

# Ilmanvaihtojärjestelmät

Tekninen esittely ja toteutukset

Lisää etunimi, sukunimi, ammattinimike, organisaatio, tapahtuman nimi jne.



# LowTEMP –koulutuspaketti - YLEISKATSAUS

## Johdanto

Johdanto - Ilmastonsuojelupolitiikka ja sen tavoitteet

Johdanto - Energianjakelujärjestelmät ja matalan lämpötilan kaukolämpö

Energianjakelujärjestelmät Itämeren alueella

## Energiastrategiat ja pilottiprojektit

Energiastrategioiden kehittämisen metodologia

Pilottienergiastrategiat – tavoitteet ja edellytykset

Pilottienergiastrategiat – esimerkkejä

Pilottitestaustoimet

CO<sub>2</sub>- päästölaskenta

Elinkaariarviointilaskenta

## Taloudelliset näkökohdat

LTDH-hankkeiden elinkaarikustannukset

Taloudellinen tehokkuus ja rahoitusvajheet

Urakointi- ja maksumallit

Liiketoimintamallit ja uudet rahoitusrakenteet

## Tekniset näkökohdat

Putkistojärjestelmät

Sähkön ja lämmön yhteistuotanto (CHP)

Ison mittakaavan aurinkoenergiajärjestelmät

Hukka- ja ylijäämälämpö

Ison mittakaavan lämpöpumput

Power-2-Heat and Power-2-X -tekniikat

Lämpö-, aurinkoenergia, ja vaihemuutosmateriaalivarastot

Lämpöpumppujärjestelmät

Matalan lämpötilan järjestelmät ja lattialämmitys

Talousveden tuotanto

Ilmanvaihtojärjestelmät

## Hyvä käytäntö

Hyvä käytäntö I

Hyvä käytäntö II

# 1. Tekninen esittely

Yleinen toimintaperiaate

Erilaisia lämmöntalteenottojärjestelmiä

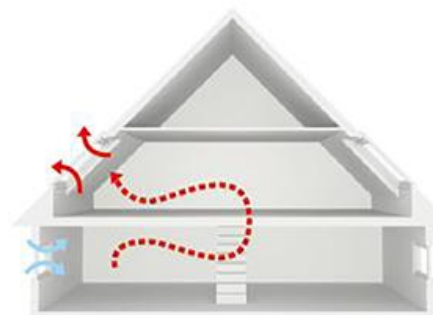
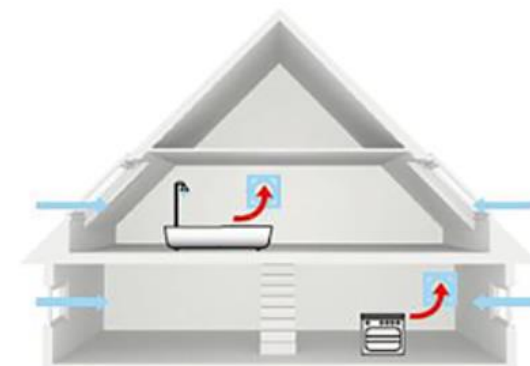
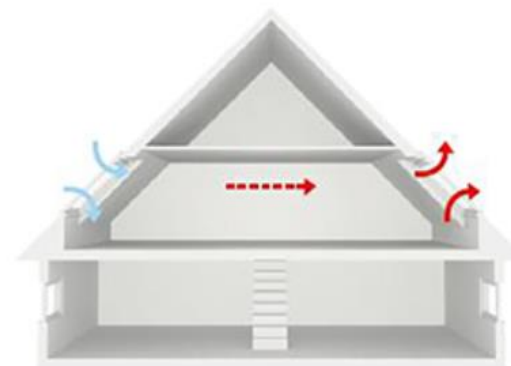
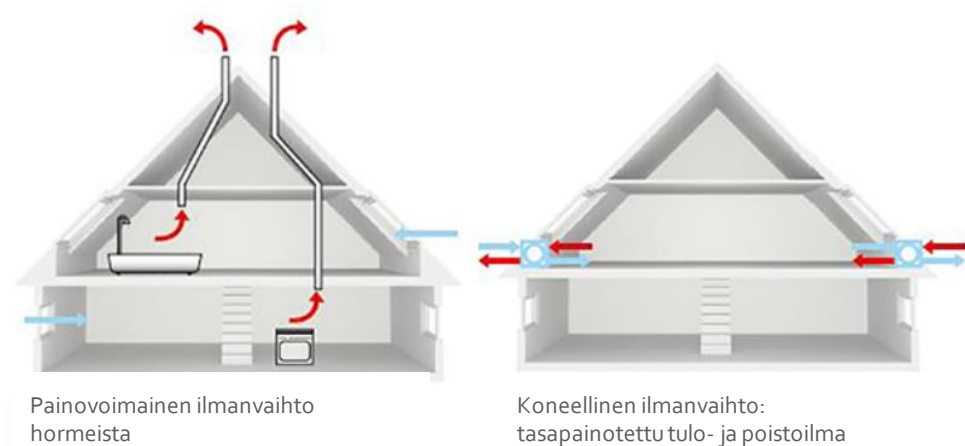
# Tekninen esittely

## Ilmanvaihtojärjestelmä ikkunatuuletuksen sijaan

- Raittiin ilman tuotanto → parempi sisäilman laatu → asukkaan hyvinvoinnin paraneminen
- Keskitetyt / hajautetut ilmanvaihtojärjestelmät → ilmanvaihdon hallinta / valvonta
- Lämmöntalteenottomahdollisuus → merkittäviä energiansäästömahdollisuuksia

# Tekninen esittely

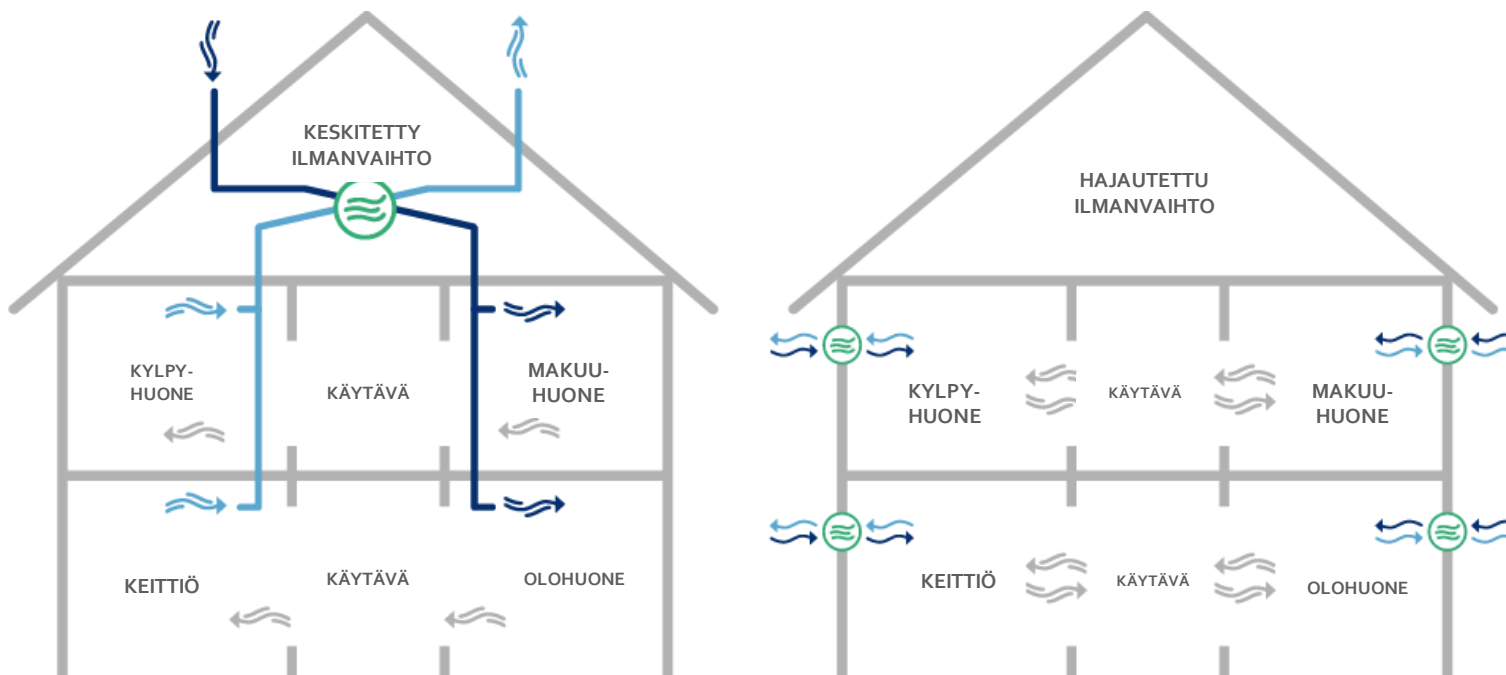
## Yleisiä painovoimaisia ja koneellisia ilmanvaihtojärjestelmiä



Kuva 1: Ilmanvaihtojärjestelmiä. Lähde: Velux Group [1]

# Tekninen esittely

## Keskitettyt ja hajautetut ilmanvaihtojärjestelmät



Kuva 2: Keskitettyt ja hajautetut ilmanvaihtojärjestelmät. Lähde: Dierker Luft und Klima GmbH [2]

# Tekninen esittely

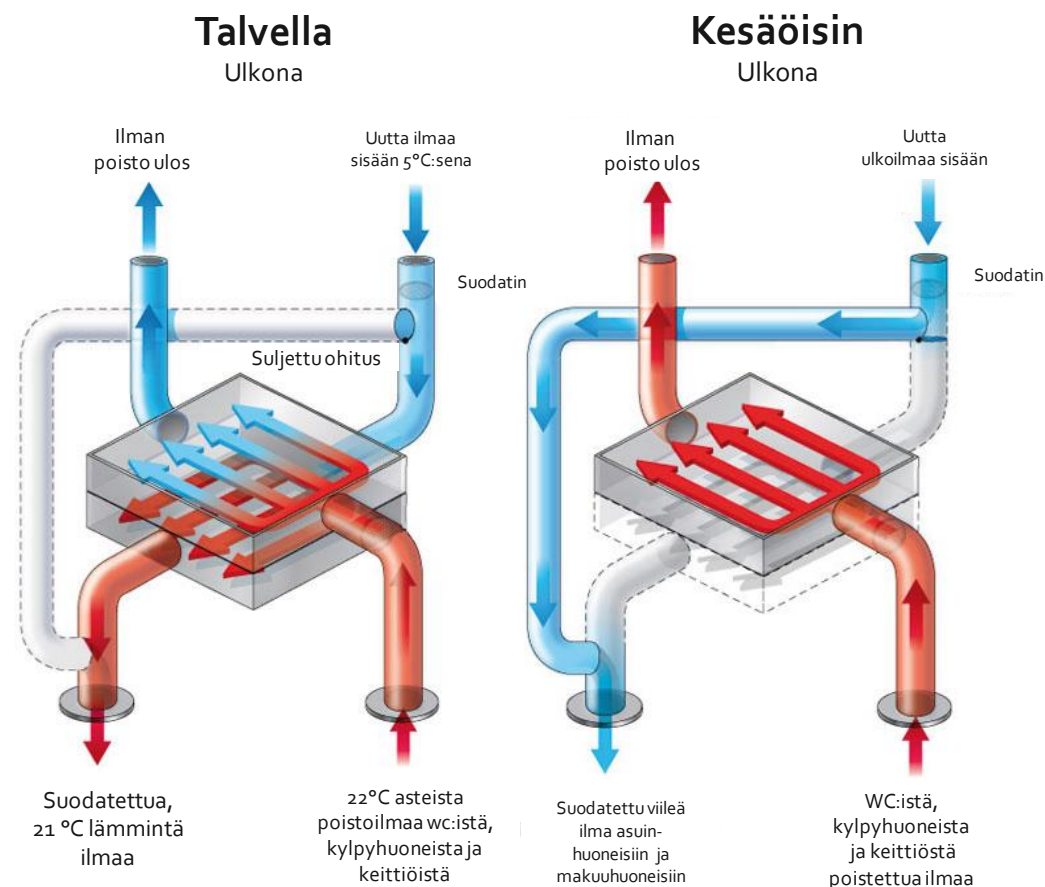
## Lämmön talteenoton perustehtävä

- Talvi

kylmä ulkoilma esilämmitetään sisäilmasta poistetulla lämpimällä ilmalla ja sitten suodatetaan

- Kesäyöt

Kylmä ulkoilma ohjataan sisätiloihin ohitusventtiilin kautta

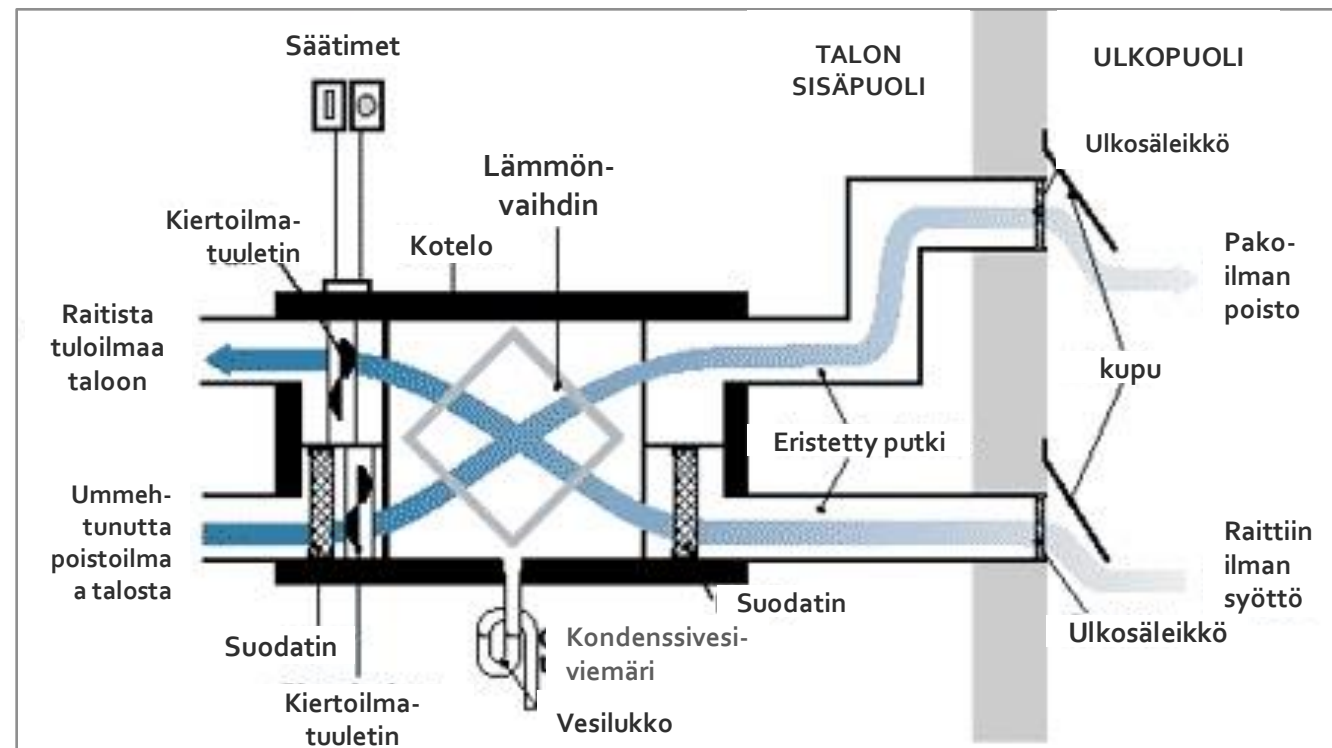


Kuva 3: Lämmöntalteenoton kausittaisia tilanteita. Lähde: Atlantics Australasia [3]

# Tekninen esittely

## Ilmanvaihtojärjestelmän pääkomponentit lämmöntalteenotolla

- Raitisilman syöttö & poistoilman ulosvienti suojattu ulkosäleiköllä
- Lämmönvaihdin saatavilla erilaisia järjestelmiä
- Raitisilman syöttö & ummehtuneen ilman poisto apuna kiertoilmapuhaltimet
- Suodattimet ilmanottoaukkoissa: siitepöly ja pöly voidaan suodattaa
- Kondenssivesiviemäri
- Ohjausyksikkö

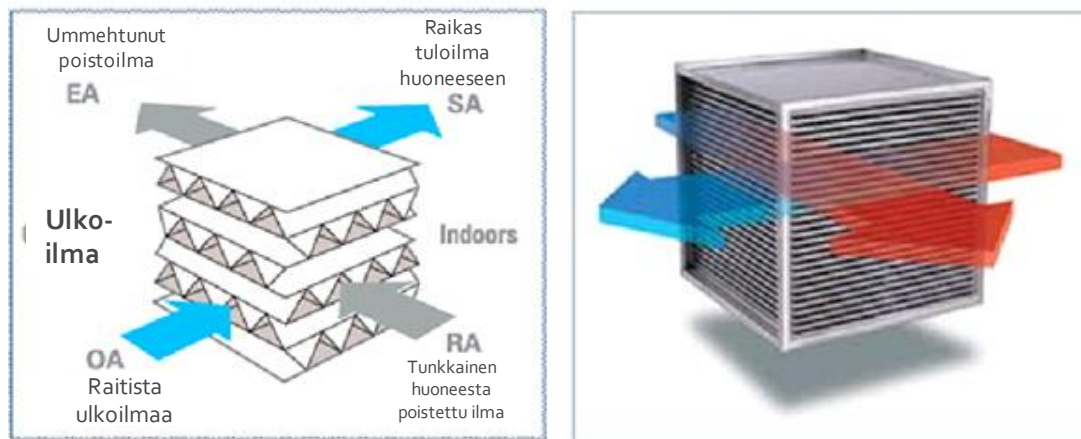


Kuva 4: Lämmöntalteenotto-ilmanvaihtolaitteen komponentit. Lähde: One House Green [4]

# Tekninen esittely

## Rekuperatiivinen lämmöntalteenotto

- Lämpö siirretään suoraan ilmavirrasta toiseen metallilevyjen välitse
- Kahden ilmavirran välillä ei ole yhteyttä → ei kontaminaation vaaraa



Kuva 5: Levylämmönvaihdin. Lähde: NFAN [5]

## Levylämmönvaihdin

- Ohuista metallilevyistä koostuva laatikko, jossa levyjen välillä on vain kapea väli
- Lämmin ja kylmä ilmavirta johdatetaan vuorotellen levyjen välitse
- Lämpö siirretään ilmavirrasta toiseen
- Erittäin tehokas



# Tekninen esittely

## Regeneratiivinen lämmöntalteenotto

- Lämpö siirretään kiinteään tai nestemäiseen väliaineeseen
- Väliaine siirtää lämmön kylmään ulkoilmaan
- → Lämpö puskuroidaan ja myöhemmin vapautetaan

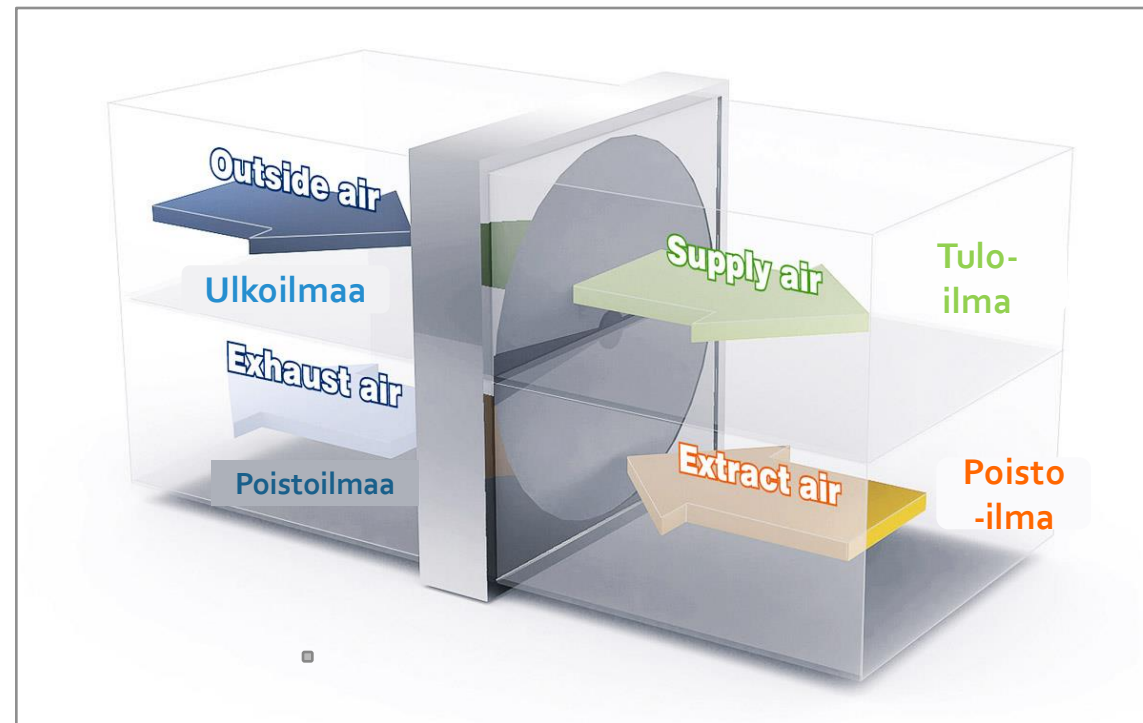
## Esimerkkejä

- Pyörivä lämmönsiirrin
- Lämpöputki
- Piiriin kytketty järjestelmä

# Tekninen esittely

## Pyörivä lämmönsiirrin

- Kiekko pyörii 5-20 kertaa minuutissa
- Koostuu metallilevyistä  
→ lämmönvarastointimassa
- Lämpö siirretään poistoilmasta kiekkoon ja siitä ulkoilmaan  
→ tuloilman esilämmitys

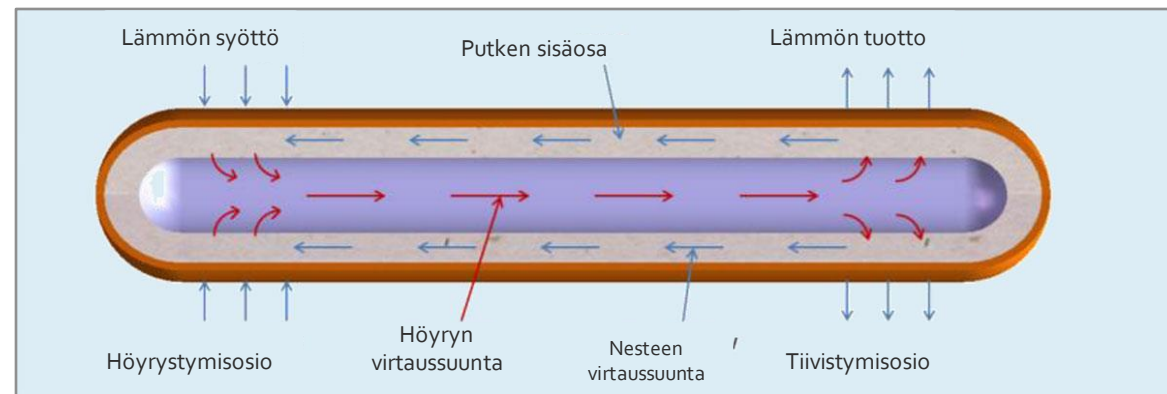


Kuva 6: Pyörivä lämmönsiirrin .Lähde: Klingenburg USA [6]

# Tekninen esittely

## Lämpöputket

- Lämpöputket on täytetty nestemäisellä kylmäaineella
- Lämmin poistoilma toimii lämmönlähteenä → lämpö höyrystää kylmäaineen
- Höyry nousee putken toiseen päähän
- Putken tämän pään läpi kulkee viileää ulkoilmaa → höyry muuttuu nesteeksi ja vapauttaa lämmön
- Tuloilma esilämmitetään ja kylmäaine nesteytetään → sykli alkaa uudelleen



Kuva 7: Lämpöputken periaate. Lähde: Cooliance [7]



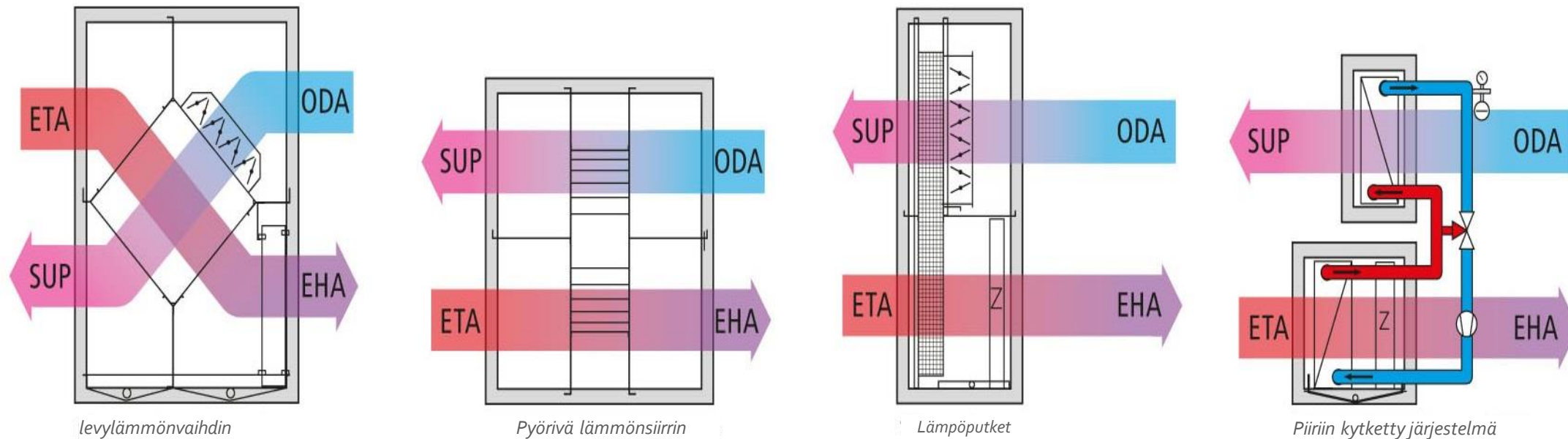
# Tekninen esittely

## Piiriin kytketty järjestelmä

- Ilmavirrat erotetaan ja voidaan asentaa erikseen
- Lämmönsiirtoaine kiertää putkistossa
- Lämpö siirretään lämpimästä poistoilmasta lämmönsiirtoaineeseen ja sitten kylmään ulkoilmaan
- Sama mekanismi toimii toiseen suuntaan käännettynä viileinä kesäiltoina, jolloin tuloilma esijäähdytetään

# Tekninen esittely

## Erialaisten lämmöntalteenottojärjestelmien hyötyjä ja haittoja



ETA/EXTRACT AIR = POISTOILMA      ODA/OUTDOOR AIR = ULKOILMA  
 SUP/PLY AIR = TULOILMA              EHA/EXHAUST AIR = PAKOILMA

Kuva 8: Lämmöntalteenottojärjestelmiä. Lähde: KLAISS GmbH Apuso Lüftungstechnik [8]

LÄMMÖNTALTEENOTTO- JÄRJESTELMÄ	HYÖDYT	HAITAT
Levylämmönvaihdin	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Ei kontaminaatiota</li><li>○ Kiinteät osat, erittäin luotettava</li><li>○ Lämmönsiirrolla korkea hyötysuhde</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Rajoittunut kahteen ilmapirtaan</li><li>○ Lauhdutus</li></ul>
Pyörivä lämmönsiirrin	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Pieni koko</li><li>○ Erittäin tehokas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Tarvitaan (ulkoista) energianlähdettä</li><li>○ Ilmavirtojen ristikontaminaatio</li></ul>
Lämpöputket	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Lämmöntalteenotto mahdollista kahteen suuntaan</li><li>○ Pieni koko</li><li>○ Kiinteät osat, erittäin luotettava</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Vaatii ilmavirtojen close localization</li><li>○ Liikkuvia osia, huollon tarve</li></ul>
Piiriin kytketty järjestelmä	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Ilmavirrat voidaan asentaa erilleen</li><li>○ Ei kontaminaatiota</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Nesteen liikuttamiseen tarvitaan pumppu</li><li>○ Ei kovin tehokas</li><li>○ Vaikea integroida</li></ul>



# Tekninen esittely

## Ilmanvaihtojärjestelmä, jossa on maalämmönvaihdin

- **Maaperästä ilmaan:**

Ulkoilmaa ohjataan 1,5m-2m maan pinnan alla olevaan putkeeseen

→ ilma esilämpenee/esijäähtyy maaperän tasaisen lämpötilan ansiosta

- **Maaperästä väliaineeseen ja siitä ilmaan :**

Lämmönsiirtonestettä ohjataan 2 m maanpinnan alla oleviin putkiin

→ Väliaine esilämpenee/esijäähtyy maaperän tasaisen lämpötilan ansiosta

→ Lämpö siirretään väliaineesta viileään ulkoilmaan

→ sama mekanismi toimii toiseen suuntaan viileinä kesäöinä (esijähdytys)



# Tekninen johdanto

## Lämmöntalteenotto ja lämpöpumput

- **Vesi-ilmalämpöpumppu:**

Lämpöpumppu ottaa lämmintä ilmaa rakennuksesta

→ lämmittää juomaveden

→ järjestelmä tarvitsee pumppuun yhdistetyn veden varastointijärjestelmän

- **Ilman lämmitys ja lämpöpumppu:**

Lämpöpumppu ottaa lämmintä ilmaa rakennuksesta

→ lämmittää tuloilman

→ lämpöpumppu voi lämmittää huoneilman, jolloin muuta lämmitystä ei tarvita

# Tekninen johdanto

## Esimerkkilaitteisto (NIBE 730/NIBE 750)

- Kehitetty erityisesti uusiin taloihin, joissa on alhainen lämmityksen tarve
- Perusyksikkö hoitaa lämmityksen, käyttöveden tuotannon sekä ohjatun ilmastoinnin ja lämmöntalteenoton
- Voi käyttää omakotitaloissa ja kerrostaloissa, joissa on 75-200 m<sup>2</sup> asuineliötä
- Perusyksikkö ei vie enempää tilaa kuin kodinkone



Kuva 10: NIBE 730/NIBE 750 laitteisto. Lähde: NIBE Systemtechnik GmbH [10]

# Tekninen esittely

## Poistoilmalämpöpumppu (PILP)

**A:** Putkistoon imetään lämmintä huoneilmaa

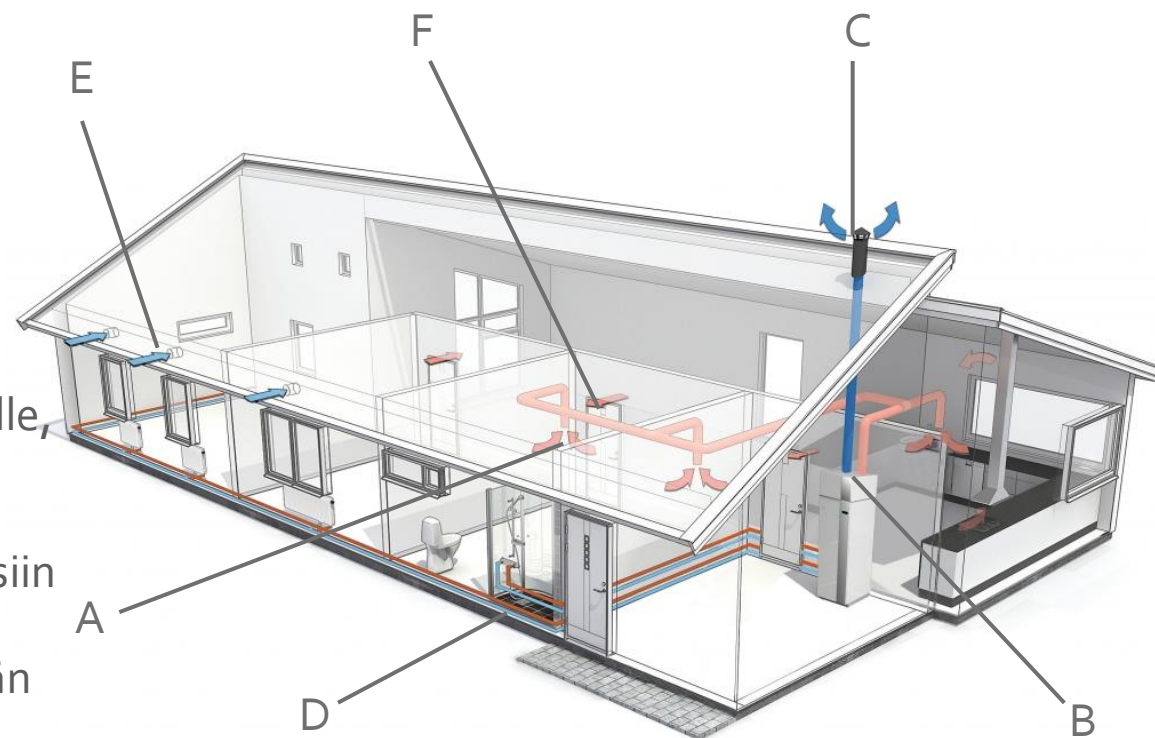
**B:** Lämmin huoneilma johdetaan NIBE F730 – poistoilmalämpöpumppuun

**C:** Pumpun jälkeen huoneilma poistetaan talon ulkopuolelle, mikä alentaa ilman lämpötilaa

**D:** NIBE F730 tuottaa käyttöveden ja lämmön talon tarpeisiin

**E:** Ulkoilmaa syötetään rakennuksen sisään ja lämmitetään tarpeen mukaisesti

**F:** Ilma johdetaan huoneista, joissa on ulkoventtiilit, huoneisiin, joissa on poistolmaventtiilit



Kuva 9: Poistoilmalämpöpumpun toimintaperiaate. Lähde: NIBE Systemtechnik GmbH [9]

# 2. Toteutukset

Suunnittelu

Esimerkkejä huonekohtaisista ilmastointijärjestelmistä ja –yksiköistä



# Toteutukset

## Suunnittelu–Yksikön koko ja jakorasia

- Käytetyn yksikön koko perustuu ilman tilavuusvirtaan ja sen suunnitteluun
- Yksikkö suunnitellaan toimimaan 75% maksimikapasiteetista -> sen verran järjestelmä kestää
- Jakorasia tehdään metallilevyistä
- Asennetaan seinille, katonrajaan, kattoon tai lattialle

# Toteutukset

## Suunnittelu – tulo- ja poistoilmaputkistojärjestelmä

- Asennus betonikattoon (1)
- Asennus ilmanvaihtokanavaan (2)
- Asennus lattialle (3)
- Asennus katonrajaan kehikon sisään (4)

(1)



(3)



(2)



(4)

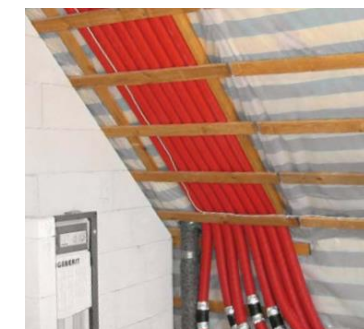


Figure 11: Planning and design. Source: Vallox GmbH [11]

# Toteutukset

## Suunnittelu – äänenvaimentimet

- Ilmastoinnista koituu melua, joka kulkeutuu putkiston kautta
- Meluhaitan ehkäisemiseksi putkistoon asennetaan äänenvaimentimia
- Saksalaisten DIN standardien mukaan äänenvoimakkuus saa olla oleskelutiloissa <30 dB
- Mikäli asuntoja rakennetaan tiheästi, voidaan tarvita lisävaimentimia



# Toteutukset

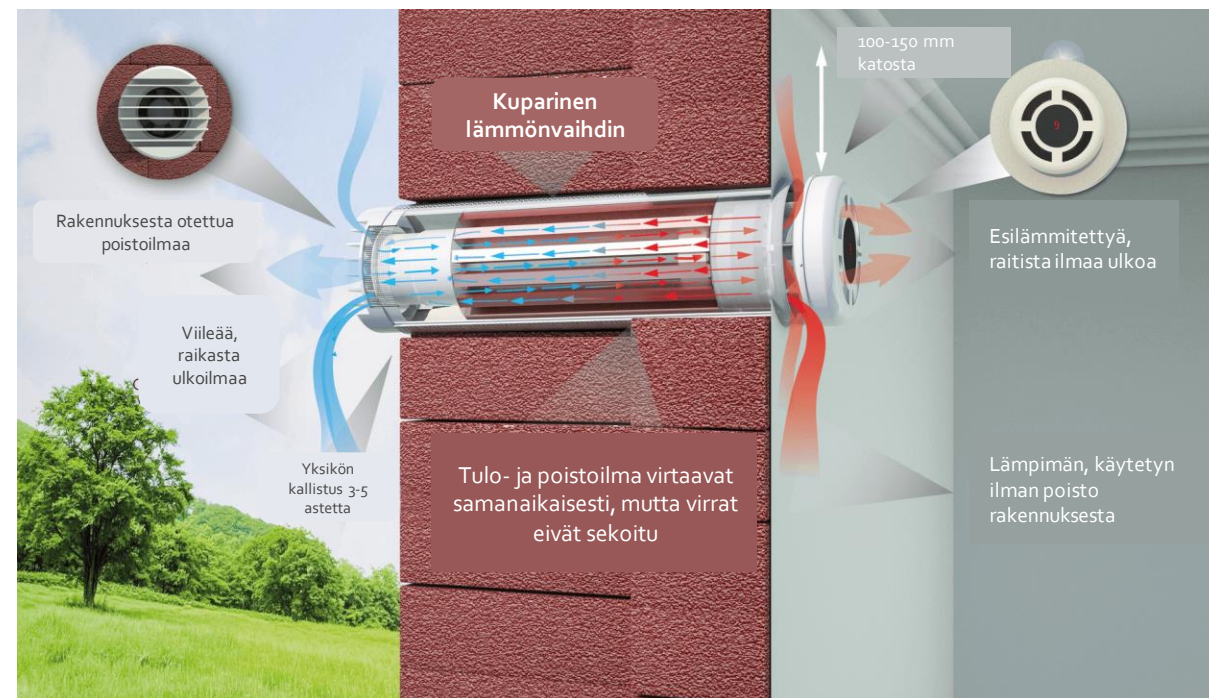
## Suunnittelu – sijoitus

- Ilma-aukot tulee asentaa esteettömästi esim. siivousta ja huoltoa varten
- Voidaan asentaa seinille tai kattoon, siten että ilma pääsee hyvin virtaamaan huoneessa
- Tuloilma-aukko:
  - Ei verhojen, kaappien tai muiden huonekalujen taakse, eikä suoraan oleskelualueen yläpuolelle (sänky, sohva)
- Poistoilma-aukko:
  - Mahdollisimman korkealle katonrajaan, ei suoraan lämpöpatterien yläpuolelle
  - Haju- ja kosteuslähteiden lähelle (wc, suihku)
  - Keittiön käryt ja höyryt poistetaan suodattimien kautta rasvakertymien ehkäisemiseksi

# Tekninen esittely

## Huonekohtainen puhallin (Inventer) lämmöntalteenotolla

- Kaksi ilmavirtaa kulkee laitteen sisällä olevan kuparisen lämmönvaihtimen kautta
- Ilmavirrat pysyvät erillään toisistaan sekä laitteen sisällä että tulo- ja poistoaukoissa
- Suodattimien asennus mahdollista

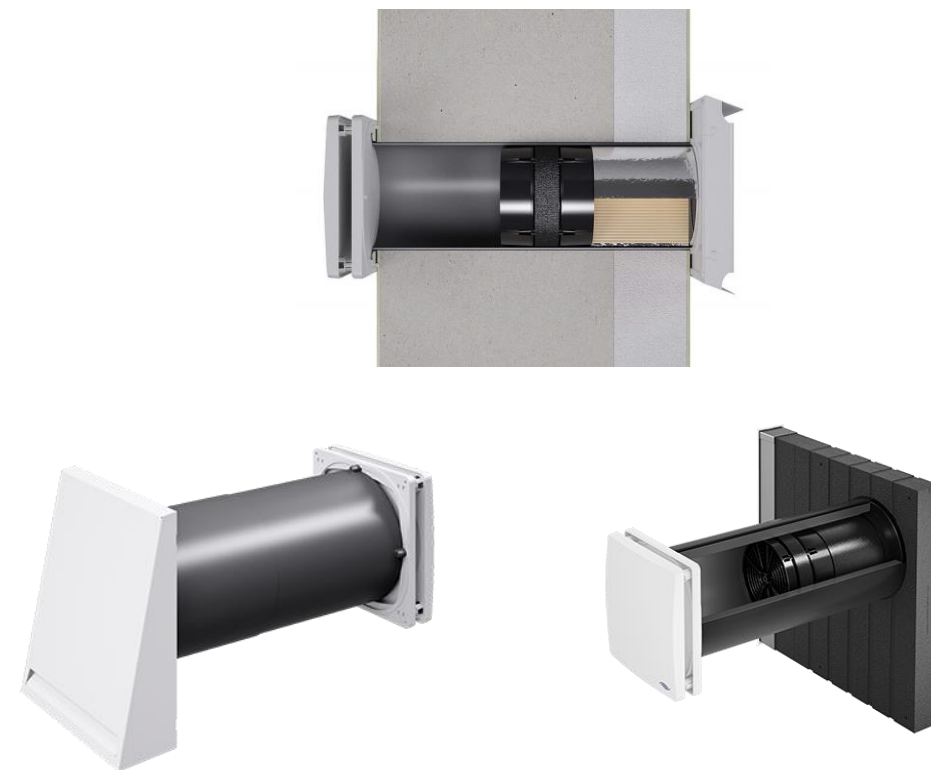


Kuva 12: Prana-ilmastointijärjestelmä lämmöntalteenotolla. Lähde: Ecostream [12]

# Tekninen esittely

## Huonekohtainen ilmastointilaite lämmöntalteenotolla

- Komponentit:  
keraaminen lämmönvaraaja, puhallin, jonka puhallussuuntaa voidaan muuttaa, kahdet ilmanohjaimet ilmavirtauksen suunnan korjaamiseen, suodattimet kaikkiin hygieniavaatimukseen, lukittava sisäpaneeli, jauhemaalattu, vedenkestävä säänsuojakupu
- Keraaminen ydin varastoi lämmön
- Puhallussuunta vaihtuu 70 sekunnin pituisen syklin jälkeen
- Ilmastointijärjestelmää ohjataan asianmukaisilla säätimillä



Kuva 13: Prana- ilmastointijärjestelmä lämmöntalteenotolla, lähde: inVENTer GmbH [13]



# Toteutukset

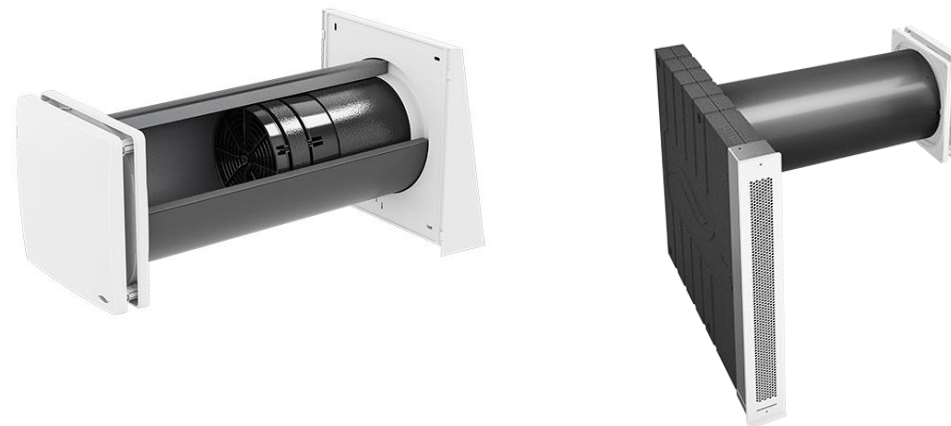
## Tilakohtainen ilmastointijärjestelmä ikkunankarmeihin

- Puolalainen yritys EWTG kehitti lämpö- ja ilmastointijärjestelmän ikkunankarmeihin
- Olemassaoleviin rakennuksiin voidaan lisätä tilakohtainen ilmanvaihto
- Mahdollistaa tuloilman sekoittumisen sisäilman kanssa. - >  
-> esilämmitetty ilma
- Järjestelmässä on patentoitu venttiili, joka mahdollistaa jatkuvan ilmavirran ulkoisista sääolosuhteista riippumatta.

# Toteutukset

## Tilakohtainen ilmastointijärjestelmä ikkunankarmeihin

- Sopii erityisesti asennettavaksi ulkoseiniin eristyksen kanssa, esim. kunnostuksen yhteydessä
- Seinäaukon täytyy olla aivan ikkunan lähellä, koska tuloilma- ja poistoilmaputket kulkevat ikkunankarmeissa olevan ilmanvaihtosäleikön läpi
- Litteä kanava asennetaan eristyskerroksen sisään ikkunankarmia päin



Kuva 14: Tilakohtainen ilmastointijärjestelmä ikkunankarmeihin. Lähde: inVENTer GmbH [14]

# Toteutukset

## Tilakohtainen ilmastointijärjestelmä ikkunankarmeihin

- Esteettinen ratkaisu ulko- ja poistoilmaputkien sijoittamiseen talon julkisivun puolella
- Erinomaiset ääneneristysominaisuudet
  - Vähentää ulkoa tulevaa melua ja lisää suunnittelumahdollisuuksia
- Sopii täydellisesti keskikaupunkien asuinalueille.



Kuva 15: Tilakohtainen ilmastointijärjestelmä ikkunankarmeihin. Lähde: Zehnder Group Deutschland GmbH [15]



# Yhteenveto

- Ilmastointijärjestelmät mahdollistavat rakennuksen ilmanvaihdon säätelyn ja tarkkailun. Siten ilmaa voidaan myös suodattaa.
- Ilmastointiin integroitu lämmöntalteenotto käyttää poistoilmasta saatavaa energiaa raikkaan tuloilman esilämmittämiseen tai –jäähdyttämiseen. Se voi johtaa merkittäviin energiansäästömahdollisuuksiin ja taloudelliseen hyötyyn.
- Sopivan järjestelmän valinta riippuu tilanteesta ja sitä tulee harkita huolellisesti optimaalisen käytön varmistamiseksi.



# Viitteet

- [1] Velux Group. Ventilation and ventilation systems. <https://www.velux.com/what-we-do/research-and-knowledge/deic-basic-book/ventilation/ventilation-and-ventilation-systems>
- [2] Dierker Luft und Klima GmbH. <https://www.dierker.de/faq/>
- [3] Atlantics Australasia. <https://atlantics.com.au/optimocosy-ventilation/>
- [4] One House Green. <http://onehousegreen.com/heat-recovery-ventilator/>
- [5] Northern Fan Supplies (NFAN). [https://www.nfan.co.uk/what\\_are\\_heat\\_recovery\\_systems](https://www.nfan.co.uk/what_are_heat_recovery_systems)
- [6] Klingenburg USA. Rotary Heat Exchangers. <http://www.klingenburg-usa.com/knowledge/rotary-heat-exchangers/>
- [7] Cooliance. <http://www.cooliance.com/NA/Technologies/Heat-Pipes/index.php>
- [8] KLAISS GmbH Apuso Lüftungstechnik. <https://www.apuso.de/lueftungstechnik/waermerueckgewinnung/>

Last reviewed on: 13.04.2021



# Viitteet

- [9] NIBE Systemtechnik GmbH. <https://www.nibe.cz/grafika>
- [10] NIBE Systemtechnik GmbH. Produktflyer NIBE F730/F750. <https://www.nibe.eu/assets/documents/20730/639703-1.pdf>
- [11] Vallox GmbH. Planungshandbuch „Lüftungsspezialisten“. <https://vallox.de/Service/Downloads/Unterlagen?selection=handbuch>
- [12] Ecostream. The working principle of “Prana” recuperator. <https://ecostream.org.uk/decentralised-mechanical-ventilation-with-heat-recovery-dmvhr/>
- [13] inVENTer GmbH. <https://www.inventer.de/produkte/lueftungsgeraete/inventer-iv14r/>
- [14] inVENTer GmbH. <https://www.inventer.de/produkte/lueftungsgeraete/inventer-iv14r-corner/>
- [15] Zehnder Group Deutschland GmbH. <https://www.zehnder-systems.de/csy-neuheit-erweiterungen-dezentral>

Last reviewed on: 13.04.2021

## ZEBAU GmbH

Centre for Energy, Construction, Architecture  
and the Environment

**Jan Gerbitz**  
**Andreas Broßette**  
**Merle Petersen**

Große Elbstraße 146  
22767 Hamburg  
Germany

E-mail: [info@zebau.de](mailto:info@zebau.de)  
Tel: +49 40 - 380 384 - 0  
[www.zebau.de](http://www.zebau.de)