

# Utiliser l'énergie de manière économique pour la production et la consommation de chaleur

---

**Avec l'augmentation drastique des prix des énergies, les économies d'énergie pour le chauffage et la ventilation sont devenues extrêmement intéressantes. Désormais, pour l'utilisateur ou l'investisseur, l'aspect financier compte autant que la protection de l'environnement. L'économie intervient non seulement dans la consommation de la chaleur mais également lors de la production de chaleur. Il est donc important de connaître les influences réciproques, comme le montre l'exemple pratique ci-après.**

## 1. Le projet

Il s'agit d'un hall de production d'appareils de ventilation et de récupérateurs de chaleur situé en Slovaquie. Les dimensions du hall sont de 120 m de long, 38 m de large et 8 m de hauteur moyenne. La production tourne en 2 x 8 heures (voire plus), et 6 jours par semaine. Dans ce hall sont effectués des travaux typiques de la métallurgie tels que poinçonnage, soudage, assemblage, etc. Pour cette raison, un débit d'air neuf d'au moins 15 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h est nécessaire.

Les bases de calcul sont les suivantes:

- Température extérieure minimale: ..... -18 °C
- Température de consigne:..... 18 °C
- Température de l'air extrait:..... 20 °C
- Coût du gaz naturel: ..... 42.7 €/MWh
- Coût de l'électricité: ..... 83.7 €/ MWh

Sous ces conditions, les déperditions de chaleur pour l'ensemble du hall sont de 200 kW. Ce qui, ramené à une unité de volume, représente 5,8 W/m<sup>3</sup> et confirme la grande qualité de l'isolation du bâtiment, première condition pour économiser l'énergie.

La puissance calorifique nécessaire au chauffage de l'air neuf représente 868 kW et est donc prédominante.

## 2. Les possibilités d'économies

En fonction de l'utilisation du hall et des données, plusieurs possibilités d'économies peuvent être envisagées:

- a) La déperdition par transmission de chaleur peut être réduite par une bonne isolation et doit être pris en compte lors de la construction du hall. De plus,

une homogénéité de la température dans le hall est importante, afin de ne pas augmenter les pertes de chaleur par une stratification trop importante.

- b) La puissance calorifique de la ventilation peut être considérablement réduite grâce à la récupération de chaleur. En outre, une gestion efficace de la distribution de l'air est importante afin de minimiser le débit d'air. L'air neuf doit aller là où il est nécessaire: dans la zone d'occupation.
- c) Les économies d'énergie et donc les économies de coûts sont également possibles au niveau de la production de chaleur; l'utilisation d'une chaudière à condensation permet une économie d'énergie primaire d'environ 14%. Une température d'eau réduite permet de refroidir les gaz de combustion de telle sorte que la vapeur d'eau issue de la combustion se condense partiellement. La puissance de la chaudière dépasse ainsi les 100% grâce à l'énergie de la condensation qui est libérée par l'évaporation, ce qui n'est pas la magie mais repose simplement sur la définition du pouvoir calorifique. Cet effet est particulièrement efficace avec le gaz naturel comme combustible.

### 3. La solution installée

Suite à une étude préliminaire de l'ILK de Dresde [1], dans laquelle 5 différents systèmes de ventilation et de chauffage de hall ont été étudiés, le choix s'est porté sur la solution suivante:

- La production de chaleur d'une puissance de 500 kW est assurée par une chaudière à condensation. Le choix de la température de retour et de la différence de température aller/retour représente une importance cruciale pour l'efficacité du système ainsi que pour les coûts d'investissement. D'un côté, on augmente la condensation et donc l'utilisation supplémentaire de l'énergie de condensation avec une température de retour d'eau basse (cf. graphique 1) et d'autre part les performances des batteries de chauffe sont diminuées par les températures d'eau réduite. Il est donc nécessaire de trouver un compromis, ce qui a été réalisé avec une valeur de température d'eau aller/retour de 50/30°C. Ainsi le rendement énergétique moyen de la chaudière est de 107,5% et l'investissement pour une batterie de chauffe de plus grande capacité est raisonnable.

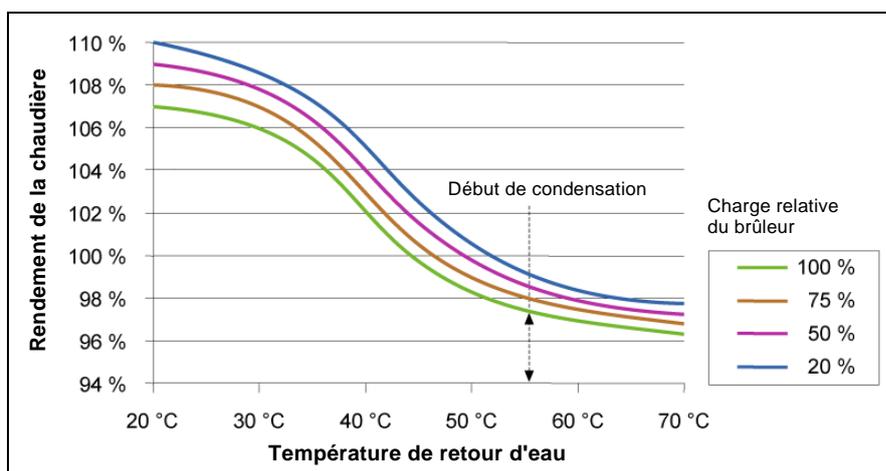


Diagramme 1: Rendement de la chaudière en fonction de la température de retour d'eau

- 8 appareils de ventilation décentralisés avec récupération de chaleur (cf. fig. 1) ont été installés. Concernant la consommation énergétique, ces appareils d'un débit d'air unitaire de 9.000 m<sup>3</sup>/h apportent les avantages décisifs suivants:
  - Durant le fonctionnement en air neuf, l'échangeur de chaleur intégré à l'appareil permet de récupérer la chaleur de l'air extrait; le coefficient de récupération est de 63%.
  - En période d'inoccupation, donc sans ventilation, les appareils réchauffent le hall à intervalle régulier. De cette manière, aucuns autres dispositifs de chauffage ou de radiateurs ne sont nécessaires.
  - Le flux d'air, et donc la distribution de la chaleur, sont effectués au moyen d'un diffuseur commandé automatiquement. et permettant d'insuffler l'air frais dans le hall là où il est désiré, à savoir dans la zone d'occupation. Cela permet également de réduire la stratification (et donc les pertes de chaleur) dans le hall.



Fig. 1: Appareil de ventilation de toiture avec échangeur de chaleur intégré

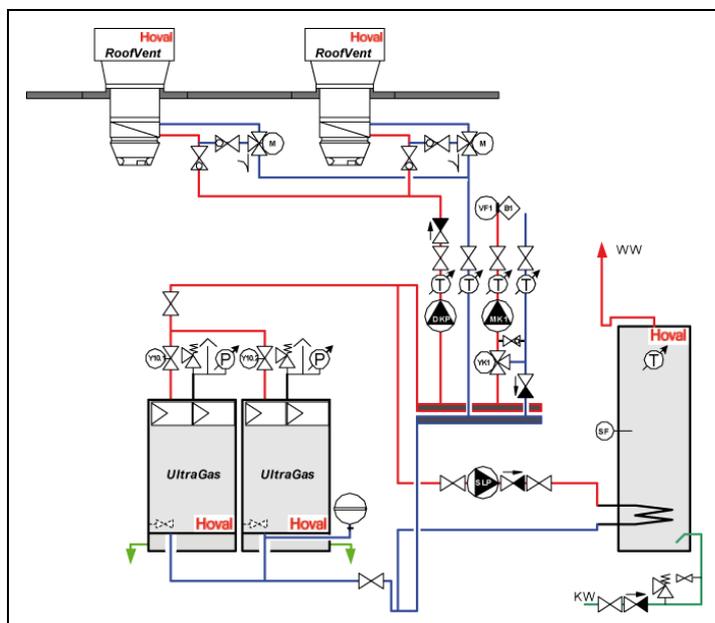


Fig. 2: Schéma de principe

#### 4. L'aspect économique

Habituellement, des investissements supplémentaires sont nécessaires pour obtenir des économies. C'est également le cas ici, et pour un calcul de rentabilité correct, il faut mettre en relation les économies réalisées et le surcoût d'investissement engendré (cf. tableau 1).

	Unité	Transmission	Ventilation	Total	Investissement supplémentaire, coût d'exploitation
<b>Besoin annuel d'énergie thermique</b>	MWh	295	1525	1820	–
<b>Récupération d'énergie annuelle</b>	MWh	–	1097	1097	16000
<b>Besoin annuel de consommation de chaleur</b>	MWh	295	428	723	
<b>Coût d'exploitation chaudière conventionnelle</b>	€	13545	19651	33196	
<b>Coût d'exploitation chaudière à condensation</b>	€	11718	17001	28718	8385 <sup>1)</sup>
<b>Economie réalisée par la chaudière à condensation</b>	€/an	1827	2651	4478	
<b>Economie réalisée récupération de chaleur</b>	€/an	–	43574	37434	6140 <sup>2)</sup>
<b>Période d'amortisation chaudière à condensation</b>	an			1,87	
<b>Période d'amortisation récupération de chaleur</b>	an			0,43	
<sup>1)</sup> Chaudière 6855, Registre 1530					
<sup>2)</sup> coût d'électricité supplémentaire					

Tableau 1: Données du hall

##### a) Economies réalisées

Au total, la puissance thermique nécessaire s'élève à 723 MWh par an.

Grâce au meilleur rendement de 14,5% de la chaudière à condensation, on obtient, avec un prix du gaz de 42,7 €/MWh, une économie annuelle de 4.478 €.

Avec la récupération de chaleur des appareils de ventilation, on obtient une économie annuelle nette de 37.434 €. Les coûts d'électricité supplémentaires nécessaires pour vaincre les pertes de charges de l'échangeur, d'un montant de 6.140 €/an, ont été pris en compte.

##### b) Coûts d'investissement supplémentaires

Le coût d'investissement supplémentaire d'une chaudière à condensation par rapport à une chaudière conventionnelle est de 6.855 €. Un surcoût de 1.530 € est également à prendre en compte pour les 8 batteries de chauffe de plus grande capacité qui équipent les appareils de ventilation et qui sont nécessaires pour le fonctionnement avec un régime d'eau basse température.

##### c) Rentabilité

L'investissement supplémentaire de la chaudière à condensation de 8.385 € permet d'obtenir une économie annuelle de 4.478 €. Avec un calcul par intérêts simples, on obtient un retour sur investissement de seulement

1,87 année, ce qui représente un investissement très rentable. De même, la récupération de chaleur dans les appareils de ventilation est très lucrative, puisque le surcoût de l'investissement de 16.000 € permet une économie annuelle de 37.434 €/an. Le retour sur investissement qui en résulte est seulement de 0,43 an; cette mesure est donc très recommandable (en pratique, cette valeur est encore inférieure, car durant une grande partie de l'année le hall est utilisé en 3 équipes par jour).

## 5. L'aspect écologique

A côté de l'aspect économique, et à l'heure du changement climatique, l'aspect écologique doit également être pris en compte. Et ici, l'évaluation est simple: chaque kilowatt-heure économisé compte [2].

Ce qui se traduit dans ce cas précis par une économie d'environ 225.000 kg de CO<sub>2</sub> par an. Un grand succès, qui à terme, est peut-être plus important que l'avantage pécuniaire.

La pratique montre que non seulement la consommation de chaleur mais également la production de chaleur offrent des potentiels d'économies. Certes, il faut donc aussi tenir compte des investissements supplémentaires qu'il faut réaliser. Aujourd'hui plus que jamais, une planification globale d'un projet permet de réaliser une optimisation complète d'une installation.

## Littérature

- [1] *Franzke, U., Friebe, Ch.: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zentraler und dezentraler Hallenlüftung, Fachbericht ILK-B-31-07-3395, 2007*
- [2] *Beck, E.: Die ökologische und ökonomische Bedeutung der Wärmerückgewinnung, Rationelle Energieverwendung, 1996*