

Ventilācijas risinājumi daudzdzīvokļu ēkās

Ilze Dimdiņa,
Mg.sc.ing.

AVK sistēmu projektētāja
Ēku energoauditore

SIA “Indutek LV”

Rīgas Tehniskā universitāte

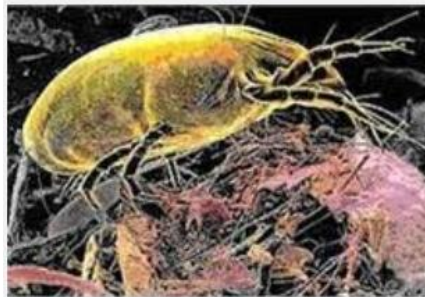
- Maģistra darbs (2010), “Ventilācijas sistēmu optimizācija daudzdzīvokļu ēkās”
- Promocijas darba izstrāde, “Iekštelpu gaisa kvalitātes optimizācija daudzdzīvokļu ēkās”

Ventilācija ir **obligāta** cilvēka un mājas veselībai

- **svaiga gaisa pieplūde** dzīvojamās telpās
- **gaisa nosūce** no virtuves un sanmezgliem

Nepietiekamas ventilācijas sekas:

- paaugstināts mitrums telpās;
- kondensāta risks;
- konstrukciju bojājumi;
- slimības izraisošas sekas –
pelējuma sēnītes,
putekļu ērcītes



Logu atvēršana **NAV** ventilācija!

Logu atvēršana ir telpu **vēdināšana** ar īslaicīgu efektu un **nav pietiekama** nepārtrauktai cilvēka un konstrukciju veselīgas vides nodrošināšanai!

Caur atvērtu logu intensīvi tiek zaudēts siltums – **siltuma zudumi pieaug** nekontrolēti!



Siltinātā vai labi blīvētā ēkā **pēc loga aizvēršanas** cilvēka radītais **piesārņojums** atgūst paaugstinātu līmeni ~ **30 minūšu laikā!**



Ventilācijas prasības nosaka **normatīvie akti**

- ▶ **Būvniecības likums**, pieņemts 09.07.2014. *(spēkā no 01.10.2014.)*
- ▶ LR MK not. Nr.500 no 19.08.2014. „**Vispārīgie būvnoteikumi**” *(spēkā no 01.10.2014.)*
- ▶ LR MK not. Nr.529 no 02.09.2014. „**Ēku būvnoteikumi**” *(spēkā no 01.10.2014.)*
- ▶ LR MK noteikumi Nr.534 no 23.09.2003., Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu **LBN 231-03 „Dzīvojamo un publisko ēku apkure un ventilācija”** *(zaudē spēku 01.07.2015.)*
- ▶ LR MK noteikumi Nr.102 no 02.02.2009., Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu **LBN 211-08 “Daudzstāvu daudzdzīvokļu dzīvojamie nami”** *(zaudē spēku 01.07.2015.)*

Dzīvojamā istaba un guļamistaba: temperatūra +18 °C, Izvadāmā gaisa daudzums vai gaisa apmaiņas biežums stundā vismaz 3 m³/m²

- ▶ LR MK noteikumi Nr.1031 no 09.11.2010., Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu **LBN 007-10 “Nekaitīguma prasības būvēm”**. *(spēkā līdz 01.10.2014.)*

Standarti: LVS CR 1752:2008 L, Ēku ventilācija - Iekštelpu vides projektēšanas kritēriji.

Standarti: LVS EN ISO 7730:2006 EN, Siltuma vides ergonomika. Termālā komforta analītiska noteikšana un interpretācija, izmantojot paredzamā vidējā balsojuma (PMV) un paredzamā neapmierināto personu procenta (PPD) indeksu kalkulāciju un lokālā termālā komforta kritērijus.

► LR MK noteikumi Nr.102 no 02.02.2009., Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu
LBN 211-08 “Daudzstāvu daudzdzīvokļu dzīvojamie nami”,
2.pielikums (zaudē spēku 01.07.2015.)

Iekšējā gaisa temperatūra un ventilācijas gaisa apmaiņas apjoms dzīvojamo namu telpās

Telpa	Iekštelpu gaisa temperatūra aukstajā gadalaikā (°C*)	Izvadāmā gaisa daudzums vai gaisa apmaiņas biežums stundā
1. Dzīvojamā istaba un guļamistaba	18	vismaz 3 m ³ /m ²
2. Virtuve:	18	
2.1. apgādāta ar elektrisko plīti		vismaz 60 m ³
2.2. apgādāta ar gāzes plīti		vismaz 60 m ³ , ja ir divriņķu plīts vismaz 75 m ³ , ja ir trīsrīņķu plīts vismaz 90 m ³ , ja ir četrriņķu plīts
3. Vannas istaba	25	vismaz 25 m ³
4. Tualete	18	vismaz 25 m ³
5. Savietotais sanitārais mezgls	25	vismaz 50 m ³
6. Ēkas koplietošanas vestibils, kāpņu telpa un koridors	16	vismaz 1 m ³ /m ²
7. Publiskās telpas (ja nav īpašu nosacījumu)	18	vismaz vienreizēja gaisa apmaiņa
8. Atkritumu savākšanas kamera	5	vismaz vienreizēja gaisa apmaiņa divās stundās
9. Lifta mašīntelpa**	5	vismaz 0,5 m ³ /m ²

Piezīmes.

1. * Dzīvokļa stūra telpā temperatūrai jābūt par 2 °C augstākai, nekā norādīts tabulā.

2. ** Gaisa temperatūra lifta mašīntelpā siltajā gadalaikā nedrīkst būt augstāka par 40 ° C.

Būvelementu gaiscaurlaidības prasības

➤ LR MK noteikumi Nr.495 no 27.11.2001., Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu **LBN 002-01 “Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika”** (*zaudē spēku 01.07.2015.*):

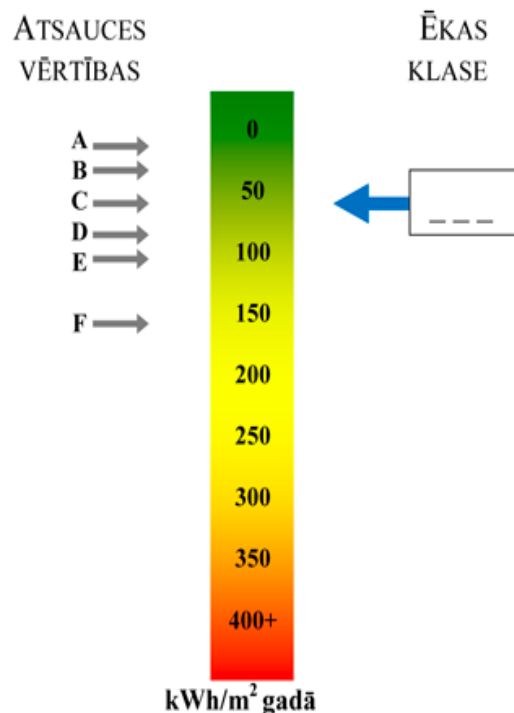
IV. Ēku gaiscaurlaidība un energoefektivitātes rādītāji

(Nodaļa MK [08.04.2014.](#) noteikumu Nr.189 redakcijā)

- 22. Būvelementu **gaiscaurlaidība** visai ēkai vai tās daļai, izteikta kā gaisa noplūde $\text{m}^3/(\text{m}^2 \times \text{h})$ un izmērīta ar spiediena starpību 50 Pa (q_{50}), nedrīkst pārsniegt šī būvnormatīva [23.punktā](#) norādītās vērtības.
- 23. Atkarībā no attiecīgās ēkas ventilēšanas paņēmiena dzīvojamām mājām, pansionātiem, slimnīcām, bērnudārziem un publiskajām ēkām gaiscaurlaidībai ir noteiktas šādas robežvērtības:
 - 23.1. **ēkām ar dabīgo ventilāciju (vēdināšanu) – $q_{50} \leq 3 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \times \text{h})$;**
 - 23.2. **ēkām ar mehānisko ventilācijas sistēmu – $q_{50} \leq 2 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \times \text{h})$;**
 - 23.3. **ēkām ar mehānisko ventilācijas sistēmu, kas aprīkota ar siltuma atguves (gaisa rekuperācijas) ierīcēm – $q_{50} \leq 1,5 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \times \text{h})$.**
- 23.¹ **Ražošanas ēkām gaiscaurlaidība (q_{50}) $\leq 4 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \times \text{h})$.**
- 24. Ēku gaiscaurlaidību nosaka saskaņā ar standartu **LVS EN 13829:2013 L "Ēku termiskā efektivitāte – Ēku gaisa caurlaidības noteikšana – Piespiedu ventilācijas metode"**. Veicot testu, ēkai ir jābūt sagatavotai atbilstoši minētā standarta **B metodei** (norobežojošās konstrukcijas testēšana).
- 24.¹ Ēkas energoefektivitātes rādītājus aprēķina saskaņā ar normatīvajiem aktiem ēku energoefektivitātes jomā.

Ēku energoefektivitātes prasības

- ▶ **Ēku energoefektivitātes likums**, pieņemts 06.12.2012.
(spēkā no 09.01.2013.)
- ▶ LR MK not. Nr.383 no 09.07.2013.
„Noteikumi par ēku energosertifikāciju” (spēkā no 19.07.2013.)



Dzīvojamām ēkām:

A klase – atbilst šo noteikumu 17.punktā minētajām prasībām gandrīz nulles enerģijas ēkām:

- apkures patēriņš $\leq 30 \text{ kWh/m}^2 \text{ gadā}$
- prim. en. [k.ūd., meh.vent., dzes., apgaism.] $\leq 95 \text{ kWh/m}^2 \text{ gadā}$
- meh.vent. ar siltumatguvi $\geq 75\%$
- daļēji izmantota atjaunojamā enerģija
- nav zemas lietderības fosilo kurināmo apkures iekārtas

B klase – energoefektivitātes rādītājs apkurei $\leq 40 \text{ kWh/m}^2 \text{ gadā}$;

C klase – energoefektivitātes rādītājs apkurei $\leq 50 \text{ kWh/m}^2 \text{ gadā}$;

D klase – energoefektivitātes rādītājs apkurei $\leq 60 \text{ kWh/m}^2 \text{ gadā}$;

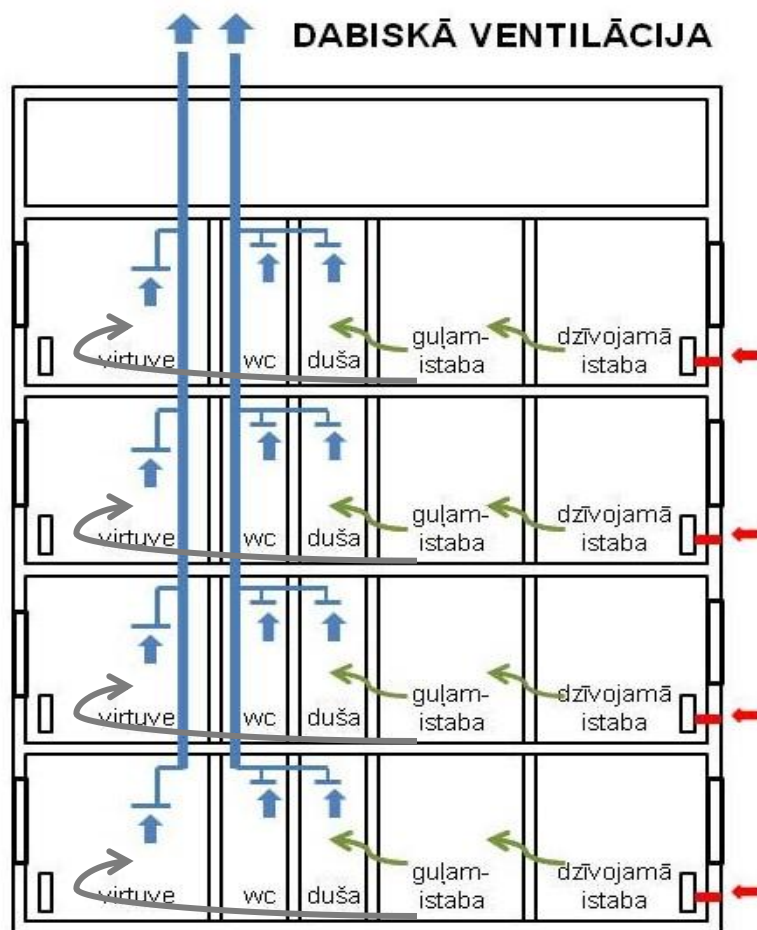
E klase – atbilst ēkas tipam atbilstošam **vidējam** patēriņam;

F klase – atbilst normatīvajos aktos dzīvojamo māju apsaimniekošanas jomā noteiktajam **pieļaujamajam** enerģijas patēriņa līmenim (EM dati uz 01.03.2014. *līdz 157.67 kWh/m^2*)

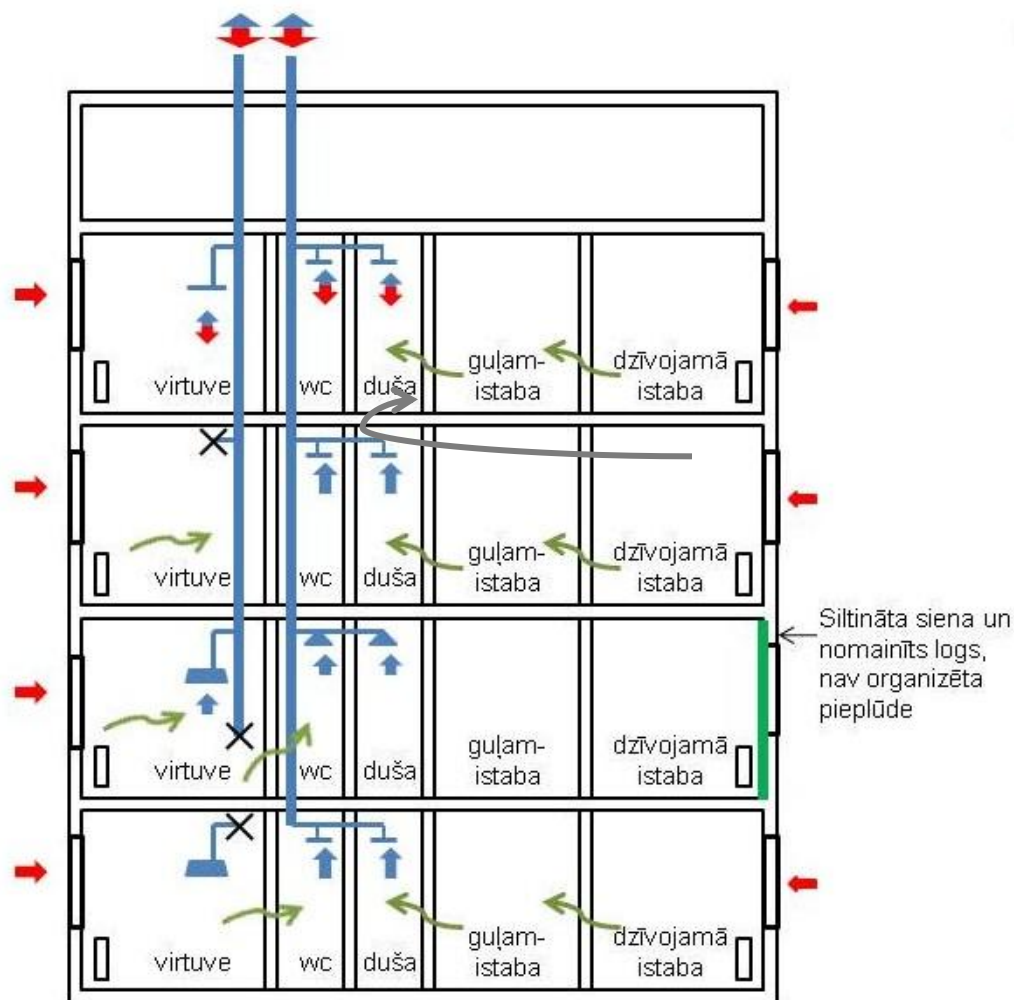
- ▶ LR MK not. Nr.348 no 25.06.2013.
„Ēkas energoefektivitātes aprēķina metode” (spēkā no 11.07.2013.)

Ventilācija un energoefektivitāte

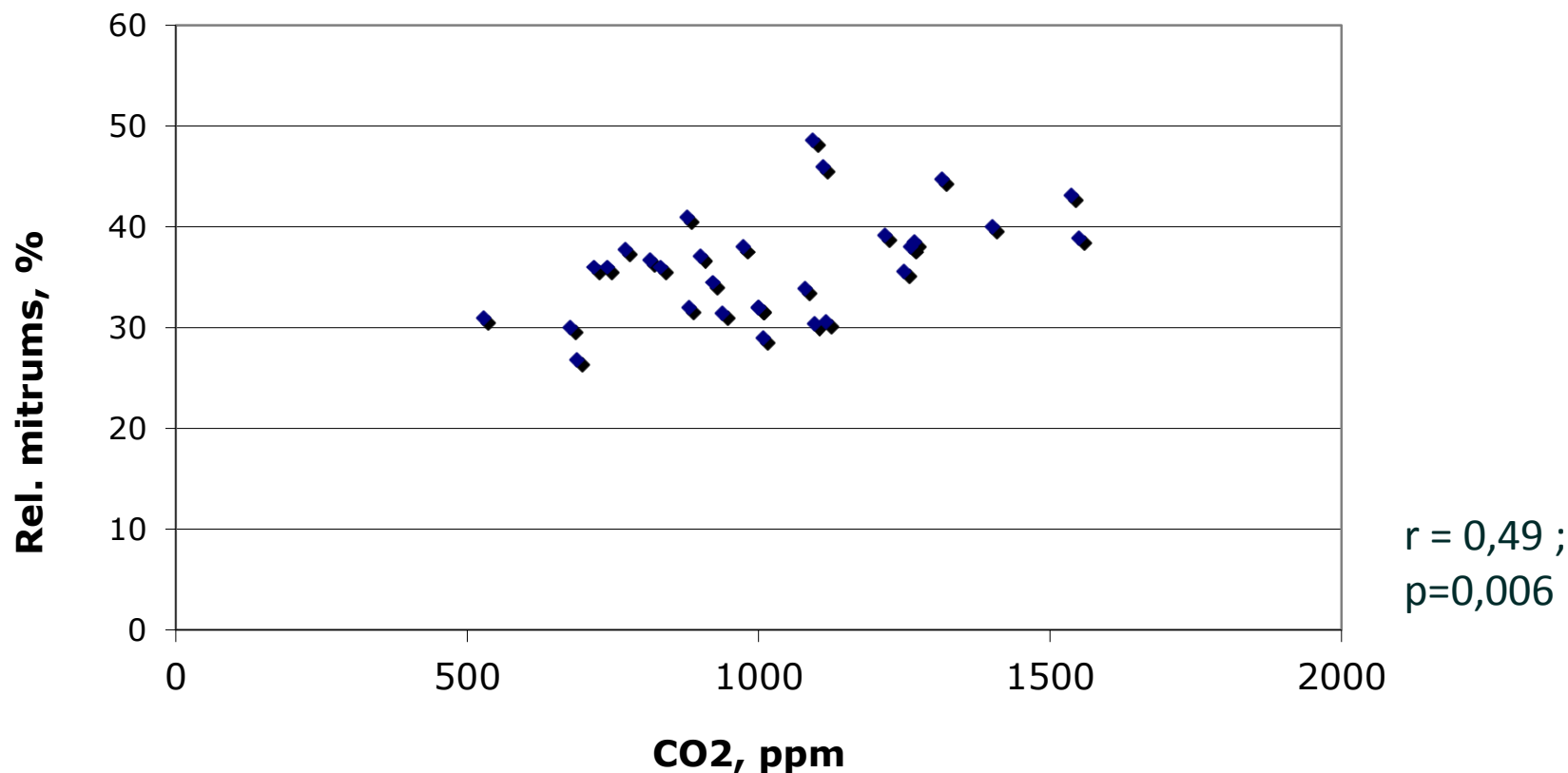
- ~70% no visa Latvijas dzīvojamā fonda - tipveida daudzdzīvokļu ēkās, kas celtas laika periodā no 1944.-1993.gadam
- vidējais apkures siltumenerģijas patēriņš sezonā ir 157.67 kWh/m² (EM dati uz 01.03.2014.)
- līdz pat 60% no šī siltumenerģijas patēriņa apkurei tiek patērēta ventilācijai nepieciešamā pieplūdes gaisa uzsildīšanai



Esošās ventilācijas problēmas



Esošās ventilācijas mērījumi



Mērījumi veikti 13 tipveida daudzdzīvokļu ēkās, kopā 30 dzīvokļi

Dimdina I., Krumins E., Lesinskis A. Results of Indoor Air Quality Parameter Measures in Not Renovated Multi-Apartment Buildings. RTU Zinātnisko rakstu krājums “Būvzinātne”, 13.sējums, 2012.

Gaisa apmaiņa ēkā, 119.sērija

Dzīvojamo un guļamistabu skaits dzīvoklī	Iedzīvotāju skaits dzīvoklī ["2" vai "2"+1]	Dzīvokļa platība, m ²	Minimālais apmaināmais gaisa daudzums dzīvoklī saskaņā ar LBN 211-98	Minimālā gaisa apmaiņas kārtā dzīvoklī, 1/h	Vid. nepieciešamais gaisa daudzums dzīvoklī pēc CO ₂ ****, m ³ /h	Optimālā gaisa apmaiņas kārtā dzīvoklī pēc CO ₂ , 1/h, korekcija 67%	Siltumenerģijas patēriņš āra gaisa uzsildīšanai bez rekuperācijas, korigēts pēc CO ₂ un klātbūtnes pret normatīvo, %	Siltumenerģijas patēriņš āra gaisa uzsildīšanai ar rekuperāciju (65%), korigēts pēc CO ₂ un klātbūtnes pret normatīvo, %
4	5	85,3	165	0,74	155	0,47	63	41
3	4	72,4	165	0,88	124	0,44	50	33
2	3	55,5	140	0,97	93	0,43	44	29
1	2	40,3	110	1,05	62	0,39	38	24
100	140	2535	5800	0,88	4340	0,44	50	32



119.sērijas tipveida ēka

CO₂ piesārņojuma aizvadīšanai aprēķinā izmantots **31 m³/h uz personu**

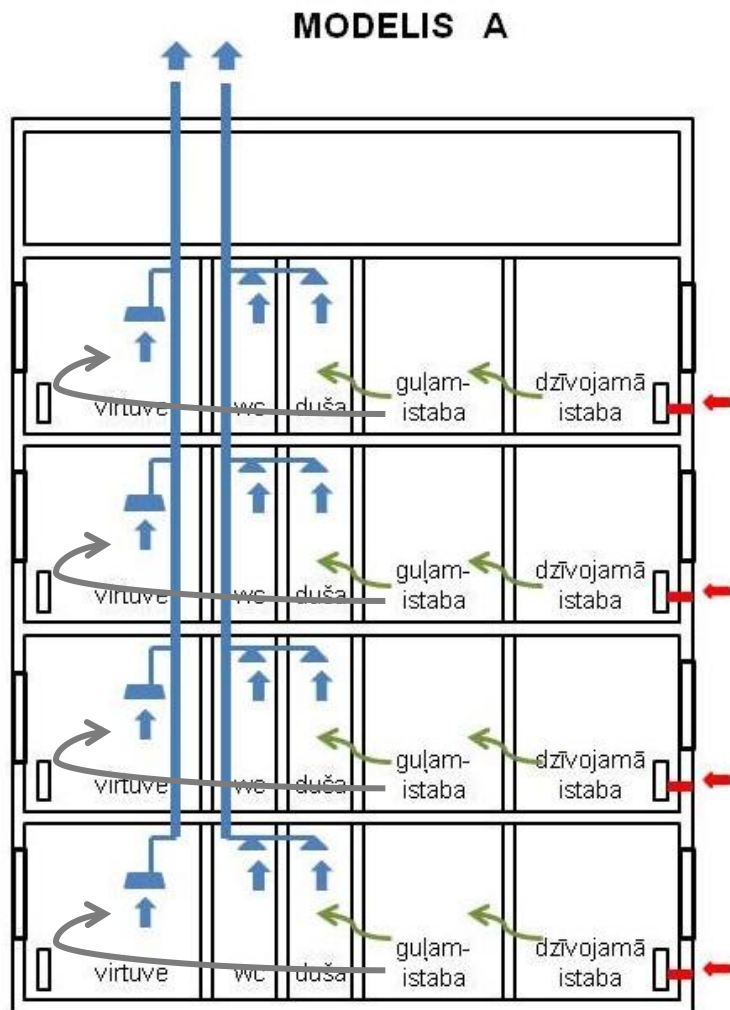
Pieņem, ka dzīvoklī personu skaits = istabu skaits + 1

LBN prasības, n=0,88 1/h (5800 m³/h)

DENA ieteikumi, n=0,66 1/h (4400 m³/h)

CO₂ pieprasījums 67%, n=0,44 1/h (2900 m³/h)

Modelis A



Lokālās nosūces:

-no sanitārajiem mezgliem 75 m³/h;

- no virtuvēm 400 m³/h.

Darbība 4 stundas diennaktī
nodrošina*

$n = 0,59 \text{ 1/h}$

Optimālā
gaisa
apmaiņa*

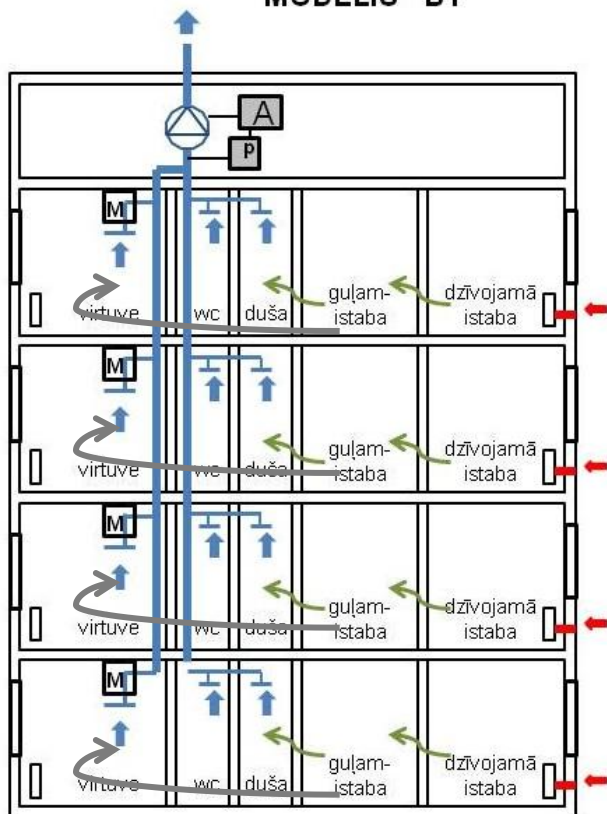
$n = 0,66 \text{ 1/h}$

$n = 0,44 \text{ 1/h}$
ar CO₂
vadību

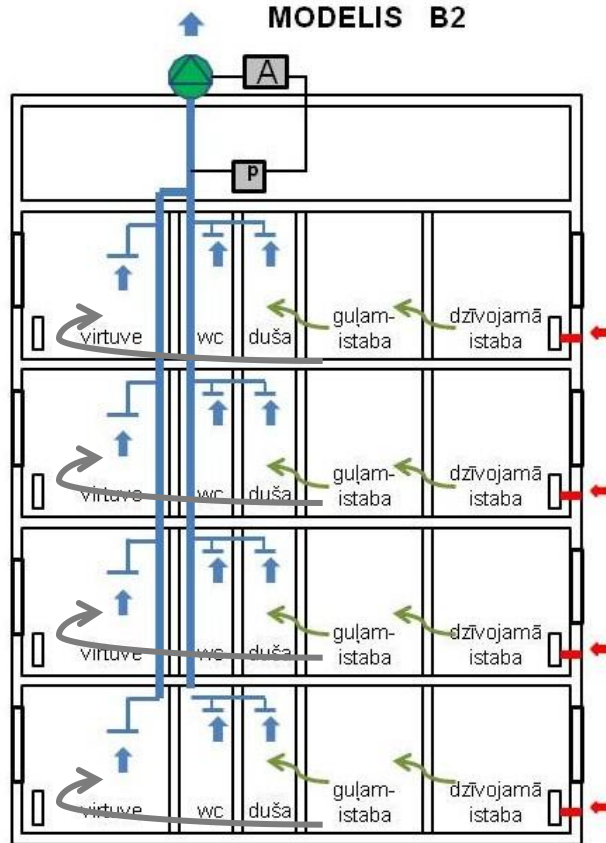
*aprēķins
119.sērijas ēkai;
30 m³/h uz pers.

Modelis B1; B2

MODELIS B1



MODELIS B2



Optimālā gaisa apmaiņa*

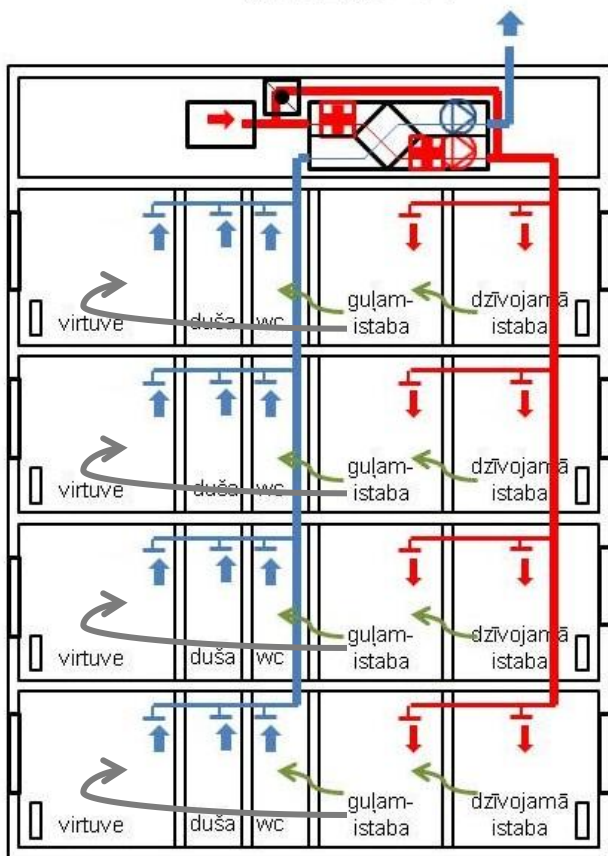
$n = 0,66 \text{ 1/h}$

$n = 0,44 \text{ 1/h}$
ar CO_2 vadību

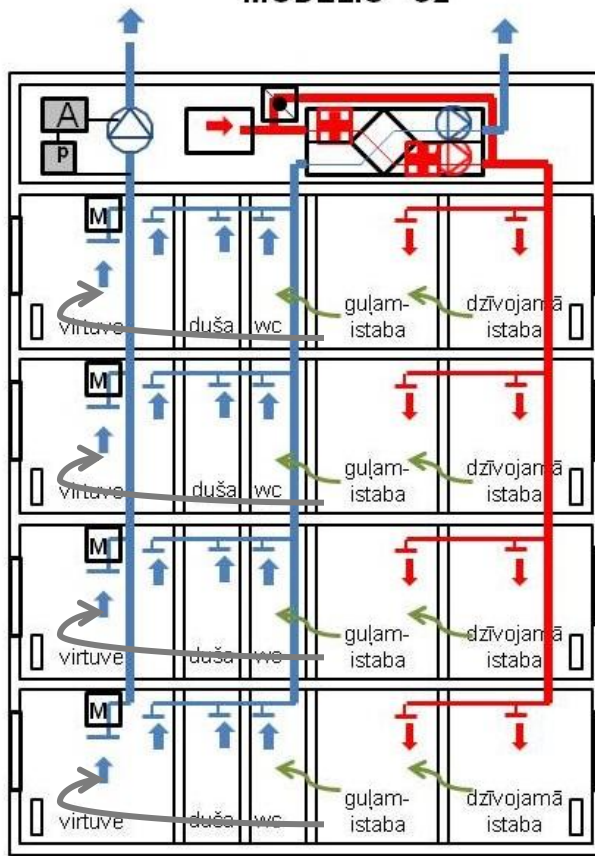
*aprēķins 119.sērijas ēkai;
 $30 \text{ m}^3/\text{h}$ uz pers.

Modelis C1; C2

MODELIS C1



MODELIS C2



Optimālā gaisa apmaiņa*

$n = 0,66 \text{ 1/h}$

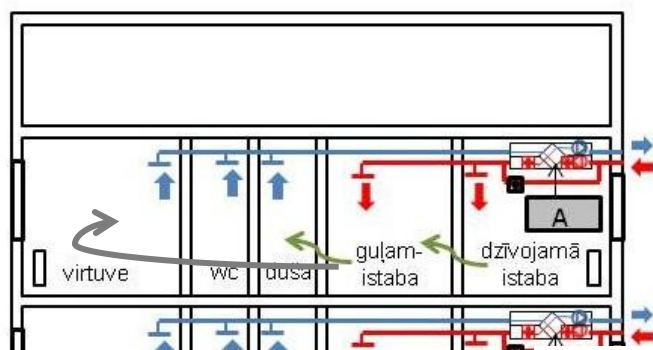
un
siltuma atguve 65%

nodrošina
siltumenerģijas
ekonomiju ~ 50
 kWh/m^2 jeb 50%
salīdzinot ar LBN
ventilāciju

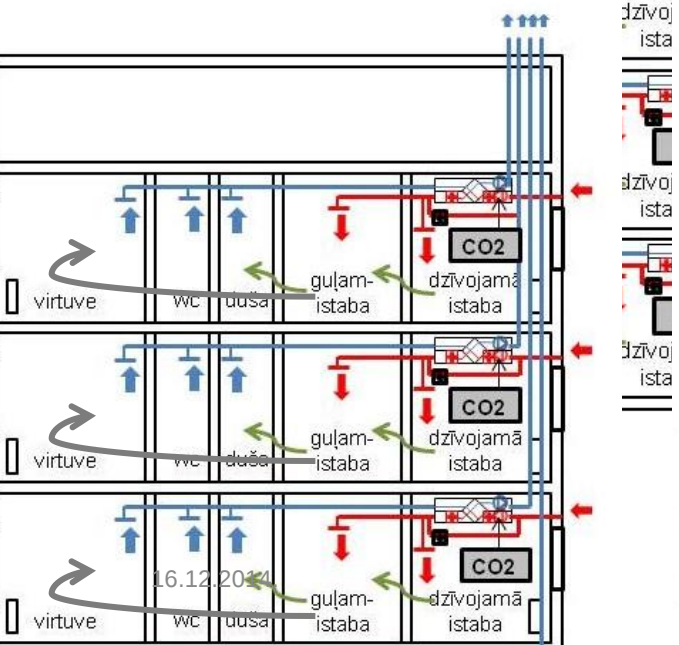
*aprēķins 119.sērijas ēkai;
 $30 \text{ m}^3/\text{h}$ uz pers.

Modelis D1; D2; D3; D4

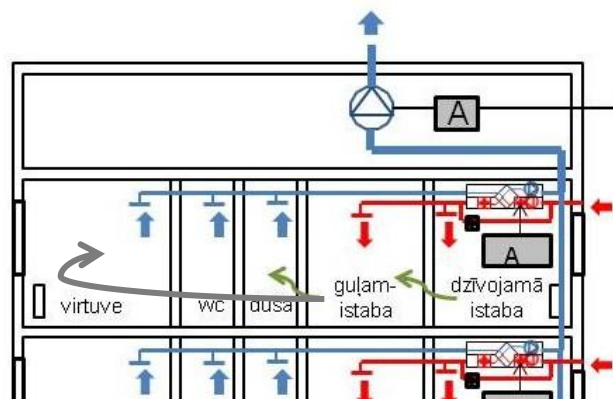
MODELIS D1



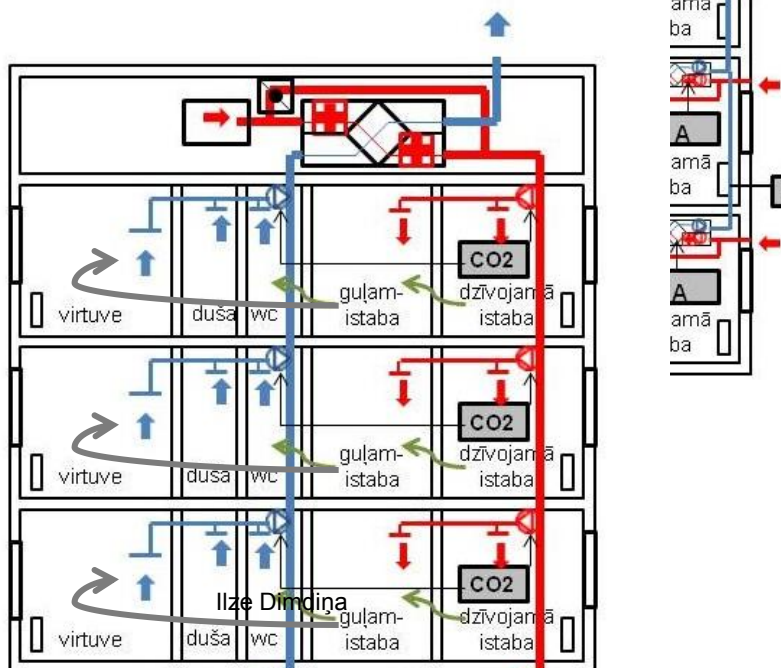
MODELIS D2



MODELIS D3



MODELIS D4

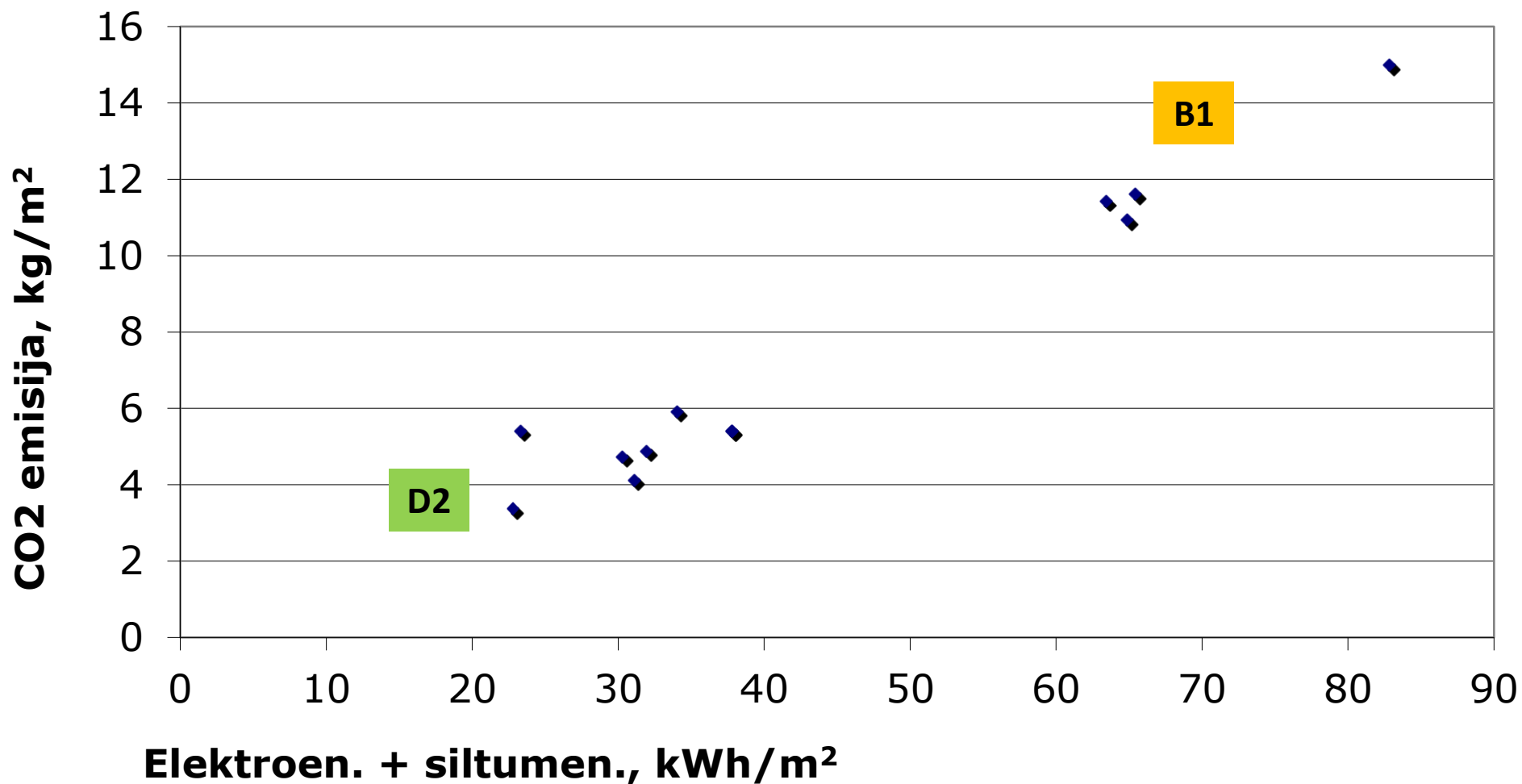


Optimālā gaisa apmaiņa*
 $n = 0,66 \text{ 1/h} +$
 siltuma atguve 65%
 nodrošina
 siltumenerģijas
ekonomiju ~ 50
kWh/m² jeb 50%
 salīdzinot ar LBN
 ventilāciju

*aprēķins 119.sērijas ēkai;
 30 m³/h uz pers.

Energoefektivitāte un CO₂ emisijas

(aptuvenš aprēķins veikts 119.sērijas ēkai Rīgā, 10 stāvi, 1 sekcija, 2010.gads)



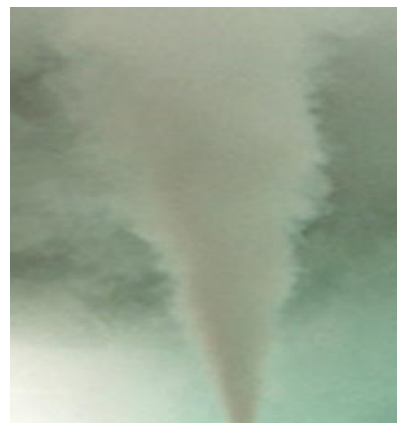
Kopsavilkums

- ▶ Optimizējot gaisa apmaiņas daudzumu vai nodrošinot telpu ventilāciju pēc pieprasījuma (demand-controlled) ar CO₂ koncentrācijas (vai cita parametra) kontroli dzīvojamās telpās, **iespējams samazināt nepieciešamā gaisa apjomu par vidēji 24 līdz 50 % un nodrošināt optimālu telpu mikroklimatu un energoefektivitāti.**
- ▶ Optimizējot gaisa apmaiņas daudzumu un realizējot **siltuma atguvi** no nosūces gaisa, iespējamais ventilācijas energoresursu patēriņa **ietaupījums var sasniegt pat 68%.**
- ▶ Izvēloties ventilācijas sistēmas risinājumu daudzdzīvokļu ēkai, vienlīdz svarīgi nodrošināt nepieciešamo **telpu mikroklimata līmeni un minimizēt energoresursu patēriņu**, sabalansējot ar nepieciešamām investīcijām.
- ▶ Realizēšanā vienkāršs ekspluatācijā esošām ēkām – modelis B – nodrošina iespēju optimizēt normatīvos uzstādītās prasības telpu gaisa apmaiņai, izmantojot CO₂ vadību. Iespēja atgūt siltumenerģiju no nosūces gaisa.
- ▶ Perspektīva – hibrīdo ventilācijas sistēmu risinājumu izmantošana.
- ▶ **Ēku nodošana ekspluatācijā būtu jāorganizē ar mērījumiem, kas apstiprina normatīvo un projektā paredzēto kvalitātes un komforta līmeni (piemēram, ēkas gaisa caurlaidība, ventilācijas sistēmas ražība u.c.).**

Ventilācijas risinājumi/ iekārtas ir daudz un dažādas

IR LĒTI

– bez siltuma atguves



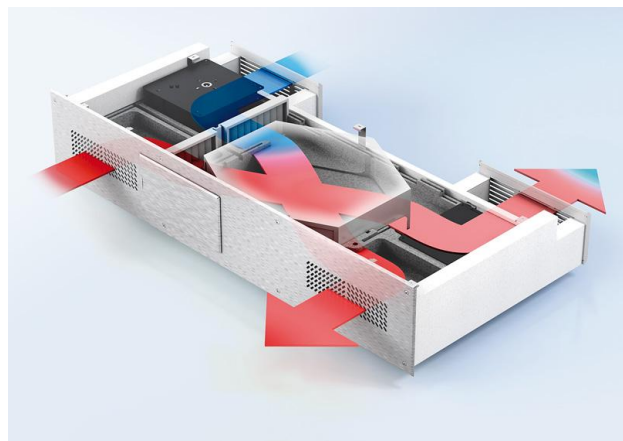
Mehāniskā ventilācija AR REKUPERĀCIJU
samazinās siltuma patēriņu ventilācijai vidēji

līdz
-50%

..tālāk DAŽI ventilācijas risinājumi..



Ventilācijas risinājumi izmantojot logu konstrukciju



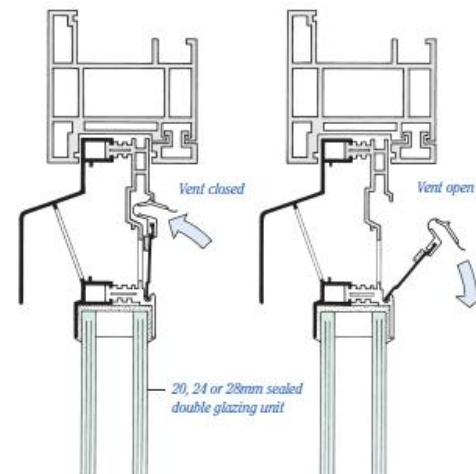
Profine KBE Premi Vent

20 16.12.2014.



Profine Regel Air

Ilze Dimdiņa



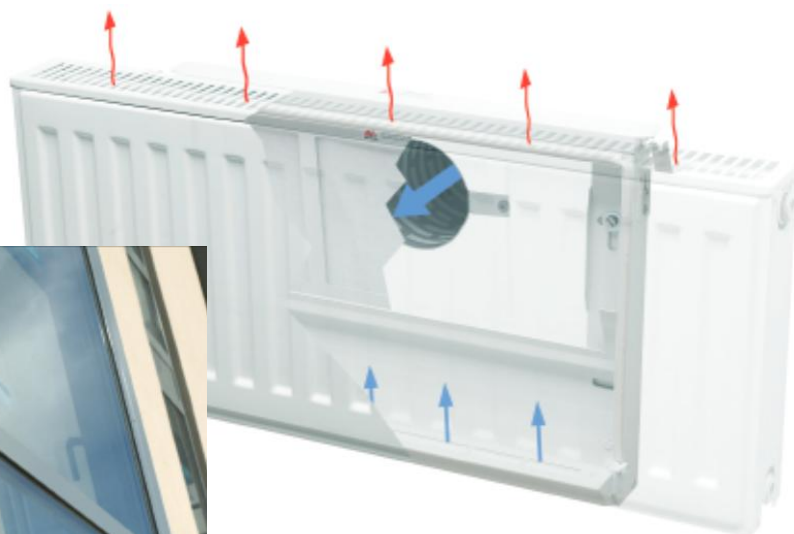
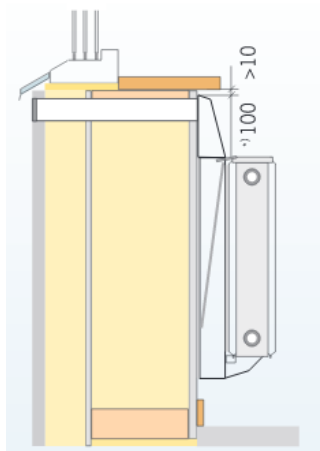
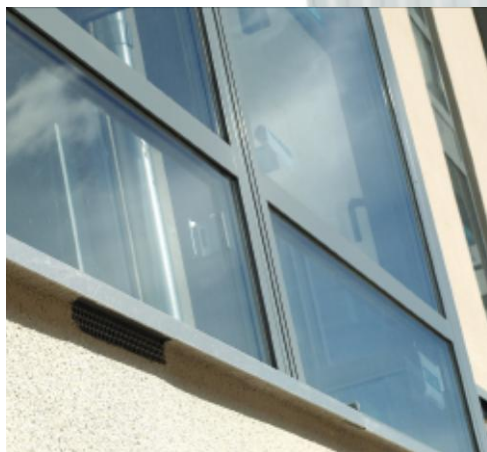
Fresh



Aereco

Ventilācijas risinājumi aiz sildķermeņa (1)

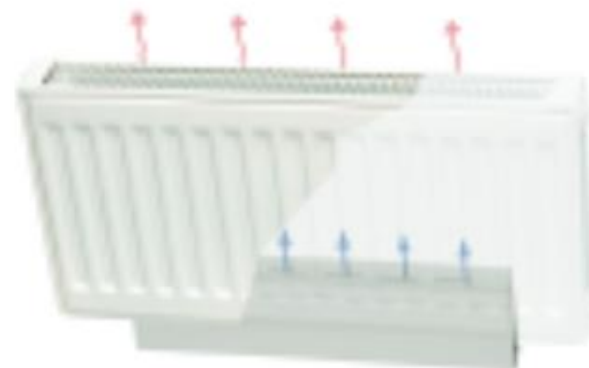
Easy Vent



Ērta filtra maiņa, G2 vai F7



Saliekamais Flexi ir vienkārši uzstādāms aiz radiatora.



Mini izmanto uzstādīšanai zem radiatora

Ventilācijas risinājumi aiz sildķermeņa (2)

Purmo Air



Standarta cauruvads AIR1.



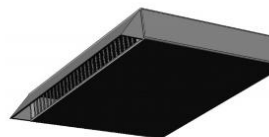
Skaņas izolācijas cauruvads AIR2.
Paredzēts AIR4, ja tiek uzstādīts bez ietināmās plēves.



Skaņas izolācijas cauruvads AIR3 ar trokšņa slāpētāju.
Paredzēts AIR5, ja tiek uzstādīts bez ietināmās plēves.



AIR T1 ar režģi.



AIR T1 ar režģi un aizsargu.



Teleskops vienmēr tiek piegādāts ar AIR T1.

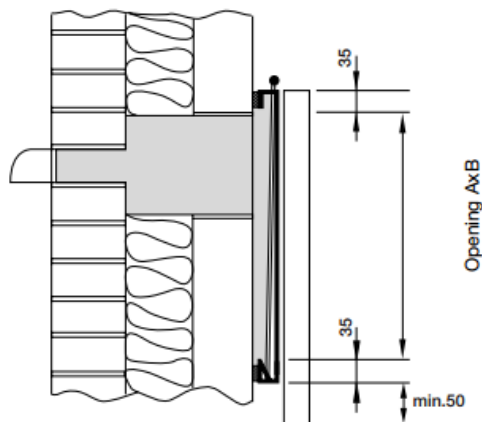


F9 – Daļiņu filtrs

F7 – Daļiņu filtrs

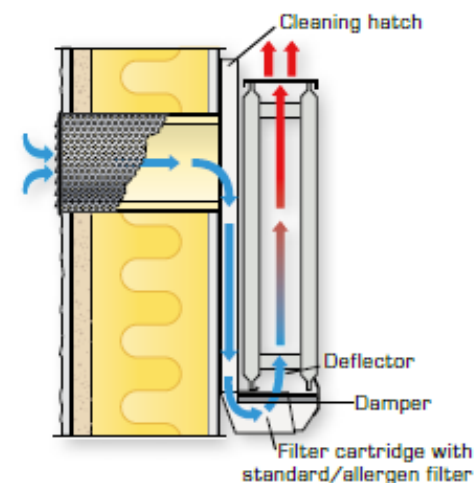
Rupjais filtrs

Lindab ULV



Ar skaņas izolāciju

Fresh



Ventilācijas risinājumi ārsienas konstrukcijā

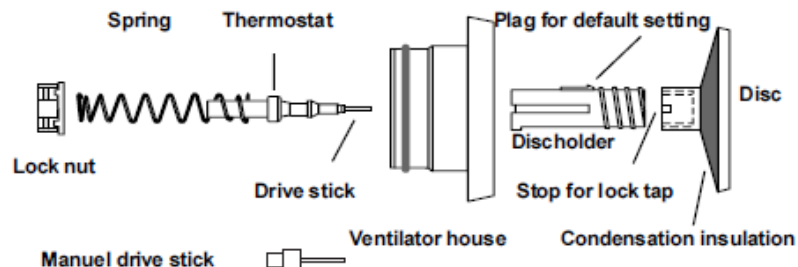
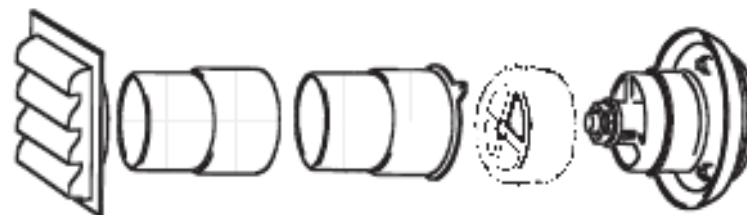
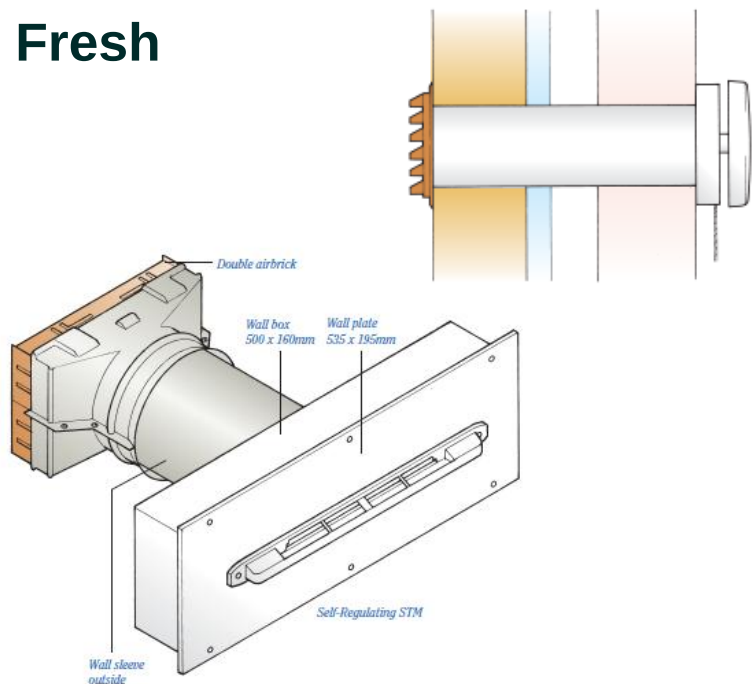
Lindab ULA



Systemair VTK

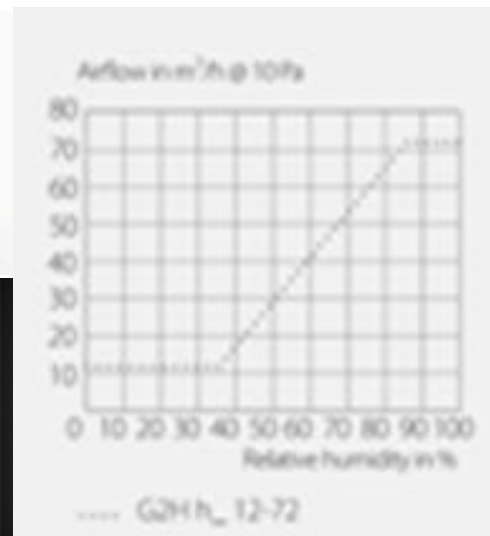
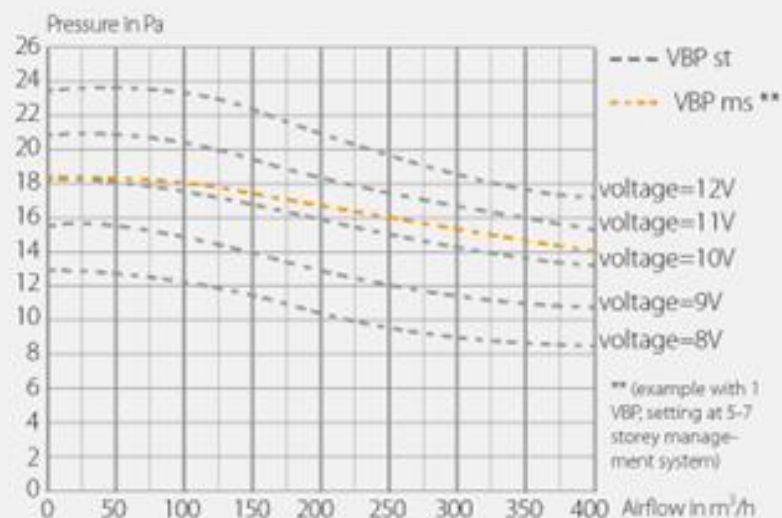
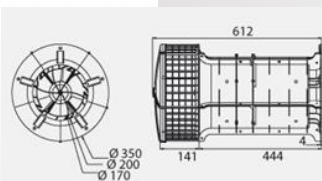
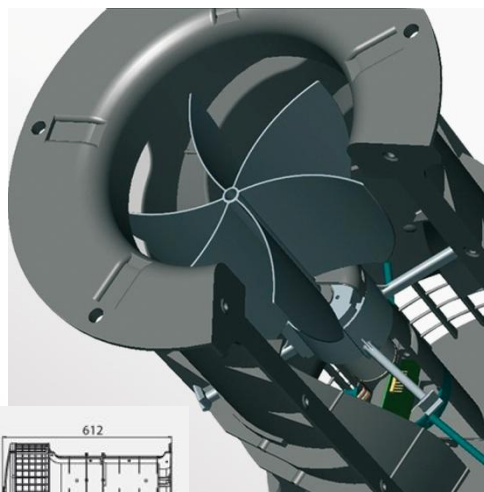


Fresh



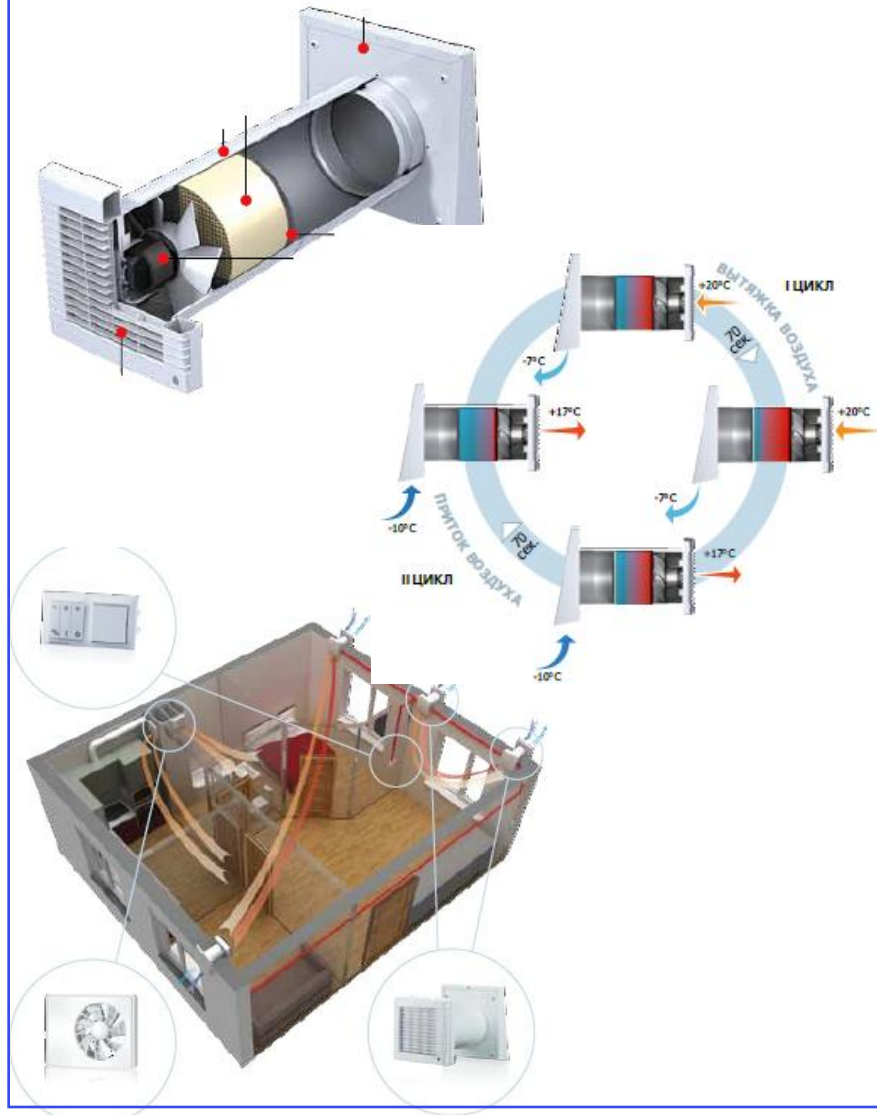
Ventilācijas risinājumi – hibrīda tipa nosūce

Aereco

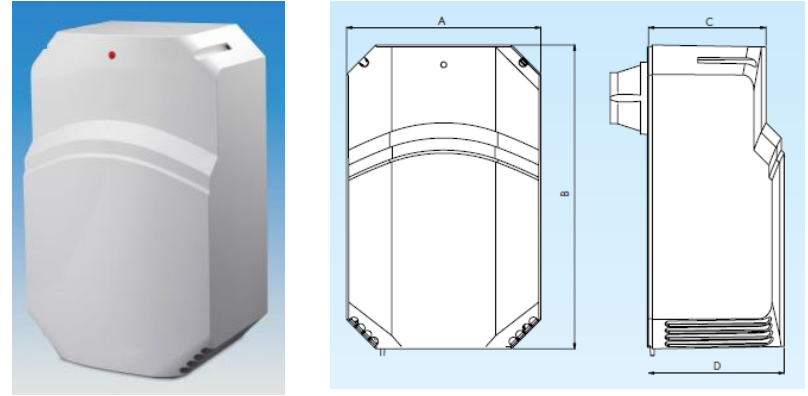


Ventilācijas risinājumi – lokālās gaisa apstrādes iekārtas

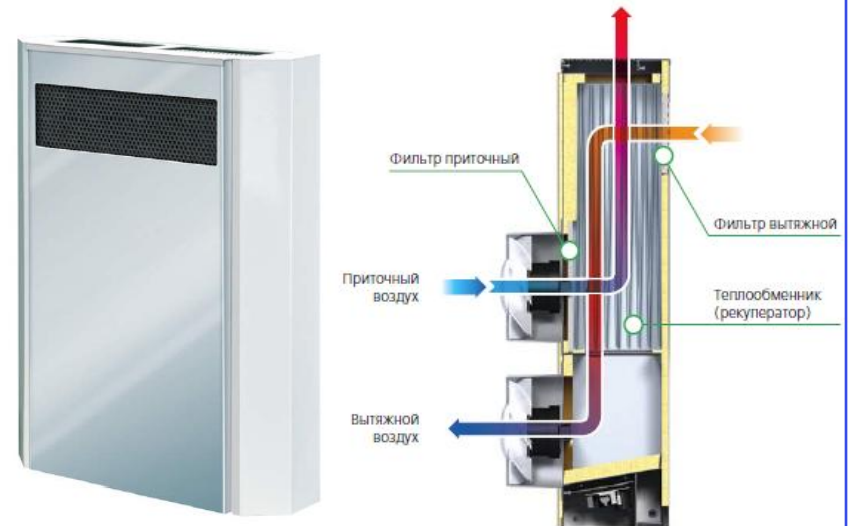
Vents - Twin Fresh



O.Erre - Tempero

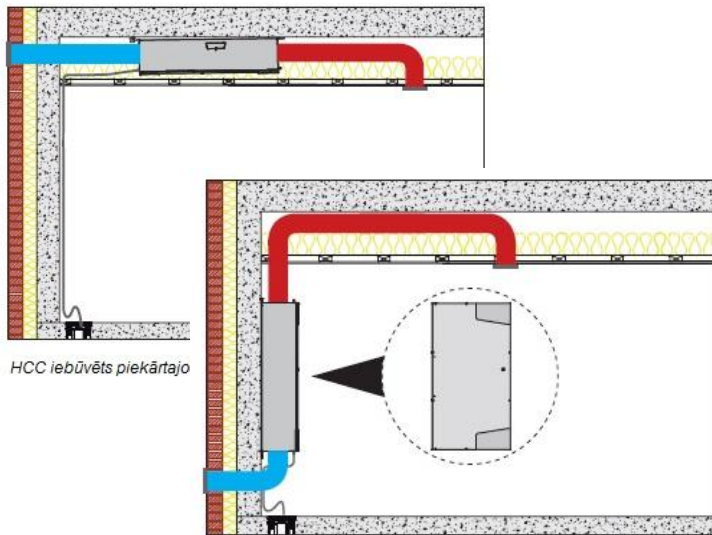


Vents - Mikra



Ventilācijas risinājumi – gaisa apstrādes iekārtas (1)

Dantherm – HCC2

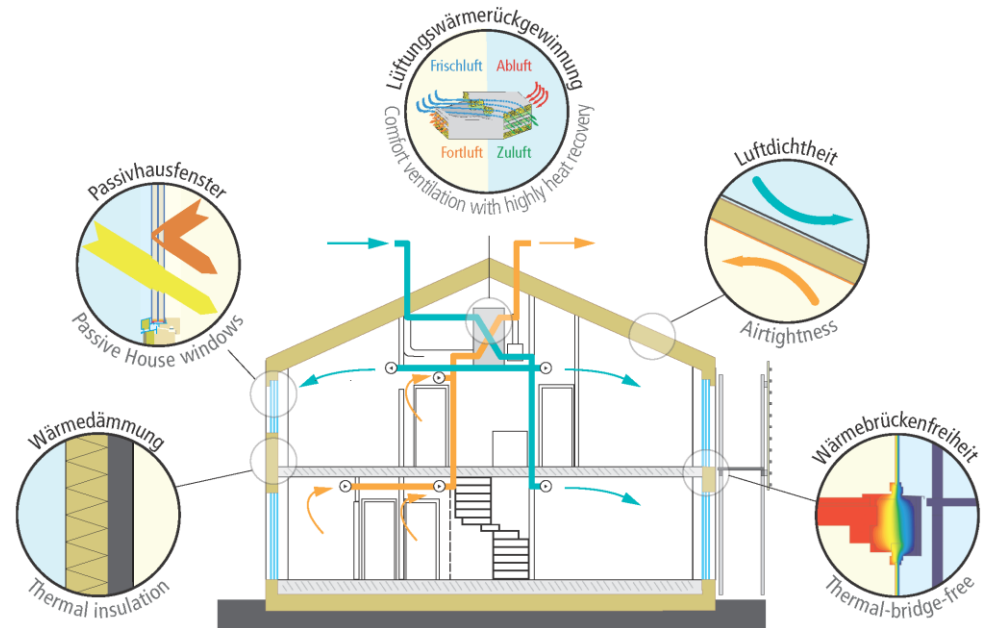


HCC iebūvēts piekārtaļo

HCC izvietots uz sienas, ventilatoru izvietoļums - A versija.
Filtru vāķi uz labo pusi

Pasīvās ēkas principi

patēriņš apkurei $\leq 15 \text{ kWh/m}^2$ gadā

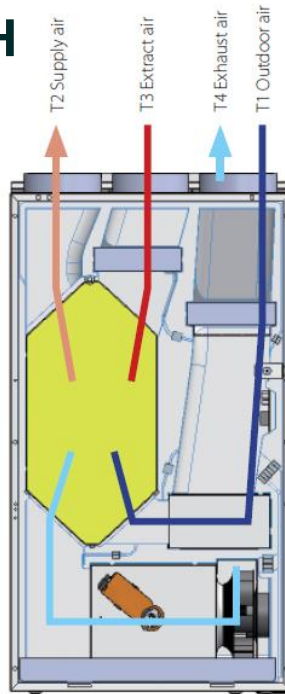


<http://www.passivehouse.lv/>

<http://passiv.de/>

Ventilācijas risinājumi – gaisa apstrādes iekārtas (2)

Dantherm – HCV, HCH



PASSIV HAUS
geeignete
Komponente
Dr. Wolfgang Feist

Deutsches
Institut
für
Bautechnik

DIBt

IGE

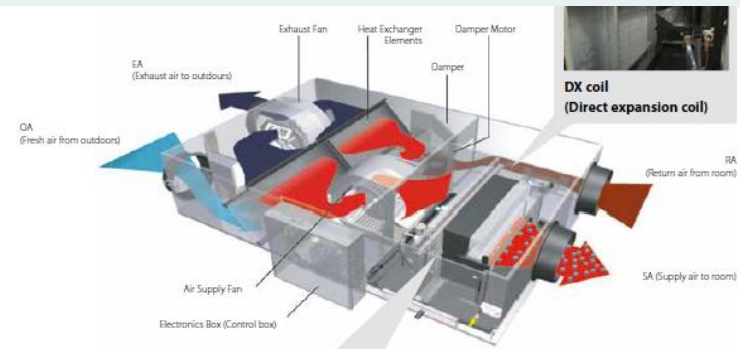
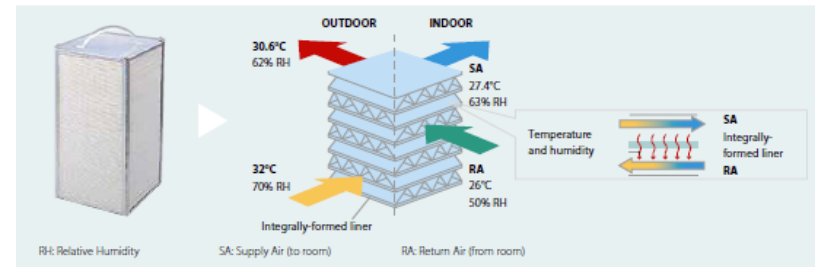
Institut für
GebäudeEnergetik

Dantherm counterflow
heat exchanger

EC fan

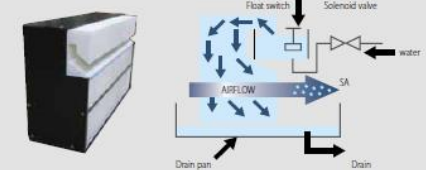


Daikin – VAM, VKM



Humidifier element:

Utilizing the principle of capillary action, water is permeated throughout the humidifier element. The heated air from the DX coil passes through the humidifier and absorbs the moisture.



Ventilācijas risinājumi – gaisa apstrādes iekārtas

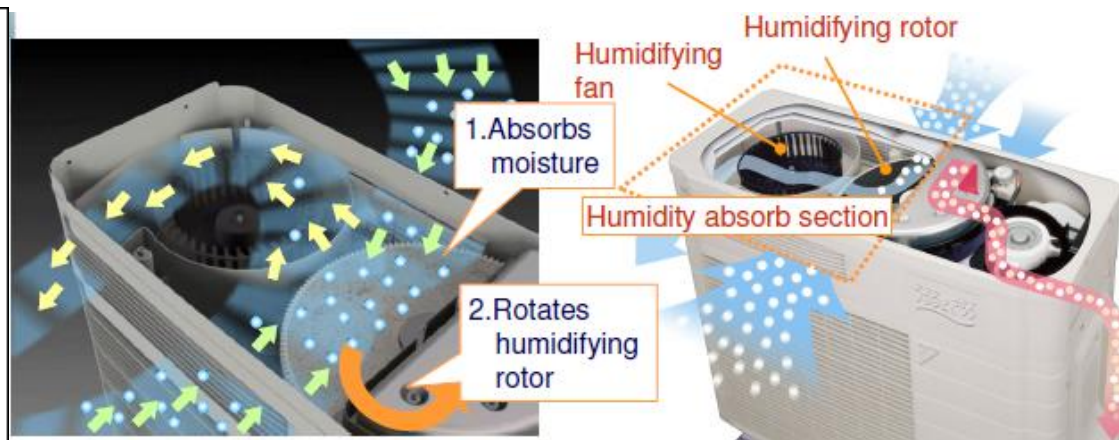
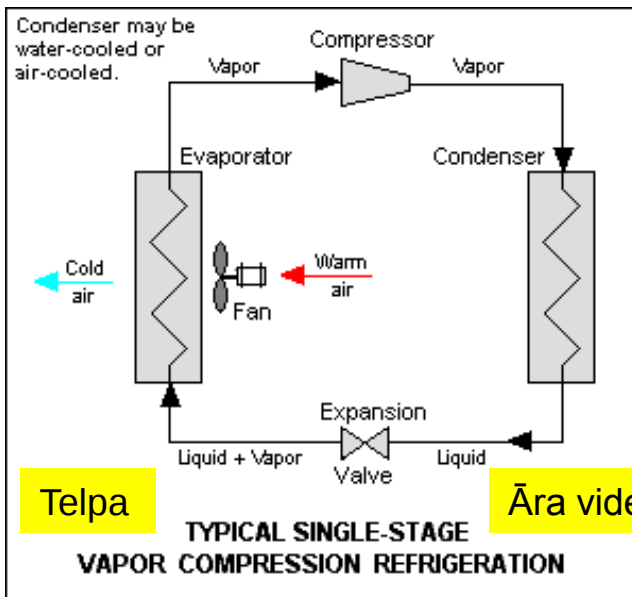
Daikin – Ururu Sarara



FTXR28, 42, 50EV1B

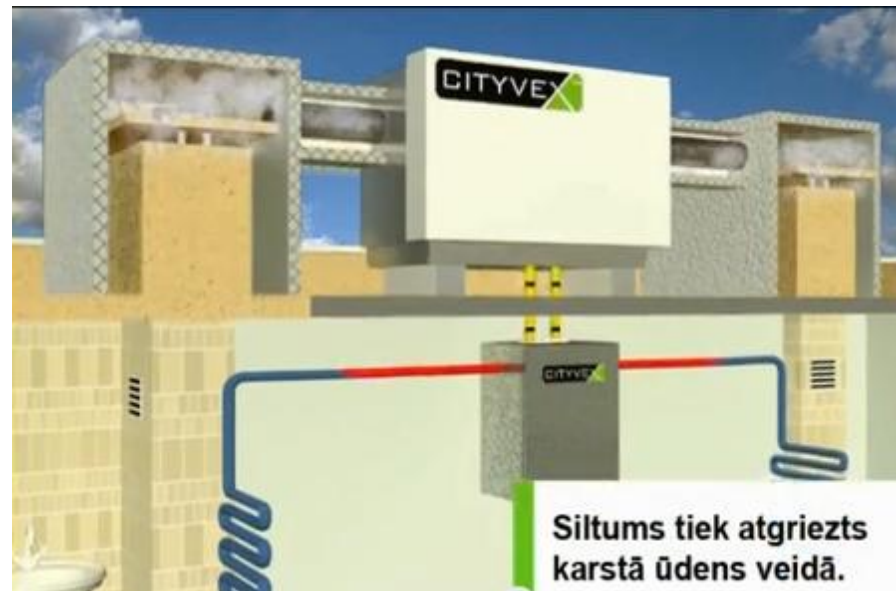


RXR28, 42, 50EV1B

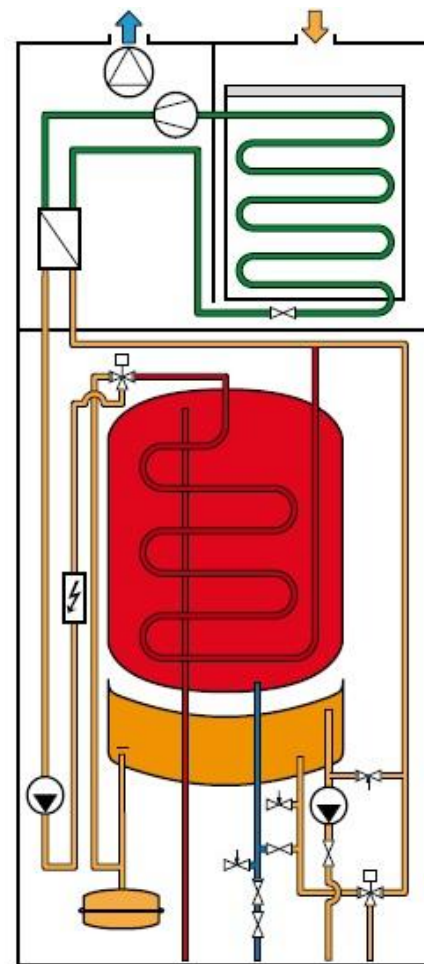


Siltuma atguve no ventilācijas

CITYVEX



NIBE



Dzīvojamo telpu mikroklimata pētījumi

Pētījums „Interneta portāla izveide iekštelpu klimata un patēriņa datu monitoringam tiešsaistes režīmā renovētā un nerenovētā ēkā”
(Rīgas domes pētījums, Baltijas jūras reģiona transnacionālās sadarbības programmas 2007-2013.gadam projekta „Energoefektīva un sabalansēta pilsētas plānošana (*UrbEnergy*)” aktivitātes ietvaros, 2010.- 2011.,
datu autors – SIA “KAIMIŅIEM.LV”, datu īpašnieks – SIA “Rīgas Pilsētbūvnieks”,
informācija: www.rea.riga.lv)



Part-financed by the European Union (European Regional Development Fund and European Neighbourhood and Partnership Instrument).



Telpu mikroklimata testēšanas poligons

Pētījums „**ES energoefektivitātes un optimāla telpu mikroklimata prasībām atbilstoša kompozīta ēkas ārsienas konstruktīvā risinājuma no vietējām izejvielām izstrāde, izmantojot multifizikālās modelēšanas metodi**”
(realizē Latvijas Universitātē, finansiālais atbalsts no ERAF, projekta vienošanās

Nr.: 2011/0003/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/041, no 2011., inormācija: www.eem.lv)



Ventilācijas risinājumi daudzdzīvokļu ēkās

Ilze Dimdiņa

AVK sistēmu projektētāja,
Ēku energoauditore

SIA “Indutek LV”

Uriekstes iela 2a, Rīga, LV-1005, Latvija

Mob.tālr.: +371 26523622

E-pasts: ventilation@indutek.lv
ilze.dimdina@gmail.com

www.indutek.lv