

# Primärenergiimplikationer av ventilation med värmeåtervinning i flerbostadshus\*

## Primary energy implications of ventilation heat recovery in residential buildings\*

*Ambrose Dodoo, Leif Gustavsson, Roger Sathre  
Linnaeus University, 35195 Växjö, Sweden*

### Introduction

#### Introduktion

Sverige har satt mål att reducera den slutliga energianvändningen per uppvärmd byggnadsyta med 20 % respektive 50 % jämfört med 1995 års användning, till år 2020 respektive år 2050. Värmeåtervinning från styrd frånluftsventilation anses vara ett viktigt medel för att nå de målen och mer och mer uppmärksamhet tillägnas ventilationsvärmeåtervinning (VHR). I den här artikeln analyserar vi primärenergiimplikationerna av VHR i flerbostadshus som uppvärms med direktverkande el, bergvärme eller kraftvärmebaserad (CHP) fjärrvärme.

Sweden has set targets to reduce the final energy use per heated building area by 20% and 50% by 2020 and 2050, respectively, using 1995 as the reference. Heat recovery from exhaust ventilation air is considered an important means to reach this target, and increased attention is being placed on ventilation heat recovery (VHR). Here we analyze the primary energy implications of VHR in residential buildings heated with electric resistance heating, bedrock heat pump, or district heating based on combined heat and power (CHP) production.

### Methods

#### Metoder

Vår analys baseras på simulering av ett modellerat flerbostadshus med mekanisk frånluftsventilation. Vi modellerar primärenergianvändningen enligt byggnadens ursprungliga energieffektivitet respektive med förbättrad energieffektivitet (Passivhusstandard), med och utan VHR. Sedan jämför vi de simulerade byggnadernas primärenergianvändning och beräknar vilken primärenerginettobesparing VHR innebär. Beräkningarna tar hänsyn till den förändrade elanvändningen liksom det förändrade uppvärmningsbehovet som VHR innebär.

Our analysis is based on simulation modeling of a case-study conventional apartment building with mechanical ventilation for exhaust air. We model the primary energy use for the original and improved level of energy efficiency of the building, both with and without VHR. Next we compare the primary energy use of the buildings and calculate the net primary energy savings achieved by the VHR, taking into account the changed electricity use due to VHR, as well as the changed heat demand due to VHR and changed air infiltration.

Tabell 1 visar den ursprungliga respektive modellerade byggnadens värmeegenskaper. Energitillförseln antas vara baserad på ångturbinsteknologi (BST) eller integrerad kombinerad förgasningsteknologi (BIGCC) med biomassa som bränsle. Vi designar ventilationssystemen så att de resulterar i det luftflöde som specificeras i byggnormen BBR 2009. Vi antar att värmeåtervinningssystemet har en värmeväxlare med 85 % effektivitet.

Table 1 shows the thermal characteristics of the conventional (original) building and the new, passive building. We consider cases where energy supply is based on biomass steam turbine (BST) technology or biomass integrated gasification combine cycle technology (BIGCC). We design the ventilation systems to give airflow rates and specific fan power required by the BBR 2009. We assume that the VHR system has heat exchanger with an efficiency of 85%.

\* Den här artikeln är en utökad sammanfattning av en tidskriftsartikel: Dodoo A., Gustavsson L. and Sathre R. 2011. Primary energy implications of ventilation heat recovery in residential buildings. *Energy and Buildings*, 43(7), pp 1566-1572.

This paper is an extended summary of a journal article :Dodoo A., Gustavsson L. and Sathre R. 2011. Primary energy implications of ventilation heat recovery in residential buildings. *Energy and Buildings*, 43(7), pp 1566-1572.

**Table 1.** Thermal properties of the building components

Tabell 1. Byggkomponenternas värmeegenskaper.

Building	U-value (W/m <sup>2</sup> K)					Air leakage l/s m <sup>2</sup> at 50 Pa
	Ground floor	External walls	Windows	Doors	Roof	
Conventional	0.23	0.20	1.90	1.19	0.13	0.8
Passive	0.23	0.10	0.85	0.80	0.08	0.3

## Results

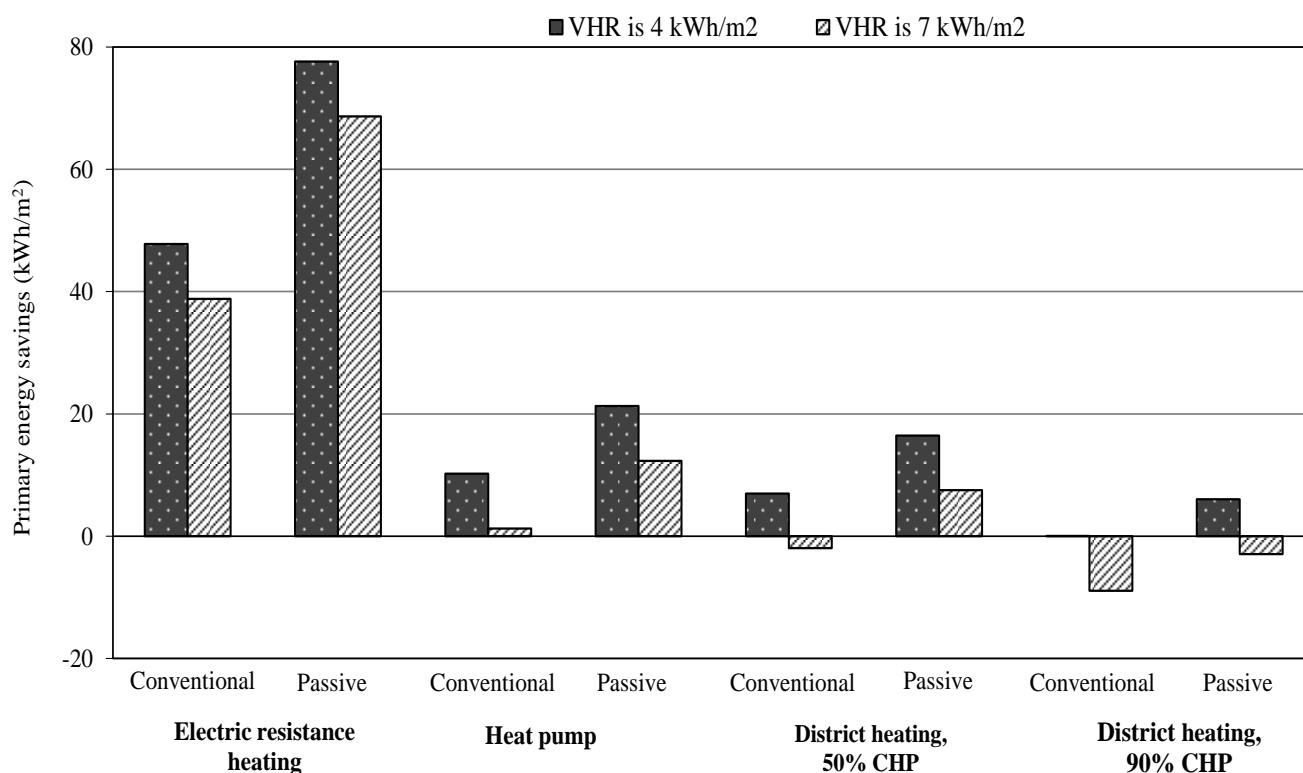
### Resultat

Den nettoprimärenergibesparing som VHR innebär med olika uppvärmningssystem baserade på BST eller BIGCC visas i Figur 1. Huvudstaplarna visar den förändrade primärenergibesparing som följer av VHR då den omfattar en elanvändning om 4 kWh/m<sup>2</sup> och felstaplarna visar den förändrade primärenergibesparingen då VHR omfattar en elanvändning om 7 kWh/m<sup>2</sup>. Den primärenergibesparing som VHR innebär är störst i samverkan med direktverkande el, följt av bergvärme och fjärrvärme med 50 % CHP. Dock ernås betydligt mindre eller inga primärenergibesparingar när fjärrvärme med 90 % CHP används. De besparingar som VHR innebär är större i passivhuset än i den ursprungliga byggnaden. Den högre elanvändning som VHR innebär minskar nettobesparingen av primärenergi, i synnerhet i kombination med fjärrvärme. I byggnader med fjärrvärme baserad på 90 % CHP ökar till och med nettoprimärenergianvändningen i kombination med ett värmeåtervinningssystem som använder 7 kWh/m<sup>2</sup>. Därav är det viktigt att ha ett värmeåtervinningssystem som innebär en låg elanvändning. För den ursprungliga byggnaden med lägre lufttäthet och fjärrvärme som till stor del baseras på kraftvärmeproduktion kan ventilation med värmeåtervinning vara motverkande och öka primärenergianvändningen.

The net primary energy savings when using VHR with different end-use heating system with BST or BIGCC energy supply are shown in Figure 1. The main bars show the change in net primary energy savings for VHR when the electricity use for VHR is 4 kWh/m<sup>2</sup> and the error bars show the savings when the electricity use for VHR is 7 kWh/m<sup>2</sup>. The primary energy savings of VHR is significantly greater when using resistance heating, followed by heat pump and district heating with 50% CHP. However, much smaller or no primary energy savings is achieved when using district heating with 90% CHP. The savings of VHR are larger for the passive building than for the conventional building. The higher electricity use for operating VHR reduces the net primary energy savings, in particular for the district heated buildings. In fact, a ventilation electricity use of 7 kWh/m<sup>2</sup> increases the net primary energy use for the buildings with district heating based on 90% CHP. Hence low electricity use for VHR is important. For the conventional building with lower airtightness together with district heating based on a large share of CHP production, VHR may be counterproductive and increase primary energy use.

\* Den här artikeln är en utökad sammanfattning av en tidskriftsartikel: Dodoo A., Gustavsson L. and Sathre R. 2011. Primary energy implications of ventilation heat recovery in residential buildings. *Energy and Buildings*, 43(7), pp 1566-1572.

This paper is an extended summary of a journal article :Dodoo A., Gustavsson L. and Sathre R. 2011. Primary energy implications of ventilation heat recovery in residential buildings. *Energy and Buildings*, 43(7), pp 1566-1572.



**Figure 1.** Annual primary energy savings for VHR when electricity use for the VHR equipment is 4 kWh/m<sup>2</sup> or 7 kWh/m<sup>2</sup>, and energy supply is based on BST technology.

Figur 1. Årlig primärenergibesparing till följd av VHR då elanvändningen för VHR-utrustningen omfattar 4 kWh/m<sup>2</sup> respektive 7 kWh/m<sup>2</sup> och energitillförseln baseras på BST-teknologi.

## Discussion and conclusions

### Diskussion och slutsatser

VHR kan innebära signifikanta primärenergibesparingar beroende av vilket värmesystem som används, byggnadens lufttätthet och värmeegenskaper, samt vilken elanvändning som VHR-systemet innebär. Primärenergibesparingarna är större när VHR används i passivhuset än i den ursprungliga byggnaden, vilket pekar på att värmeåtervinningssystem fungerar bättre med ökad lufttätthet. Vilken primärenergibesparing som följer av VHR beror av vilken elanvändning som systemet innebär. Därför bör den elanvändning som ventilationssystem med värmeåtervinning innebär minimeras.

The primary energy savings of VHR can be very significant, depending on the type of heat supply system, the airtightness and thermal properties of buildings, and the amount of increased electricity used to operate the VHR system. The primary energy savings of VHR are greater for the passive building than for the conventional building, emphasizing that VHR systems perform better with improved airtightness. The primary energy savings of VHR depend on the electricity use to operate the VHR system. Therefore the amount of electricity required to operate VHR system should be minimized.

Störst besparingar ernås när VHR installeras i byggnader med direktverkande el. Primärenergibesparingen är dock liten när VHR installeras i byggnader som värms med kraftvärmebaserad fjärrvärme. För fjärrvärmesystem som till stor del baseras på kombinerad kraftvärmeproduktion innebär också det minskade värmebehovet en minskat möjlighet att samproducera elektricitet. När man överväger att installera VHR bör man därför beakta hur

\* Den här artikeln är en utökad sammanfattning av en tidskriftsartikel: Dodoo A., Gustavsson L. and Sathre R. 2011. Primary energy implications of ventilation heat recovery in residential buildings. *Energy and Buildings*, 43(7), pp 1566-1572.

systemets elanvändning, byggnadens lufttäthet och värmesystemet samverkar. Detta är i synnerhet viktigt när kraftvärmebaserad fjärrvärme används.

The biggest savings is achieved when VHR is installed in an electric resistance heated building. However, small primary energy savings are achieved when the VHR is installed in CHP-based district heated buildings. For district heating systems mainly based on CHP, the reduced heat demand reduces the potential to cogenerate electricity. When deciding on installing VHR, attention should therefore be given to the interaction between the electricity use for VHR, the airtightness of the building and the type of heat supply system. This is particularly important when using district heating with a large share of CHP production.

\* Den här artikeln är en utökad sammanfattning av en tidskriftsartikel: Dodoo A., Gustavsson L. and Sathre R. 2011. Primary energy implications of ventilation heat recovery in residential buildings. *Energy and Buildings*, 43(7), pp 1566-1572.

This paper is an extended summary of a journal article :Dodoo A., Gustavsson L. and Sathre R. 2011. Primary energy implications of ventilation heat recovery in residential buildings. *Energy and Buildings*, 43(7), pp 1566-1572.