контролюйте вологість за допомогою гігрометра.



Тільки близько трьох відсотків вологи з приміщення виводяться назовні шляхом дифузії пари через зовнішні стіни. Решта води має відводитись примусово!

Вміст води в м³ повітря (г/м³) в залежності від відносної вологості та температури повітря в приміщенні

Шумо- та звукоізоляція

У місцях з високим рівнем зовнішнього шуму важливого значення набуває звукоізоляція. Коли вікна закриті забезпечується висока звукоізоляція, що гарантує комфортне перебування всередині приміщень. Проте при провітрюванні будівлі, шляхом відкривання вікон, шум одразу поширюється всередину. Комфортні системи вентиляції зі звукоізоляцією ідеально підходять для подачі свіжого повітря у житлові приміщення без проникнення зовнішнього шуму.

Системи вентиляції як рішення проблем шумного середовища проживання.

Однак слід зазначити, що вентиляційні системи використовують вентилятори, які також генерують шум. Крім того, на елементах подачі та витягу повітря в приміщеннях може виникнути шум повітряного потоку. Таким чином, при плануванні вентиляції повинні бути мінімізовані як шуми системи, так і передача звуку зовні через систему повітропроводів.

Гігієна та здоров'я під час роботи системи вентиляції

Системи вентиляції гарантують здоровий мікроклімат, якщо вони сплановані правильно.

Часто виникає запитання, чи з'являються проблеми зі здоров'ям при роботі систем вентиляції, наприклад, через мікробне зараження. Звичайно, сама система вентиляції не повинна негативно впливати на користувача. Тому дуже важливим є правильне планування та належне функціонування системи вентиляції. Важливо, щоб матеріали, які контактують з повітрям, такі як повітропроводи та теплообмінники, відповідали всім гігієнічним вимогам. Крім того, потрібно запобігти мікробному забрудненню, що може бути викликане пилом та вологою.

Найважливішим засобом захисту системи є використання повітряних фільтрів. Зокрема, фільтри в зоні забору повітря повинні регулярно очищатися чи замінюватись, щоб запобігти накопиченню бруду та вологи. Постійного догляду потребують ґрунтові повітряні теплообмінники, в яких, особливо влітку, накопичується конденсат.

Дослідження, що проводяться компанією Hofmann з 2014 року, доводять, що в будинках з системою вентиляції значно нижча концентрація забруднюючих речовин і мікроорганізмів, порівняно з будівлями, де провітрювання відбувається шляхом відкривання вікон.

Провітрювання через вікна чи комфортна вентиляція?

Регулярний повітрообмін, постійне видалення вологого повітря і очищення від пилу, пилку та мікробів є передумовами для здорового внутрішнього мікроклімату. Для кожного будинку важливо підібрати систему вентиляції, яка відповідатиме індивідуальним вимогам жильців.

Вентилювання вікон - часто є недостатнім та неправильним

Вентиляція через вікна: провітрювання два рази на день недостатньо - перехресну вентиляцію потрібно кожні дві години!

Більшість користувачів не проводять належним чином провітрювання приміщень через вікна. Незважаючи на те, що більшість людей знають про важливість вентиляції будівлі, в їхніх домівках переважає спертє повітря. Ця проблема суттєво не залежить від віку будівель і стосується не тільки герметичних нових будинків. Провітрювання через вікна двічі на добу не може забезпечити необхідний повітряний обмін навіть в будівлях з не герметичною будівельною оболонкою. Такий метод провітрювання забезпечує протягом години повітрообмін лише в межах 20-30% від загального необхідного обсягу повітря. Проте, в основних житлових приміщеннях, щогодини має відбуватись заміна щонайменше 60% повітря від загального обсягу приміщення.

Щоб досягти такого значення, потрібно принаймні кожні дві години проводити перехресну вентиляцію, відкриваючи на кілька хвилин одночасно декілька вікон, щоб забезпечити необхідний протяг.

Найбільшим недоліком віконної вентиляції є те, що повітряний обмін дуже сильно залежить від погоди. При несприятливих погодних умовах дуже складно забезпечити необхідну частоту та рівень провітрювання.

Комфортна вентиляція - регулярний обмін повітря і енергозберігаюча рекуперація тепла

У порівнянні з вентиляцією вікон, комфортна вентиляція має чисельні переваги. Термін "комфортна вентиляція" використовується для вентиляційних систем з рекуперацією тепла. Подача достатньої кількості свіжого повітря здійснюється без участі жильців. Забруднюючі речовини, волога та запахи надійно відводяться за межі будівлі. Система фільтрів затримує пилок та комах. При правильному плануванні вентсистеми відсутні будь які протяги. Забезпечується збалансований розподіл температури в приміщенні. Внутрішні приміщення захищені від шуму оточуючого середовища. Таким чином, досягається максимальний комфорт та висока якість життя для мешканців будинків, обладнаних комфортною вентиляцією. Зокрема, багато жителів цінують те, що отримують свіже повітря, не відкриваючи вікна.

Комфортна вентиляція постійно забезпечує достатньо свіжого повітря і заощаджує енергію.

Рекуперація тепла забезпечує дуже високий рівень енергоефективності та знижує енерговитрати. З точки зору енергоефективності, вентиляційні системи можуть відключатись в міжсезоння та влітку. Але більшість власників комфортних систем вентиляції використовують їх протягом всього року.

	ВЕНТИЛЯЦІЯ ЧЕРЕЗ ВІКНА (ручна, природне вентиляювання)	КОМФОРТНА ВЕНТИЛЯЦІЯ (приточно-витяжна з рекуперацією тепла)
Ефективність	Залежить від погоди і періодів провітрювання	Безперервна вентиляція
Видалення забруднюючих речовин	Забезпечується лише регулярною перехресною вентиляцією кожні дві години	Регулярне видалення забруднюючих речовин
Вологість і ризик виникнення цвілі	Залежно від частоти вентиляції; неправильна вентиляція призводить до утворення грибка	Вентиляція практично повністю запобігає утворенню цвілі
Можливі структурні пошкодження через вологу	Пошкодження внаслідок вологи спостерігається у багатьох погано відремонтованих будівлях	Відсутність структурних пошкоджень через вологу; тільки у випадку значних будівельних дефектів; вентиляція для усунення шкоди
Затрати часу	Приблизно кожні дві години перехресна вентиляцію протягом п'яти-десяти хвилин	Відсутні витрати часу
Протяги	Протяги під час провітрювання	При правильному плануванні протягів немає
Запахи	При поверненні додому часто відчуються неприємні запахи: необхідне провітрювання	Свіже повітря при поверненні додому; можлива інтенсивніша вентиляція під час приготування їжі чи усунення запахів
Розподіл тепла і температури в приміщенні	Охолодження внаслідок провітрювання; розподіл температури в приміщенні залежить від режиму вентиляції та теплового захисту	Рівномірний розподіл тепла в приміщеннях
Звукоізоляція	Вплив зовнішнього шуму під час вентиляції	Ефективна проти зовнішніх шумів; Як правило, в житлових приміщеннях максимум 30 дБ (А), високоякісні системи генерують рівень звукового тиску нижче 27 дБ (А), для пасивних будинків критерій ≤ 25 дБ (А)
Незаконне проникнення	Відсутність захисту від проникнення; вентиляція неможлива, коли мешканці відсутні	Постійний захист від проникнення
Пилок та комахи	При провітрюванні в житлові приміщення потрапляють пилок і комахи	Високоякісні фільтри (клас ePM1 $\geq 50\%$, раніше F7 або F8) запобігають проникненню пилку, пилу та комах
Комфорт	Висока якість повітря вимагає уваги та постійних дій мешканців	Комфорт без окремих зусиль
Енергоефективність та рекуперація тепла	Охолодження приміщень; вентиляційні теплові втрати приблизно 40 кВт-год / (м ² рік)	Теплові втрати хороших установок з рекуперацією приблизно 5 кВт-год / (м ² рік)
Витрати на енергію та технічне обслуговування (квартира 100 м ²)	Збільшення витрат на опалення у порівнянні з комфортною вентиляцією до 300 євро на рік	Близько 70 € витрат на електроенергію та 60 € витрат на технічне обслуговування

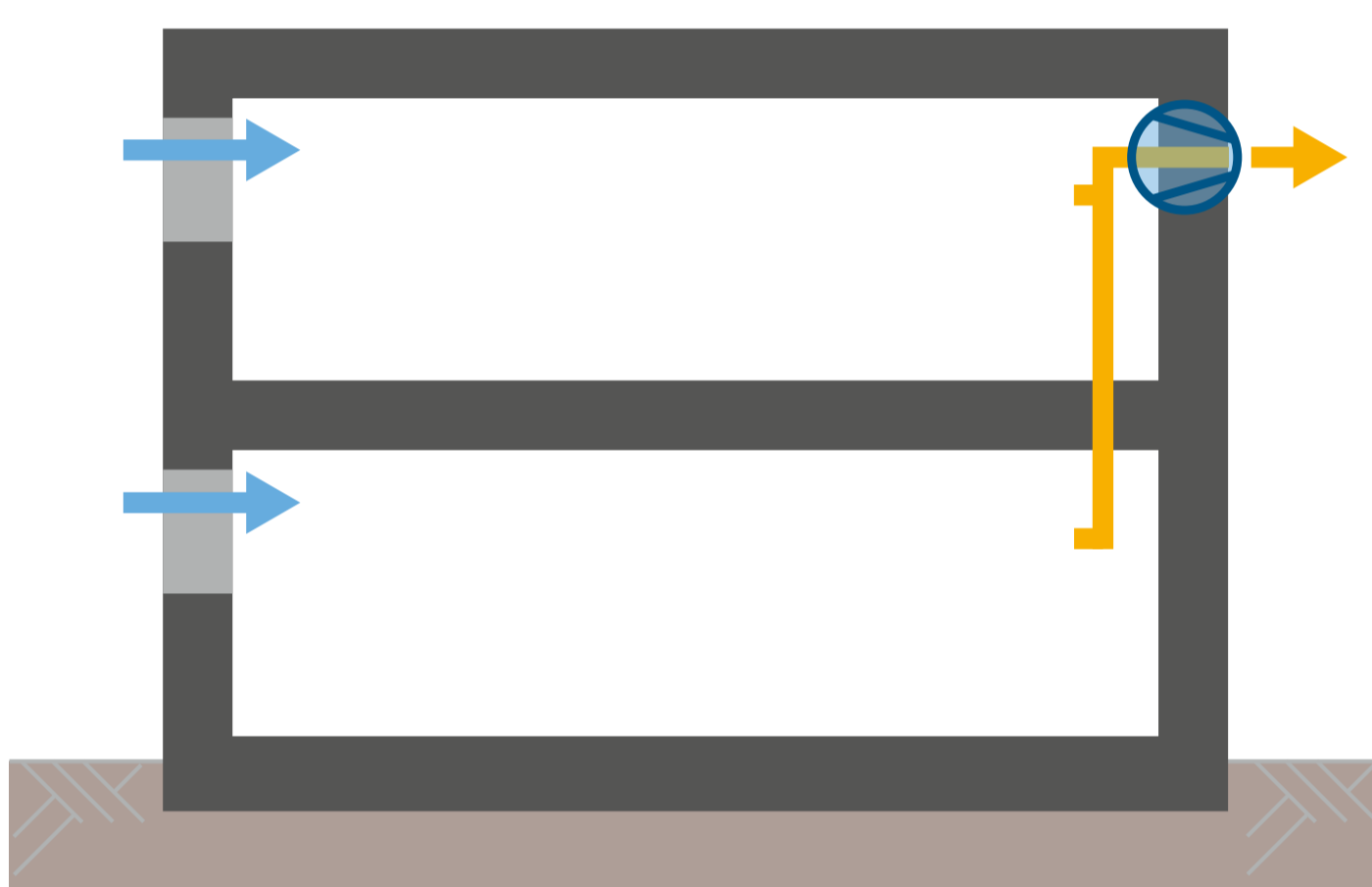
Порівняння вентиляції шляхом відкривання вікон і комфортної вентиляції з рекуперацією тепла. Проблемні аспекти виділені червоним кольором, позитивні оцінки в зелених полях.



2 Вентиляційні технології

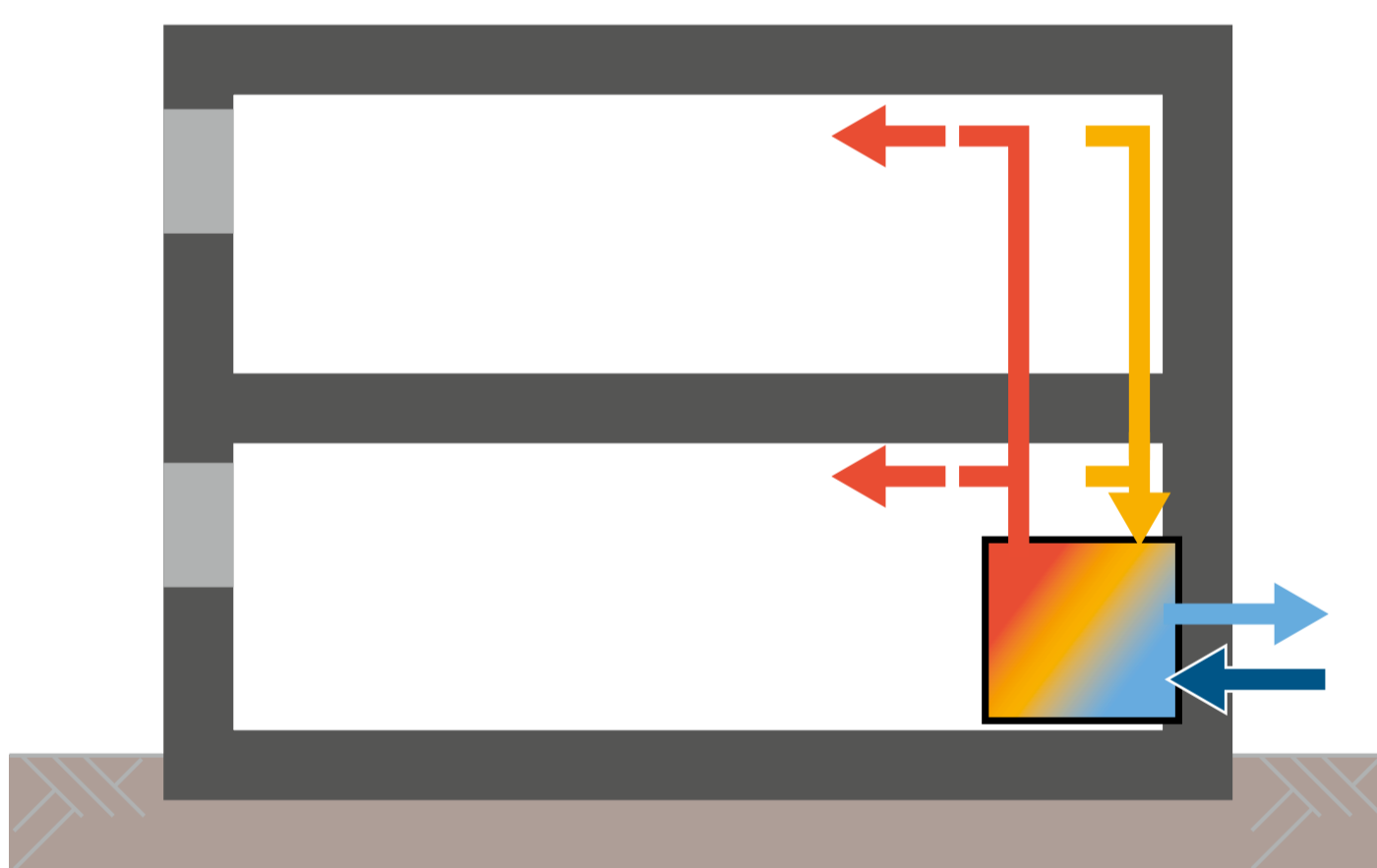
В цьому розділі будуть представлені та пояснені основні наявні технології вентиляції для різних типів будівель. У главах 4 і 5 більш детально розглядаються типи вентиляційних систем.

Огляд систем вентиляції для однорідних будинків



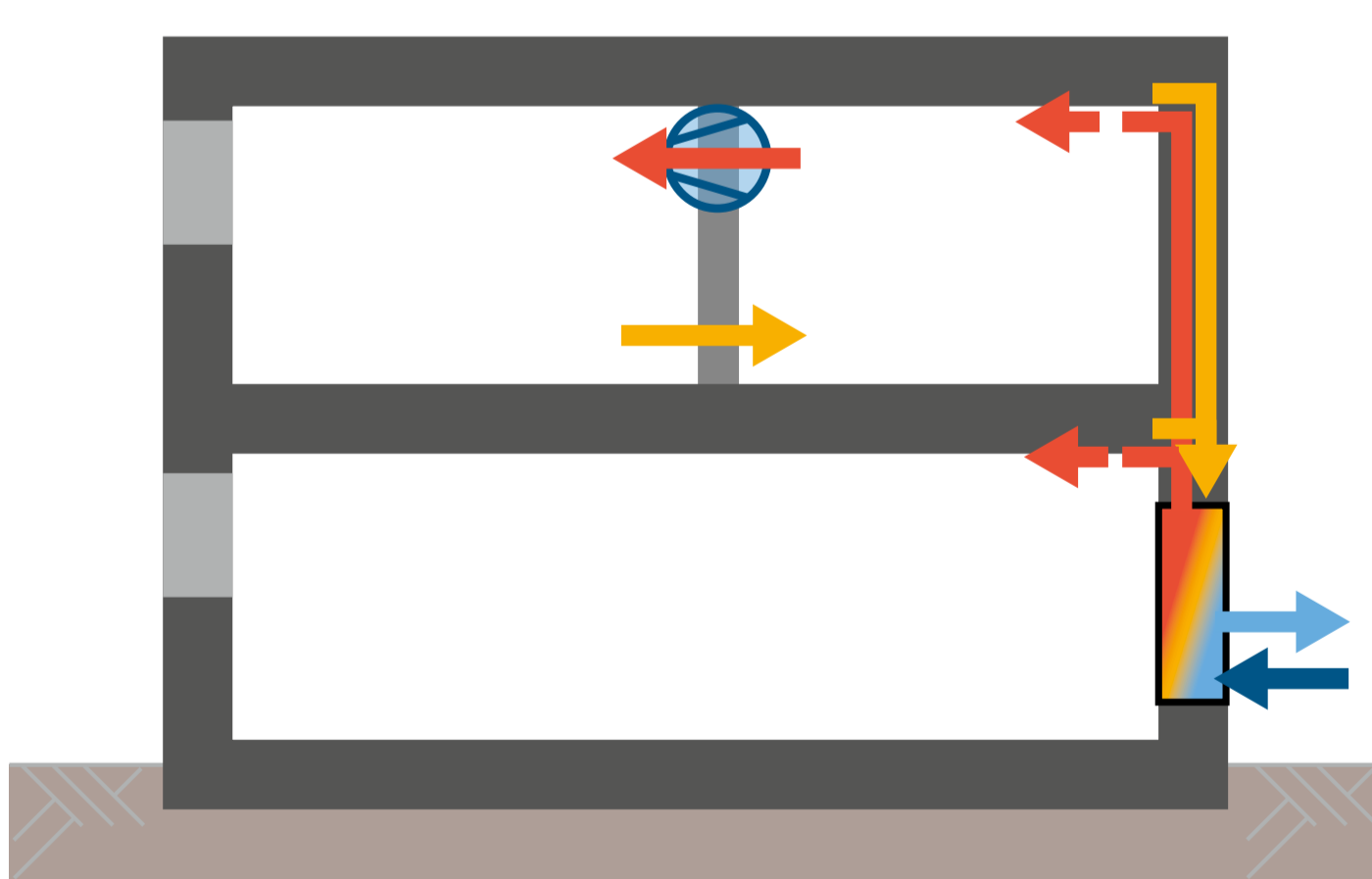
Витяжні системи

Згідно даної концепції відпрацьоване повітря відводиться з кухні, ванної кімнати та туалету. Повітряні припливні решітки в зовнішніх стінах або віконних рамах забезпечують безперервний потік свіжого зовнішнього повітря. Технологія досить проста, але водночас вимоглива до планування. В холодну пору року можуть виникати протяги та дискомфорт, внаслідок припливу холодного повітря. Крім того, необхідно знайти проектне рішення для облаштування зовнішніх елементів для подачі та відведення повітря. Недоліком також є відсутність рекуперації тепла.



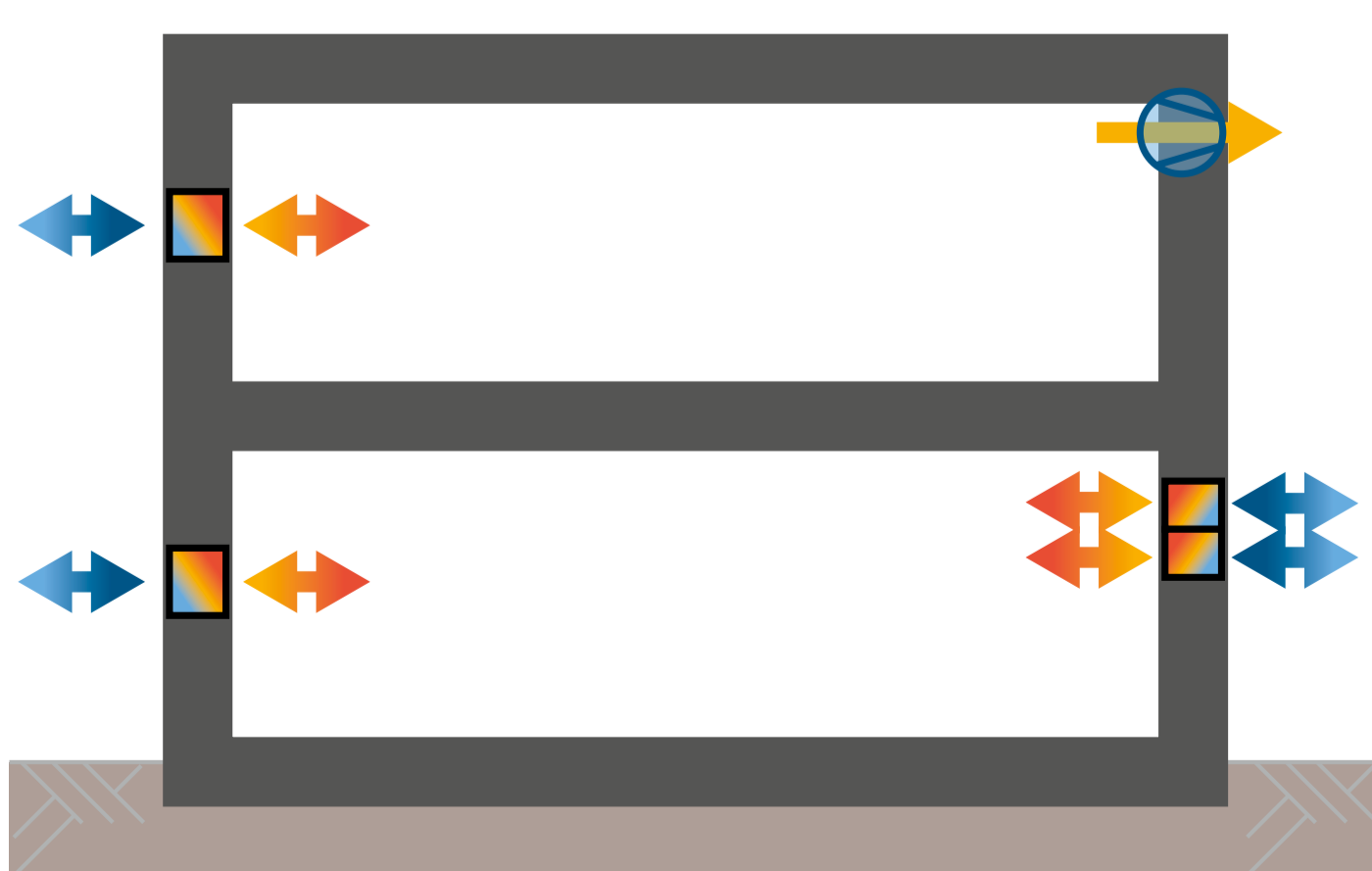
Комфортна вентиляція

Технологія передбачає використання вентиляторів як для подачі свіжого повітря, так і відведення відпрацьованого повітря. Наявність теплообмінника-рекуператора гарантує, що значна частина тепла відпрацьованого повітря передається вхідному зовнішньому повітрю. Внаслідок цього, свіже повітря нагрівається майже до кімнатної температури. Великою перевагою даного рішення є значне зниження витрат енергії і високий комфорт для користувачів.



Оптимізована комфортна вентиляція

Системи комфортної центральної вентиляції постійно розвиваються, досягаючи підвищеної ефективності, простіших концепцій і більш економічних рішень. Нові системні рішення мінімізують втрати простору, наприклад, завдяки пристроям, що розташовуються у зовнішніх стінах. Повітряний потік може бути зменшено за допомогою каскадної вентиляції (стор. 20). Свіже повітря завдяки невеликим вентиляторам спрямовується до декількох кімнат. Датчики та індивідуальне управління можуть додатково підвищити комфорт.



Децентралізована вентиляція

Існують різні децентралізовані системи вентиляції. Вентиляційні системи з підключенням припливно-витяжної системи для одного або двох приміщень є розумним рішенням для невеликих квартир (п. 22). Необхідно розрізняти так звані «дво-тактні пристрої» (регенератори) (стор. 22), які постійно заряджають і розряджають інтегрований акумулятор тепла, завдяки регулярній зміні напрямку повітряного потоку. Їх потрібно планувати попарно. Така концепція збільшує загальний обмін повітря в порівнянні з центральними системами. Відведення відпрацьованого повітря з частини приміщень вимагає окремих систем витяжного повітря з підвищеними тепловими втратами.

Огляд систем вентиляції для багатоквартирних будинків

У багатоквартирних будинках можуть бути встановлені індивідуальні системи вентиляції в кожній квартирі або централізована установка для всієї будівлі. Для централізованого рішення необхідно попередньо передбачити вентиляційні шахти та особливу увагу приділити системам захисту від пожежі (стор. 41).

Витяжні системи

Для багатоквартирних будинків витяжні системи можуть бути реалізовані по-різному. Децентралізовані рішення потребують одного витяжного вентилятора на квартиру або приміщення, як показано на прилеглому зображенні. Елементи для зовнішнього повітря вимагають особливого архітектурного планування, зважаючи на їх велику кількість. У центральних системах відпрацьоване повітря з всієї будівлі скидається через загальний вентиляційний канал.

Центральна комфортна вентиляція з рекуперацією тепла

Центральні системи вентиляції в багатоквартирних будинках складаються з вентиляційної установки в підвалі або на горищі, центрального повітряного каналу і розподілювачів в квартирах. Планування може бути здійснено таким чином, що все обслуговування буде здійснюватися за межами квартир. Цей варіант оптимально підходить для будинків, що пропонують оренду житла.

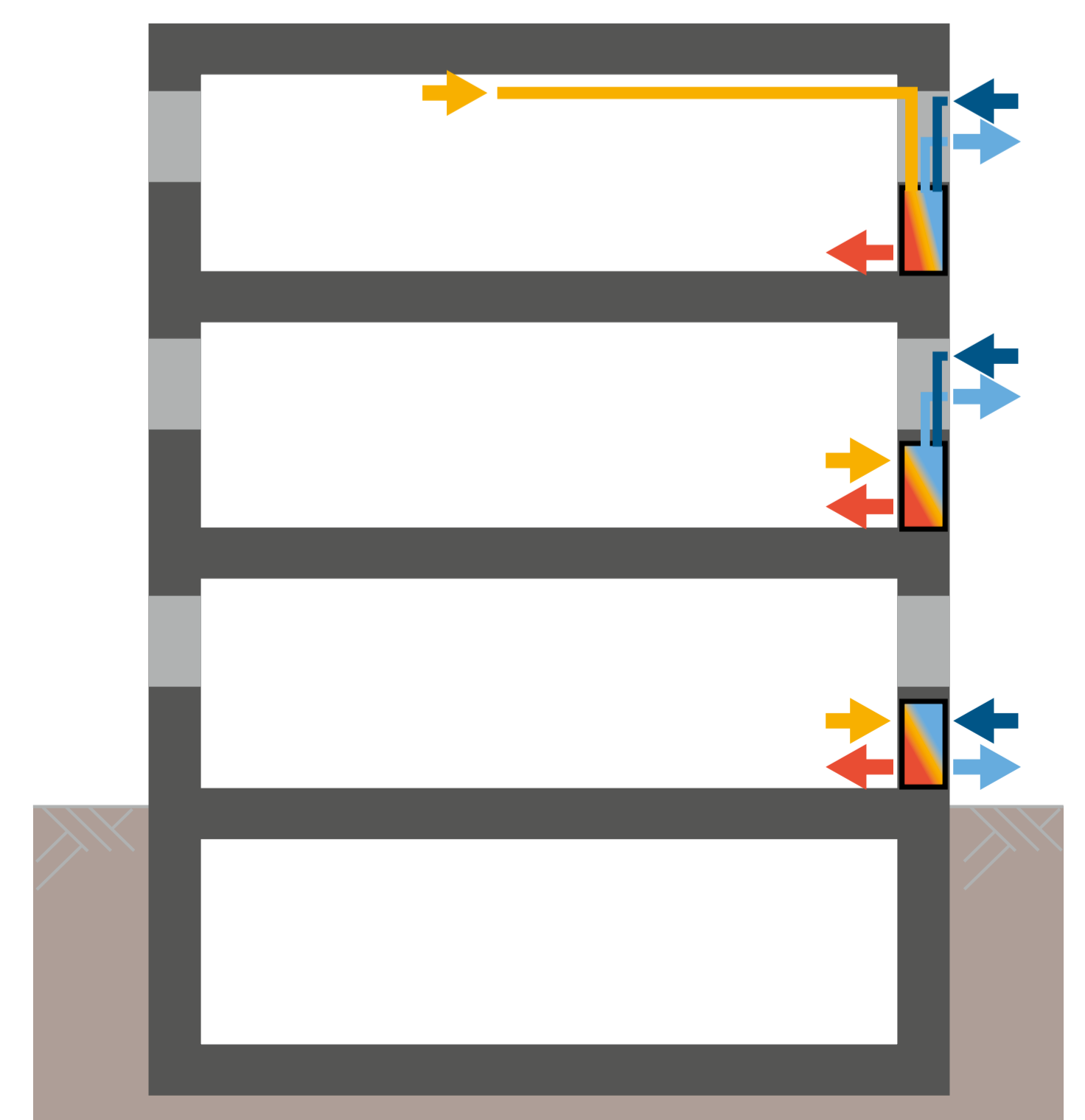
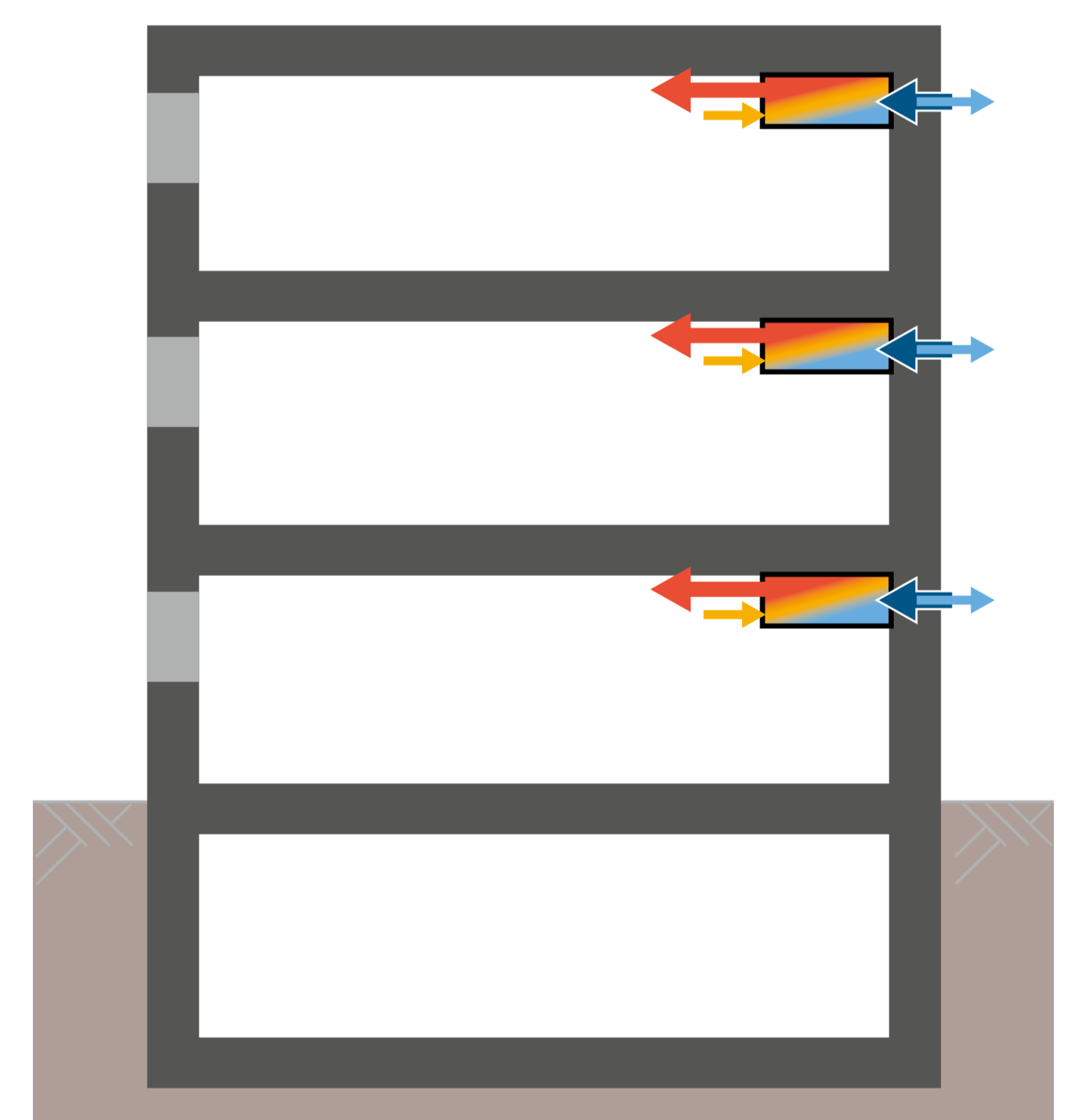
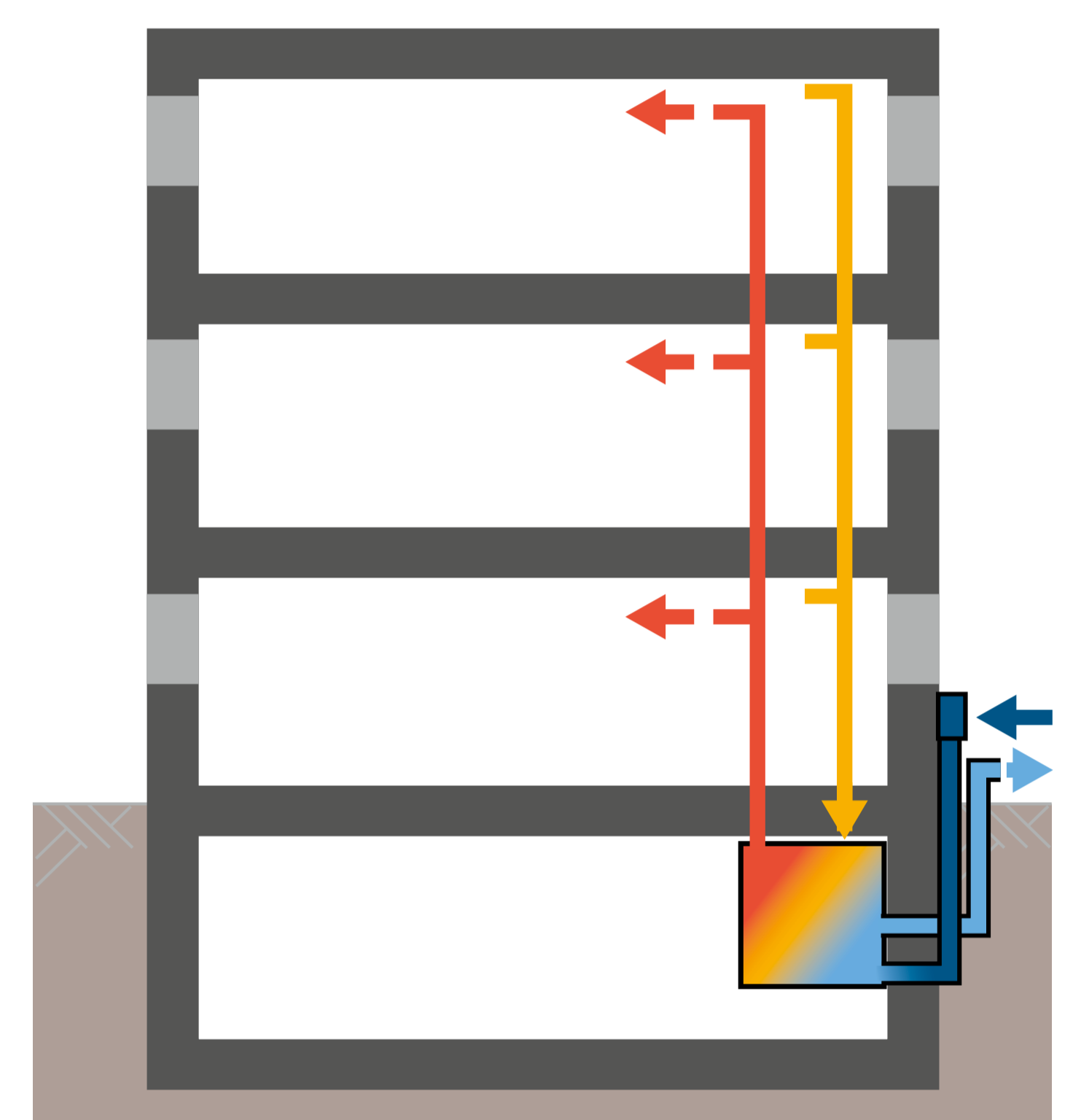
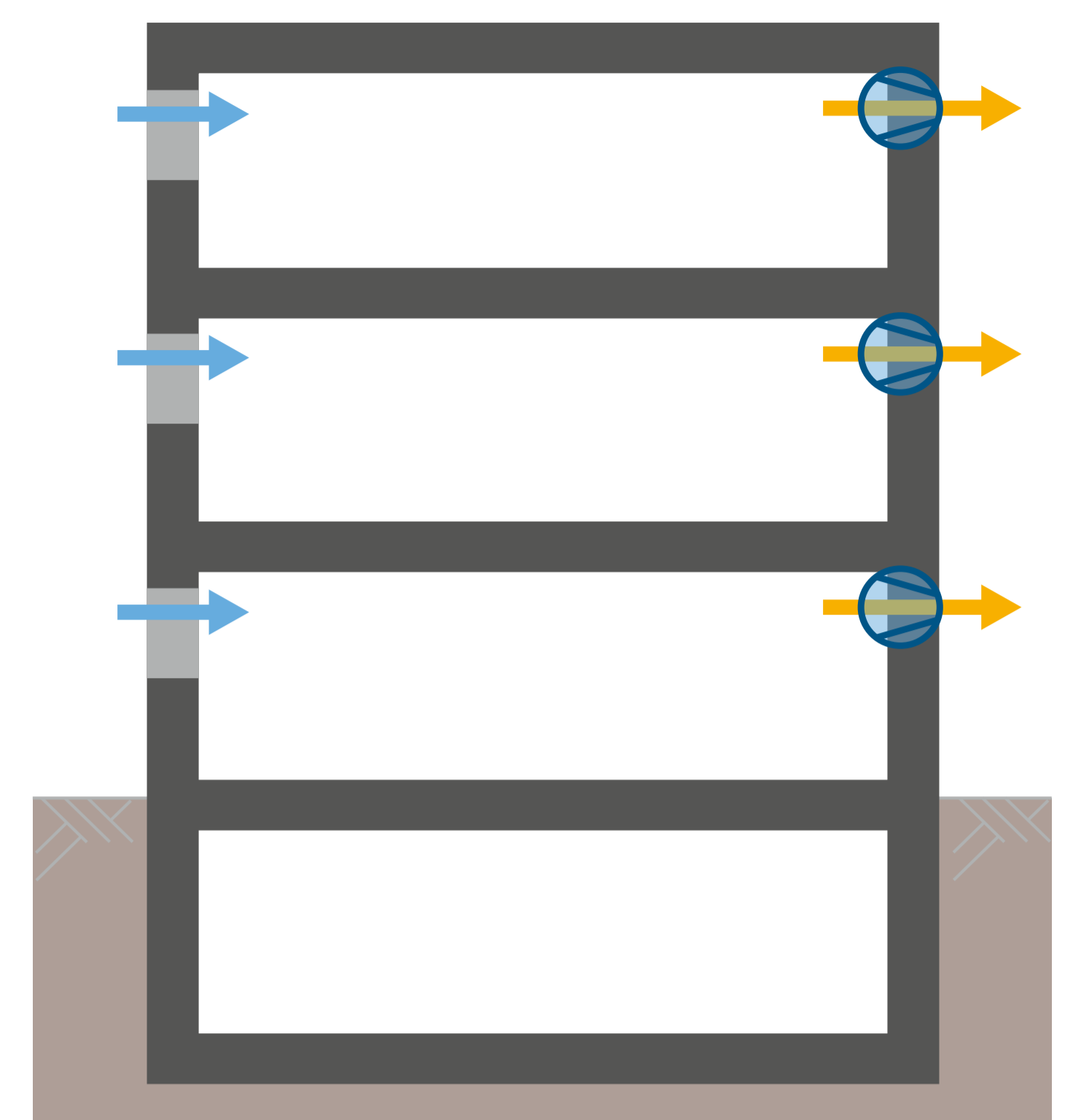


Децентралізована комфортна вентиляція з рекуперацією тепла

Якщо в квартирі встановлено окрема вентиляційна установка, то це децентралізована система. Використання систем з рекуперацією тепла дозволяє суттєво зменшити витрати на обігрів приміщень. Такі системи мають високий комфорт управління. Установки можуть бути змонтовані під час реконструкції як всього будинку, так і окремої квартири. Невеликим недоліком є необхідність заміни фільтрів безпосередньо в квартирі. Крім того, необхідно знайти конструктивно задовільне рішення для елементів забору та відведення повітря.

Децентралізовані локальні вентустановки з рекуперацією тепла

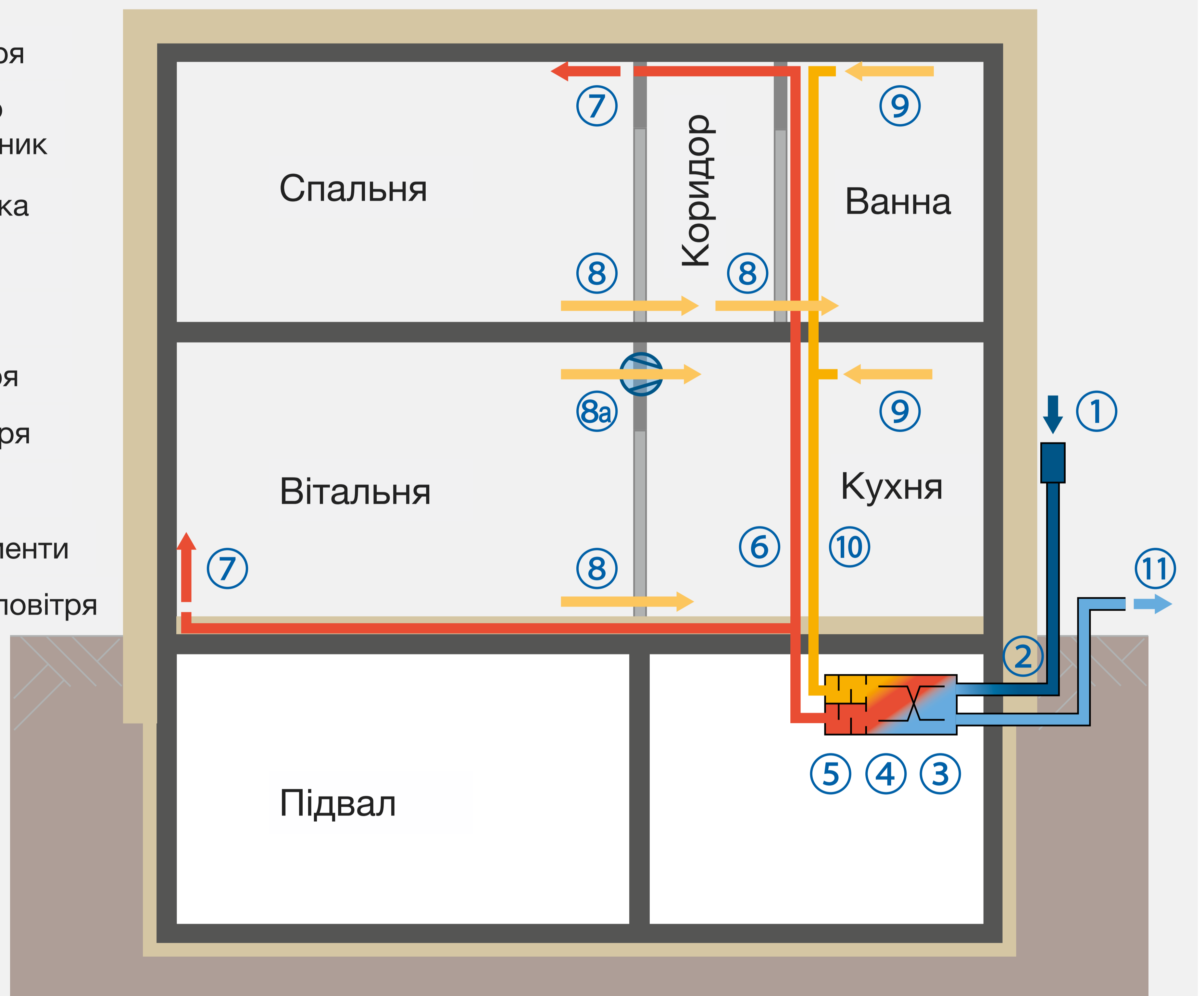
Подібно до однородинних будинків, окремі квартири також можуть бути обладнані численними децентралізованими індивідуальними вентпристроями. Стінові регенератори можуть бути непоганим рішенням для одно-, дво- або трикімнатних квартир. Такі рішення легко змонтувати, але вони можуть створювати дискомфорт через шум вентилятора і регулярні зміни напрямку повітряного потоку. Така концепція збільшує загальний обмін повітря в порівнянні з центральними системами. Відведення відпрацьованого повітря з частини приміщень вимагає окремих систем витяжного повітря з підвищеними тепловими втратами. Також є обмеження по використанню регенераторів в залежності від висотності будинку.



Принципова структура вентиляційних систем

В розділах 4 і 5 описуються різні системи вентиляції для однородинних і багатоквартирних будинків. Основні елементи всіх варіантів систем мають порівняно схожу структуру. По суті, вентиляційні системи з рекуперацією тепла складаються з наступних компонентів:

- ① Елемент забору повітря
- ② Попередній нагрів або ґрунтовий теплообмінник
- ③ Вентиляційна установка
- ④ Фільтри
- ⑤ Шумоглушник
- ⑥ Система подачі повітря
- ⑦ Елементи подачі повітря
- ⑧ Перетічні елементи
- ⑧a Активні перетічні елементи
- ⑨ Елементи відведення повітря
- ⑩ Витяжна система
- ⑪ Викидний елемент



1) Елемент забору повітря

Свіже зовнішнє повітря втягується через забірний елемент, що розташовується на стіні, над дахом чи як окремо розташований пристрій. Для витяжних систем потрібно облаштувати в стіні чи вікні щонайменше один припливний елемент для кожного приміщення.

2) Попередній нагрів або ґрунтовий теплообмінник

Щоб запобігти замерзанню теплообмінника у вентиляційній установці, повітря може проходити через ґрунтовий теплообмінник, щоб попередньо підігрітись. (стор. 29). Захист від замерзання також може бути досягнутий за допомогою нагрівального елемента перед теплообмінником або шляхом регулювання (зменшення) об'ємного потоку припливного повітря.

3) Вентиляційна установка

Основу установки складають вентилятори з регулятором. Витяжні системи містять тільки один вентилятор. Комфортні вентиляційні системи також містять теплообмінник.

4) Фільтри

Фільтри необхідні для гігієнічної роботи системи і, в більшості випадків, знаходяться у вентиляційній установці. Також вони можуть бути розташовані в зовнішньому елементі забору повітря або у спеціальному фільтруючому боксі перед установкою.

5) Шумоглушник

Щоб зменшити шум вентилятора та передачу звуку, глушники повинні бути інтегровані у вентиляційну установку, розподільчу коробку або систему повітропроводів.

6) Система подачі повітря

Повітря, після вентустановки, розподіляється по приміщеннях через систему повітропроводів. Недорогі вентиляційні системи намагаються мінімізувати систему розподілу. Децентралізовані системи часто не потребують використання повітропроводів.

7) Елементи подачі повітря

Повітря повинно бути спрямоване в приміщення і циркулювати через нього якомога повніше. Цьому сприяють дифузори подачі повітря. Елементи подачі розподіляють повітря в приміщенні. Вентиляційні отвори подачі повітря можуть бути облаштовані в підлозі, стінах та стелі.

8) Перетічні елементи

Для того, щоб повітря максимально вільно перетікало в напрямку елементів відведення відпрацьованого повітря, облаштовуються перетічні елементи, які можуть бути інтегровані в двері або стіну. Для цих цілей також використовується щілина між підлогою і дверним полотном, в межах від 1 до 1,5 см. Активні перетічні елементи можуть бути інтегровані в систему управління і повітря може направлятися в приміщення за допомогою невеликого вентилятора (8a).

9) Елементи відведення повітря

У приміщеннях, з яких відводиться відпрацьоване повітря, таких як кухня, ванна кімната, туалет чи складські приміщення, повітря витягується через випускні повітряні клапани. Щоб уникнути забруднення системи повітропроводів, в них вбудовуються фільтри.

10) Витяжна система відпрацьованого повітря

Витяжна система повертає відпрацьоване повітря назад до вентиляційної установки. Системи відпрацьованого повітря складаються тільки з цієї частини повітропроводів та лінії відведення повітря.

11) Викидний елемент відпрацьованого повітря

Через викидний елемент відпрацьоване повітря виводиться назовні.

Нумерація цього списку буде використана для наступних прикладів.

Докладний опис всіх компонентів див. → **Розділ 6**



3

Методологія порівняння витрат і енергоспоживання

Для фінансової оцінки різних систем вентиляції, в даному розділі порівнюються інвестиції, експлуатаційні витрати та енергетичні потреби відповідних концепцій. Найкращі або найгірші системи можуть суттєво відхилитися від вказаних тенденцій.

Інвестиції

У спрощеній формі, інвестиції для комфортної вентиляції поділяються на вентиляційну установку (включаючи контролер), систему розподілу та повітропроводи.

Для цих позицій інвестиційні витрати поділяються на три класи:

- несприятливий (більш високі витрати на установку, ніж звичайні)
- нормальний (звичайні витрати на систему)
- оптимізований (оптимізоване рішення з низькою вартістю)

Для порівняння беруться витрати на наявні на ринку витяжні системи.

Річні витрати: експлуатація, обслуговування та фінансування

Для будівельників і користувачів вирішальними факторами під час купівлі вентсистеми повинні бути не тільки інвестиційні витрати, але й щорічне навантаження, тобто сума, яка повинна щороку витрачатися на експлуатацію, обслуговування та фінансування.

Щорічні витрати включають:

- Витрати на опалення, викликані вентиляційними втратами
- Додаткове енергоспоживання вентиляційної системи (вентиляторів)
- Технічне обслуговування, включаючи заміну фільтрів
- Фінансування інвестиції (інвестиція на термін експлуатації)

У показаних розрахунках включені дві переваги щодо витрат:

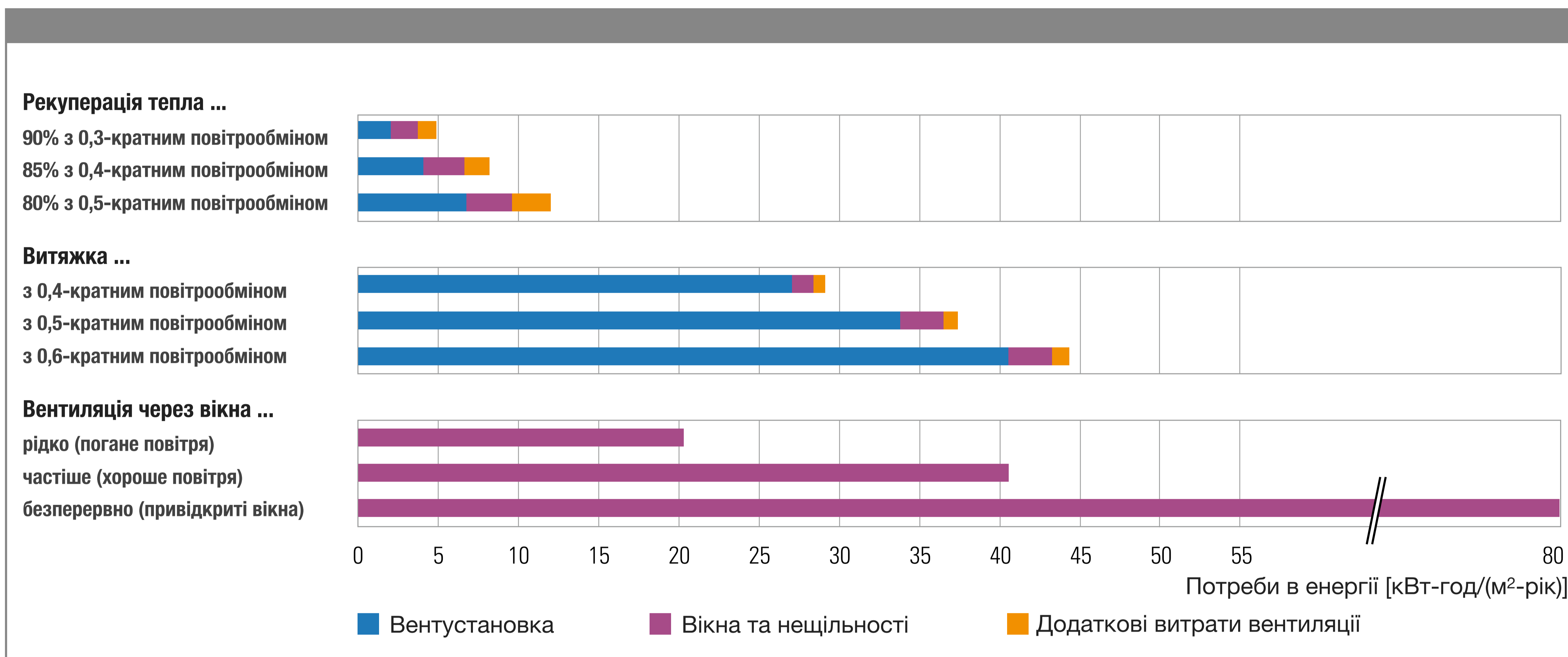
- Додаткове стимулювання для систем вентиляції з рекуперацією тепла через програму KfW Bank з орієнтовним розміром компенсації в 2.500€
- Зниження інвестицій в систему опалення внаслідок зниження теплового навантаження - встановлене зниження - 1.500€

Представлення результатів коливається від "несприятливого" через "нормальний" до "оптимізованого". Для порівняння використовуються річні витрати на систему витяжного повітря.

Кінцеве споживання енергії: теплові потреби вентиляції і додаткова енергія

Енергетичне порівняння систем вентиляції базується на кінцевому споживанні енергії. По-перше, враховуються вентиляційні втрати тепла, які залежать від обсягу повітрообміну та рекуперації тепла. Крім того, тепло втрачається через нещільності в будівлі і при відкриванні вікон. В третій позиції будуть враховані додаткові витрати системи вентиляції. Схема порівнює різні концепції вентиляції з урахуванням їх кінцевої потреби в енергії.

Порівняння кінцевої потреби в енергії для різних варіантів вентиляції. Показано три варіанти систем з рекуперацією тепла, повітрообмін змінюється в межах від 0,3 до 0,5 год⁻¹, а ступінь рекуперації тепла варіюється від 80 до 90 %. Для витяжних систем враховується повітрообмін від 0,4 до 0,6 год⁻¹.



Підсумкові діаграми

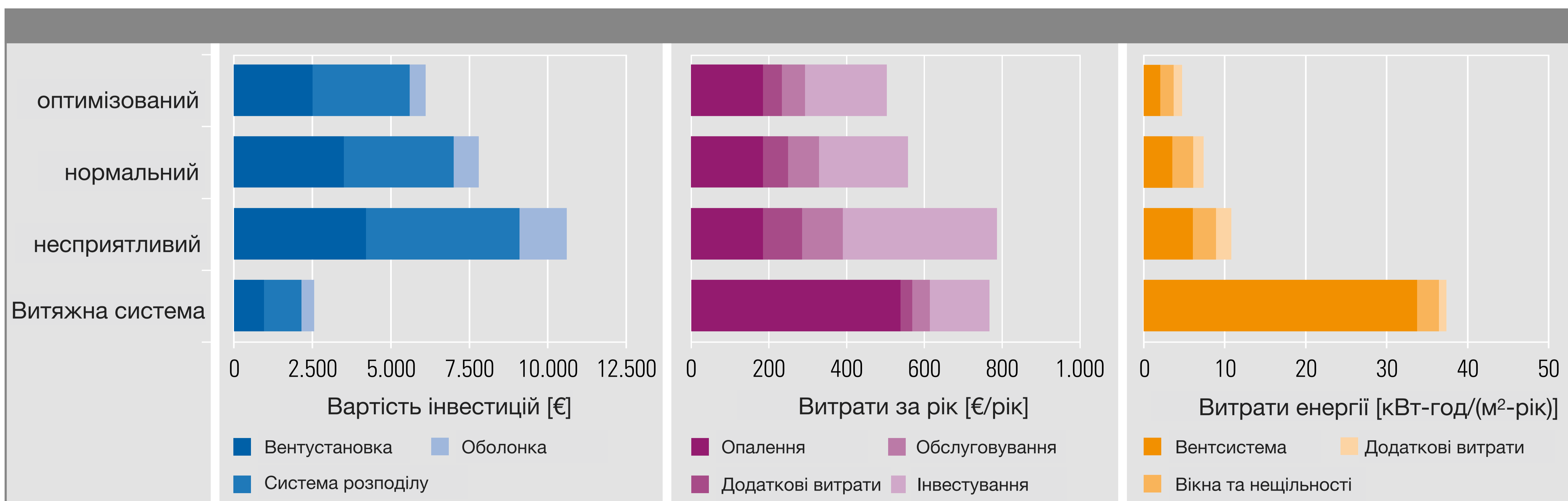
Результати порівняння для кожного варіанту системи представлені в трьох діаграмах нижче. У всіх випадках категорій «несприятлива», «нормальна» та «оптимізована» враховуються всі аспекти: інвестиційні витрати, річні витрати і кінцевий попит на енергію. Слід зауважити, що система вентиляції з несприятливими (високими) інвестиційними затратами може суттєво скоротити кінцеву потребу в енергії та річне навантаження буде знаходитись в середньому діапазоні. І навпаки, дешеві системи не є автоматичною гарантією низької потреби в енергії і вони з точки зору економічного обґрунтування, можуть знаходитись в середньому діапазоні. Тому результати, представлені в одному рядку, не стосуються конкретно однієї системи.

Приклад:

Порівняння 3-х комфортних систем вентиляції (оптимізований - нормальний - несприятливий) з витяжною системою.

Для порівняння:

- Інвестиційні витрати на систему вентиляції для будинку (140 м²)
- Експлуатаційні витрати за рік (опалення, додаткові втрати, обслуговування та інвестування)
- Витрати енергії (вентиляційні втрати тепла, втрати через вікна/нещільності та додаткові витрати енергії)

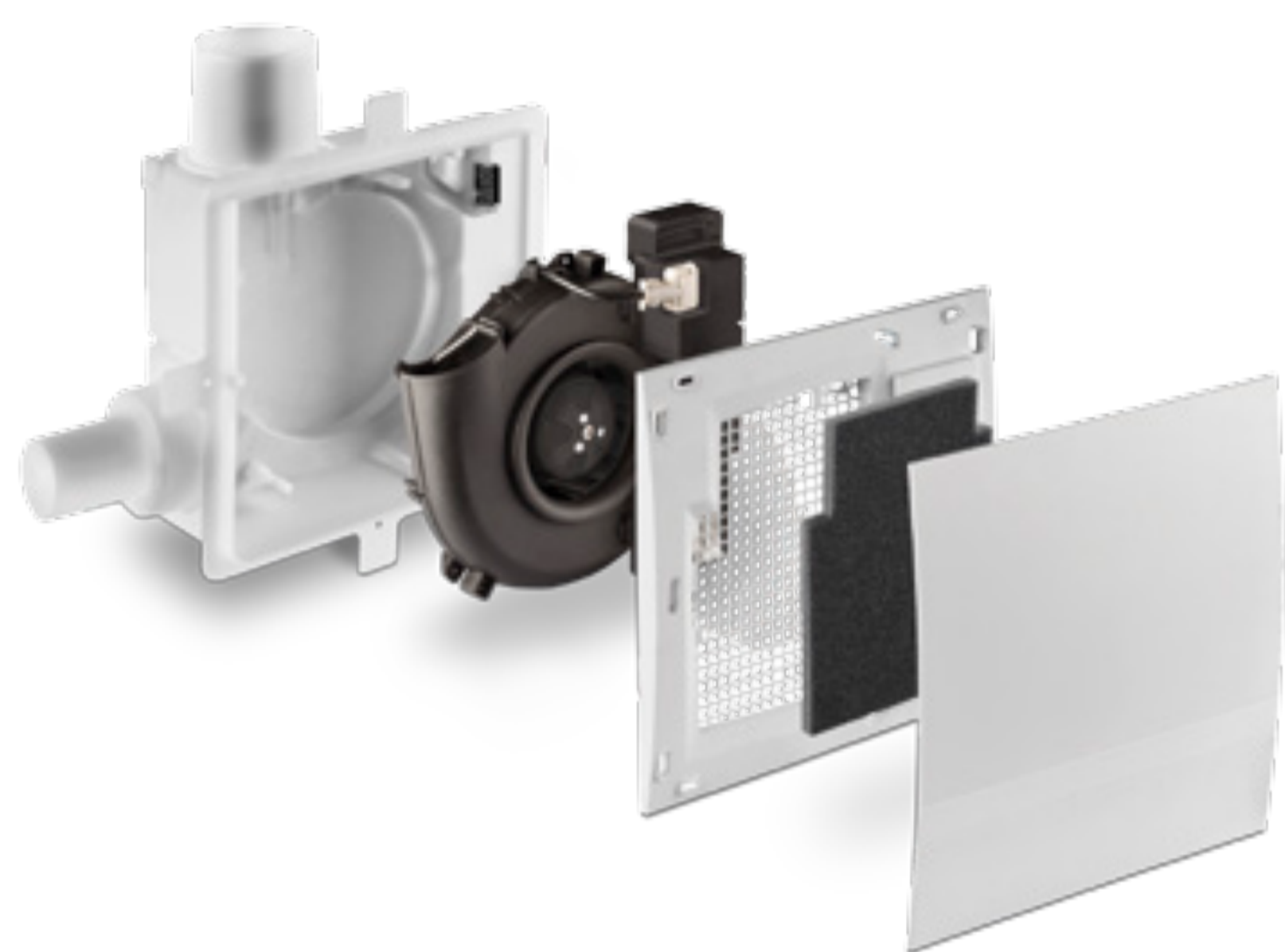




4 Системні рішення для однородинного будинку

Для односімейних будинків показано п'ять варіантів вентиляції: витяжна система, централізована система комфортної вентиляції, варіанти оптимізації та два децентралізовані рішення.

Витяжна система



Конструкція витяжного пристрою

Для чистого повітряного обміну може бути достатньо простої витяжної системи. Повітря всмоктується ввередину через отвори в фасадних стінах чи вікна. Ці зовнішні повітряні елементи [1] перш за все повинні бути захищені від вітрового тиску, так щоб при більш високій швидкості вітру не виникало жодних протягів та не відбувалось охолодження приміщення. Вони також повинні бути обладнані фільтрами для захисту від пилу та комах. Прорізи у віконних ущільненнях не відповідають необхідним вимогам. Важливо налаштувати анемостати таким чином, щоб всі приміщення провітрювалися належним чином. Оскільки в зимові місяці в приміщення поступає холодне повітря, рекомендується розміщувати опалювальні пристрої в зоні подачі повітря з зовнішніх повітряних елементів. Потік повітря проходить через приміщення в перетічні зони (коридори та сходи). Необхідний негативний тиск генерується одним або декількома витяжними вентиляторами [3], які всмоктують повітря через анемостати в таких приміщеннях, як кухня, ванна кімната і туалет. При підборі зовнішнього елемента витяжного повітря [11] слід звернути увагу на привабливу конструкцію і звукоізоляцію всередині та зовні.

Оптимізація витрат та деталі планування

Хоча концепція витяжної системи достатньо проста, планування вимагає великого досвіду для забезпечення комфорту та функціональності. Вентиляційні установки повинні мати низький рівень звукового тиску та низьке енергоспоживання. Високоякісний контроль забезпечує хорошу якість повітря з меншим повітрообміном, ніж вентилявання в ручному режимі. Якщо параметри вологості, CO₂ і, можливо, забруднення включені в стратегію управління, то повітрообмін може бути оптимізовано відповідно до потреби. У цьому випадку зовнішні повітряні виходи повинні бути спроектовані таким чином, щоб усі приміщення отримували заплановану кількість повітря. Крім того, мова йде про якісну конструкцію отворів (щілин) для подачі свіжого повітря та відведення відпрацьованого повітря. Розумним рішенням є облаштування припливних решіток в віконному відкосі. Не слід планувати забір свіжого зовнішнього повітря через ділянки, які складно чистити, такі як, наприклад, захисний короб зовнішніх рошет.



Чудове рішення: елемент забору повітря в віконному відкосі

Витрати на будівництво та експлуатацію

Вартість систем відпрацьованого повітря, включаючи установку коливається від 1.500 до 4.000 €. Ці витрати потрібні для забезпечення мінімально необхідної гігієни повітря в приміщенні. Завдяки оптимізованому регулюванню, яке пристосоване до поведінки користувача, тепла енергія для опалення може бути збережена в порівнянні з вентиляцією через вікна (постійно відкриті для гарної якості повітря в приміщенні). Важливо: високий рівень вентиляції та додаткове провітрювання через вікна значно збільшують споживання енергії.



Витяжні системи

- ① Елемент забору повітря
- ③ Вентиляційний пристрій
- ⑧ Перетічні елементи
- ⑨ Елементи відведення повітря
- ⑩ Витяжна система
- ⑪ Викидний елемент

Вентиляційні тепловтрати та допоміжна енергія (порівняно з віконним вентиляванням)

За умови досягнення високої якості повітря в приміщенні, вентиляційні теплові втрати при ручному вентиляванні через вікна становитимуть щонайменше 40 кВт-год/(м²-рік). У порівнянні з віконним вентиляванням, високоякісні витяжні системи можуть змінювати повітрообмін, відповідно до потреби. Потенційна економія при ручному вентиляванні сильно залежить від особливостей поведінки користувача.

Переваги та недоліки

Витяжні системи пропонують прості технології для забезпечення якості повітря в приміщенні. Найбільшим недоліком є відсутність рекуперації тепла. Крім того, вхідне холодне зовнішнє повітря знижує комфорт. При сильному вітровому тиску цей ефект може збільшуватися та кількість повітря може істотно відрізнятись від запланованих значень. З точки зору планування, це також є проблемою для архітектурно адекватного проектування чисельних зовнішніх дифузорів.

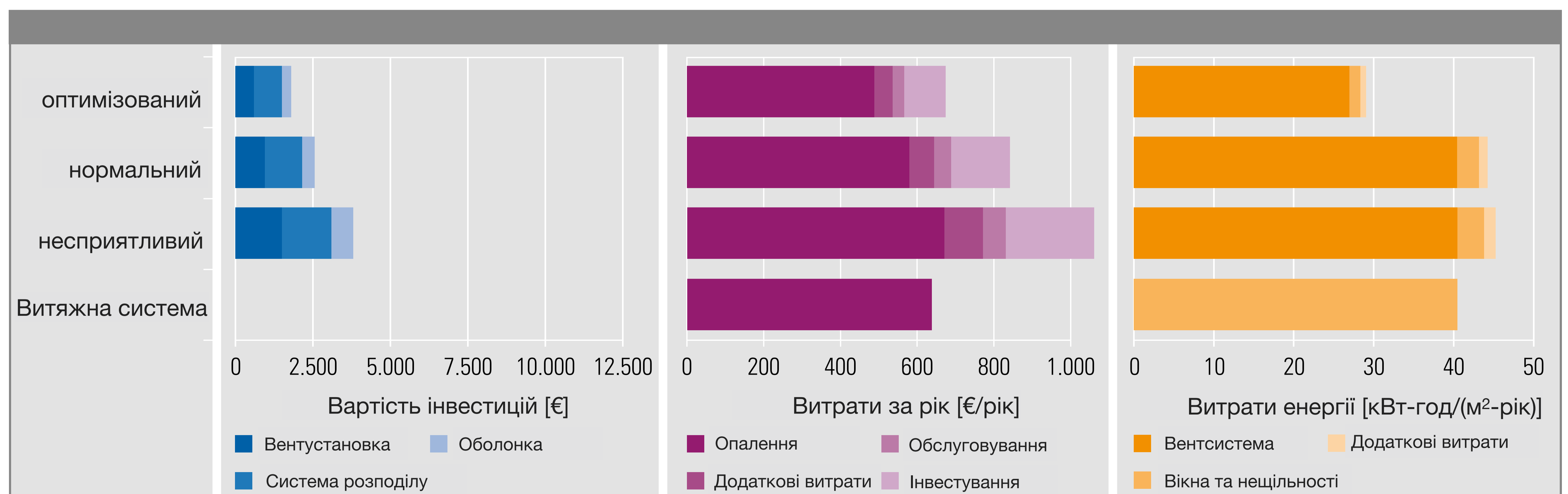
Приклад:

Порівняння 3-х витяжних систем (оптимізований - нормальний - несприятливий) з системою вентилявання через вікна.

Для порівняння:

- Інвестиційні витрати на вентсистему
- Експлуатаційні витрати за рік
- Витрати енергії

Оскільки повітря може бути спрямоване через витяжну систему, якість повітря в будівлі може бути краще, ніж при вентиляції через вікна. Крім того, не потрібні постійні дії мешканців для ручного вентилявання.



Центральна система подачі / відведення повітря з рекуперацією тепла - комфортна вентиляція



Вентиляційна установка інтегрована в кухонні меблі

Приточно-витяжні системи завдяки наявності теплообмінника-рекуператора безперервно передають тепло відпрацьованого повітря вхідному свіжому повітрю. Якість повітря та комфорт в приміщенні можна поєднувати з високою енергоефективністю та низькими експлуатаційними витратами.

Свіже повітря всмоктується через зовнішній повітряний елемент з фільтром [1]. Повітря може направлятися безпосередньо до вентиляційного пристрою [3] або, можливо, через ґрунтовий теплообмінник. Фільтр тонкого очищення [4] розташований в вентустановці перед теплообмінником.

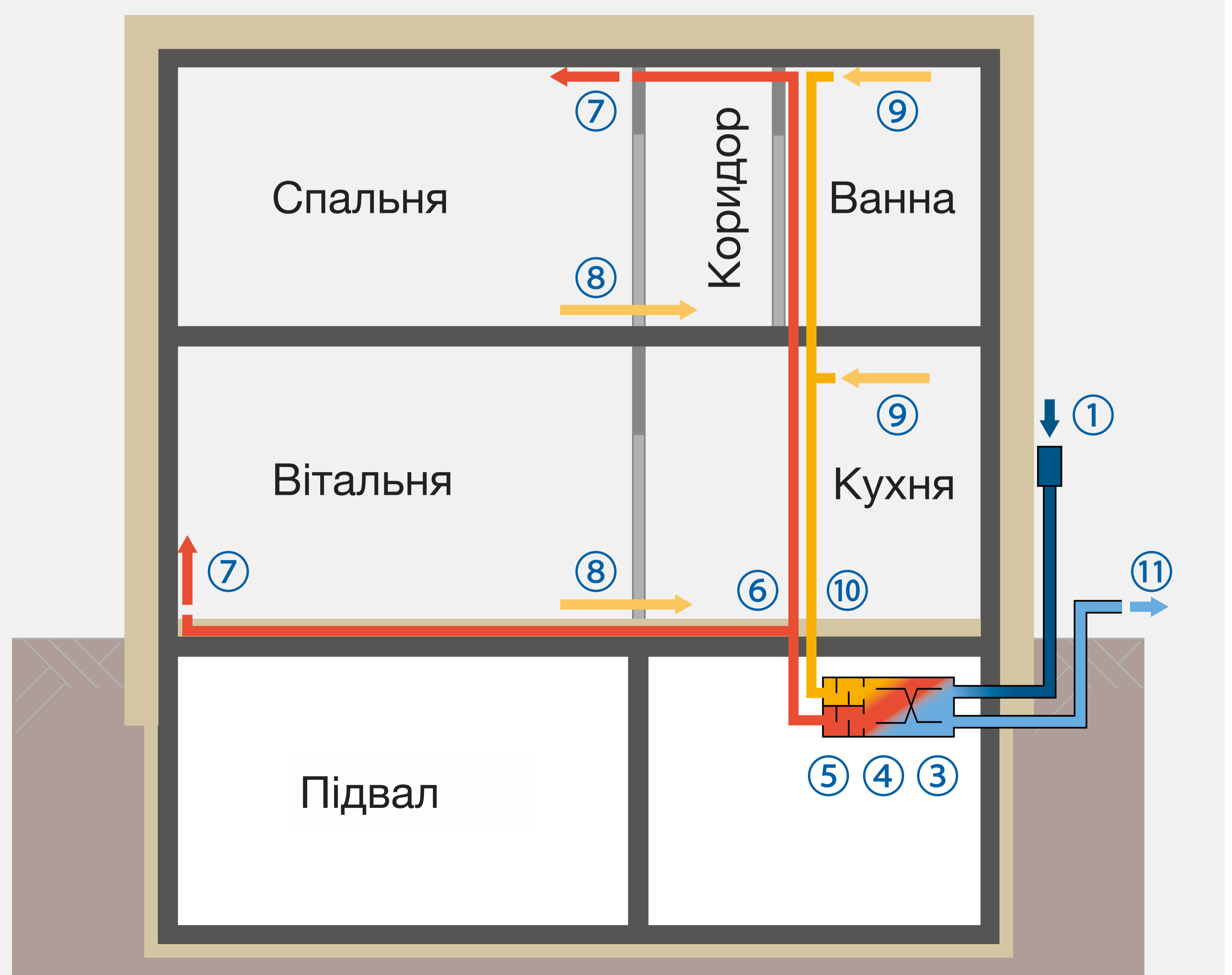
Повітря внаслідок перехресного теплообміну нагрівається майже до кімнатної температури. Шумоглушники [5] ефективно зменшують шум вентилятора. Система подачі повітря [6] може бути дуже різноманітною. У прикладі - розподіл на першому поверсі відбувається під стяжкою. Повітря надходить у приміщення на рівні землі на протилежній стороні приміщення [7]. На верхньому поверсі розподіл повітря відбувається завдяки соплу дифузора [7]. Повітря, завдяки ефекту Коанда (стор. 35) рухається вздовж стелі і поширюється по всій кімнаті. Потім потік повітря проходить через приміщення в перетічні зони (коридори та сходи) і далі до витяжних анемостатів, розташованих в кухні, ванних кімнатах та туалеті. Після чого витягнуте відпрацьоване повітря [9] повертається назад до вентиляційної установки.

Оптимізація витрат та деталі планування

Оптимізація планування є основою для ефективних та економічно обґрунтованих рішень. Важливим є оптимальне розміщення вентустановки, яке б дозволило скоротити довжину повітропроводів систем подачі та відведення зовнішнього повітря. Сучасні компактні вентустановки та системи розподілу потребують мало житлового простору. Діаметри повітропроводів можуть бути суттєво зменшені завдяки використанню систем з розподільчими боксами сталого тиску.

Припливно-витяжна система з рекуперацією тепла

- ① Елемент забору повітря
- ③ Вентиляційна установка
- ④ Фільтри
- ⑤ Шумоглушник
- ⑥ Система подачі повітря
- ⑦ Елементи подачі повітря
- ⑧ Перетічні елементи
- ⑨ Елементи відведення повітря
- ⑩ Витяжна система
- ⑪ Викидний елемент



Витрати на будівництво та експлуатацію

Комфортні системи вентиляції для окремого будинку, завдяки оптимізованому плануванню, можуть бути облаштовані вже від € 7,000 з установкою. Проте, є й більш дорогі системні рішення. Важливим фактором є річне навантаження. При порівнянні витрат на опалення, експлуатацію та технічне обслуговування, комфортна вентиляція показує значно кращий результат, ніж витяжні повітряні системи. Якщо додати можливість додаткового фінансування інвестиційних витрат, вентустановки можуть бути дешевші, ніж витяжні системи. Для комфортних систем вентиляції зазвичай пропонуються більш привабливі субсидії. Крім того, знижуються витрати на опалення. При правильному комплексному проектуванні можливе зниження теплової потужності системи опалення.

Вентиляційні тепловтрати та допоміжна енергія

В порівнянні з приблизно 40 кВт-год/(м²-рік) для вентиляції через вікна, рекуперация тепла значно зменшує вентиляційні тепловтрати до 4 кВт-год/(м²-рік) для вентустановки і втрат внаслідок нещільностей. Додаткові витрати це живлення вентиляційної установки. В оптимальному випадку вони становлять менше 1,5 кВт-год/(м²-рік) за опалювальний період. У разі поганого планування та завищеної продуктивності установки ця величина зростає від 2 до 3 кВт-год/(м²-рік). Якщо пристрій працює влітку з міркувань комфорту, споживання майже подвоюється.

Переваги та недоліки

Великою перевагою центральних систем вентиляції є високий комфорт і контрольований рух повітря. Свіже повітря використовується декілька разів. По-перше, вона провітрює житлові кімнати, потім провітрює перетічні зони і, нарешті, видаляє запахи і вологу з приміщень витяжного повітря (кухня, ванна кімната та туалет). Хороша якість повітря може бути поєднана з енергоефективністю, оскільки при оптимізованому плануванні може бути достатньо від 0,3 до 0,4 зміни обсягу повітря всієї будівлі. Додаткові витрати виникають в наслідок того, що система розподілу повинна забезпечити відбір та подачу повітря в необхідних місцях. Чим коротше повітропроводи, тим економічніше система.



Згори донизу:
Вигляд вентиляційної установки

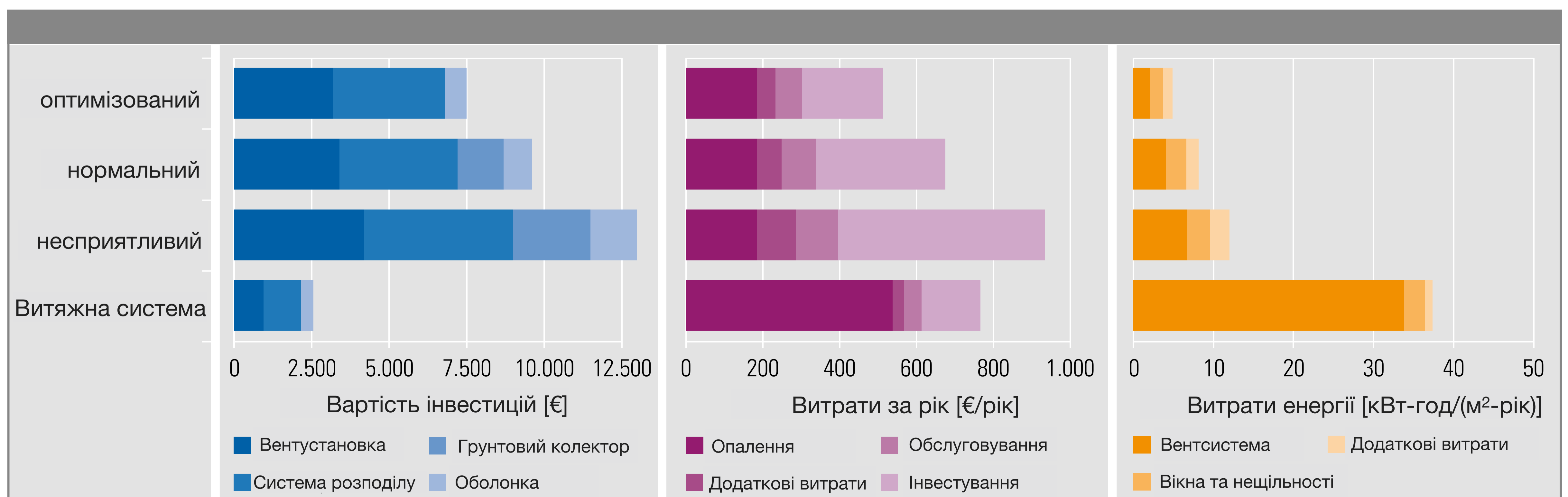
Розподільчі бокси системи повітропроводів для подачі та відводу повітря, що можуть бути прокладені в конструкції підлоги або стелі

Порівняння 3-х центральних комфортних систем вентиляції (оптимізований - нормальний - несприятливий) з витяжною системою.

Для порівняння:

- Інвестиційні витрати
- Експлуатаційні витрати за рік
- Витрати енергії

Незважаючи на збільшення інвестиційних витрат та щорічні витрати, добре спланована вентиляція значно комфортніше ніж витяжні системи. Вентиляційні тепловтрати значно зменшуються, тому може бути заплановано менш потужну систему опалення.



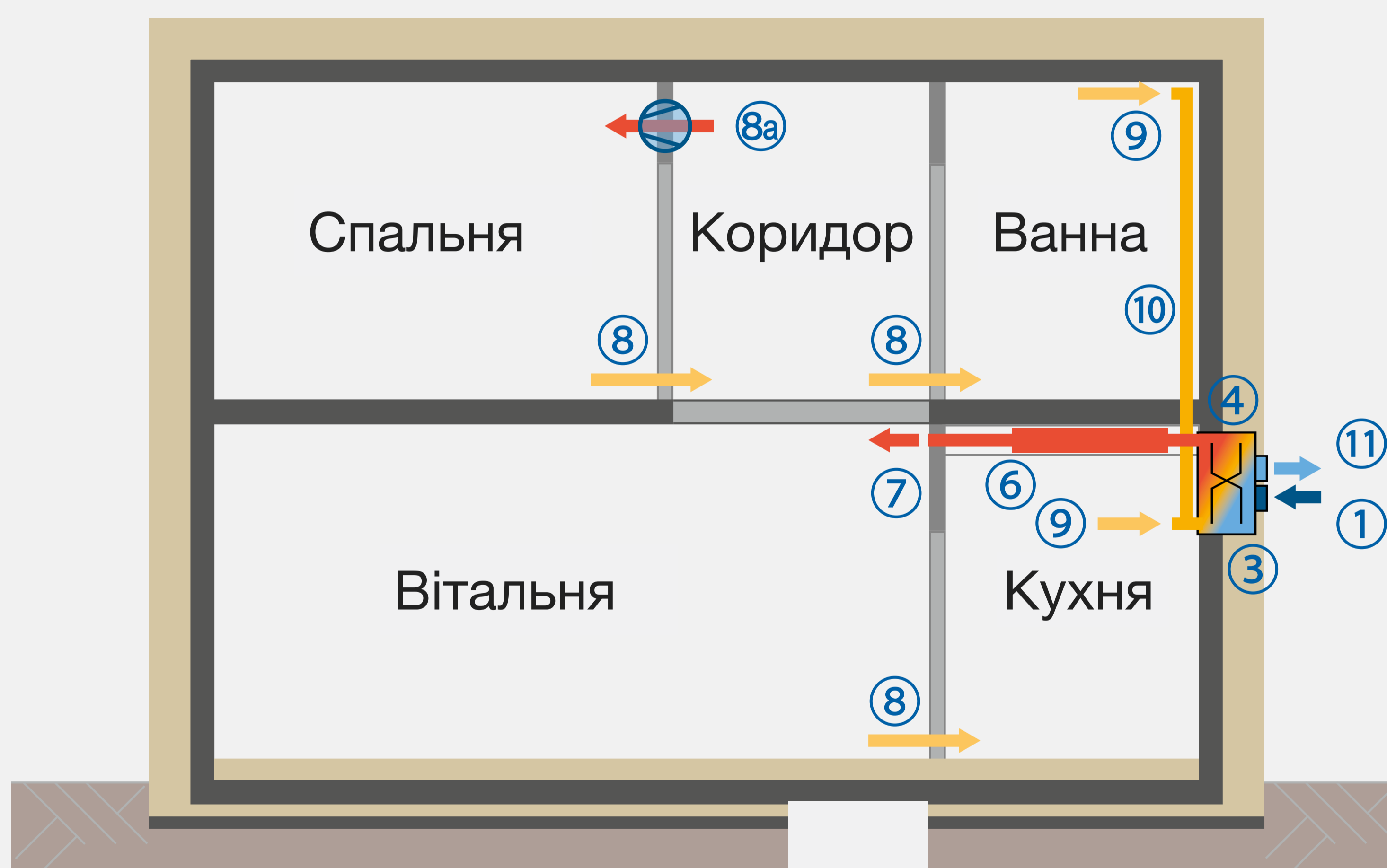
Комфортна вентиляція - варіанти оптимізації

Оптимізоване планування забезпечує економічну концепцію вентиляції. Перш за все, можливо мінімізувати необхідну для встановлення площу, шляхом інтегрування вентиляційної установки [3] у зовнішню стіну. Також можливі варіанти компактного розміщення на кухні або у ванній кімнаті. У показаному рішенні довжини повітропроводів також мінімізовані. З одного боку, витяжні анемостати знаходяться поруч один з одним. З іншого боку, повітропроводи подачі повітря [6] зводяться до мінімуму, постачаючи свіже повітря тільки в вітальню. Звідти, повітря подається в інші окремі кімнати через активні перетічні елементи [8a]. Невеликі вентилятори включаються, як тільки приміщення використовується і датчик у приміщенні визначає збільшення рівня CO₂ або вологості.

Альтернативний варіант передбачає встановлення ще одного вентиляційного блоку на другому поверсі. В якості перетічних приміщень виступають коридор та вітальня - таким чином утворюється система каскадної вентиляції. Повітря використовується кілька разів: спочатку в спальнях / дитячих кімнатах, потім у перетічних зонах, включаючи вітальню і, нарешті, у приміщеннях для відведення повітря (кухня, ванна кімната та туалет).

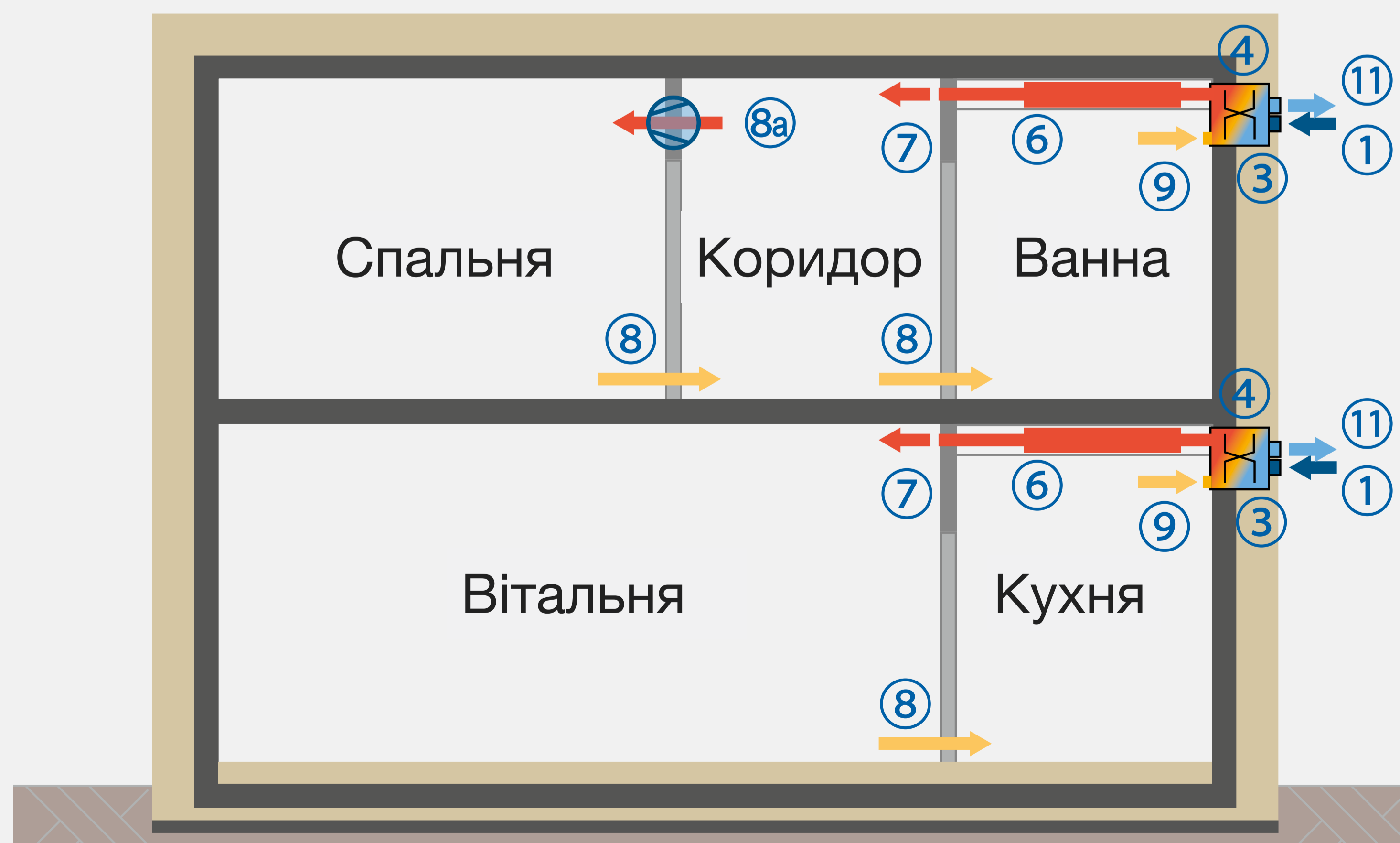
Варіант оптимізації 1

- ① Елемент забору повітря
- ③ Вентиляційна установка
- ④ Фільтри
- ⑥ Система подачі повітря
- ⑦ Елементи подачі повітря
- ⑧ Перетічні елементи
- ⑧a Активні перетічні елементи
- ⑨ Елементи відведення повітря
- ⑩ Витяжна система
- ⑪ Викидний елемент



Варіант оптимізації 2

- ① Елемент забору повітря
- ③ Вентиляційна установка
- ④ Фільтри
- ⑥ Система подачі повітря
- ⑦ Елементи подачі повітря
- ⑧ Перетічні елементи
- ⑧a Активні перетічні елементи
- ⑨ Елементи відведення повітря
- ⑪ Викидний елемент



Якщо концепція будівництва передбачає менш відкритий внутрішній простір (варіант оптимізації 2), систему можна розділити на дві менші вентиляційні установки [3]. На першому поверсі житлова зона отримує припливне повітря [7]. Елементи витяжного повітря [9] знаходяться в кухні та туалеті. На верхньому поверсі розташований вентиляційний пристрій [3], у тому числі витяжний елемент [9] у ванній кімнаті. Припливне повітря подається або безпосередньо в приміщення через дифузори [7], або в коридори, а звідти завдяки активним перетічним елементам [8a] в інші приміщення. Однією з переваг цієї системи є те, що роботу пристрою на першому поверсі можна вночі знизити до мінімуму - і навпаки. Цей варіант оптимізації використовує переваги децентралізованих систем.

Витрати на будівництво та експлуатацію

В кращому випадку, облаштування системи вентиляції для одноквартирного будинку коштуватиме від 6.000 до 7.000 €. Однак на практиці, бюджет системи складає понад 12.000 €. Порівняння витрат на опалення, експлуатацію та технічне обслуговування є вирішальним для економічної обґрунтованості. Виявляється, що більш дешеві системи з рекуперацією тепла, з точки зору експлуатаційних витрат працюють краще, ніж витяжні системи.

Вентиляційні тепловтрати та допоміжна енергія

У порівнянні зі стандартними системами (стор. 18), цільове управління і регулювання повітрообміну можуть призвести до невеликого зниження вентиляційних тепловтрат. Короткі повітропроводи також зменшують додаткове споживання енергії.

Переваги та недоліки

Мистецтво проектування вентсистем полягає в тому, щоб з одного боку, спроектувати їх якомога простіше, а з іншого - досягти більшої керованості та максимально адаптувати до вимог користувачів. Активні перетічні елементи можуть бути ефективним доповненням, адже за допомогою дуже простої технології повітря спрямовується туди, де це необхідно. Однак обов'язковою умовою є відповідне планування поверху, яке дозволяє такі рішення. Це особливо підходить для каскадної вентиляції. Ефективно, якщо повітря спочатку вводиться в спальні та дитячі кімнати, і вся житлова площа може бути використана як перетічна зона, оскільки не потрібно планувати окремих обсягів повітря для спальних і житлових приміщень. Перевагою є те, що може бути розрахована менш потужна вентиляційна система, що зменшить витрати на придбання та експлуатацію.

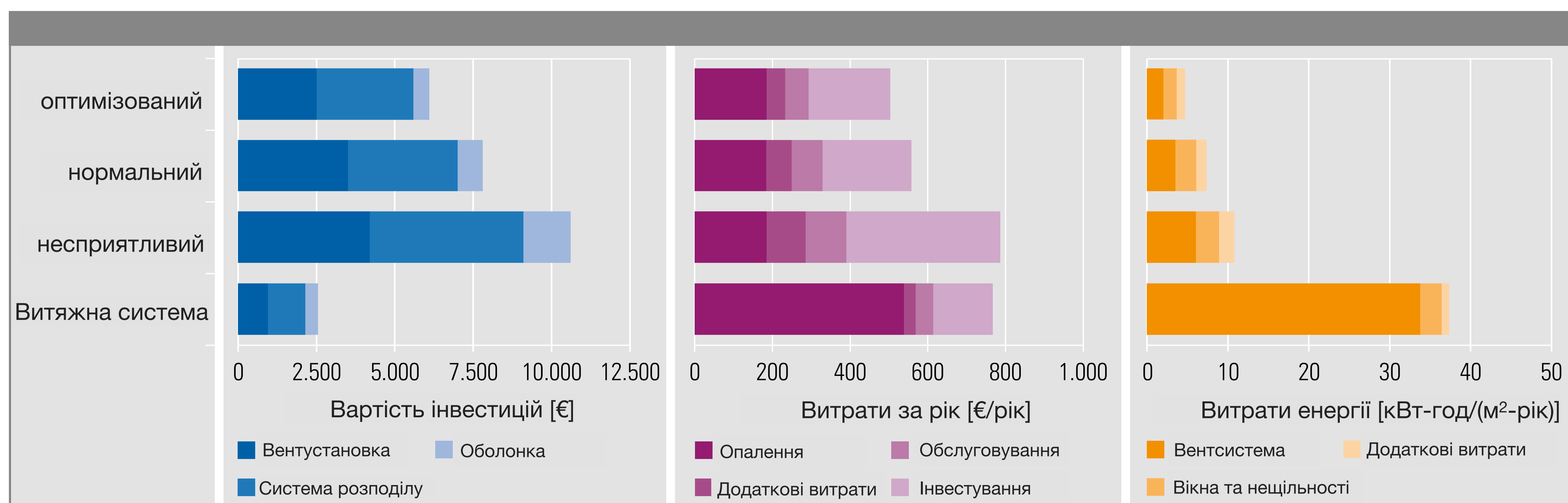
Порівнюючи варіанти оптимізації для комфортних систем вентиляції за рахунок інвестиційних витрат, щорічних витрат і потреби в енергії, можна побачити, що економія може бути досягнута, в порівнянні зі стандартними рішеннями на попередніх двох сторінках, перш за все, за рахунок інвестиційних витрат. Це зменшує щорічне навантаження на користувачів.



Фасадний елемент забору/подачі повітря



Панель пристрою як елемент дизайну



Припливно-витяжна система з рекуперацією тепла - децентралізовані рішення



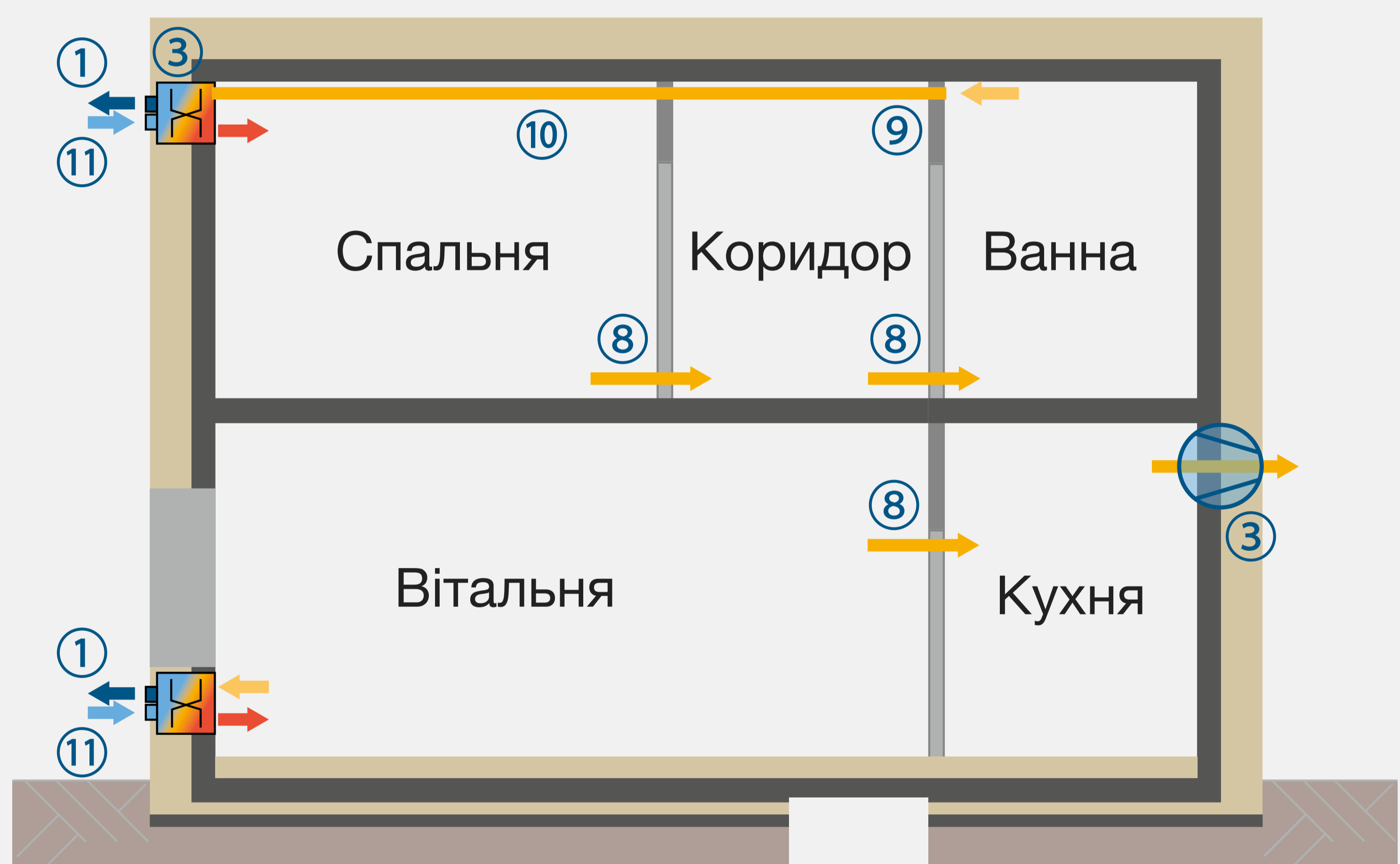
Wandintegrierte Komfortlüftung

Під час реконструкції будівлі часто виникають ситуації, в яких невеликі локальні системи можуть стати оптимальним рішенням для забезпечення комфорту та енергоефективності будівлі. Якщо неможливо встановити централізовану систему комфортної вентиляції, кімнати можуть бути вентилязовані за допомогою простих рішень. Невеликі агрегати з теплообмінниками, продуктивністю від 40 до 100 м³ на годину, можуть забезпечити ефективне вентилявання від одного до трьох приміщень. Хорошим прикладом такого рішення є установка вентпристрою у ванній кімнаті з коротким повітропроводом в спальню і, можливо, в іншому приміщенні, або навпаки. Така система є розумним рішенням для багатьох існуючих будівель, в яких проживає від двох до трьох осіб. Таким чином, усувається проблема нічної вентиляції, і в той же час система виконує функцію базової вентиляції для захисту від вологи для більшої частини будівлі.

Системи «Push-pull» (регенератори) це ще одне децентралізоване рішення: настінні пристрої всмоктують свіже зовнішнє повітря у приміщення через теплообмінник-регенератор і через одну-дві хвилини перемикаються в протилежному напрямку.

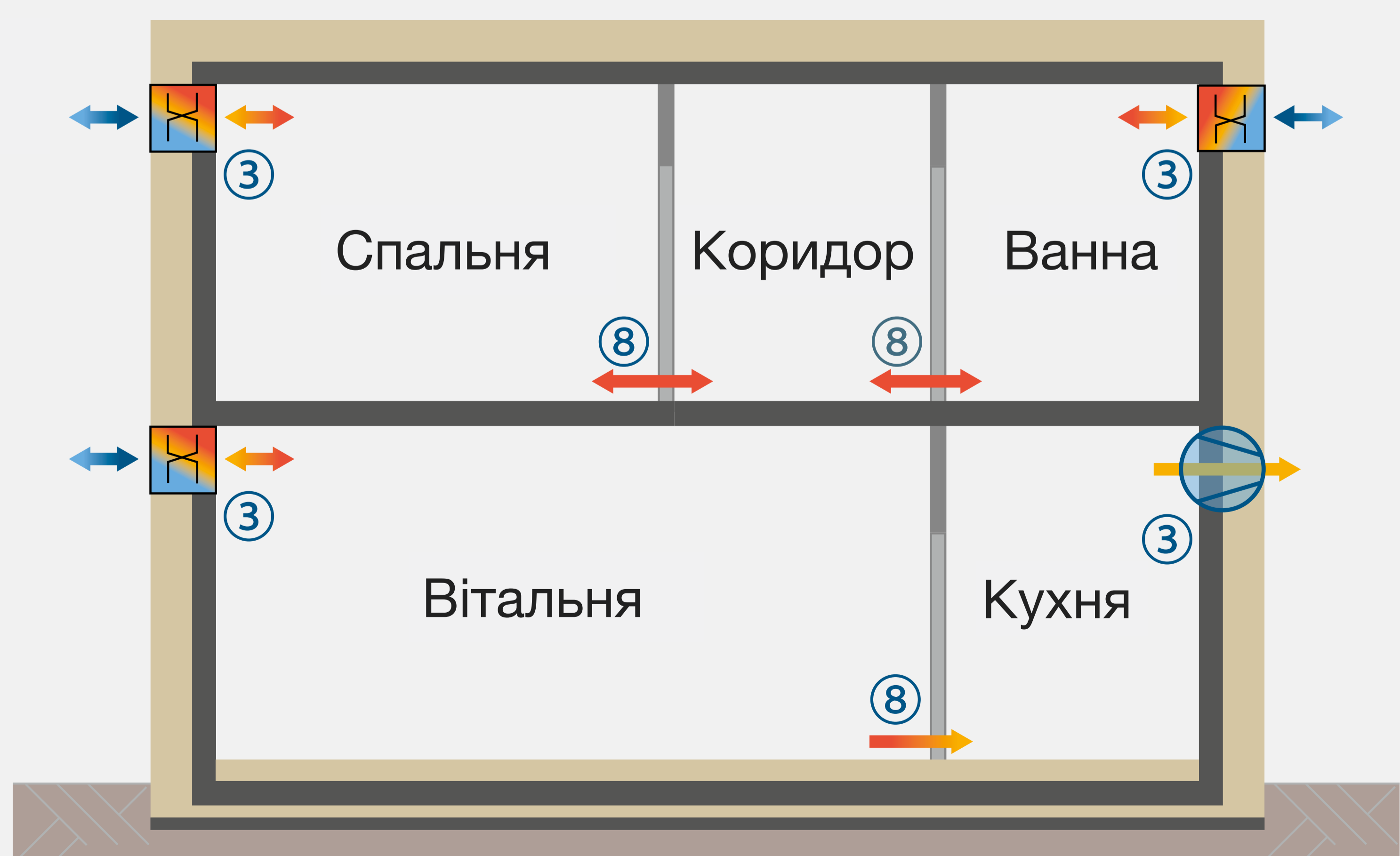
Децентралізовані системи вентиляції - окремо для кожного поверху

- ① Елемент забору повітря
- ③ Вентиляційна установка
- ⑧ Перетічні елементи
- ⑨ Елементи відведення повітря
- ⑩ Витяжна система
- ⑪ Викидний елемент



Децентралізовані системи вентиляції - регенератори

- ③ Вентиляційна установка
- ⑧ Перетічні елементи



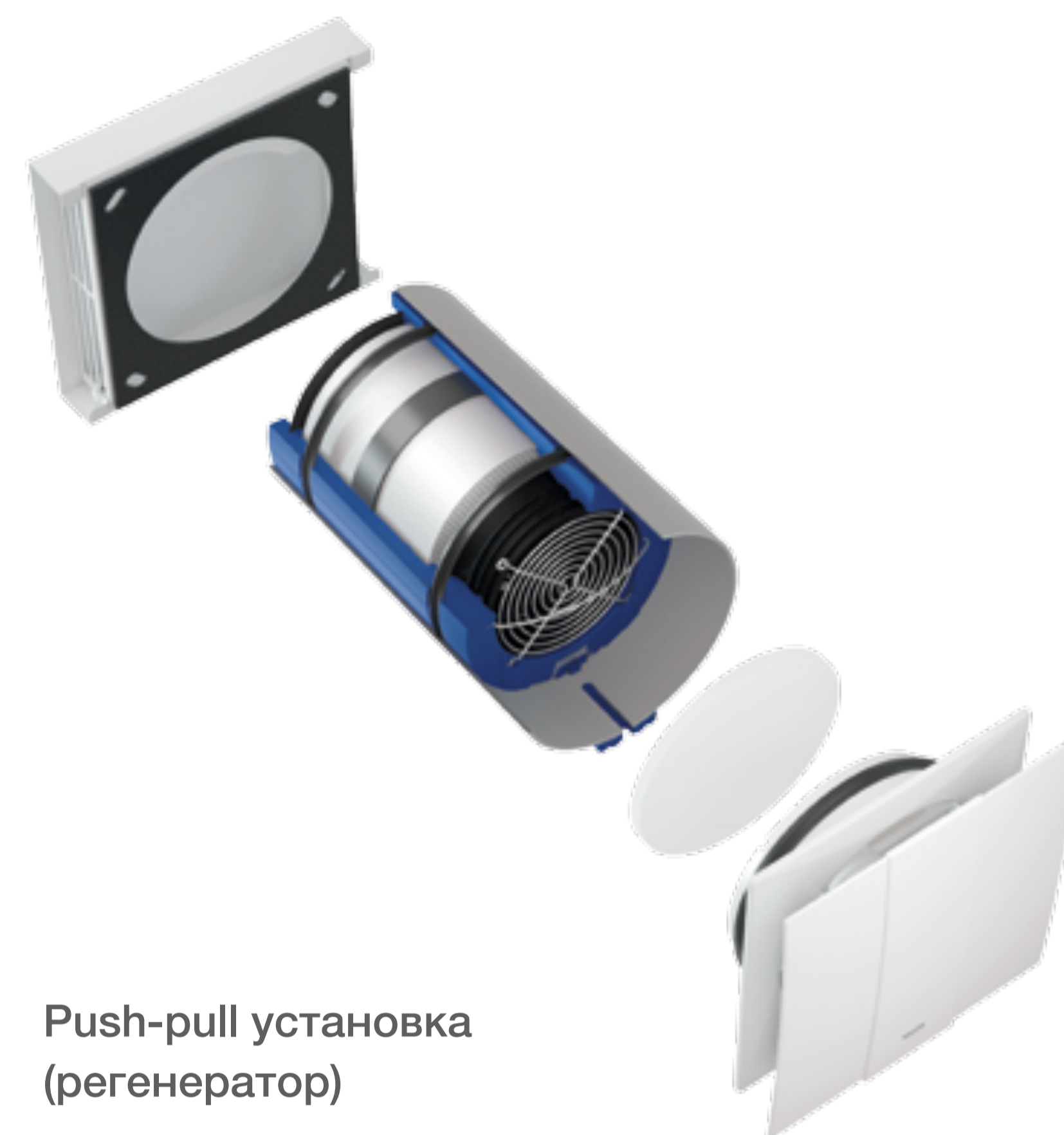


Стіновий блок з протиточним рекуператором (ліворуч); невеликий кімнатний пристрій з макс.продуктивністю 55 м³/год (праворуч)

Завдяки теплу повітря приміщення, теплообмінник знову «заряджається» для наступного циклу. Для кожної житлової кімнати потрібен один пристрій, для більших приміщень - дві установки. Два пристрої перемикаються синхронно один з одним. Для досягнення такої ж якості повітря в приміщенні, як і в системах з постійним повітрообміном, необхідно замінити більше 30-70% повітря. У приміщеннях, з яких необхідно відводити повітря (кухня, ванні кімнати та туалети) не можна використовувати регенератори, оскільки в такому випадку неприємні запахи та забруднюючі частинки потраплять в житлові кімнати. Тому для таких приміщень використовуються витяжні установки, які включаються лише у разі необхідності. Це знижує рівень рекуперації тепла. Крім того, шум регенераторів часто створює дискомфорт через постійні процеси перемикавання.

Витрати на будівництво та експлуатацію

Інвестиційні витрати на недорогі рішення з регенераторами можуть бути нижчими, ніж вартість децентралізованих систем вентиляції. Річні експлуатаційні витрати - навпаки вищими. Системи Push-pull призводять до більш високих втрат тепла та підвищеної потреби в додатковій енергії.



Push-pull установка (регенератор)

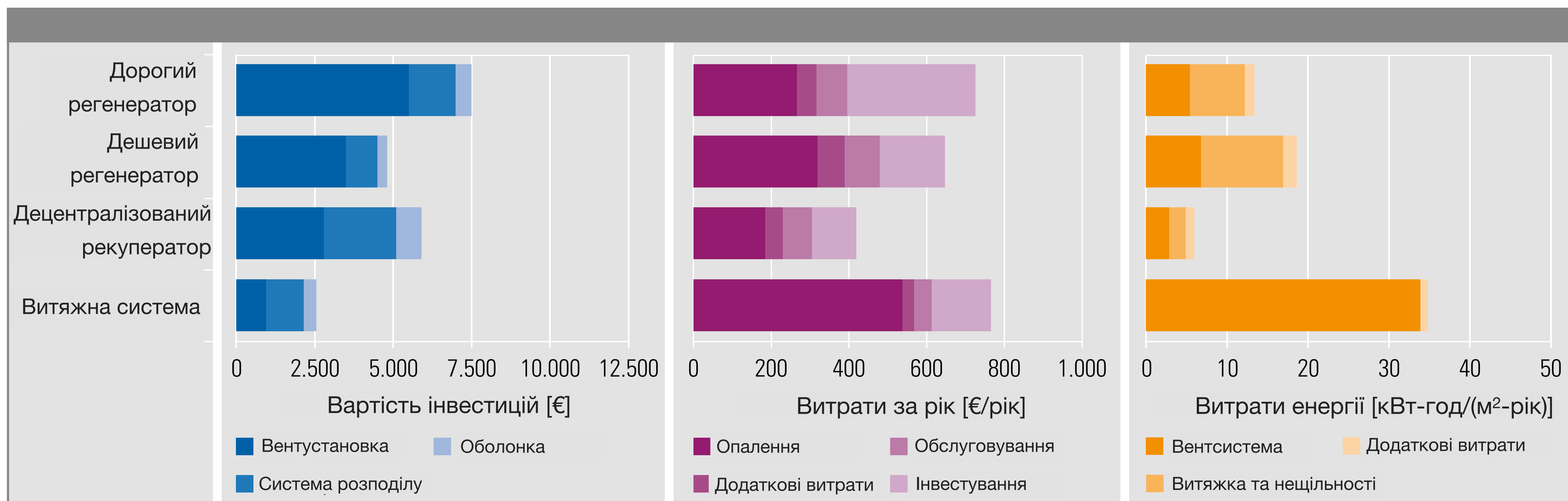
Вентиляційні тепловтрати та допоміжна енергія

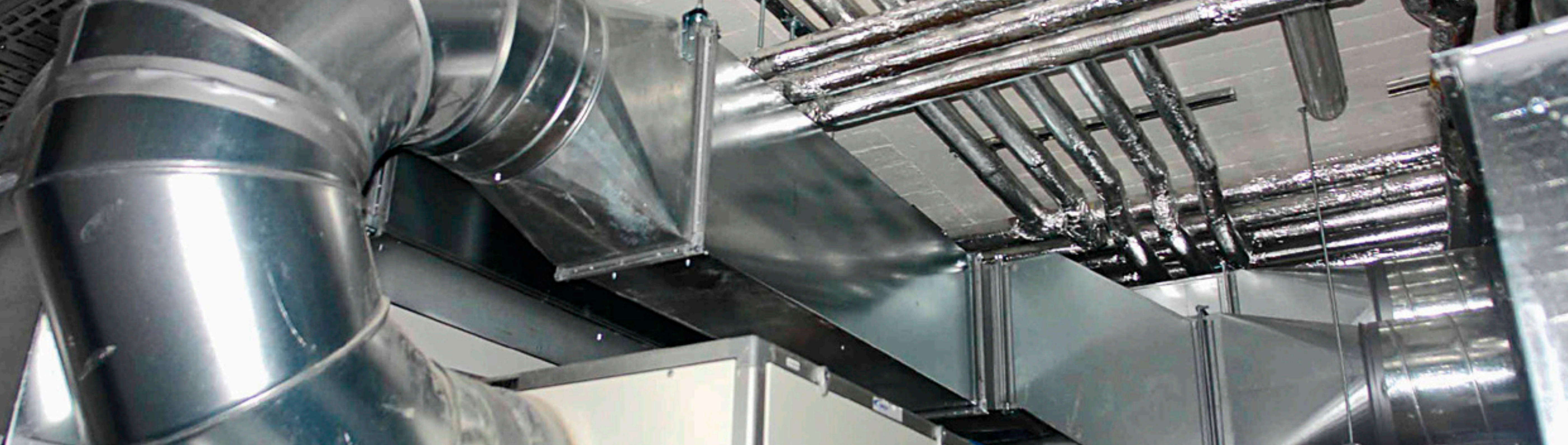
Потреба в енергії, за умови аналогічної якості повітря в приміщенні, при використанні Push-pull систем значно вища, ніж при застосуванні децентралізованих систем вентиляції. Ситуація виглядає дещо кращою, якщо для приміщень з відведенням відпрацьованого повітря знайдено рішення, що передбачає рекуперацію тепла.

Переваги та недоліки

Поряд з великою перевагою недорогого та простого встановлення, системи регенераторів мають суттєві недоліки під час експлуатації, такі як - збільшений повітрообмін, високі вентиляційні тепловтрати та дискомфорт від постійної зміни повітряного потоку. Крім того, є лише кілька пристроїв, які задовольняють високі вимоги до звукоізоляції в приміщенні. Також потрібно здійснювати сервіс не лише одного пристрою, а декількох регенераторів.

Порівняння варіантів: регенератори, недорогі децентралізовані системи вентиляції та витяжні системи; інвестиційні витрати, щорічні витрати та енерговитрати: з push-pull рішеннями важливим є критичний погляд на рівень споживання.





5 Рішення для багатоквартирних будинків

У багатоквартирних будинках можуть бути використані центральні та децентралізовані рішення, які більш детально пояснюються нижче.

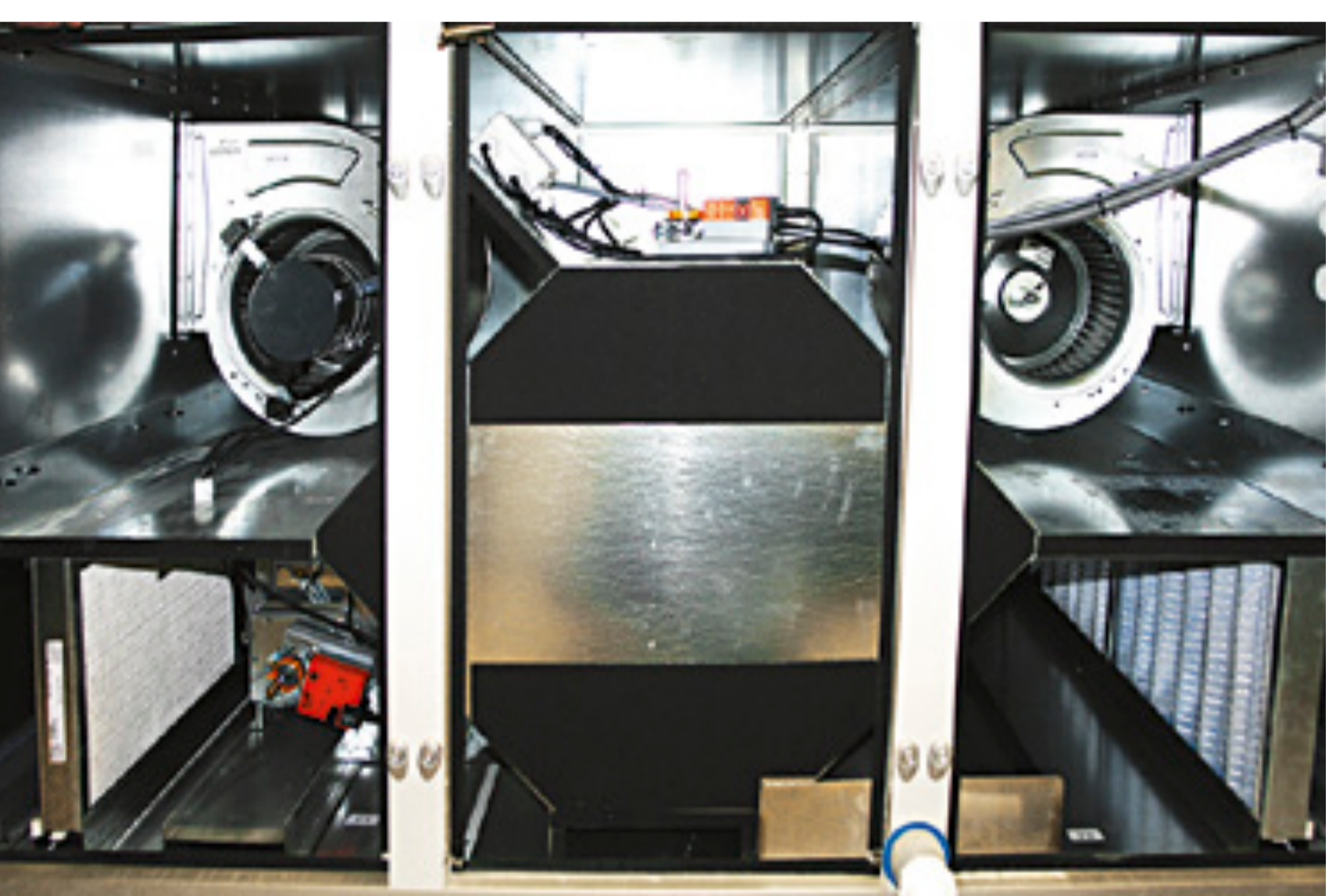
Центральна вентиляційна система для багатоквартирних будинків



Повітряна установка для 15-ти житлових квартир

Центральні вентиляційні системи ідеально підходять для багатоквартирних будинків, що пропонують оренду квартир. Користувачі навряд чи знатимуть про саму вентсистему - окрім приємного та свіжого повітря в приміщенні.

Технологічне обладнання зазвичай розміщене в центральному техприміщенні, яке може бути розташоване в підвалі, на мансарді або в окремій кімнаті на поверсі. Забір свіжого зовнішнього повітря [1] відбувається по найкоротшому шляху, холодні труби в будівлі повинні бути ізольованими і не викликати втрати тепла. Вентиляційний пристрій з рекуперацією тепла [3] повинен бути розташований так, щоб його легко було обслуговувати. Найбільш оптимальною є компактна система розподілу [6], якою повітря подається в квартири, з максимально коротким маршрутом. Захист від пожежі є необхідним фактором витрат (стор. 41). Є багато можливостей для розподілу повітря безпосередньо в апартаментах. Для напівцентральної системи вентиляції кожна квартира обладнується невеликим вентилятором, замість центрального вентпристрою. Повітропроводи подачі повітря [6а] можуть бути прокладені в конструкції бетонного перекриття, в стяжці або в підвісній стелі. Елементи подачі повітря [7] направляють повітря в житлові зони, такі як вітальні, спальні та дитячі кімнати. Коридори забезпечують перетікання в приміщення витяжного повітря, такі як кухня, ванна кімната і туалет. Витяжні елементи [9] повинні розташовуватися якомога ближче до стелі. Відпрацьоване повітря далі направляється через розподільчий трубопровід [10] назад до центрального вентиляційного пристрою, де, завдяки теплообмінку-рекуператору, передає своє тепло вхідному свіжому повітрю.



Вентустановка: посередині - теплообмінник, зліва та справа - вентилятори

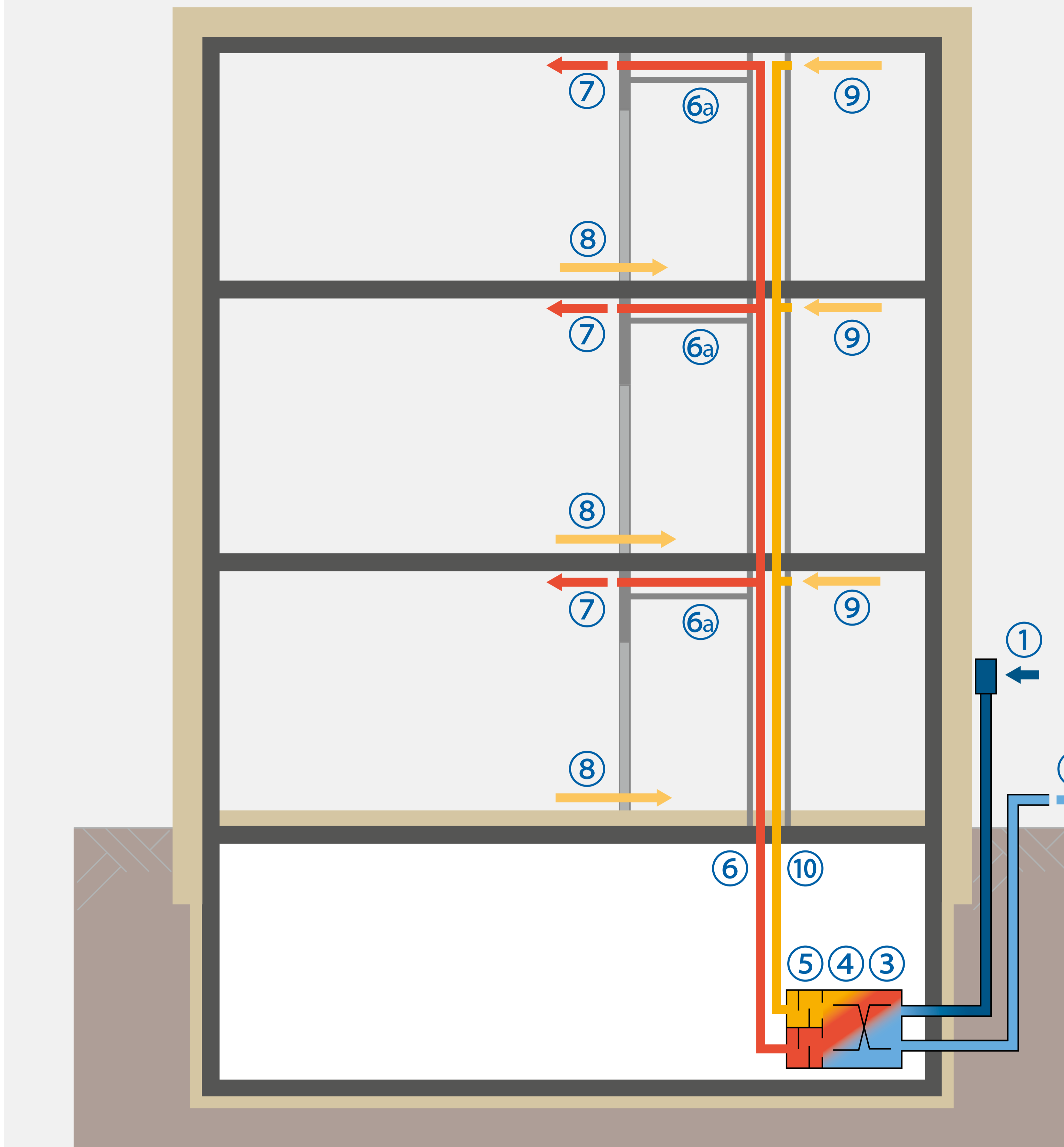
Правильне регулювання є вирішальними для ефективності систем. Якщо в приміщеннях встановлено номінальну вентиляцію відповідно до DIN 1946-6 (стор. 38), в зимові місяці, під час низької наповненості будинку, відбувається зниження рівня відносної вологості в приміщеннях. Краще встановити тільки базову вентиляцію, яку, при необхідності, користувачі можуть збільшити вручну. Крім того, таке рішення зарекомендувало себе на практиці, внаслідок того, що мешканці відкривають вікна, коли потребують підвищеного повітрообміну.

Витрати на будівництво та експлуатацію

Точне планування є необхідною умовою для економічно обґрунтованих рішень. Ефективність системи зростає, якщо приміщення з відведенням відпрацьованого повітря розташовані поруч і витяжні канали можуть бути об'єднані та реалізовані найкоротші припливні повітропроводи. Застосування каскадного рішення (стор. 20) для використання житлових кімнат в якості перетічних зон, також може забезпечити додаткові заощадження з точки зору інвестицій та експлуатації.

Центральні вентиляційні системи для багатоквартирних будинків

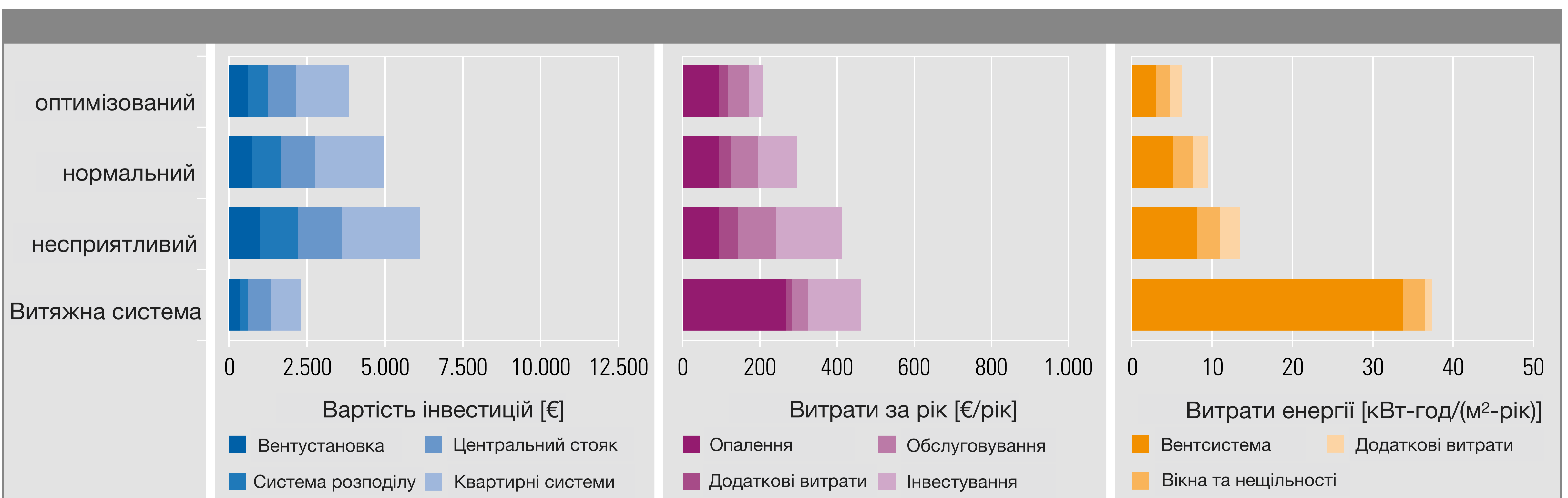
- ① Елемент забору повітря
- ③ Вентиляційна установка
- ④ Фільтри
- ⑤ Шумоглушники
- ⑥ Система подачі повітря
- ⑥а Розподі та передача
- ⑦ Елементи подачі повітря
- ⑧ Перетічні елементи
- ⑨ Витяжна система
- ⑩ Елементи відведення повітря
- ⑪ Викидний елемент



Вентиляційна установка та магістральні канали повинні бути заплановані таким чином, щоб заощадити якомога більше місця і, перш за все, відповідати найбільш економічно ефективним рішенням для протипожежного захисту.

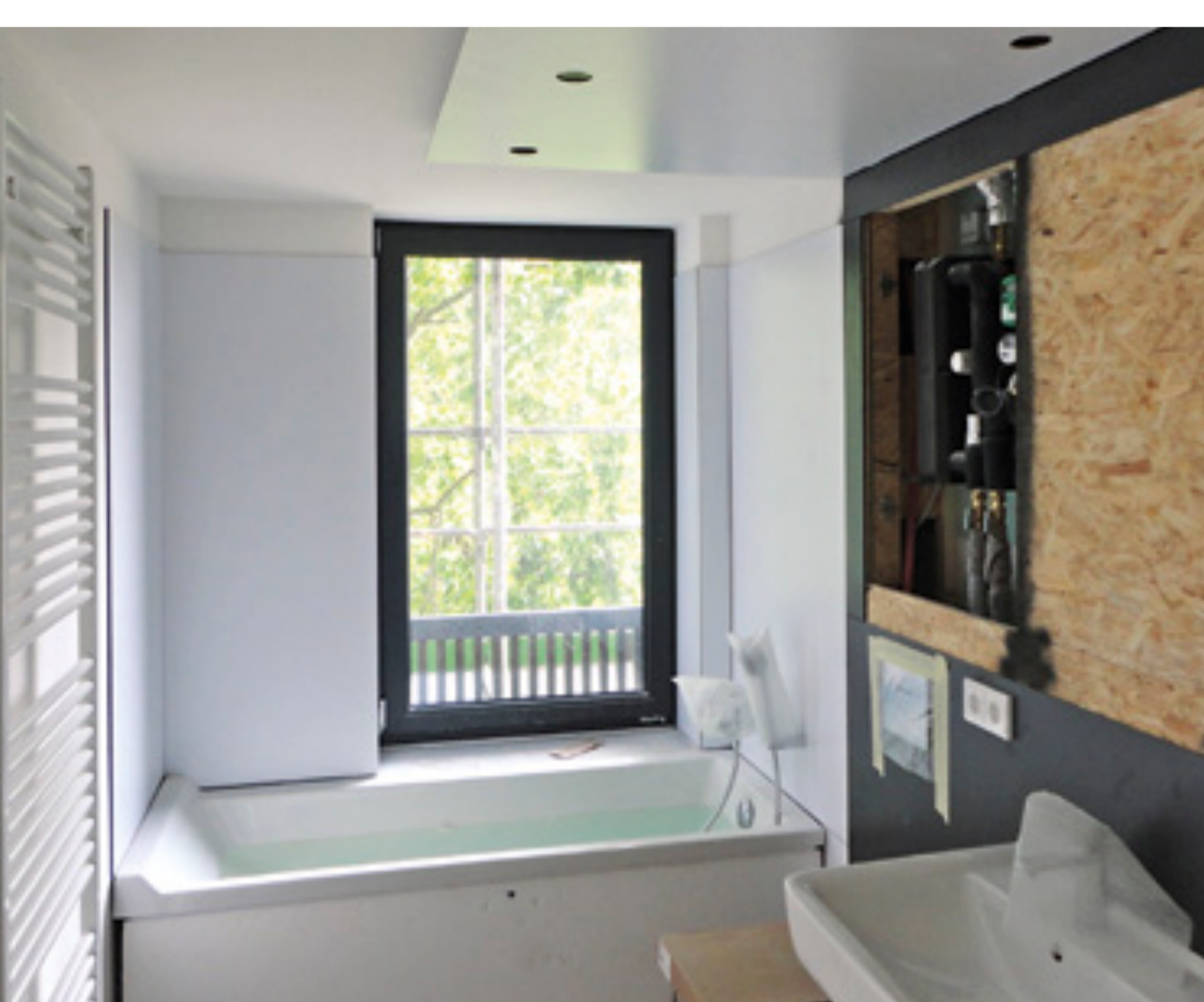
Інвестиційні витрати, наприклад, на квартири площею 70 м² часто перевищують 6000 євро, дешеві версії коштують менше 4000 євро. Центральні системи вентиляції для багатоквартирних будинків можуть отримати кращі умови стимулюючого фінансування KfW. Якщо врахувати зниження потреби в опаленні, експлуатаційні витрати, додаткове енергоспоживання, витрати на обслуговування, можна впевнено зазначити, що загальні витрати в будинках з центральною системою вентиляції будуть значно нижчі ніж у тих самих квартир з витяжними системами.

Порівняння варіантів оптимізованої, нормальної і несприятливої комфортної вентиляції для квартири в багатоповреховому будинку, з врахуванням інвестиційних витрат, річних витрат і енергетичних потреб: незважаючи на збільшення інвестиційних витрат, щорічні витрати на системи рекуперації тепла є більш низкими, ніж для витяжних систем.





Просте регулювання для користувачів



Світловий елемент під стелею як облицювання для вентустановки



Вбудований вентиляційний блок

Вентиляційні тепловтрати та допоміжна енергія

Кінцева потреба в енергії для покриття вентиляційних тепловтрат і додаткових втрат для витяжних систем складає від 30 до 40 кВт-год/(м²-рік). Для установок з рекуперацією тепла такі значення становлять від 6 до 12 кВт-год/(м²-рік). Це втрати тепла під час роботи вентиляційного пристрою та втрати, спричинені негерметичністю будівлі, а також допоміжне електричне живлення вентиляційної установки. В оптимальному випадку це значення менше 1,5 кВт-год/(м²-рік) за опалювальний сезон. При неякісному плануванні та погано відрегульованих системах ця величина зростає від 2 до 3 кВт-год/(м²-рік). Якщо пристрій працює влітку з міркувань комфорту, то споживання зростає ще на 1,5-2,5 кВт-год/(м²-рік).

Переваги та недоліки

Суттєва перевага систем центральної вентиляції полягає в простому обслуговуванні. При правильному плануванні, сервісні роботи обмежені одним центральним вентиляційним пунктом і тому є недорогими. Мінімальна присутність технологічних пристроїв в апартаментах є дуже привабливою для більшості людей. Недолік полягає в площі приміщення, необхідному для центральної вентиляційної установки, яка вимагає щонайменше 1 м² приміщення на квартиру, а за несприятливих умов ще більше. Не можна нехтувати і вентиляційними шахтами. Якщо в житловому будинку немає економічно ефективного рішення для протипожежного захисту, можуть виникнути підвищені витрати.

Децентралізовані вентиляційні системи для багатоквартирних будинків

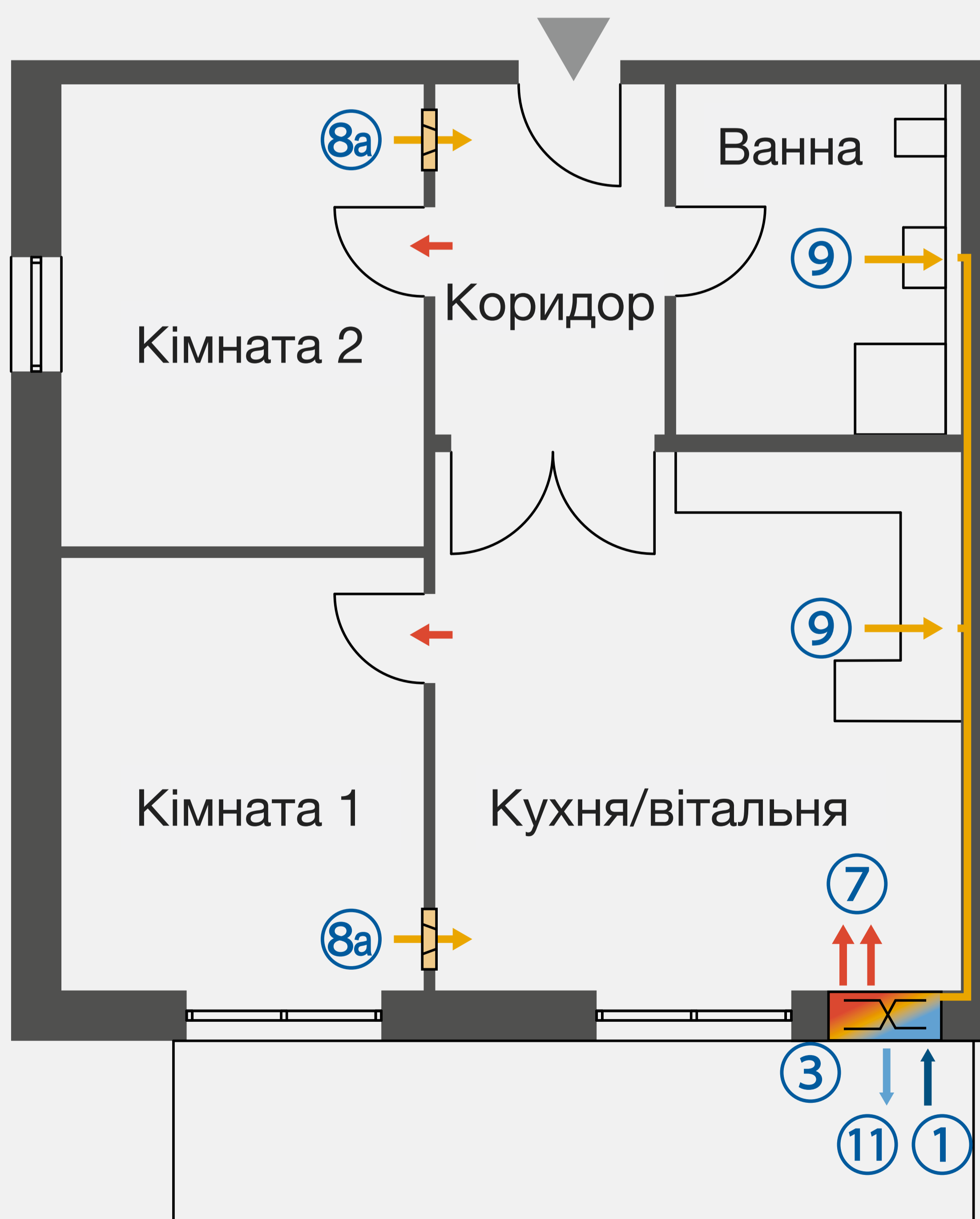
Більшість існуючих і нових будинків складають дво- та трикімнатні квартири. Для них може бути достатньо компактних вентиляційних рішень. Децентралізовані системи можуть бути заплановані просто і економно. Вентиляційні пристрої [3] містять два невеликих вентилятора, кожен з яких потребує близько 10 Вт для базової вентиляції квартири. Це відповідає роботі двох невеликих енергозберігаючих ламп. Пристрій може бути встановлений, наприклад, над туалетом, під стелею ванни, над кухонним блоком або у зовнішній стіні без втрати житлової площі. Свіже повітря всмоктується через зовнішній елемент в стіні [1], який з'єднаний безпосередньо з пристроєм або вимагає лише невеликого ізольованого з'єднання. Часто елемент витяжного повітря [11] інтегрований у цей модуль забору зовнішнього повітря. Труби подачі повітря від приладу до житлових приміщень, включаючи звукоізоляцію [5], повинні бути якомога коротшими. Варіант 1 показує три дуже короткі підключення подачі повітря в приміщення. Альтернативно, все вхідне повітря може спочатку подаватись в дві спальні (кімнати 1 і 2), а до вітальні вже повертається за допомогою перетічного елемента.

У варіанті 2 також використовуються короткі лінії повітропроводів. Подача повітря [7] повністю здійснюється в вітальню. За умови використання інших кімнат, спрацьовують датчики CO₂ та вмикаються перепускні вентилятори [8a], які забезпечують подачу необхідного повітря у відповідну кімнату. Сторона витяжного повітря [9] також дуже проста і недорога. Передумовою для цього є безпосереднє прилягання приміщень, з яких витягується відпрацьоване повітря, один до одного.



Децентралізовані системи вентиляції - Варіант 1

- ① Елемент забору повітря
- ③ Вентиляційна установка
- ⑤ Шумоглушник
- ⑦ Елемент подачі повітря
- ⑧ Перетічні елементи
- ⑨ Елементи відведення повітря
- ⑪ Викидний елемент



**Децентралізовані системи вентиляції - Варіант 2
Мінімізація повітропроводів**

- ① Елемент забору повітря
- ③ Вентиляційна установка
- ⑦ Елемент подачі повітря
- ⑧a Активні перетічні елементи
- ⑨ Елементи відведення повітря
- ⑪ Викидний елемент



Вентиляційний блок над туалетом і система розподілу під стелею під ванної кімнати - без втрати простору



Вентиляційний блок та система розподілу під стелею

Витрати на будівництво та експлуатацію

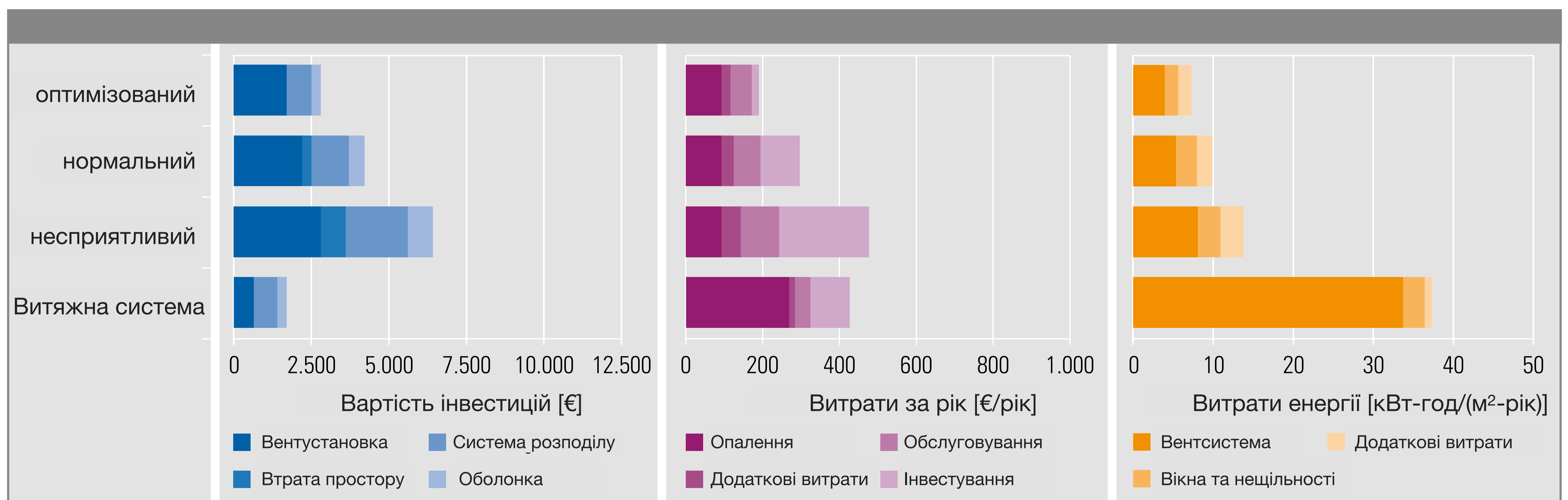
Децентралізовані системи комфортної вентиляції часто коштують 6 000 € і більше. Окремі виробники пропонують економічно ефективні системи, які описано в варіантах 1 і 2, включаючи встановлення, за 2 500 € до 3 000 €. Якщо за рахунок рекуперації тепла досягається більш висока ефективність, то використання такої системи буде більш доцільним, ніж витяжна система. Це чітко відстежується, якщо внаслідок меншої необхідної потужності, заощаджуються витрати на опалення. Річне навантаження на опалення, допоміжну енергію, технічне обслуговування та фінансування для недорогих систем вентиляції з рекуперацією тепла має нижчі значення, ніж для витяжних систем.

Вентиляційні тепловтрати та допоміжна енергія

Енергетичні показники децентралізованих систем схожі на централізовані установки. Кінцева потреба в енергії для покриття вентиляційних тепловтрат та допоміжної енергії в витяжних системах зазвичай становить від 30 до 40 кВт-год/(м²-рік), установки з рекуперацією тепла мають подібні значення в межах від 6 до 13 кВт-год/(м²-рік), плюс додаткове електроспоживання від 1,5 до 3 кВт-год/(м²-рік).

Переваги та недоліки

Особлива перевага децентралізованих систем полягає в тому, що вони можуть бути інтегровані в планування квартири практично без втрат житлового простору та площі приміщення. Пристрої, включаючи повітропроводи, можна встановити дуже просто. Крім того, можливе індивідуальне регулювання відповідно до потреб користувачів. Найбільшим недоліком є технічне обслуговування, оскільки в квартирі потрібно буде робити заміну фільтрів. В якісних установках ця процедура складається з двох простих кроків. Іншим недоліком є забір повітря через огорожуючі конструкції будівлі. Елементи зовнішнього та відпрацьованого повітря повинні бути якісно інтегровані та розміщені в доступних місцях, таких як, наприклад, балкони.



Дуже економічно ефективні децентралізовані комфортні системи вентиляції забезпечують інвестиційні витрати значно нижче 3000 євро, включаючи установку. Вони є дуже дешевими з точки зору щорічних витрат, якщо обслуговування є ефективним та економічним.

6 Компоненти комфортних систем вентиляції

Основні компоненти вентиляційних систем докладно описані нижче. Під час вибору концепції системи, слід звернути увагу, що близько половини витрат розподіляється між центральним блоком і системою розподілу. Правильне планування має великий вплив на вартість системи.

1) Зовнішні елементи забору повітря

Для розташування зовнішніх елементів забору повітря можливі кілька варіантів:

Стіна: Класичний - це приплив свіжого зовнішнього повітря через проходи у зовнішній стіні. Вентиляційний пристрій повинен розташовуватися якомога ближче до нього. Особливо рентабельні рішення передбачають інтеграцію вентустановки в стіну. Відпрацьоване повітря може проходити через той же отвір в стіні, якщо немає змішування повітряних потоків. Вологе повітря повинно відводитись таким чином, щоб конденсат не міг формуватись на фасаді будівлі.

Дах: В основному, до позиціонування зовнішніх елементів в конструкції даху, застосовуються ті ж критерії, що і для стін. Це рішення в першу чергу підходить, якщо вентустановка знаходиться в зоні даху.

Відкритий простір: Всмоктуючі елементи можуть бути розташовані на будівлі або вільно розміщуватись. Повітря проходить через наземну лінію до будівлі. Можна інтегрувати ґрунтовий теплообмінник.



Зовнішній повітряний елемент

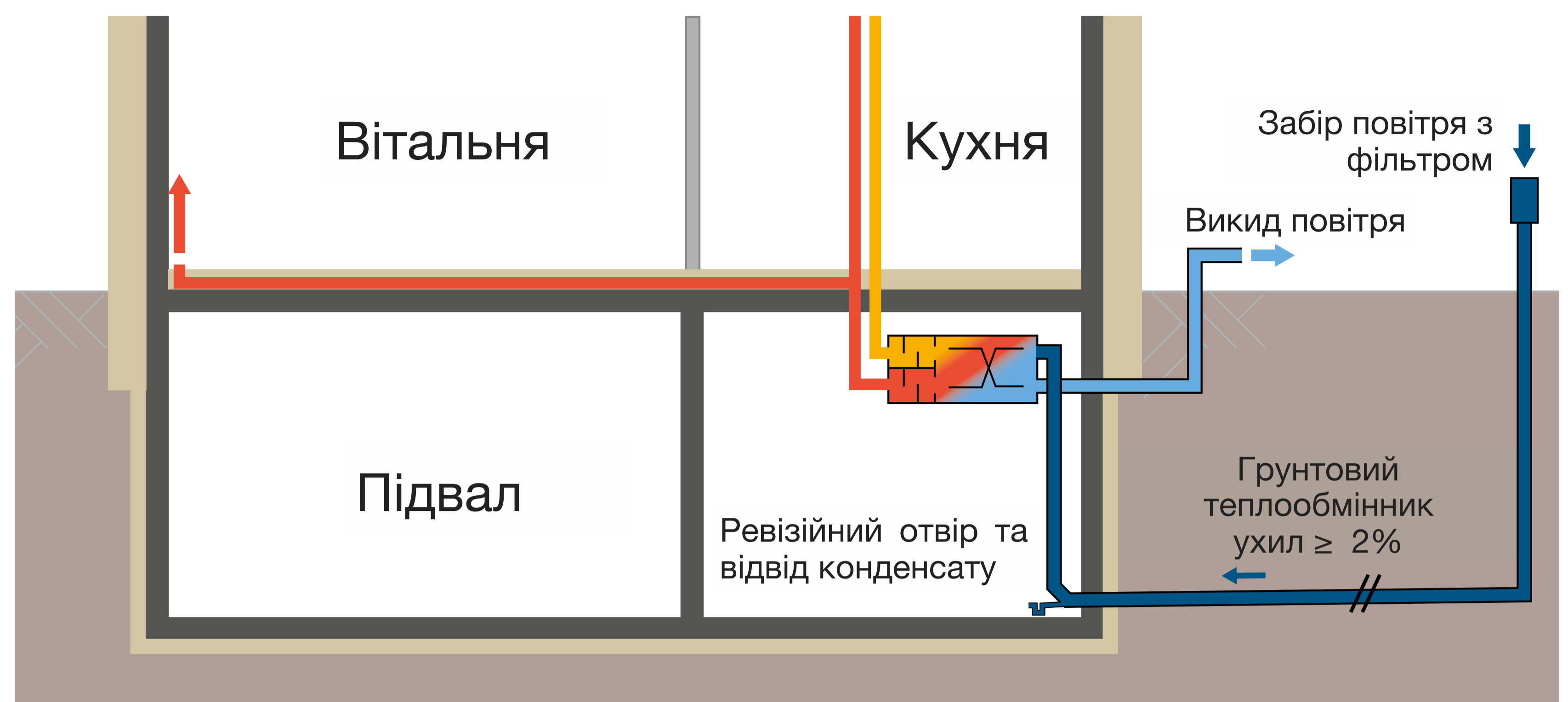


Зовнішній повітряний елемент як елемент дизайну

2) Захист від замерзання та ґрунтовий теплообмінник

У теплообміннику вентиляційної установки пара конденсується у відпрацьованому повітрі і замерзає, якщо температура зовнішнього повітря опускається нижче приблизно -4°C . Однією з стратегій захисту від замерзання є відповідне управління роботою установки для забезпечення необхідних умов експлуатації. Для цього подача вхідного зовнішнього повітря знижується настільки, щоб температура відпрацьованого повітря не могла досягнути зони замерзання. Альтернативно, зовнішнє повітря може бути попередньо нагріте (електричним) нагрівачем. Для великих систем можна організувати попередній підігрів, використовуючи систему опалення. Іншим варіантом є підключення ґрунтового теплообмінника. Повітря проходить через трубопровідну систему в ґрунті і тим самим прогрівається. Влітку, спостерігається невеликий ефект охолодження. Але таке рішення має суттєвий недолік: температура стінок теплообмінника «земля-повітря» в теплу пору року протягом певного часу може бути нижче, ніж температура точки роси повітря. У таких випадках на стінках теплообмінника виділяється конденсат, результатом чого може стати мікробне зараження повітря. Альтернативно, може бути облаштовано розсольний контур, прокладений під землею, який передає геотермальну енергію через теплообмінник вхідному зовнішньому повітрю.

Схема облаштування ґрунтового колектора



3) Вентиляційна установка з рекуперацією тепла

Серцем вентиляційної системи є вентустановки. Зовнішнє повітря всмоктується завдяки вентилятору і пропускається через теплообмінник. Паралельно з цим вентилятор відпрацьованого повітря розташований зі сторони викиду. Функцію рекуперації тепла забезпечує теплообмінник з металу або пластику. Чим вища площа передачі, тим краще ефективність. Додаткові функції, такі як звукоізоляція, відведення конденсату та керування інтегровані в вентустановки. Високоякісні рішення повинні відповідати наступним критеріям Інституту пасивного будинку:

- Ступінь регенерації тепла має становити не менше 75%, нормальний рівень - від 85% до 93 %
- Температура припливного повітря завжди повинна бути вище 16,5°C, навіть при зовнішній температурі -10°C
- Необхідна потужність для транспортування одного кубічного метру повинна становити - максимум 0,45 Вт/м³ (хороші установки споживають значно менше - 0,3 Вт/м³, тобто менше 1 кВт-год на добу для однородинного будинку)
- Пристрій повинен бути простим для перевірки та очищення

Стандарт звукоізоляції для будівельних конструкцій (DIN 4109-1) вимагає обмеження рівня звукового тиску в системі вентиляції до 30 дБ (А) у житлових приміщеннях і 33 дБ (А) в кухні. У майбутньому, для підвищення звукоізоляції, максимальне значення складатиме 27 дБ (А). Центральні системи вентиляції потрібно планувати і облаштовувати таким чином, щоб їх практично не було чути в житлових приміщеннях. Інститут пасивного будинку рекомендує рівень звукового тиску ≤ 25 дБ (А) у житлових приміщеннях і нижче 30 дБ (А) у приміщеннях для відпрацьованого повітря.



Стельова вентустановка



Ентальпійний теплообмінник

Ентальпійний теплообмінник

дозволяє передати більшу частину вологи з боку витяжного повітря на сторону припливного повітря. Вода мігрує через мембрану пластинчастого теплообмінника завдяки технології осмосу. Технологія особливо ефективна, якщо вологість приміщення може суттєво знизитись через роботу вентиляційної системи, наприклад в великих житлових приміщеннях з малою заповненістю. Ще однією перевагою є підвищення рівня захисту від замерзання. Недолік - трохи нижчий коефіцієнт ефективності рекуперації тепла.

Роторний теплообмінник

дозволяє відновлювати вологість шляхом конденсації, але при цьому невелика частка відпрацьованого повітря потрапляє в припливне повітря.

4) Фільтр

За допомогою фільтрів можна зменшити кількість пилу та пилку, що містяться у зовнішньому повітрі. Для цього використовуються фільтрувальні мати, які можуть бути плоскими, гофрованими або складені у вигляді кишені. Для відпрацьованого повітря можуть використовуватися фільтри грубої очистки з класом ePM10 \geq 50% (раніше M5). Фільтри для подачі свіжого повітря повинні відповідати, принаймні, класу ePM1 \geq 50% (раніше F7). Для центральних систем цей фільтр слід розміщувати безпосередньо у зовнішньому повітрязбірнику. Для надійної фільтрації дрібного пилу та пилку необхідно встановити додатковий фільтр перед вентиляційним пристроєм класу ePM1 \geq 80% (раніше F9). Чим тонкіший фільтр, тим вище опір потоку і, відповідно, більша потужність вентилятора і енергоспоживання. Важливо, щоб користувач міг легко замінити фільтр. При виборі вентустановки слід стежити за тим, щоб змінні фільтри були недорогі.



Фільтр в вентиляційній установці

5) Шумоглушники

Шумоглушники інтегруються в вентиляційну установку і в систему розподілу. З одного боку, вони повинні послабити шум вентилятора а, з іншого боку, запобігти поширенню звуку між приміщеннями через систему повітропроводів. Для цього в трубопроводну систему можуть бути вбудовані класичні круглі глушники або інші спеціальні пристрої для зниження шуму та передачі звуку. Альтернативно або додатково, розподільні коробки (облицьовані зсередини пінним матеріалом) можуть функціонувати як глушники. Також на рівень звукоізоляції та поширення звуку впливають конструкція і матеріал системи повітропроводів. Так, системи з гнучких полімерних повітропроводів знижують рівень шуму та передачу звуку.



Спіральні труби з інтегрованими шумоглушниками

6) Системи розподілу повітря (повітропроводи)

Система розподілу повітря суттєво впливає на вартість системи вентиляції. Основне завдання полягає в тому, щоб планувати дуже просту систему розподілу повітря з максимально короткими лініями повітропроводів. Для представлених варіантів вентсистеми (розділи 4 та 5) може бути використано декілька рішень розподілу. Система повітропроводів може бути виконана у формі зірки або лінійного повітропроводу, до якого почерзі підключаються кімнати. При зіркоподібному розподілі, звукоізольована розподільна коробка краще запобігає поширенню шуму між приміщеннями. Крім того, таке рішення забезпечує просте обслуговування через ревізійний отвір. Це економить час монтажу і дозволяє в подальшому провести якісне очищення труб від розподільчої коробки до дифузору. Недоліком є більша довжина повітропроводів.

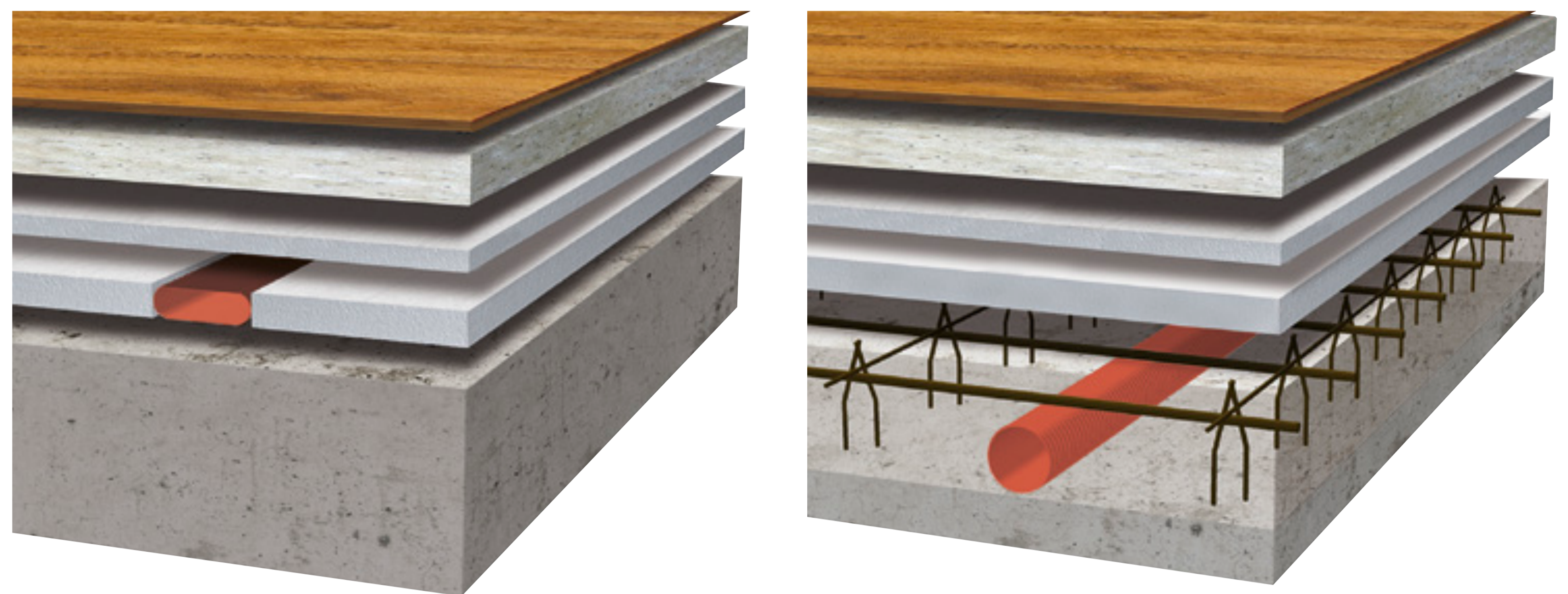
Для облаштування систем розподілу можливі наступні варіанти:

- Під стелею: виконуються спіральними оцинкованими або пластиковими трубами. У більшості випадків труби закриваються підшивною конструкцією.
- У структурі стяжки: пластикові труби або металеві канали прокладаються одразу по бетонному перекритті. Важлива міцність матеріалу труб. Повинні бути прокладені попереду всіх інших комунікацій. Необхідно враховувати звукоізоляцію конструкції стяжки, а також захист труб під час будівництва. Овальний або прямокутний переріз часто не дуже простий в обслуговуванні.
- В залізобетонному перекритті: пластикові повітропроводи можуть бути просто вкладені на нижній армуючий шар з влаштуванням стельових або підлогових отворів. Прокладання труб повинно відбуватись на стадії будівництва оболонки. Крім того, слід контролювати статичну стійкість перекриття. Перевагою є те, що можна використовувати круглі труби, які при необхідності легко чистяться. Таке рішення не потребує підшивання стелі для максування повітропроводів.



Розподі в формі зірки через шумопоглинаючі розподільчі бокси

Система розподілу в стяжці (ліворуч)
система повітропроводів в
залізобетонному перекритті (праворуч)



- У зовнішній ізоляції і на горищах: під час реконструкції будівлі, вентиляційні канали можуть бути прокладені ззовні, що дозволяє мінімізувати втручання в житло. Важливою передумовою використання такого рішення є абсолютно герметична конструкція та велика надлишкова теплоізоляція.

Тип монтажної систем безпосередньо впливає на витрати. Двоє людей можуть встановити обладнання для квартири за півдня, для однорозинного будинку за день. За умови, що монтаж буде відбуватись без ускладнень. Під час планування, потрібно передбачити всі необхідні канали та отвори для прокладання повітропроводів в стінах та стелях. В ідеалі передбачити закладні елементи, щоб в подальшому виключити необхідність заповнення пустот та додаткової герметизації проходів.

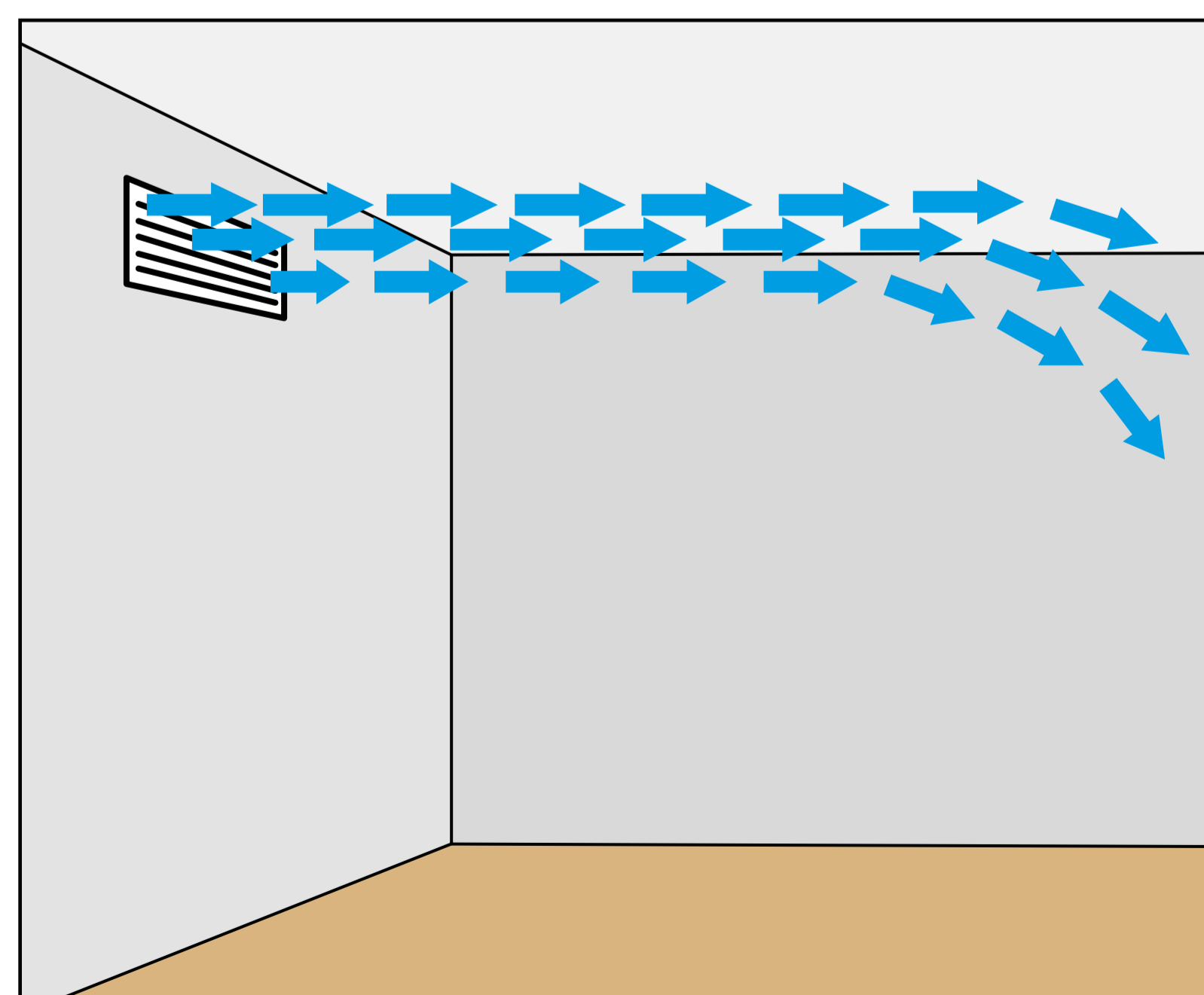
Під час розміщення труб в бетонному перекритті, важливо контролювати процес заливки, щоб запобігти пошкодженню повітропроводів.

7) Елементи подачі повітря

Для того, щоб направити повітря з системи розподілу в приміщення, використовуються необхідні елементи подачі свіжого повітря. Вони також називаються клапанами або - технічно правильно - анемостатами. Завдання анемостатів - забезпечення рівномірного розподілу свіжого повітря в приміщенні. Це можливо, наприклад, з довгими елементами. Якщо вони встановлені над дверима, повітря рухається вздовж стелі, а потім поширюється по кімнаті. Витяжна вентиляція на протилежній стороні приміщення може поліпшити розподіл повітря по кімнаті в напрямку перетікання. Клапани можуть розташовуватись з стіни, стелі або підлоги. Підлогові елементи подачі повітря повинні мати легкий доступ для простого очищення, тому що вони легко забруднюються і не є гігієнічними. За жодних обставин рідина не повинна попадати в підлогові елементи.

Ефект Коанда на розподільчих
елементах: повітря рухається вздовж
стелі далеко в кімнату (ліворуч).

Елемент подачі повітря в підлозі
(праворуч)



8) Перетічні елементи

Повітря перетікає з кімнат, в які подається повітря, в приміщення, з яких витягується відпрацьоване повітря, за допомогою переливних елементів. Найпростіший спосіб - облаштувати зазор під дверима, який, щоб забезпечити перетікання повітря в обсязі від 30 до 60 м³ / год, має мати висоту від 1 до 1,5 см. Також, перетічний елемент може бути інтегровано в дверне полотно або облаштована переливна щілина в області перемички. Активні перетічні елементи дозволяють організувати спрямований потік повітря, що враховує поточні потреби вентиляції. Кімнати, що не використовуються, отримують лише незначний обсяг повітря. І тільки тоді, коли в приміщенні збільшується вміст CO₂ або вологість, активується вбудований вентилятор та подає потрібний обсяг повітря.

9) Елементи відведення повітря

Відпрацьоване повітря відводиться через приміщення витяжного повітря, такі як кухні, ванні кімнати, туалети та допоміжні приміщення. Елементи відведення відпрацьованого повітря потрібно монтувати в найбільш навантажених ділянках якомога ближче до стелі. Фільтри, що розташовані в забірних елементах забезпечують захист повітропроводів та теплообмінника вентиляційної установки від забруднення домашнім пилом. Фільтри необхідно регулярно очищати або замінювати.

10) Система відведення повітря

Варіанти облаштування систем відпрацьованого повітря аналогічні системам подачі повітря, описаним на стор. 31

11) Викидний елемент

Відпрацьоване повітря виводиться назовні через викидний отвір відповідного елемента. Необхідно запобігти перемішуванню відпрацьованого повітря з всмоктуваним свіжим повітрям. Крім того, слід забезпечити відповідну звукоізоляцію. Оскільки відпрацьоване повітря має підвищену вологість повітря, воно не повинно проходити вздовж будівельних елементів. Щоб захистити об'єкт від утворення цвілі, потрібно запобігти утворенню конденсату на зовнішніх огорожуючих конструкціях.

Каміни

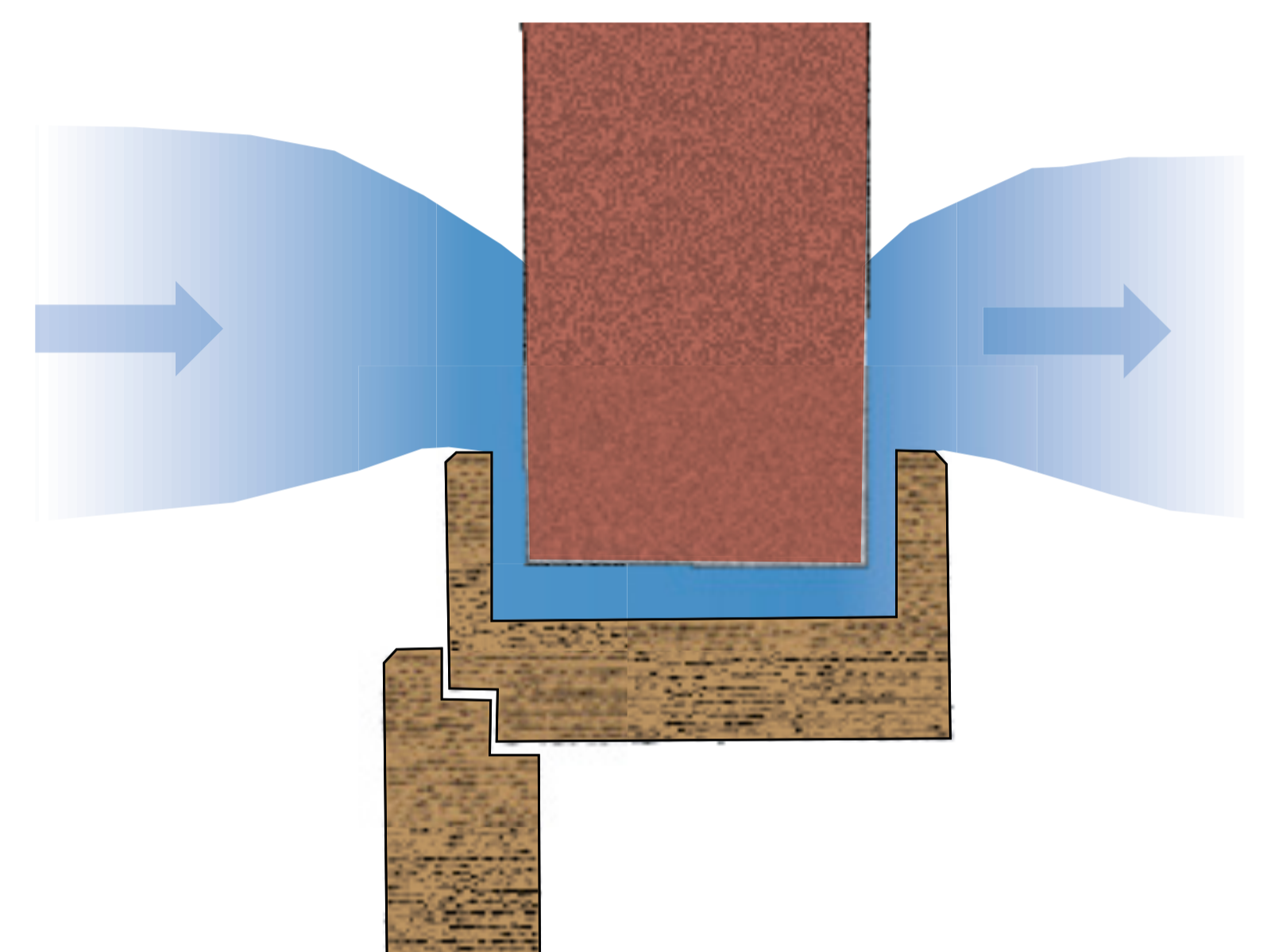
можуть працювати разом з вентиляційними системами, якщо повітря для горіння поступає ззовні, незалежно від повітря приміщення. Крім того, необхідно забезпечити необхідні умови, щоб продукти горіння не попадали в вентиляційне повітря. Для запобігання утворенню зворотньої тяги використовуються пристрої контролю перепаду тиску, що блокують вентиляцію у випадку небезпеки попадання чадного газу в середину приміщення .

Витяжки

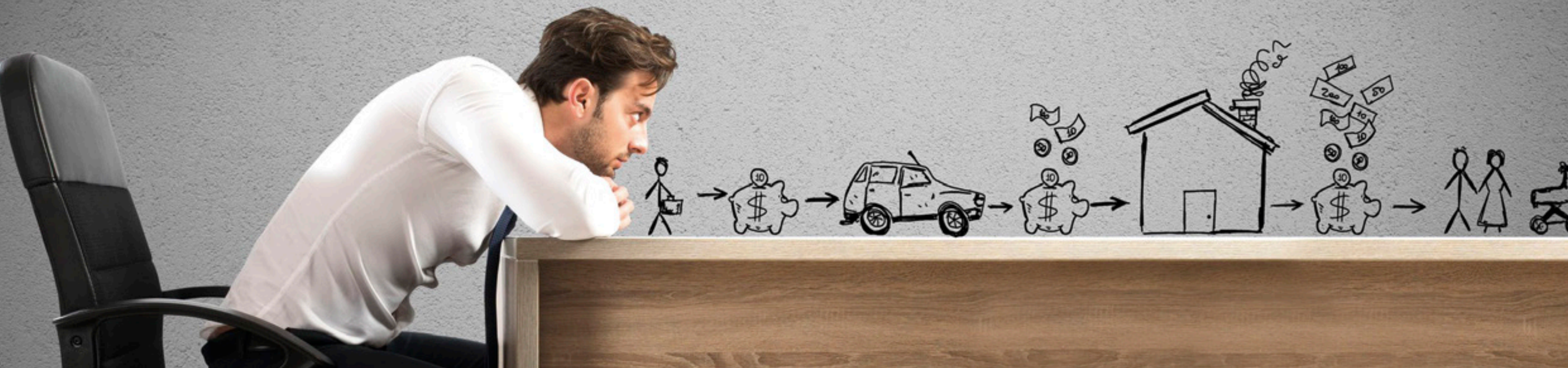
зазвичай не сумісні з вентиляційними системами. Об'єм відпрацьованого повітря кухонь становить від 40 до 60 м³ / год. Витяжки ж витягують в десять разів більше повітря. При користуванні витяжкою, потрібно забезпечити необхідний притік повітря, наприклад, через відкрите вікно. Оптимальним рішенням можуть бути витяжки з рециркуляцією повітря (використовуються вугільні фільтри).



Поруч з дверима знаходиться непримітний перетічний елемент, який містить інтегрований вентилятор для подачі повітря в сусідню кімнату.



Перетікання через дверну коробку. Між кладкою і каркасом дверей залишається вільний прохід, через який протікає повітря. Нижче наведено дверне полотно.



7 Контрольний список планування і будівництва

Планування та встановлення вентиляційних системи вимагають великого досвіду в галузі будівельної фізики та будівельних технологій. Крім того, необхідно враховувати всі аспекти здоров'я, фактор гарного відчуття та не менш важливі індивідуальні побажання клієнта. Нижче наведені пункти повинні допомогти здійснити всебічне та якісне планування. Слід зазначити, що система повинна забезпечити максимально можливий рівень комфорту для майбутніх користувачів. Також повинні бути передбачені можливі індивідуальні втручання, наприклад, відкриття вікон.

Проектування

Яка інформація потрібна для проектувальника?

- Особисті ідеї та побажання клієнта до роботи вентиляції
- Необхідний аналіз: площа та кількість користувачів
- Бажані фактори комфорту та вимоги до вентиляції (встановлюються проектувальником разом з клієнтом)

Як зацікавлений клієнт може визначити, чи має планувальник досвід?

- Позитивне базове ставлення до технології вентиляції і детальні знання про плюси і мінуси різних систем
- Може розрахувати потенціал економії різних варіантів вентиляції
- Може представити посилання на успішні проекти

Планування (стор.38)

- Комплексне планування системи вентиляції на етапі попереднього проектування
- Визначення приміщень для подачі, перетікання та відведення повітря
- Варіанти для каскадної вентиляції - вітальня провітрюється завдяки переливу
- Позиціонування вентиляційного агрегату з мінімальними втратами простору, уникаючи холодних повітропроводів в будинку
- Елементи зовнішнього та витяжного повітря з якісною архітектурною інтеграцією
- Економічна система розподілу з короткими лініями повітропроводів та низькими втратами тиску
- Максимально використовувати круглі труби з гладкою внутрішньою поверхнею, як захист від відкладення пилу та для легкого очищення
- Повітропроводи достанього січення для зниження втрат тиску, шуму потоку та енергоспоживання
- Ідеально: дотримуватись критеріїв пасивного будинку → www.passiv.de; www.passipedia.de
- Тендерна документація з точною інформацією про бажане системне рішення
- Вибір підрядника з досвідом виконання

Будівництво, забезпечення якості та приймання в експлуатацію

- Виконання згідно проекту з використанням узгодженого обладнання
- Забірний та витяжний повітропроводи щільні та достатньо ізольовані
- Елементи забору свіжого повітря та відведення відпрацьованого повітря: можливий забір повітря на висоті 3 м; захищені від перешкод, дощу та снігу; відсутність короткого замикання свіжого та відпрацьованого повітря; вільний потік відпрацьованого повітря (не в напрямку будівельних компонентів)
- Центральна установка: легко доступна для технічного обслуговування та заміни фільтра, місце розташування звукоізольоване, шумоглушники між вентблоком та системою повітропроводів, правильний відвід конденсату, перевірка теплообмінника, герметичність фільтра без витоків повітря
- Система повітропроводів: тестування на чистоту і герметичність, а також технічно правильне встановлення; дифузійна і високоякісна ізоляція холодних каналів у теплій зоні, ревізійні отвори в розподільчих боксах
- Елементи подачі повітря: довгі випускні клапани приблизно на 15 см нижче стелі (наприклад, над дверима), альтернативно - підлогові або тарічасті клапани (потрібно уникнути короткого замикання потоків на протилежній стороні переливного елемента), температура на виході з елементів подачі повітря повинна бути вище 16,5 °С, потік повітря з клапана не спрямовувати безпосередньо в зону перебування людей, перевірити об'ємний розхід
- Перетічні щілини (отвори): швидкість потоку повинна бути нижче 1 м/с, щоб не відбувався перепад тиску, щілина під дверима повинна бути організована таким чином, щоб пізніше жодна підлогова конструкція не привела до зменшення поперечного перерізу
- Витяжні елементи відпрацьованого повітря: по можливості розташовані у верхній зоні (під стелею знаходяться найвищі концентрації водяної пари), перевірка об'ємного розходу, відсутність підключення вентилятора витяжки, санвузла / підсобного приміщення: при плануванні об'єму витяжного повітря, враховувати сушильні шафи / сушіння білизни
- Геотермальний теплообмінник: високоякісний фільтр перед геотермальним теплообмінником, перевірка герметичності та чистоти геотермального теплообмінника, ухил мінімум 2%, забезпечення зливу конденсату, можливаість простого обслуговування

Введення в експлуатацію

- Повний контроль системи, перевірка повністю змонтованої системи, включаючи всі припливні, перетічні та витяжні повітряні елементи
- Чистота системи, теплообмінника, фільтрів і системи повітропроводів
- Введіть в експлуатацію та встановіть необхідні налаштування контролера для конкретного використання
- Тестування енергоспоживання та температур
- Збалансоване функціонування та обсяги повітря для кожного приміщення - журнал балансування
- Сифон для зливу конденсату з установки (можливо, з ґрунтового теплообмінника) функціонує та відокремлений від стічних вод
- Виконано вимоги протипожежного захисту, встановлено контроль перепаду тиску при використанні каміну
- Перевірка передачі звуку та рівня шуму вентустановки
- Вводити в експлуатацію при внутрішній температурі від 18 до 22 °С і відносній вологості в приміщенні нижче 65%, щоб уникнути спотворень під час регулювання об'ємних потоків
- Детальний інструктаж користувачів, надання інструкцій з експлуатації та паспортів обладнання



Система відповідає проекту та вибраному обладнанню?



Вимірювання об'ємного потоку дифузора подачі повітря під час регулювання системи



Введення в експлуатацію та налаштування параметрів



8 Технічне обслуговування та експлуатація

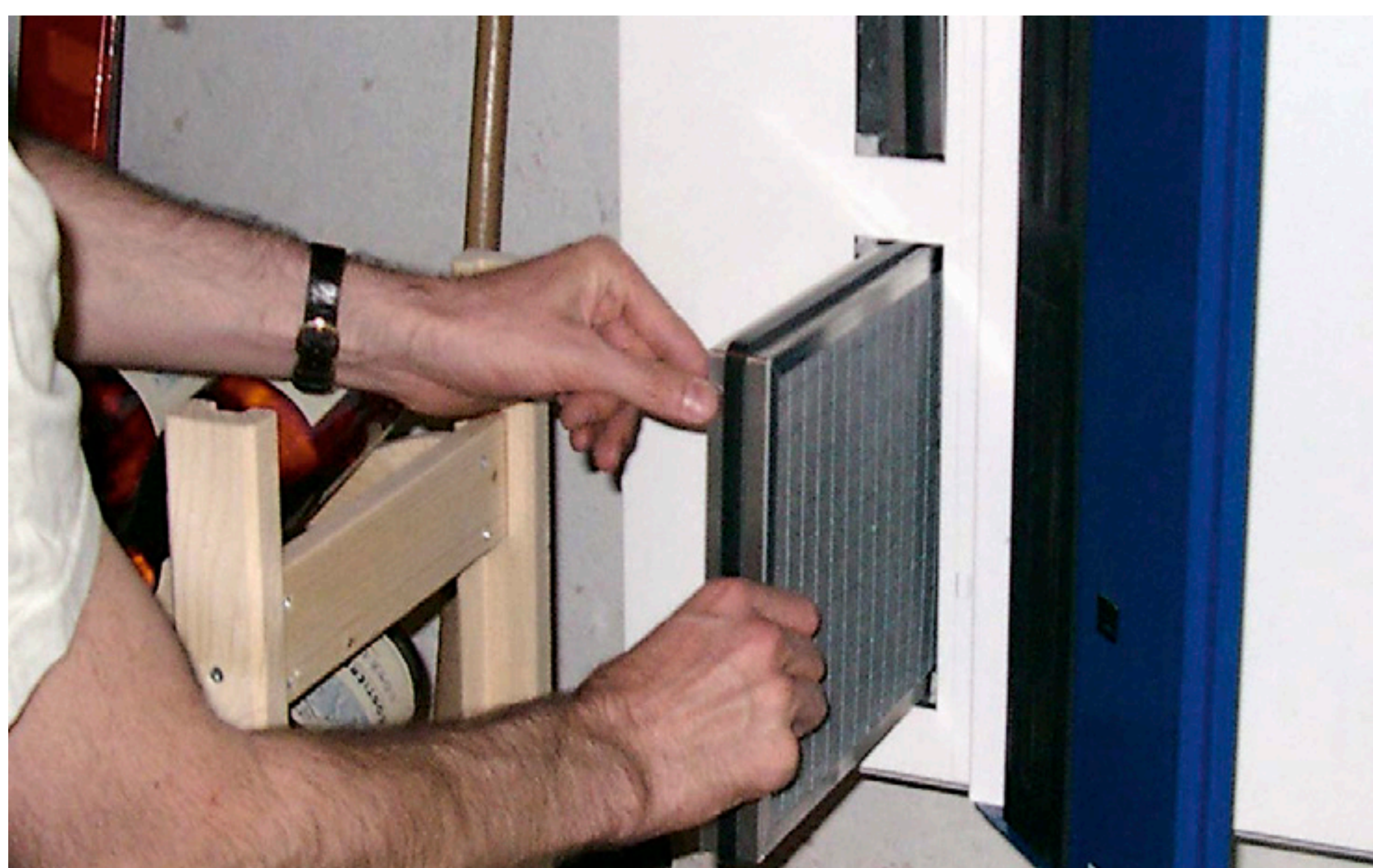
Добре сплановані системи вентиляції з високоякісними компонентами вимагають лише незначного технічного обслуговування. Обидва вентилятори є найважливішими рухомими частинами системи. Оскільки електродвигуни мають дуже тривалий термін служби, технічне обслуговування цих елементів практично не потрібне. Якщо вони коли-небудь будуть вийдуть з ладу, їх можна легко замінити пристроями багатьох виробників. Основні витрати на технічне обслуговування - це фільтри, які необхідно регулярно перевіряти або замінювати. Досвід показує, що при регулярній заміні фільтрів система повітропроводів майже не забруднюється та не містить пилу, навіть після десяти-п'ятнадцяти років експлуатації.

Список на наступній сторінці дає рекомендації про періодичне обслуговування деяких компонентів системи. Зокрема, у невеликих вентиляційних пристроях з короткими відстанями зовнішньої і витяжної повітряної лінії можливе очищення основних частин системи при кожній зміні фільтра. Інтервали перевірки та технічного обслуговування залежать від системних рішень, тому слід дотримуватися рекомендацій виробника.

Для економічної експлуатації вентиляційних систем рекомендується адаптувати обсяги вентиляційного повітря до реальних потреб. Це стосується як добового ритму використання, так і спеціальних періодів, наприклад, коли мешканці відсутні, під час яких пристрій може бути вимкнено або встановлено на мінімальну потужність.



Стан фільтрів відпрацьованого повітря і подачі повітря після шести місяців експлуатації (вище); зручна зміна фільтра: витягніть старий фільтр і вставте новий фільтр (справа)

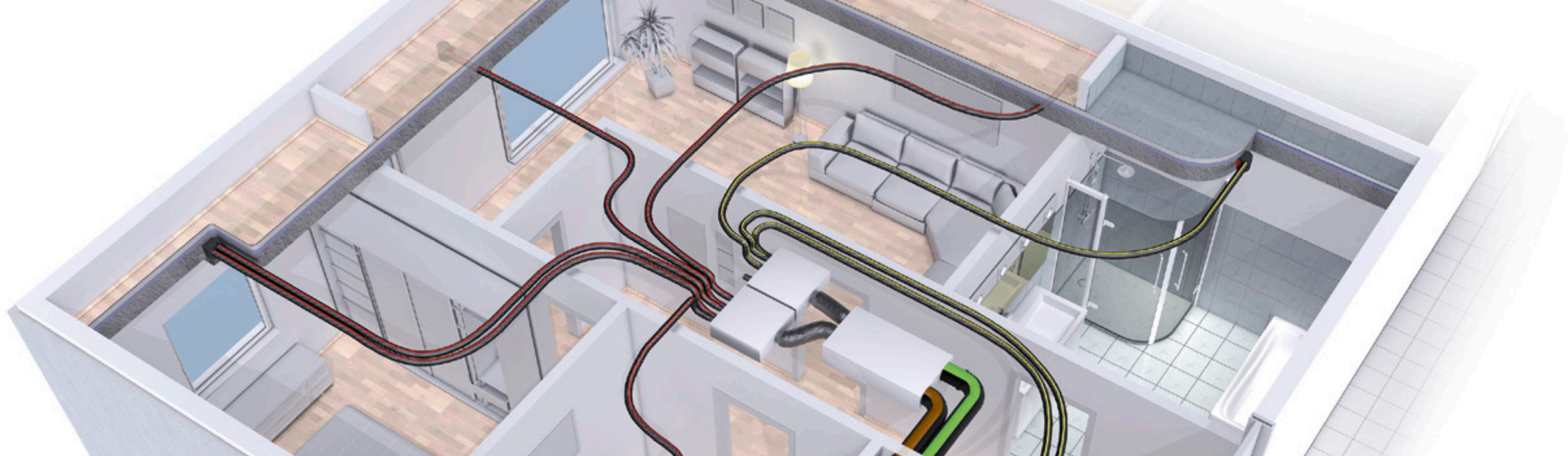


Компонент	Необхідні заходи
Фільтр та вентиляційна установка	Регулярний контроль та своєчасна заміна фільтрів є передумовою для постійної гігієнічної роботи вентиляційних систем. Фільтри грубого очищення слід міняти один-три рази, фільтри тонкого очищення - щонайменше раз на рік. Вже при виборі системи вентиляції слід звернути увагу на вартість заміни фільтрів. При зміні фільтра необхідно провести візуальний огляд вентиляційної установки з урахуванням чистоти та функціонування конденсатовідводу. При необхідності, теплообмінник можна очистити відповідно до інструкцій виробника, наприклад, за допомогою душової насадки. Заміна фільтра повинна відбуватися після повної зупинки системи. При використанні двотактних систем (регенераторів) потрібно повністю відкрити всі пристрої та замінити фільтри. Це може бути відносно дорогим.
Система повітропроводів	За умови регулярної заміни фільтрів, вентиляційні труби залишаються чистими та гігієнічними протягом багатьох років. Доступні до огляду ділянки можуть бути інколи перевірені, щоб переконатися в відсутності забруднення.
Елементи забору та викиду повітря	Залежно від зовнішніх умов, візуальний огляд та необхідне очищення зовнішніх елементів потрібно проводити не рідше одного або двох разів на рік. Це можна робити разом із заміною фільтрів. Інтервали обслуговування значною мірою залежать індивідуально від системи та зовнішнього оточення.
Дифузори подачі та відведення повітря і перетічні елементи	Час від часу здійснювати візуальний огляд на предмет забруднення. Зазвичай, в елементах майже не утворюється жодних відкладень. Важливо, при очищенні не змінювати налаштувань. Фільтри у витяжних дифузорах повинні регулярно змінюватися.
Налаштування та захист від замерзання	При введенні в експлуатацію вентиляційних систем в окремих будинках і квартирах в багатоповерхових будівлях, необхідно використовувати індивідуальні налаштування, що відповідають інтересам мешканців. Продуктивність вентустановки коливається в межах щотижневої програми та різних регульованих рівнів вентиляції. Інструктаж повинен бути простим і дозволяти користувачеві власноруч перевіряти задані параметри.
Перевірка системи під час роботи	Гігрометр для вимірювання вологості та вимірювач CO ₂ допомагають перевірити та оптимізувати параметри системи під час роботи. Залежно від індивідуального використання, обсяги повітря для окремих приміщень можуть бути змінені на основі цих значень. У дуже холодні дні можна побачити, чи працює система антизамерзання (трохи більші значення CO ₂).
Грунтовий теплообмінник	Візуальну та гігієнічну перевірку слід проводити кілька разів на рік. Потрібна перевірка на наявність надлишкової вологи та функціональності сифону. Принаймні раз на рік слід проводити повне очищення грунтового теплообмінника. Для цього використовуються спеціальні системи чищення, які застосовуються як для очищення повітропроводів так і димохідних систем.



Поради щодо обслуговування та експлуатації систем вентиляції

Легке зняття теплообмінника для очищення (ліворуч). Миття з душовою насадкою (праворуч)



9 Підбір та проектування

Концепції вентиляції створені не тільки для нових будівель, але й для проектів реконструкції.

Проектувальники повинні створювати концепції вентиляції, що забезпечують необхідний повітряний обмін для гігієни та захисту будівлі відповідно до DIN 1946 частина 6.

Метою планування є досягнення хорошої якості повітря та оптимальної вологості, з найменшими витратами енергії або втратами теплової енергії у разі зміни присутності та відсутності користувачів. Небезпеки надмірної вологості можна легко уникнути шляхом контролю вологості за допомогою гігрометра. Підбір вентилювання базується на чотирьох рівнях вентиляції:

Рівень вентиляції 1: достатній для захисту від вологи і повинен постійно підтримуватись незалежно від користувача. Це забезпечує захист будівлі та видалення вологи, для уникнення конденсації та цвілі.

Рівень вентиляції 2: знижена вентиляція забезпечує мінімальний гігієнічний стандарт з видалення забруднюючих речовин.

Рівень вентиляції 3: номінальна вентиляція, рівень якої враховується при підборі проектного рішення. Забезпечує гігієнічні вимоги та захист будівлі.

Рівень вентиляції 4: інтенсивна вентиляція забезпечує покриття пікового навантаження, наприклад, під час святкування, миття чи приготування їжі. Активна вентиляція через вікна також може бути задіяна.

Залежно від площі квартири, рекомендовані мінімальні значення загального обсягу повітряного потоку (DIN 1946-6). Вимоги до об'ємного розходу повітря для чотирьох рівнів вентиляції наведені в наступній таблиці.

Мінімальні значення загального розходу зовнішнього повітря відносно площі житла [м³ / год] (DIN 1946-6)

Площа (м ²)	50	70	90	130	170	210
1 Вентиляція для захисту від вологи	25	30	35	45	55	65
2 Знижена вентиляція	55	65	80	105	130	150
3 Номінальна вентиляція	75	95	115	155	185	215
4 Інтенсивна вентиляція	100	125	150	200	245	285

Крім того, необхідно дотримуватися відведення мінімально необхідних обсягів відпрацьованого повітря відповідно до DIN 1946-6. Вони складають 45 м³/год для кухонь, ванних кімнат і душових кабін і 25 м³/год для туалетів і домашніх офісів.

Приклад реконструкції багатоквартирного будинку відповідно до DIN 1946-6

Приклад квартири, площею 70 м², описує основні етапи проектування. По-перше, для всіх приміщень розраховується необхідний обсяг подачі повітря. Потім визначається, які приміщення будуть обладнані припливним, витяжними та перетічними елементами. Об'ємний потік номінальної вентиляції визначається згідно даних таблиці. Спочатку 95 м³/год необхідно розподілити по приміщенням для подачі повітря. Це робиться відповідно до норм за допомогою факторів (f_R , z_u), які визначаються по кожній кімнаті. Для вітальні вони можуть становити від 2,5 до 3,5, для спальень і дитячих від 1,0 до 3,0.

	Площа	Об'єм	Тип	Фактори для подачі повітря		Номінальна вентиляція		Знижена вентиляція	
						Стандарт	Каскад	Подача	Каскад
	м ²	м ³		$f_{R,Zu}$	вибрано	м ³ /год	м ³ /год	м ³ /год	м ³ /год
Вітальня	20,8	52	Подача	2,5-3,5	3,0	41	Перетік	28	Перетік
Спальня	16,2	41	Подача	1,0-3,0	2,5	34	59	23	41
Дитяча	13,2	33	Подача	1,0-3,0	1,5	20	36	14	24
Коридор	5,8	15	Перетік			Перетік	Перетік	Перетік	Перетік
Кухня	7,2	18	Витяг			45	30	30	30
Ванна	6,8	17	Витяг			50	35	35	35
Всього	70,0				7,0	95	95	65	65

Відповідно до обраних величин, обраховується необхідний обсяг вентилявання для кожного приміщення. Помаранчевий стовбець містить результати, що відповідають номінальній вентиляції. Потрібно дотримуватись балансу між подачею та відведенням повітря, в обсязі 95 м³/год, щоб досягти максимальної ефективності рекуперації тепла і запобігти збільшенню неконтрольованих витоків повітря. Добре підібрана система характеризується тим, що навіть при зниженій вентиляції (див. дані таблиці) забезпечується достатній об'ємний потік, особливо в спальнях. Ця вимога найкраще виконується, коли можливе каскадне рішення. Якщо, наприклад, вітальня може бути використана, як зона перетікання завдяки оптимальному розташуванню або через активний перетічний елемент, в такому випадку створюється достатній обсяг повітря для спалень, навіть при зниженому рівні вентиляції.

Приклад планування для окремого будинку з житловою площею 130 м²

Аналогічно, планування системи для окремого будинку здійснюється на основі наступної таблиці. Зовнішній об'ємний розхід для номінальної вентиляції становить 155 м³/год, знижена вентиляція 105 м³/год. Це знову контрастує з каскадним рішенням, в якому вітальню можна використовувати як область перетікання. Таке рішення дозволяє досягнути оптимального вентилявання в нічний час, навіть при зниженому режимі роботи вентустановки. Цей варіант облаштування системи дасть змогу уникнути низького рівня вологості через роботу вентиляції, завдяки тому, що в холодні нічні години, подається значно менше повітря, і, таким чином, вологість в приміщенні не знижується.

	Площа	Об'єм	Тип	Фактори для подачі повітря		Номінальна вентиляція		Знижена вентиляція	
						Стандарт	Каскад	Подача	Каскад
	м ²	м ³		$f_{R,Zu}$	вибрано	м ³ /год	м ³ /год	м ³ /год	м ³ /год
Вітальня	36,5	91	Подача	2,5-3,5	3,0	42	Перетік	29	Перетік
Спальня	16,0	40	Подача	1,0-3,0	2,5	35	60	24	40
Дитяча 1	14,5	36	Подача	1,0-3,0	2,0	28	48	19	32
Дитяча 2	14,5	36	Подача	1,0-3,0	2,0	28	48	19	32
Кабінет	14,0	35	Подача	1,0-3,0	1,5	21	Перетік	14	Перетік
Коридор 1п.	8,5	21	Перетік			Перетік	Перетік	Перетік	Перетік
Коридор 2п.	6,0	15	Перетік			Перетік	Перетік	Перетік	Перетік
Кухня	9,0	23	Витяг			70	70	47	47
Туалет 1п.	3,5	9	Витяг			25	25	17	17
Ванна 2п.	7,5	19	Витяг			60	60	41	41
Всього	130,0				11,0	155	155	105	105

Проектування вентсистеми квартири: для приміщень припливного повітря використовується f_R - фактор, що визначає значення для номінальної вентиляції. Обсяги подачі повітря і відпрацьованого повітря мають бути збалансованими (95 м³/год кожен). Пропорційно значення для зниженої вентиляції - 65 м³/год.

Проектування вентсистеми квартири: для приміщень припливного повітря використовується f_R - фактор, що визначає значення для номінальної вентиляції, в даному випадку 155 м³/год. Зменшена вентиляція має об'єм 105 м³/год. Якщо житлові та робочі приміщення можуть бути спроектовані як перетічні ділянки за допомогою каскадної вентиляції, зниженої вентиляції достатньо для нічної вентиляції спалень.

Ступінь рекуперації тепла вказує на те, скільки тепла для вентиляційної системи відновлюється завдяки витяжному повітрю.

Розрахунок для пасивних будинків

Концепція для пасивного будинку (PHPP 2018) базується на кількості людей і забезпечує об'ємний потік припливного повітря 30 м³/год на людину. Вимога витяжного повітря також має важливе значення і становить 60 м³/год для кухонь, для ванних кімнат 40 м³/год, а для душових кабін і туалетів 20 м³/год. На додаток до розрахунку обсягів повітря на приміщення, потрібно обчислити середнє значення для щоденних режимів роботи, що становить щонайменше 30 відсотків повітря на годину для односімейних будинків і від 40 до 50 відсотків для квартир. Крім того, визначається коефіцієнт ефективності рекуперації тепла в системі. Системи розраховані відповідно до DIN 1946-6 у багатьох випадках сумісні з пасивними будинками, якщо при введенні в експлуатацію обсяг повітря номінальної вентиляції не вище вимог стандарту пасивного будинку.

Порада: Для однокімнатних приміщень регулювання здійснюється просто за допомогою перемикачів або датчиків вологості та CO₂. Однак у випадку центральних установок окремі правила більш складні.



10 Протипожежний захист для систем вентиляції в багатоквартирних будинках

«Будівельні конструкції повинні бути влаштовані, побудовані, модифіковані і підтримуватися таким чином, щоб запобігти виникненню пожежі та поширенню вогню і диму (поширення пожежі), а також у разі пожежі забезпечити ефективні протипожежні операції для порятунку людей і тварин" (BauVO 2007). Відповідні вимоги і до систем вентиляції, що повинна мінімізувати небезпеку виникнення пожежі, а також запобігати поширенню вогню та диму. Оскільки найбільш поширеною небезпекою при пожежах є отруєння димом та загроза задухи, основним напрямком є запобігання задимленню та поширенню диму повітропроводами. Ці вимоги регламентовані в керівництві з планування систем вентиляції (M-LÜAR 2015), щодо вимог протипожежного захисту вентиляційних систем. Регламент є комплексним та охоплює також великі установки.



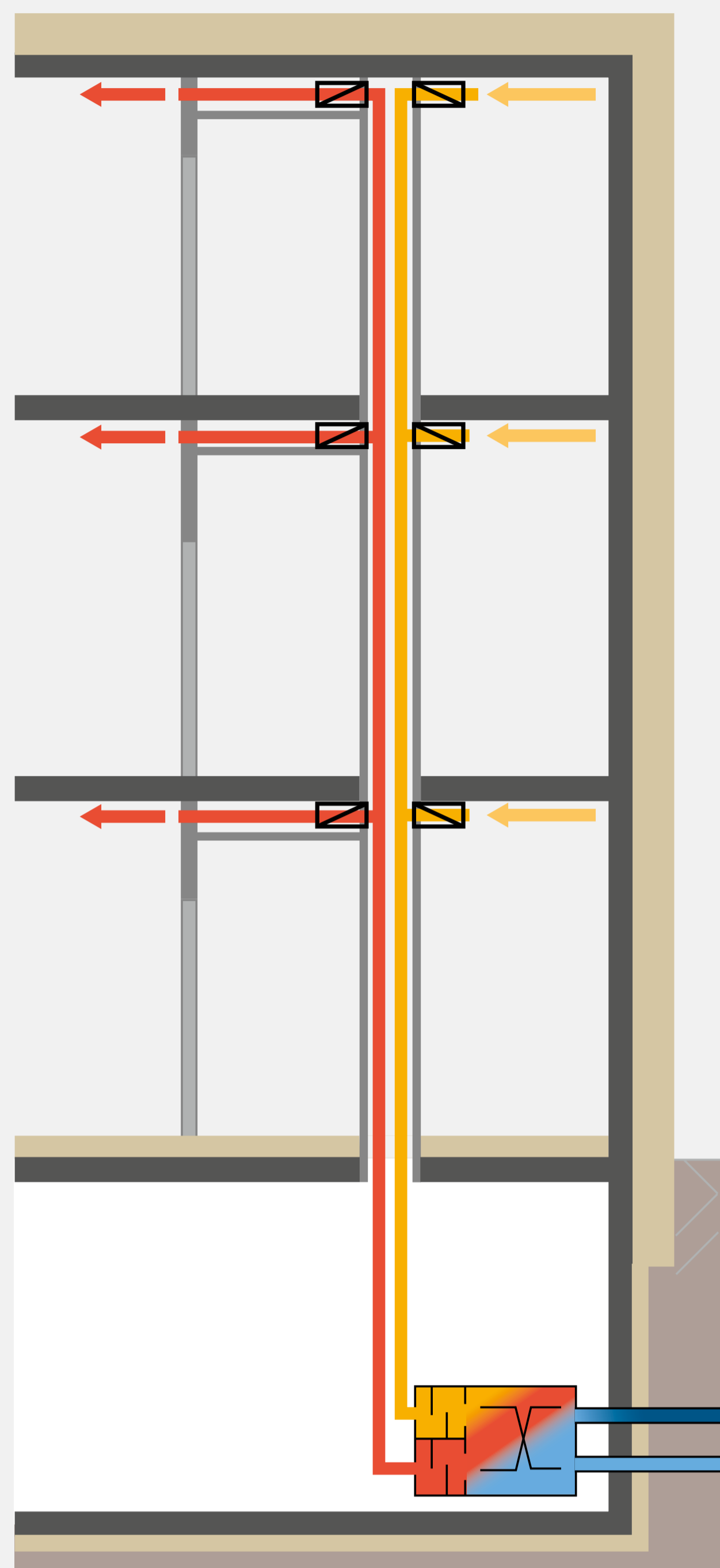
Датчик задимлення - важливий елемент пожежної безпеки, що може бути інтегрований у вентиляційну систему

З одного боку, вимоги протипожежного захисту стосуються забезпечення другого шляху для евакуації. Для будівель висотою до 7 м (= висота підлоги над рівнем землі), це в основному забезпечується керівництвом з пожежної безпеки. Також, повинно бути достатньо часу для проведення рятувальних робіт. Отже, існують вимоги до вогнестійкості відповідних компонентів. Вогнестійкість компонента повинна бути наведена протягом щонайменше 90 хвилин (F 90). Таблиця показує залежність вогнестійкості від класу будівлі (GK).

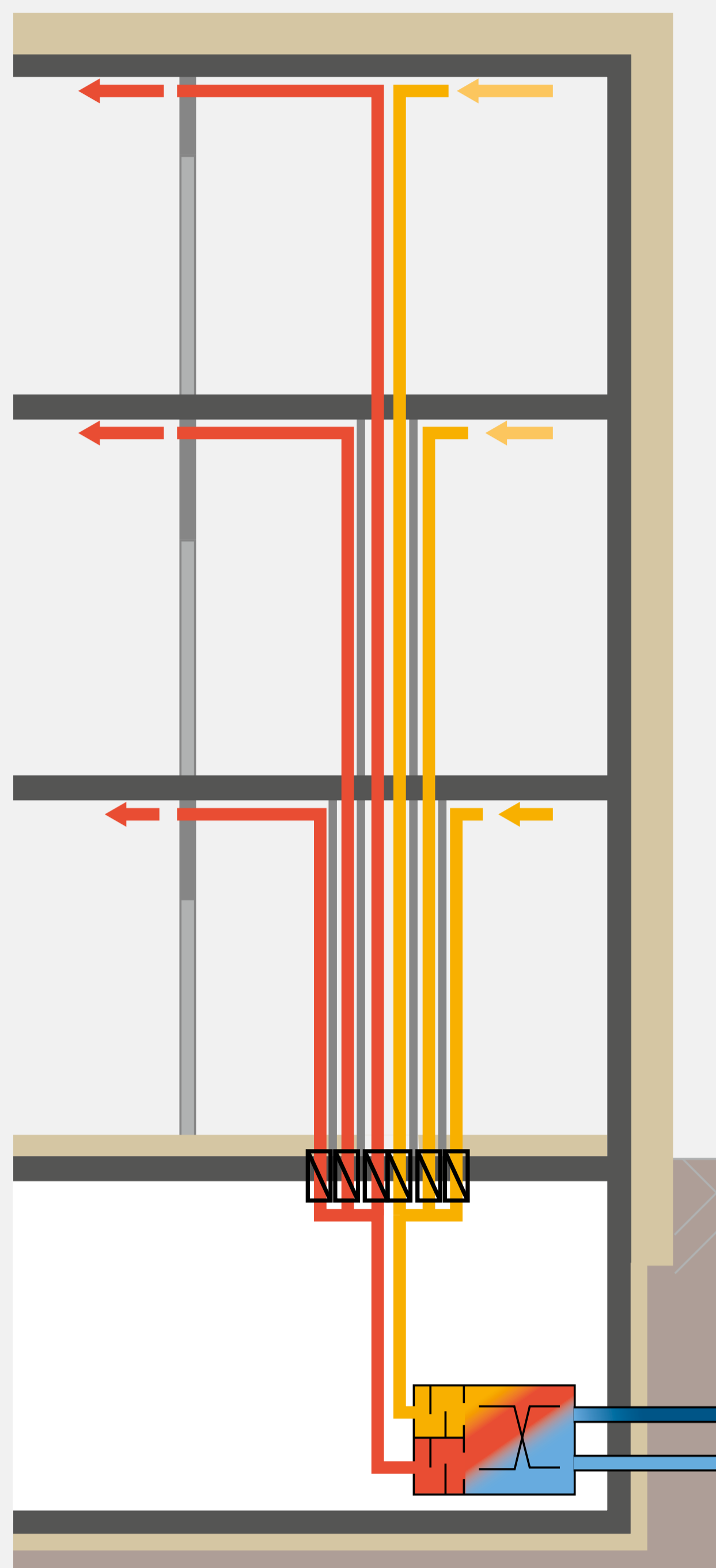
Тип будівлі	Однородинний буд., невеликий офіс (GK1)	Здвоєний будинок, таунхас (GK2)	Багатоквартирний будинок, офісна будівля (GK3)	Багатоквартирний будинок, офісна будівля (GK4)	Багатоквартирний будинок, офісна будівля (GK5)
К-сть житлових поверхів	макс.2	макс.2			
Корисна площа	≤ 400м ²	≤ 400м ²			
Висота (відносно рівня ґрунту)	≤ 7м	≤ 7м	≤ 7м	≤ 13м	≤ 22м
Другий шлях евакуації	Згідно вказівників	Згідно вказівників	Згідно вказівників	Згідно вказівників 2. Пожежні сходи	Згідно вказівників 2. Пожежні сходи
Вогнестійкість:					
Перекрыття підвалу	немає	немає	F 90	F 90	F 90
Перекрыття поверхів	немає	немає	F 30	F 60 - F 90	F 90
Міжквартирні перегородки	немає	F 30	F 30	F 60 - F 90	F 90
Протипожежні стіни	немає	F 60 - F 90	F 60 - F 90	F 60 - F 90	F 90

Якщо перекрыття або несучі стіни містять проходи для комунікацій, це не повинно впливати на пожежний захист. Відповідні вимоги і до централізованих рішень для багатоквартирних будинків. Перш за все, вентиляційні стояки повинні відповідати описаним вимогам протипожежного захисту.

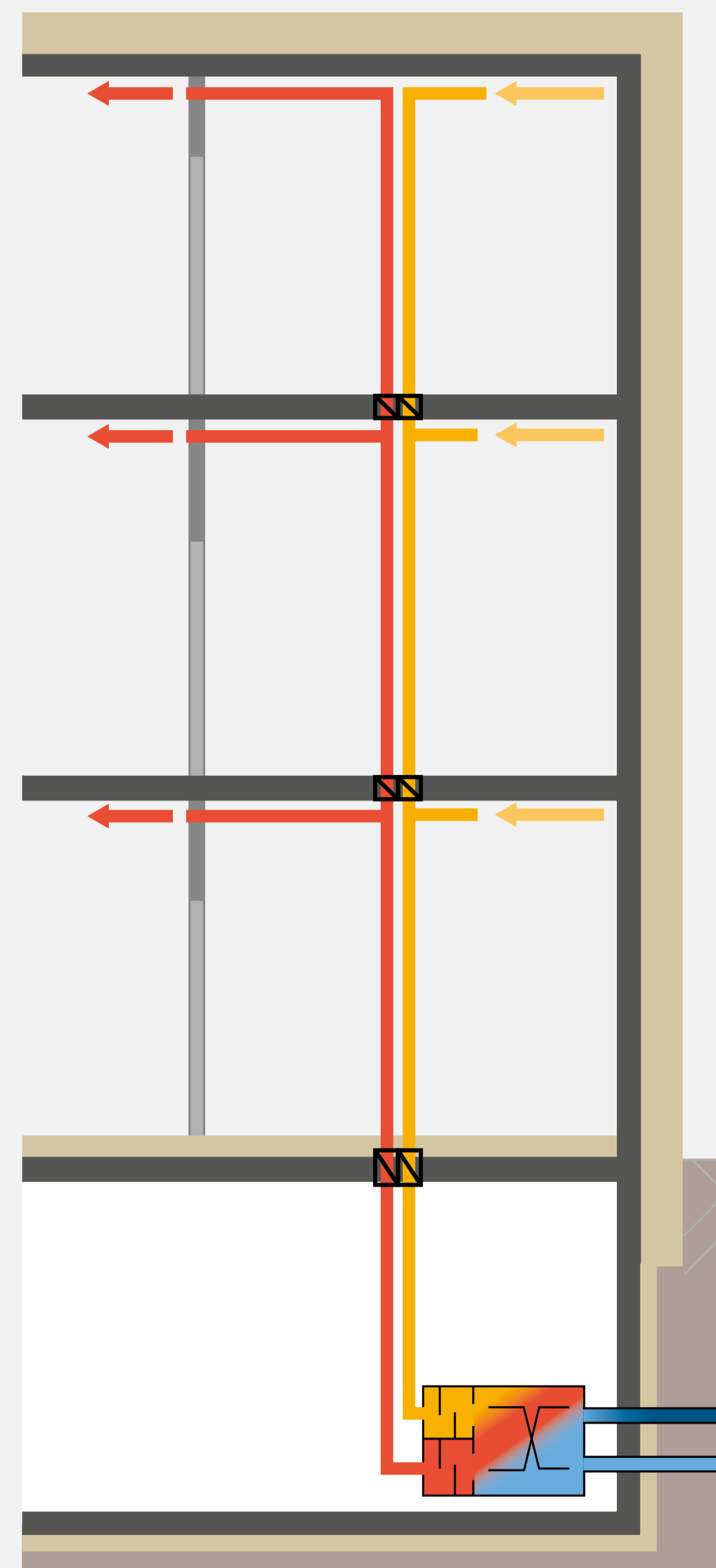
Вимоги до типів будівель відповідно до будівельних правил



Варіант 1 - Шахтне рішення



Варіант 2 - Шахта з окремими магістралями



Варіант 3 - Відсікаючі клапани на поверсі



Згори донизу:
Вентиляційні труби з
протипожежною оболонкою

Пожежні заслінки на стелі
центрального вентиляційного блоку
в підвалі

Приклади рішень для багатоквартирного будинку

У варіанті 1 повітропроводи подачі та відведення повітря прокладені в шахті з необхідною вогнестійкістю, що відповідає вимогам класу будівлі. В місцях входу повітропроводів подачі і відведення повітря в приміщення, встановлюються відсікаючі клапани (DIN EN 15650) і димові заслінки. Цей варіант є дуже економічним, але клапани потребують постійного сервісного обслуговування. Для усунення цього недоліку може бути використано пожежні клапани з дистанційним керуванням.

Варіант 2 представляє собою подібне системне рішення, але до кожної квартири підходить власна лінія подачі та відведення повітря. У цьому варіанті обслуговування пожежних клапанів можна здійснювати з центрального технічного приміщення. Недоліком є більша втрата простору, особливо в квартирах, які знаходяться поблизу центрального пункту.

Варіант 3 забезпечує протипожежний захист за допомогою заслінок в зоні перекриття. У приміщеннях не потрібні протипожежні шахти. Невелика втрата простору компенсується вимогами до технічного обслуговування, як у варіанті 1.

Варіант 4 (не показаний): Якщо вентиляційні установки встановлюються локально для кожної квартири, дані вимоги протипожежного захисту не застосовуються. Це також відноситься до систем в одноквартирних та здвоєнних будинках і таунхаусах.

Більше інформації в інтернеті

Weitere Informationen zum Thema Lüften, sowie Bauen und Sanieren finden Sie unter: → www.energieatlas.bayern.de/buerger/bauen_sanieren

Informationen zum Thema Lüftung finden Sie kompakt in unserem Faltblatt Lüftungsanlagen: → www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00146.htm

Verbreitete Vorurteile und Befürchtungen zum Thema Dämmen werden beantwortet unter: → www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00138.htm

Eine Übersicht von Beratungsangeboten zur Energieeffizienz und für Lüftungskonzepte finden Sie unter: → www.energieatlas.bayern.de/thema_energie/energieberatung/beratersuche.html

Eine Übersicht passivhauszertifizierter Lüftungsanlagen finden Sie unter: → <https://database.passivehouse.com/de/components>

Das Europäische Testzentrum für Wohnungslüftungsgeräte e.V. stellt eine Marktübersicht bereit: → www.tzwl.de/tzwl-ebulletin

Vertiefende Informationen zu Lüftungstechnik und Komfort auf: → www.komfortlueftung.at

Використана література

BAYBO (2007): Bayerische Bauordnung (BayBO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 2007

CO₂-Modell 2018: Berechnung der CO₂-Konzentration nach → www.co2-modell.nlga.niedersachsen.de

DIN 4106 Teil 6 Wohnungslüftung, Beuth Verlag Berlin 2018

DIN EN 15650: 2017-05 (Entwurf) Lüftung von Gebäuden

HOFMANN, H, ERDMANN, G, MÜLLER, A (2014): Zielkonflikt energieeffiziente Bauweise und gute Raumluftqualität – Datenerhebung für flüchtige organische Verbindungen in der Innenraumluft von Wohn- und Bürogebäuden, Abschlussbericht VOC-DB II, Forschungsvorhaben FKZ 3709 62 211

M-LÜAR (2015): Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsanlagen (Muster-Lüftungsanlagen-Richtlinie - M-LÜAR) vom 11.12.2015

PHPP (2018): Passivhaus Projektierungs Paket, Arbeitsblatt Lüftung. – Hrsg. Passivhaus Institut Darmstadt → www.passiv.de

SCHULZE DARUP, B. (2002): Messtechnische Evaluierung und Verifizierung der energetischen Einsparpotenziale und Raumluftqualität an Passivhäusern in Nürnberg. – gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt; Projektpartner: LGA, EAM, AnBUS

SCHULZE DARUP, B. (2008): Energetische Gebäudesanierung mit Faktor 10. – Umsetzungsorientiertes Forschungsvorhaben mit Förderung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, Koordination: Schulze Darup; Partner: PHI Darmstadt, ZEBAU Hamburg, IEMB Berlin und vier Industriepartner, Laufzeit 2003-2004, Projektbericht (2. überarbeitete Auflage 2008)

SCHULZE DARUP, B. (2003A): Umweltverträgliches Bauen und gesundes Wohnen – Neubau. – Arbeitsblätter zum Wohnungsbau 6, Hrsg. Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, München 2003

SCHULZE DARUP, B. (2003B): Umweltverträgliches Bauen und gesundes Wohnen – Bestand. – Arbeitsblätter zum Wohnungsbau 7, Hrsg. Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, München 2003

Vikoristani zobraženja

123rf:

© jakobradlgruber - 123rf.com: S. 6; © alphaspirt - 123rf.com: S. 34;

© Romolo Tavani - 123rf.com: S. 41 o.

bluMartin GmbH:

S. 11, 16 o., 21 o, M., 26 u., 33 o.

Fotolia:

Titelbild: © Antonioguillet / Fotolia; © wachirawutlek – Fotolia: S.4;

© detshana / Fotolia: S. 29 o.; © Norman / Fotolia: S. 29 M.;

© Matthias Krüttgen / Fotolia: S. 29 u., 36 o.; © rcfotostock / Fotolia: S. 41 r.

LUNOS Lüftungstechnik GmbH:

S. 16 M., 22 o. I.

MAICO Elektroapparate-Fabrik GmbH:

S. 36 u. I.

Pluggit GmbH:

S. 28 o., 32 u. r., 38

pixabay.com/CC0:

moersch: S. 14 o.

Schulze Darup:

S. 5, 7, 10, 11, 12, 15, 16 u., 17, 18 u., 19 u., 20, 21 u., 22 u., 23 u., 24, 25, 26 o., M., 27, 28 M., u., 30 o., 31, 33 u., 35 o., M., 36 u. r., 42

VALLOX GmbH:

S. 19 o., 22 r., 35 u.

Viessmannwerke GmbH & Co. KG:

S. 21 o., 22 o., 30 M., 37 I.

Zehnder Group Deutschland GmbH:

S. 18 o., 22 o. r., 30 u., 32 o., 37 r.

