

Étude de cas

La centrale de chauffage urbain à biocarburants multiples répond aux exigences de 2022 en matière d'émissions, **avec un rapport d'utilisation du combustible exceptionnel de 125 %**

L'avenir, c'est maintenant

Très renommée, la centrale à biocarburants multiples de 30 MW à Hjørring, dans le nord du Jutland, arrive à des niveaux d'émissions remarquablement faibles, tout en étant l'une des centrales de ce type les plus efficaces du monde.

Elle est reconnue comme l'une des centrales à biocarburants les plus efficaces du monde grâce aux exigences strictes imposées sur tous les équipements,

notamment, la mise en œuvre complète de la dernière technologie de moteur à réluctance synchrone (SynRM) IE4, qui assure l'entraînement des multiples pompes et ventilateurs dans l'ensemble de la centrale. Les performances de chaque moteur SynRM sont assurées par des variateurs de fréquence Danfoss.

La centrale a la capacité d'implanter une centrale géothermique sur le même site à l'avenir.

Malgré d'importants investissements dans les nouvelles technologies, le délai de retour sur investissement de la centrale n'est que de sept ans. Le résultat pour le consommateur est une réduction prévue des tarifs de chauffage de 5,5 % lors de l'exercice 2014-2015.

Retour sur investissement :

2 ans

sur les moteurs SynRM IE4 par rapport aux moteurs IE2 traditionnels fonctionnant à charge partielle.



Je pense vraiment qu'il serait difficile d'arriver à un meilleur rendement en investissant davantage.

Niels-Peter Heje
Directeur des opérations
Hjørring Varmeforsyning A.m.b.a.

Investissements de 16 M EUR

Retour sur investissement de 2 ans sur les moteurs

SynRM IE4 fonctionnant à charge partielle

Délai de recouvrement de 7 ans sur l'ensemble de la centrale



Chaudière verticale à biocarburants et épurateur des gaz de combustion par grenailage.



Absorbeur au premier plan. Épurateurs en arrière-plan.

Vision

Les objectifs fixés par le directeur des opérations, Niels-Peter Heje, au cours de la phase d'appel d'offres en 2011, spécifiaient les technologies les plus récentes :

1. Utilisation flexible du combustible

La centrale utilise, comme combustible principal, des copeaux de bois disponibles facilement dans la région. La chaudière doit toutefois pouvoir brûler différents combustibles non explosifs, comme la paille, les racines ou troncs d'arbre sous forme de copeaux de bois.

« Le fait que la centrale puisse utiliser tous les types de biocarburants est un avantage économique majeur pour nous », explique le directeur Per Sorensen. « Nous disposons d'un surplus

de copeaux de bois dans la région, ce qui nous permet de réduire nos frais de transport, car le combustible n'est vraiment pas loin. Cela constitue un autre avantage en termes de comptabilisation des émissions de CO₂ ».

Pour fonctionner à partir de multiples combustibles, la centrale tolère une plage d'humidité comprise entre 35 et 55 % dans le combustible. La valeur optimale est de 45 %. Ainsi, si le combustible est trop humide, l'air de combustion est préchauffé. S'il est trop sec, il est pulvérisé d'eau pour l'humidifier. La pulvérisation d'eau est l'une des nouvelles technologies utilisées dans cette centrale. L'autre solution consiste à faire recirculer les gaz de combustion, une technologie énergivore.

Pour faciliter le chargement et le mélange, deux zones de chargement de copeaux de bois sont reliées à une ligne d'alimentation commune à convoyeur. Le stockage et le mélange des copeaux de bois sont gérés par ordinateur en créant plusieurs stocks virtuels, ce qui permet de trier les copeaux en fonction de leur type, de leur taux d'humidité et d'autres propriétés.

2. Chaudière verticale pour un rendement optimal.

3. Un séparateur électrostatique, au lieu des multicyclones traditionnels, élimine les particules des gaz de combustion.

4. Moteurs à réluctance synchrone (SynRM) et moteurs à induction (IM) IE4

Tous les moteurs de plus de 0,75 kW sont des moteurs de type à réluctance synchrone (SynRM) de 1 500 tr/min, à 4 pôles, certifiés IE3 (ou IE4, le cas échéant). M. Niels-Peter préfère les moteurs SynRM aux moteurs à magnétisation permanente (PM) dont les réparations sont difficiles et coûteuses. La construction du moteur SynRM est très simple par comparaison. Il s'attend donc à une réduction de la maintenance et à une plus grande disponibilité du moteur.

Les moteurs SynRM ont un rendement supérieur aux moteurs PM. À des puissances supérieures à 75 kW, le moteur SynRM IE4 surpasse le moteur



Grue de chargement pour différents types de combustible.



Moteurs SynRM IE4 équipés de variateurs de fréquence VLT® AutomationDrive FC302.

PM IE4 en termes de rendement à charge et vitesse partielle. À des puissances inférieures à 75 kW, les moteurs PM ne satisfont que les exigences d'IE3. Les pertes des moteurs SynRM sont considérablement plus faibles à charge partielle, et c'est là que ces moteurs prennent l'avantage sur les moteurs PM.

Au moment de la commande en avril 2013, le projet avait payé 20 % de plus pour obtenir une puissance de moteur IE4, par rapport à IE3. Ce n'est plus le cas. Les prix ont diminué et, au Danemark, un moteur SynRM IE4 est désormais disponible au même prix qu'un moteur IM IE3.

5. Pompes à écoulement radial, pas de pompes en ligne.

6. Ventilateurs hautes performances.

7. Transformateur à proximité de la centrale pour minimiser les pertes de câbles.

8. Système de commande ABB 800 XA, configuré pour une communication PROFIBUS avec les variateurs de fréquence,

les soupapes de commande et les instruments. Système OPC pour communiquer avec les grues, l'absorbeur et le générateur de secours. Les opérateurs contrôlent la centrale par iPad, une nouvelle solution dans le secteur du chauffage urbain, mais déjà bien connue dans d'autres domaines.

Performances exceptionnelles

L'absorbeur permet une utilisation optimale de l'énergie

- La pompe à chaleur de l'absorbeur refroidit les gaz de combustion jusqu'à atteindre une température exceptionnellement basse de 9,5 °C, bien plus basse que l'objectif initial de 12 °C. Cette basse température traduit l'utilisation très élevée de l'énergie transférée par la sortie de la chaudière. L'absorbeur consomme une quantité supplémentaire d'énergie par rapport à une centrale à biocarburants traditionnelle sans absorbeur, environ 1 kW d'électricité pour 20 kW de chaleur supplémentaire. Toutefois, avec l'utilisation de moteurs IE4 modernes, la consommation d'énergie reste compétitive par rapport à une centrale à biocarburants traditionnelle.
- La puissance consommée totale de la centrale de Hjørring, y compris des pompes de chauffage urbain, est de 12 kW par 1 MW de chaleur produite. Le rapport de puissance traditionnel pour une chaudière seule est de 10 kW par 1 MW de chaleur produite.

Les niveaux d'émissions de gaz de combustion sont remarquablement bas

- Les niveaux d'émissions de gaz et de poussière sont une fraction des limites autorisées actuelles, et répondent aux niveaux de conformité prévus pour l'année 2022. Voir tableau ci-dessous.

Type d'émissions	Unité	Niveau d'émissions mesuré à pleine charge, avril 2014	Limite d'émissions maximale autorisée, Danemark 2014	Limite d'émissions maximale autorisée probable, Danemark 2022
CO	mg/Nm ³	17	625	–*
NOx (NO2)	mg/Nm ³	230	300	220
Poussière	mg/Nm ³	4,4	100	14
O2 sec	%	7,37		6

*En 2022, la priorité sera les émissions de NOx et il n'y aura aucune exigence en matière de CO

Au total, 18 variateurs de fréquence Danfoss VLT® AutomationDrive FC 302 sont installés dans la centrale de chauffage urbain de Hjørring. Tous les variateurs de fréquence sont équipés de PROFIBUS et d'options de secours 24 V CC :

Application	Puissance	N° de FC 302	Classe d'efficacité et type de moteur
Pompes de chaudière	55 kW	3	Moteur SynRM IE4
Pompe d'absorbeur	45 kW	1	Moteur SynRM IE4
Pompe de réseau de distribution	37 kW	1	Moteur SynRM IE4
	90 kW	2	Moteur PM IE4
Air de combustion principal	22 kW	1	Moteur SynRM IE4
Air de combustion secondaire	55 kW	1	Moteur SynRM IE4
Pompe de refroidissement	11 kW	1	Moteur SynRM IE4
	75 kW	1	Moteur PM IE4
Pompes d'extraction pour épurateurs	55 kW	1	Moteur SynRM IE4
Ventilateur de gaz de combustion	132 kW	1	Moteur IM IE4
Tri de combustible	5,5 kW	2	Moteur IM IE3
Convoyeur de transport de combustible	5,5 kW	1	Moteur IM IE3
Pompe d'alimentation à poussée	7,5 kW	1	Moteur IM IE3
Chaudière à injection d'eau	1,1 kW	1	Moteur IM IE3

Paramètres de contrôle

- Rendement (kW requis pour chaque MW produit)
- Taux d'humidité du combustible
- Volume de combustible

Objectif : utilisation du combustible de 125 %

Calcul basé sur un taux d'humidité maximum du combustible de 55 %

Compatibilité des moteurs SynRM maintenant de série

En tant que fournisseur de variateurs de fréquence spécialisé, Danfoss s'engage à fabriquer des variateurs de fréquence compatibles avec tous les types de moteurs.

Le développement logiciel est continu, afin d'inclure des algorithmes conformes aux nouveaux types de moteurs. Dans ce cas, l'algorithme de contrôle a été personnalisé pour les moteurs SynRM dans la centrale de chauffage urbain de Hjørring.

Danfoss fabrique des produits de très bonne qualité, et fait preuve d'une excellente coopération. Il est plus facile de travailler avec cette société que certains autres fournisseurs.

Niels-Peter Heje

Les laboratoires de Danfoss ont testé la compatibilité de deux moteurs SynRM (l'un de 55 kW et l'autre de 22 kW), et a confirmé les niveaux de rendement IE4.

À la suite du développement de ce projet, la compatibilité SynRM est désormais mise en œuvre de série. Pendant la mise en service, l'électricien définit quatre paramètres de moteur : le courant, le régime, la fréquence et le couple. Il active également la nouvelle adaptation automatique au moteur (AMA). L'AMA du moteur SynRM prend 2,7 secondes, et mesure les paramètres requis restants du moteur pour des performances et une efficacité énergétique à des niveaux optimaux.

Weiss A/S

WEISS A/S offre des services de gestion de projet, de conception et d'installation de centrales de combustion à biocarburants.

Ces installations ont une puissance comprise entre 1 000 kW et 30 MW, et la société a des clients dans toute l'Europe.

Solution Danfoss

Le projet a choisi une solution de développement de variateur de fréquence personnalisée par Danfoss, plutôt qu'un groupe variateur-moteur proposé sur le marché par un fournisseur concurrent.

La solution personnalisée compatible SynRM est désormais fournie de série pour VLT® AutomationDrive, VLT® AQUA Drive et VLT® HVAC Drive.

Quelques-unes des raisons :

- Danfoss offrait une assistance applications exhaustive.
- Les variateurs de fréquence Danfoss sont compatibles avec les différents types de moteurs installés dans la centrale.
- La centrale de chauffage urbain de Hjørring avait déjà une longue expérience des variateurs de fréquence Danfoss.

L'entrepreneur Weiss est convaincu que c'est la solution adaptée qui a permis d'arriver à la centrale à biocarburants multiples ultime.

Gorm Gade Knudsen de Weiss explique : « Nous aimons les produits Danfoss et n'avons aucune hésitation à nous engager dans ce processus de développement. Au début du projet, il était assez difficile de trouver un moteur IE4. De nos jours cependant, il est réaliste de spécifier des moteurs IE4. »

Sur la base des performances requises, Danfoss a dimensionné les variateurs de fréquence en fonction des moteurs spécifiés. Chaque variateur de fréquence a été sélectionné pour la charge et l'application concernée : pompe ou ventilateur.

Weiss offre ses solutions de combustion à biocarburants principalement aux industries de transformation et aux centrales de chauffage urbain. Dans ce dernier secteur, Weiss propose des solutions automatisées clés en main, adaptées aux exigences et conditions spécifiques.

www.weiss2energy.eu



Hjørring Varmeforsyning A.m.b.a.

Hjørring Varmeforsyning A.m.b.a. fournit de l'électricité, du chauffage et du refroidissement aux industries commerciales et aux résidences privées du nord du Jutland, au Danemark. La société a pour objectif d'offrir une fiabilité maximale et des prix de chauffage bas, et fait partie des 8 % de fournisseurs de chauffage urbain les moins chers du pays.

Chiffes clés pour 2013-2014 :

- Chiffre d'affaires de 146 M DKK
- Production totale d'énergie : 287 000 MWh
- Fourniture de chauffage à 10 000 résidences privées
- Fourniture d'électricité à 50 000 résidences privées

Opérations :

- Centrale de chauffage urbain à biocarburants multiples de 30 MW
- Centrale de chauffage et d'électricité au gaz naturel et aux pellets, fournissant 59 MW d'électricité et 52 MW de chaleur
- Centrale de refroidissement urbain de 1,5 MW
- Réseau de canalisations de 289 km
- En phase d'évaluation : Centrale de chauffage géothermique
- Codétenteur d'une part de 66 % dans Energisparelskabet Vendsyssel A/S, qui effectue des missions d'économies d'énergie pour les sociétés de chauffage urbain de trois villes de la région et pour une société d'électricité locale.

<http://www.hjvarme.dk/>

Danfoss Drives, 1 bis Av. Jean d'Alembert, 78990 Elancourt, France, Tél. +33 (0) 1 30 62 50 00, info.variateurs@danfoss.com, drives.danfoss.fr

Danfoss Drives, A. Gossetlaan 28, 1702 Groot-Bijgaarden, Belgique, Tél. +32 (0) 2 808 27 00, cs@danfoss.be, danfoss.be/drives/fr

Danfoss AG Antriebstechnik, Parkstrasse 6, CH-4402 Frenkendorf, Tél. +41 61 510 00 19, cs@danfoss.ch, drives.de.danfoss.ch

Danfoss n'assume aucune responsabilité quant aux erreurs qui se seraient glissées dans les catalogues, brochures ou autres documentations écrites. Dans un souci constant d'amélioration, Danfoss se réserve le droit d'apporter sans préavis toutes modifications à ses produits, y compris ceux se trouvant déjà en commande, sous réserve, toutefois, que ces modifications n'affectent pas les caractéristiques déjà arrêtées en accord avec le client. Toutes les marques de fabrique de cette documentation sont la propriété des sociétés correspondantes. Danfoss et le logotype Danfoss sont des marques de fabrique de Danfoss A/S. Tous droits réservés.