



Eurovent 6/17-2021

Systemes de régulation pour les centrales de traitement de l'air

Première édition

Publié le jeudi 09 décembre 2021 par
Eurovent, 80 Bd A. Reyers Ln, 1030 Bruxelles, Belgique
secretariat@eurovent.eu

Historique du document

Cette recommandation/code de bonne pratique de Eurovent Industry remplace toutes les éditions précédentes, qui deviennent automatiquement obsolètes avec la publication de ce document.

Modifications

Cette publication Eurovent a été modifiée par rapport aux éditions précédentes de la manière suivante:

| Modifications par rapport à | Changements clés |
|-----------------------------|------------------|
| 1 ^{ère} édition | Document actuel |

Préface

En un mot

Le présent document contient des recommandations sur les exigences fonctionnelles minimales applicables aux systèmes de régulation des centrales de traitement de l'air et précise l'importance des contrôles en ce qui concerne les aspects liés à la consommation d'énergie, à la sécurité, à la mise en service et à la maintenance. Il explique également les avantages des systèmes optimisés et assemblés en usine et décrit le cadre législatif et normatif lié à la régulation des centrales de traitement de l'air.

Auteurs

Ce document a été publié par Eurovent et a été préparé conjointement par les participants du groupe de produits «Centrale de Traitement de l'Air» (PG-CTA ou en anglais PG-CTA), qui représente une grande majorité des fabricants de ces produits actifs sur le marché EMEA. Des contributions particulièrement importantes ont été apportées par Martin Wessbecher (chef d'équipe), Martin Lenz, Pawel Szymanski, Andrius Tamasauskis, Orkun Yilmaz et Emmanuel Val.

Droit d'auteur

© Eurovent, 2020

Sauf indication contraire ci-après, cette publication peut être reproduite en tout ou en partie, à condition que la source soit reconnue. Pour toute utilisation ou reproduction de photos ou d'autres documents qui ne sont pas la propriété d'Eurovent, l'autorisation doit être demandée directement aux titulaires du droit d'auteur.

Citation suggérée

Eurovent AISBL/IVZW/INPA. (2021). Eurovent 6/17-2021 — Systèmes de régulation des unités de traitement de l'air. Bruxelles: Eurovent.

Remarques importantes

Eurovent n'accorde aucune certification sur la base de ce document. Toutes les questions liées à la certification sont gérées par la sous-unité indépendante Eurovent Certita Certification de l'association basée à Paris. Pour plus d'informations, visitez www.eurovent-certification.com.

Contenu

| | |
|---|----|
| Eurovent 6/17-2021 | |
| Historique des documents..... | 2 |
| Modifications | 2 |
| Préface | 2 |
| En un mot | 2 |
| Auteurs | 2 |
| Droit d'auteur | 2 |
| Citation suggérée | 2 |
| Remarques importantes | 2 |
| Contenu | 3 |
| Liste des abréviations | 5 |
| 1. L'importance essentielle d'un système de régulation de l'unité de traitement de l'air..... | 6 |
| 1.1 Système de régulation CTA fourni en usine | 6 |
| 1.2 La façon d'atteindre l'objectif..... | 6 |
| 2. Eurovent a recommandé des exigences minimales pour les systèmes de régulation CTA..... | 7 |
| 3. Solutions de système pour une efficacité énergétique élevée..... | 7 |
| 3.1 Ventilation contrôlée par la demande..... | 7 |
| 3.2 Contrôle de zone | 8 |
| 3.3 Interaction avec d'autres systèmes et dispositifs | 8 |
| 3.4 Enregistrement des données et de l'énergie | 8 |
| 3.5 Affichage du contrôleur et lications de l'applicationmobile | 8 |
| 4. Contrôle des fonctions CTA..... | 9 |
| 4.1 Surveillance du filtre à air | 9 |
| 4.2 Contrôle du débit d'air | 10 |
| 4.3 Contrôle des fuites d'air internes dans les composants de récupération d'énergie | 10 |
| 4.4 Protection contre le gel des CER | 11 |
| 5. Aspects de sécurité | 13 |
| 5.1 Directive sur les machines..... | 13 |
| 5.2 Sécurité incendie | 13 |
| 5.3 Sécurité des composants | 13 |
| 5.3.1 Protection contre le gel du chauffe-eau | 14 |
| 5.3.2 Protection de l'appareil de chauffage électrique..... | 14 |

| | | |
|-----|---|----|
| 6. | Cybersécurité..... | 14 |
| 7. | Mise en service..... | 15 |
| 7.1 | Avantages du système de régulation CTA fourni en usine..... | 15 |
| 7.2 | Précision de la mesure des paramètres de contrôle..... | 16 |
| 8. | Service et maintenance..... | 16 |
| 8.1 | Aspects généraux de la maintenance..... | 16 |
| 8.2 | Maintenance prédictive..... | 17 |
| 9. | Normes et législation..... | 17 |
| 9.1 | Directive modifiée sur la performance énergétique des bâtiments (2018/844)..... | 17 |
| 9.2 | EN 16798-3:2018..... | 18 |
| 9.3 | EN 15232-1: 2017..... | 18 |
| | À propos d’Eurovent..... | 19 |
| | Nos associations membres..... | 19 |

Liste des abréviations

| | |
|--------|---|
| CTA | Centrales de traitement de l'air |
| API | Interface de programmation d'applications |
| BACS | Systèmes d'automatisation et de régulation des bâtiments |
| GTB | Système de gestion technique des bâtiments |
| DCV | Ventilation contrôlée à la demande |
| EATR | Taux de transfert d'air extrait exprimé en % (pourcentage d'air extrait qui recircule vers l'air soufflé) |
| EMEA | Zone couvrant l'Europe, le Moyen-Orient et l'Afrique |
| EPB | Performance énergétique des bâtiments |
| EPBD | Directive sur la performance énergétique des bâtiments |
| ERC | Composant de récupération d'énergie (également dénommé échangeur de chaleur) |
| IHM | Interface homme-machine |
| I & C | Instrumentation et contrôle |
| QAI | Qualité de l'air intérieur |
| QEI | Qualité de l'environnement intérieur |
| LAN | Réseau local |
| PG-CTA | Groupe de produits Eurovent «Air Handling Units» / « Centrale de traitement de l'air » |
| PWM | Module de largeur d'impulsion |
| VAV | Volume d'air variable |
| COV | Composés organiques volatils |
| SRI | Indicateur de potentiel d'intelligence des bâtiments (en anglais « Smart Readiness Indicator ») |

1. L'importance essentielle d'un système de régulation des centrales de traitement de l'air.

Le rôle principal du système de régulation est de gérer toutes les fonctions de la centrale de traitement de l'air (CTA) et d'autres composants du système de ventilation afin de fournir une qualité environnementale intérieure optimale (QEI). Du point de vue de la ventilation et de la climatisation, les principaux indicateurs de QEI comprennent la température intérieure, l'humidité intérieure et la qualité de l'air intérieur (QAI).

Une tâche tout aussi importante est d'assurer une bonne QEI à la plus faible consommation d'énergie. En général, cela signifie un ajustement approprié des composants du système de ventilation à la demande réelle, compte tenu de leur interopérabilité. Plus précisément, il implique un contrôle précis de la température, de l'humidité et du débit d'air — Ventilation contrôlée à la demande (DCV) dans les zones individuelles du bâtiment, ainsi qu'un contrôle progressif et optimisé de la sortie des composants. Plus largement, il s'agit également d'une communication efficace avec le réseau électrique afin d'optimiser la consommation d'énergie à plus grande échelle.

Une autre caractéristique importante du système de régulation est la surveillance et l'exploitation de l'énergie, afin de permettre l'analyse et l'ajustement de la consommation d'énergie.

Enfin, le système de régulation doit garantir la sécurité du fonctionnement et de l'utilisation des équipements, ainsi que la cybersécurité du réseau informatique. Ce dernier implique la conformité des régulateurs des CTA avec les protocoles de sécurité informatique conformément aux normes ISO et Européennes applicables.

1.1 Système de régulation CTA fourni en usine

Pour fournir le contrôle le plus efficace et le plus économe en énergie de l'exploitation de la CTA, une expertise approfondie sur les caractéristiques de la CTA et d'autres éléments du système est essentielle. Les fabricants d'équipements CVC sont les mieux informés à cet égard. Pour cette raison, l'utilisation d'un système de régulation intelligent ajusté en usine pour la CTA est la meilleure option dans la plupart des cas. Ainsi, la part des unités livrées avec des régulateurs intégrées ou co-fournies ne cesse d'augmenter. Les statistiques d'Eurovent Market Intelligence reflètent bien cette tendance. Alors qu'en 2014, cette part était d'environ 40 %, elle a atteint déjà environ 70 % en 2020. En plus de l'exploitation la plus optimisée, les systèmes intégrés et co-fournis peuvent faciliter considérablement la mise en service, l'entretien et la maintenance.

De nos jours, l'approvisionnement d'une CTA avec des régulateurs intégrées et ajustées en usine est tout aussi évident que pour d'autres équipements CVC (par exemple les refroidisseurs) qui, dans la pratique, ne pouvaient fonctionner sans le système de régulation construit en usine.

1.2 La façon d'atteindre l'objectif

Pour s'assurer que toutes les fonctions et avantages susmentionnés sont fournis, les membres du groupe de produits Eurovent «Air Handling Units» (PG-AHU) ont élaboré une spécification des exigences minimales à respecter par les systèmes de régulation des CTA. Ces exigences sont énoncées au chapitre 2 et peuvent servir de base aux planificateurs, aux entrepreneurs et aux investisseurs pour vérifier que le système de régulation est conforme aux normes en vigueur.

Les chapitres suivants expliquent en détail les spécificités de la solution du système, clarifient les fonctionnalités clés et leur impact sur les aspects de sécurité, de mise en service et de maintenance. Le dernier chapitre fait référence à la législation et aux normes connexes les plus pertinentes.

2. Eurovent a recommandé des exigences minimales pour les systèmes de régulation des CTA

La spécification minimale du système de régulation des CTA recommandée par Eurovent comprend :

| POS. | Exigences | Sections connexes |
|------|---|--------------------------------|
| 1 | Communication avec le système de gestion des bâtiments (GTB) via des signaux analogiques et/ou numériques | Paragraphe 3.3 |
| 2 | Gestion du volume d'air de ventilation par ventilation modulée en fonction de la QAI déterminée par au moins un capteur | Paragraphe 3.1 |
| 3 | Contrôle progressif de la vitesse des ventilateurs | Paragraphe 4.2 |
| 4 | Surveillance de l'encrassement des filtres à air | Paragraphe 4.1 |
| 5 | Contrôle continu de l'efficacité de récupération de chaleur en fonction de la température insufflée de l'air actuellement demandée | Paragraphe 4.4 |
| 6 | Surveillance des paramètres et des états de performance de base, y compris: <ul style="list-style-type: none"> - Dysfonctionnement des ventilateurs et des systèmes de récupération de chaleur - Températures actuelles, flux d'air et consommation d'énergie | Paragraphe 0 Paragraphe 5.3 |

3. Solutions de système pour une efficacité énergétique élevée

La haute performance de chaque CTA et des composants du système en un seul point de service ne signifie pas automatiquement un fonctionnement optimal de l'ensemble du système de ventilation ou de climatisation. Pour maintenir le niveau de QEI défini à une consommation d'énergie minimale, le fonctionnement de tous les éléments de la CTA doit être correctement contrôlé en tenant compte de leur interopérabilité. Il convient également d'envisager des synergies avec d'autres systèmes de CVC ou autres systèmes techniques du bâtiment.

Les contrôles et, en particulier, leur régulateurs, peuvent être considérés comme le cerveau du système. Toute la coordination nécessaire à la gestion des composants qui composent le système de CTA est assurée par le régulateur. Il reçoit les retours des capteurs et des composants, analyse les données et décide quelles fonctions appliquer pour répondre aux exigences QEI avec une consommation d'énergie minimale.

Les solutions suivantes doivent être prises en compte lors de la conception et de la sélection d'un système de régulation afin de maximiser l'efficacité énergétique.

3.1 Ventilation contrôlée à la demande

Pour assurer une bonne QAI, il faut fournir une quantité d'air extérieur suffisante aux locaux. Afin d'optimiser la consommation d'énergie simultanément et d'éviter un renouvellement excessif de l'air,

le volume d'air livré doit être ajusté à la demande actuelle, correspondant au un niveau d'émissions intérieures. À cette fin, le système de régulation ou le régulateur local surveille la QAI au moyen de capteurs installés dans les locaux et contrôle les clapets de volume d'air variable (VAV) et la vitesse des ventilateurs de la CTA en conséquence. Selon l'application, les indicateurs de QAI peuvent inclure:

- Concentration de CO₂ qui correspond au nombre de personnes dans la pièce
- Concentration de composés organiques volatils (COV) et de particules fines, qui sont généralement causées par des activités humaines, libérées par des matériaux ou provenant de l'extérieur
- L'humidité, qui est un bon indicateur du besoin d'air frais dans la cuisine et la salle de bain
- Détecteur de présence

Avec une ventilation contrôlée à la demande, une communication intelligente entre le système de régulation dans les pièces individuelles et la régulation de la CTA est essentielle pour une efficacité énergétique élevée. Il permet d'ajuster la vitesse du ventilateur exactement au minimum en fonction de la position de tous les clapets des dispositifs VAV dans les pièces associées et ainsi minimiser la consommation d'énergie.

3.2 Régulation par zone

Les charges de chauffage, de refroidissement et de ventilation peuvent varier considérablement selon les différentes parties du bâtiment. Pour cette raison, les zones individuelles du bâtiment doivent être régulées séparément. Néanmoins, une communication intelligente entre les régulateurs par zone et le système de régulation de la CTA est cruciale pour optimiser la gestion de l'air au niveau centralisé.

3.3 Interaction avec d'autres systèmes et dispositifs

Pour que l'efficacité énergétique soit la plus élevée à l'échelle du bâtiment, l'interopérabilité entre les systèmes de ventilation ou de climatisation et d'autres systèmes techniques de chauffage et de refroidissement doit être optimisée. Cela nécessite l'intégration de tous les systèmes de régulation via la GTB pour s'assurer que tous les dispositifs (tels que les chaudières et les refroidisseurs, les rideaux d'air, les radiateurs ou les ventilato-convecteurs) sont contrôlés de manière coordonnée et cohérente.

En outre, la GTB a l'avantage de regrouper l'état et les principaux paramètres de tous les appareils connectés à celui-ci dans une seule interface. Il est donc possible de visualiser les alarmes, les points de consigne et de prendre le contrôle de certains paramètres prédéfinis.

Pour faciliter l'intégration sur site, des protocoles et interfaces normalisés entre les régulateurs de la CTA, d'autres dispositifs techniques et de la GTB doivent être appliqués, ainsi que de multiples sous-systèmes et composants qui devraient fonctionner avec la communication de la GTB. Une alternative à la combinaison filaire est de travailler avec la communication radio.

3.4 Enregistrement des données et de l'énergie

L'enregistrement des données apporte la base pour l'optimisation du fonctionnement du système en fonction de la situation réelle et du comportement de l'utilisateur dans le bâtiment. Il facilite également l'analyse et le dépannage des causes de défaillance.

3.5 Affichage du régulateur et liaisons avec une application mobile

La façon dont l'utilisateur peut gérer le fonctionnement du système et en être informé est également cruciale. Normalement, l'affichage du système de régulation est utilisé à cette fin. Sa fonction de base devrait comprendre au moins :

- Changer le mode de fonctionnement
- Définition d'un calendrier hebdomadaire
- Informations sur l'état du système (y compris la lecture et la reconnaissance des alarmes)

En plus de la gestion traditionnelle via l'affichage de l'interface, il est possible de communiquer directement ou indirectement avec le régulateur à l'aide d'un accès distant. Une connexion directe peut être effectuée soit directement sur le contrôleur, soit avec une connexion sans fil via un réseau local (LAN) de type Wi-Fi par exemple.

Une connexion indirecte implique que le régulateur est connecté à Internet par l'intermédiaire d'une carte SIM ou d'un routeur Internet et que l'utilisateur peut avoir accès au système même par une application sur son téléphone mobile ou sa tablette. Cela a l'avantage de rendre le système disponible 24h/24 et 7j/7. Les données du système de ventilation ou de climatisation sont généralement stockées dans le cloud. Un accès cloud offre de nombreuses possibilités :

- Accès aux données en temps réel
- Voir les données précédentes
- Comparer plusieurs systèmes de ventilation
- Soyez alerté des changements d'état (alarme)
- Prendre le contrôle du régulateur
- Possibilité de mettre à jour le logiciel, le firmware du régulateur, ainsi que les différents équipements qui composent le système de ventilation
- Analyser les données pour la détection préventive des défaillances
- Enregistrer les fichiers liés au système de ventilation

4. Régulation des fonctions de la CTA

La façon dont les composants de la CTA sont régulés a un impact significatif sur la consommation d'énergie. Certaines des fonctions vitales de régulation ayant une incidence sur l'efficacité énergétique sont les suivantes :

4.1 Surveillance du filtre d'air

Pendant l'utilisation, le filtre s'encrasse, ce qui provoque une plus grande résistance au flux d'air. Si la capacité du ventilateur n'est pas régulée, la quantité d'air fournie ou repris du bâtiment sera réduite. Le déclin réel du débit d'air dépend de la courbe du ventilateur, cependant, entre la différence entre un filtre propre et la chute de pression maximale, il peut facilement atteindre 40 %. Cela conduit évidemment à la détérioration de la QAI. Si le filtre n'est pas remplacé après avoir atteint la pression finale, la baisse du débit d'air sera encore plus élevée.

À son tour, lorsque la capacité d'un ventilateur est régulée pour compenser la résistance du filtre plus élevée, le ventilateur consomme plus d'énergie pour fournir la même quantité d'air. La consommation d'énergie peut augmenter de plus de 1,5 fois.

Pour atténuer ces effets, la contamination des filtres d'air doit être surveillée afin d'indiquer la nécessité d'un remplacement.

Conformément aux exigences en matière d'écoconception applicables aux unités de ventilation énoncées dans le règlement (UE) no 1253/2014, la surveillance des filtres est obligatoire pour les produits mis sur le marché de l'UE. Pour les unités de ventilation non résidentielles, le système

d'avertissement de pollution du filtre doit comporter un indicateur de chute de pression pour la signalisation visuelle ou pour déclencher une alarme dans le système de régulation. Dans ce dernier cas, chaque filtre doit être équipé d'un dispositif de mesure de la pression d'air qui envoie un signal au système de régulation une fois que la chute de pression dans le filtre dépasse ses limites. Les types d'appareils les plus courants sont les suivants :

- **Relais de pression** : C'est une option moins chère que l'émetteur de pression. Le relais s'active lorsque la chute de pression dans le filtre dépasse sa limite. C'est le dispositif le plus courant pour l'indication de la pollution par filtre dans les unités de ventilation non résidentielles.
- **Transmetteur de pression** : Le transmetteur de pression indique une chute de pression dans le filtre et fournit donc un niveau de pollution réel au dispositif de contrôle.

Principaux avantages des capteurs de pression :

- Réduit les coûts de maintenance en prolongeant le temps d'entretien des filtres
- Réduit les coûts énergétiques en indiquant précisément l'encrassement
- Indique la pollution par filtre dans un dispositif de régulation à distance et élimine donc les contrôles inutiles

4.2 Contrôle du débit d'air

Pour éviter les fluctuations du volume d'air de ventilation dues à l'encrassement du filtre, la régulation du ventilateur doit être régulée de façon progressive en contrôlant sa vitesse. Cette fonction est également nécessaire pour ajuster le flux d'air fourni au bâtiment en fonction de la demande actuelle (par exemple, en fonction du nombre de personnes actuellement dans le bâtiment). De plus, le contrôle de la vitesse du ventilateur à vitesse variable facilite le réglage du débit d'air lors de la mise en service du système.

Conformément aux exigences en matière d'écoconception, les unités de ventilation non résidentielles mises sur le marché de l'UE doivent être équipées de ventilateurs à plusieurs vitesses ou à vitesse variable. Cependant, l'utilisation requise du contrôle de la vitesse du ventilateur par le système de régulation de la CTA n'est pas spécifiée.

4.3 Contrôle des fuites d'air internes dans les composants de récupération d'énergie

Certains types de composants de récupération d'énergie (ERC) sont sujets aux fuites d'air internes (EATR), ce qui peut entraîner une détérioration de la QAI et une augmentation de la consommation d'énergie. La question concerne en particulier les échangeurs de chaleur rotatifs. En général, le taux de fuite dépend de la différence de pression entre les côtés de l'air insufflés et extraits. Une conception d'une CTA correcte permet d'obtenir, au démarrage, une différence de pression qui élimine ou minimise les fuites. Cependant, cette différence de pression peut varier pendant le fonctionnement de cette dernière. Le système de régulation de la CTA doit fournir une différence de pression optimale dans toutes les conditions de fonctionnement. Pour des informations complètes sur les mesures appropriées, voir la [recommandation Eurovent 6/15-2021 — fuites d'air dans les unités de traitement de l'air](#).

4.4 Protection contre le gel des échangeurs de chaleur

Les échangeurs de chaleur assurant la récupération d'énergie thermique peuvent être soumis à de très basse température extérieure. Les échangeurs de chaleur à plaques sont les plus sensibles au givre à des températures inférieures à zéro. Le givre conduit à la réduction de l'énergie récupérée à partir de l'air repris, mais aussi à une diminution du flux d'air et à son déséquilibre. Dans le pire des cas, des dommages physiques de l'échangeur peuvent survenir.

Les principales tâches des systèmes intelligents de protection contre le gel sont les suivantes :

- Identifier le moment de givrage
- Protéger l'échangeur de chaleur contre le gel
- Réduire au minimum l'utilisation de l'énergie pendant le dégivrage

La question cruciale est d'identifier adéquatement le moment où le gel commence. La méthode la plus simple consiste à utiliser un **capteur de température de l'air extérieur**. Habituellement, la protection contre le gel est activée lorsque la température de l'air extérieur tombe en dessous de 0 °C. L'inconvénient de cette méthode est que le givre réelle peut commencer à une température beaucoup plus basse, par exemple à -5 °C, en particulier lorsque l'humidité de l'air repris est extrêmement faible. L'activation prématurée de la protection contre le gel signifie une consommation d'énergie inutile pour le chauffage de l'air sans ou avec une récupération de chaleur limitée.

Par conséquent, les méthodes plus avancées suivantes pour déterminer plus précisément le moment de la congélation sont utilisées :

- Capteur de **température de l'air extrait** supplémentaire près ou sur l'échangeur de chaleur. Il aide à déterminer quand la température du côté de l'air extrait de l'échangeur de chaleur tombe en dessous de la température requise. Étant donné que les conditions en aval des échangeurs à plaques et des rotors sont loin d'être uniformes, il est essentiel que le capteur soit placé à la position la plus adéquate (la plus critique) pour assurer le bon fonctionnement de la protection contre le gel. Ceci est pertinent pour les échangeurs de chaleur à plaques et rotatifs. Pour les systèmes à tubes circulaires, la condition de l'air extrait en aval des tubes de refroidissement est homogène.
- **Combinaison entre le capteur d'humidité de l'air repris et le capteur de température de l'air extrait**. L'algorithme du système de régulation, compte tenu de l'humidité de l'air repris et de la température de l'air extrait, peut calculer le point de givrage approximatif.
- Le **dispositif de mesure de la chute de pression** de l'échangeur de chaleur active le dégivrage lorsque la pression dans l'échangeur de chaleur baisse. Habituellement, les relais de pression sont utilisés à cette fin.

Après avoir identifié le moment de givrage, le système de régulation de l'unité de ventilation prend certaines mesures automatiques pour empêcher le gel. Les mesures les plus courantes sont les suivantes:

Une méthode consiste à chauffer l'air extérieur jusqu'à la température sans risque de gel avec ce qu'on **appelle le préchauffeur**. Le préchauffeur peut être un chauffe-eau électrique ou un échangeur eau/glycol avec une pompe de circulation et une vanne de régulation à trois voies. Le préchauffeur peut être dans un conduit ou intégré dans l'appareil. En outre, il peut fonctionner de manière autonome de l'unité avec sa propre régulation. Mais ces chauffages coûtent jusqu'à deux fois plus

cher que ceux contrôlés par la propre automatisation de l'unité et empêchent l'utilisation d'autres méthodes de dégivrage. Le système de régulation d'une unité de ventilation peut réguler le préchauffeur par la modulation de largeur d'impulsion (PWM), si elle est électrique, ou des signaux 0-10 V. Le contrôle par le signal 0-10 V est plus fluide et permet d'économiser jusqu'à 10 % d'énergie. Considérant qu'en Europe centrale, la température peut descendre en dessous de -20 °C, ces économies sont assez élevées.

Une autre méthode de dégivrage consiste **à utiliser de l'air repris**. La principale motivation à utiliser cette méthode est que le coût énergétique du chauffage intérieur est généralement beaucoup plus bas que le coût de l'énergie pour le préchauffeur. La deuxième question importante est la capacité élevée du préchauffeur, car il doit chauffer l'air à partir de très basses températures extérieures à des valeurs autour de 0 °C. Bien qu'il fonctionne rarement à la puissance maximale, il augmente la capacité de puissance requise pour tous les bâtiments. Diverses options peuvent être utilisées pour cette méthode:

- **Déséquilibre des flux d'air** : L'idée d'un tel dégivrage est d'augmenter le flux d'air chaud du bâtiment (air repris) et de réduire ou d'arrêter le flux d'air de l'air froid extérieur. Ainsi, la température de l'air du côté des de l'air extrait de l'échangeur de chaleur augmente et l'échangeur de chaleur est dégivré. Ce mode fonctionne bien lorsque les températures négatives sont temporaires, par exemple, si la température nocturne tombe à -5 °C, et la température diurne est supérieure à 0 °C. À mesure que la température baisse encore, la période de dégivrage s'étend et la pression négative à l'intérieur peut augmenter.
- **Recirculation**: La recirculation est une méthode de dégivrage efficace. Le principe est assez similaire à celui du déséquilibre, il nécessitera un clapet de recirculation en complément de l'unité de ventilation. Pendant le temps de dégivrage, l'air repris circulera à l'intérieur de l'unité pour décongeler l'échangeur de chaleur. Un avantage par rapport à un déséquilibre est que la pression négative à l'intérieur ne se produit pas. À son tour, un inconvénient est que pendant la période de dégivrage, l'approvisionnement en air frais est fermé. La recirculation peut également être utilisée avec un capteur CO₂ d'air repris, pour appliquer la recirculation à des températures négatives, si le niveau de CO₂ est acceptable.

Les méthodes de régulation du gel propres aux composants de récupération d'énergie comprennent:

- **Échangeurs de chaleur à plaques**
Dégivrage grâce à un clapet de type Bypass. Lorsque vous utilisez cette option pendant la période de dégivrage, une partie ou l'ensemble du flux d'air extérieur passe par le bypass directement vers l'air insufflé. Dans le même temps, l'air extrait chaud de l'air ambiant dégivre l'échangeur de chaleur. Cette méthode peut nécessiter une batterie de chauffage plus puissante (plus souvent à eau). L'idée principale est d'économiser de l'énergie électrique plus chère requise par le préchauffage et de minimiser les besoins en puissance de l'équipement de ventilation. En règle générale, les échangeurs de chaleur à plaques sont équipés de bypass dont le flux d'air extérieur est 100% détourné en cas de dégivrage. Pendant ce temps, l'air extrait est utilisé pour dégivrer l'échangeur à plaque. Cette méthode nécessite une batterie de chauffe à haute capacité car elle doit augmenter l'air froid jusqu'à au moins + 16 °C.

Pour les zones climatiques plus froides, un bypass segmentaire est utilisé. La principale différence est que le bypass de l'échangeur de chaleur a plusieurs segments sur l'échangeur

de chaleur au lieu d'un seul. Pendant le dégivrage, un seul segment de l'échangeur de chaleur est fermé pour le dégivrage, donc seule une partie de l'air s'écoule directement à travers le contournement vers l'air fourni. Comme une partie de l'air extérieur est chauffée dans l'échangeur de chaleur, la consommation d'énergie pour le chauffage de l'air insufflé est beaucoup plus faible. Les unités avec un bypass segmentaire peuvent fonctionner sans batterie de préchauffage à très basse température (même jusqu'à -30 °C).

- **Échangeurs de chaleur rotatifs**

Ici, une batterie de préchauffage peut être utilisée, ou l'efficacité du rotor peut être réduite en diminuant la vitesse du rotor.

- **Echangeur de chaleurs à ailettes**

Le contrôle de dégivrage peut se faire par combinaison avec une batterie de préchauffage ou par recirculation de l'eau de retour de la batterie de refroidissement via une vanne de régulation à trois voies.

5. Aspects de sécurité

Le système de régulation doit assurer un fonctionnement sûr de la CTA et de l'ensemble du système de ventilation. Cela implique principalement la sécurité mécanique et incendie.

5.1 Directive sur les machines

La directive européenne 2006/42/CE sur les machines a introduit un ensemble d'exigences juridiques fixant les objectifs de sécurité pour les fabricants et les distributeurs d'équipements mécaniques, en ce qui concerne la sécurité des opérateurs et du personnel de maintenance, les équipements et l'environnement. Étant une condition préalable au marquage des produits avec le marquage CE, le respect de la directive «Machines» est obligatoire pour tout fabricant ou distributeur qui a l'intention de vendre ses produits dans l'UE.

Il existe des solutions mécaniques pour répondre à ces exigences de sécurité. À l'appui de cela, les contrôles d'une CTA peuvent également avoir une influence positive sur les aspects de sécurité, tels que :

- Arrêt des ventilateurs au cas où la porte serait ouverte
- Alarme en cas de dysfonctionnement

5.2 Sécurité incendie

Il existe diverses exigences et réglementations légales dans différents pays. Avoir un système de régulation intégré permet au fabricant de tester toutes les fonctions de sécurité dans l'usine et de s'assurer qu'elles fonctionnent correctement, de sorte que le fabricant et le client soient certains du fonctionnement sûr de l'unité en question sur place.

5.3 Sécurité des composants

Le système de régulation de la CTA doit protéger les composants de la CTA contre les dommages dus à des conditions de fonctionnement extrêmes. Ces fonctions comprennent notamment :

5.3.1 Protection contre le gel de la batterie à eau de chauffage

Le liquide dans la batterie à eau de chauffage peut geler lorsque la température tombe sous le point de givrage. Les retours des capteurs de température de l'eau peuvent être utilisés pour indiquer le moment de la givrage. L'inconvénient de cette méthode est que seule la température moyenne (mixte) de retour de l'eau peut être mesurée. Le débit d'eau dans tous les circuits à tube n'est cependant pas égal, en raison du nombre de tubes par circuit et des tolérances de fabrication. Une autre méthode de protection consiste à utiliser un thermostat de protection contre le gel côté air (en deux phases). Avec un tel dispositif, il est possible de protéger chaque circuit des tubes contre le gel si le capillaire du thermostat est correctement monté en aval des circuits des tubes.

Si la température mesurée tombe en dessous de la valeur limite, le flux d'air est automatiquement arrêté. L'algorithme protège également le chauffage au démarrage pendant les périodes froides. Les ventilateurs sont allumés après que le chauffage commence à fonctionner à pleine capacité.

5.3.2 Protection de l'appareil des batteries de chauffage électrique

La batterie de chauffage électrique est utilisée pour fournir l'augmentation requise de la température de l'air fournie. Si le flux d'air s'arrête, l'appareil de chauffage peut augmenter la température localement, ce qui peut entraîner la fonte des pièces en plastique, voire le feu. Par conséquent, la protection est assurée automatiquement pour l'empêcher. Le chauffage électrique dispose de deux modes de protection : automatique et manuel. Lorsque la protection automatique est activée, le chauffage et son circuit d'alimentation sont déconnectés et le refroidissement est assuré par un flux d'air accru. La vitesse du ventilateur est contrôlée en fonction de la température de l'air d'alimentation, c'est-à-dire que si la température de l'air insufflé tombe en dessous du minimum, la vitesse du ventilateur est alors réduite.

6. Cybersécurité

La cybersécurité est un sujet qui est souvent discuté et lorsqu'une cyberattaque se produit, elle est largement répandue dans les médias. De l'autre côté, il n'y a pas de norme officielle à laquelle un régulateur doit se conformer. Cependant, lorsqu'un régulateur est connecté à n'importe quel type de réseau, certains aspects doivent être pris en compte :

- La communication vers les services cloud doit être protégée par une cryptographie de pointe.
- Toute opération à distance exécutée sur le système de régulation doit être authentifiée et autorisée. Toute opération locale, qui n'est pas destinée à l'interaction de l'utilisateur final, exécutée sur le système de régulation doit être authentifiée et autorisée. Les interactions de l'utilisateur final doivent être bien définies et limitées à des actions inoffensives et non essentielles pour le système de contrôle.
- L'énoncé ci-dessus s'applique également aux systèmes de régulation avec un serveur Web intégré, que ce soit par programme via une interface de programmation d'application (API) ou par un humain via une interface homme-machine (IHM).
- Dans le cas où des informations sensibles sont stockées dans le système de régulation (par exemple, mots de passe, clés, etc.), elles doivent être stockées de façon cryptées.
- Toute connectivité sans fil, si cela est présent, doit être désactivée par défaut. L'activation d'une telle connectivité doit nécessiter une action locale (par exemple, appuyer sur un bouton physique sur le contrôleur ou un bouton sur un IHM).
- Pour les connexions temporaires telles que les services de mise en service et de maintenance, la connectivité sans fil doit être automatiquement désactivée après une période

d'inactivité. Ce délai peut être configurable). Dans tous les cas, le trafic sur le canal sans fil doit être crypté.

Le respect des points ci-dessus est considéré comme le strict minimum pour assurer la connexion et le fonctionnement sécurisés d'un système de régulation. Ces exigences sont décrits dans la série internationale de normes CEI 62443 « Réseaux de communication industriels — Sécurité informatique pour les réseaux et les systèmes », en particulier dans la partie 4-2 de la norme « Exigences techniques de sécurité pour les composants du SIGC ».

7. Mise en service

Une mise en service correcte de la CTA avec un système de régulation est cruciale pour son fonctionnement sûr et efficace comme prévu sur place. Pour ce faire, le système de régulation doit avoir des caractéristiques spécifiques et certaines étapes sont recommandées par le contrôleur de réception, à la fois dans l'usine avant l'expédition et pendant la mise en service sur place.

7.1 Avantages du système de régulation d'une CTA fourni en usine

Dans le cas d'une CTA fourni avec un système de régulation par son fabricant, les paramètres spécifiques à la régulation peuvent être téléchargés dans l'unité de régulation en usine. Ensuite, la CTA doit être assemblée et passer un test fonctionnel complet et une inspection, y compris toutes les caractéristiques de sécurité avant expédition. Ceci doit être documenté avec un document signé de l'usine s'assurant que l'unité est testée pour toutes ses fonctions et modes de fonctionnement.

Avoir tous les composants et fonctions déjà pré-testés en usine via un régulateur correctement intégré fournira des avantages remarquables pour le client et l'installateur, car il réduira considérablement le temps d'installation et augmentera la confiance de toutes les parties dans une meilleure durabilité de l'équipement sur le terrain.

Le régulateur peut permettre au contrôleur de réception de vérifier facilement sur place si toutes les fonctions et modes de fonctionnement fonctionnent correctement, de préférence en ayant un « mode de test » pour faciliter cela.

Après l'installation sur site, les valeurs définies en usine pour tous les paramètres doivent être vérifiées par rapport à la documentation du régulateur afin de valider si tout se passe bien pendant le démarrage. Ensuite, les paramètres peuvent être ajustés en fonction des exigences spécifiques du projet, le cas échéant.

Il est recommandé de remplir et de signer un protocole de mise en service comprenant des données provenant des paramètres d'usine et des valeurs définies après le démarrage.

Un régulateur intégré peut être intégré avec deux mémoires séparées ; un pour les « réglages d'usine » du fabricant et un autre pour les « réglages de mise en service », ce qui permettrait au contrôleur de réception ou à l'ingénieur de service de revenir facilement à l'un de ces paramètres en cas de problème sur place.

Outre tous les avantages techniques abordés ici, le fait d'avoir un système de régulation intégré dans la CTA facilitera également la vie du client / contrôleur de réception en donnant la possibilité d'avoir un point de contact unique pour tous les équipements, plutôt que d'essayer de garder un contact approprié avec le fabricant de la CTA en plus de l'installateur de la GTB.

Il est recommandé de conserver les documents ci-dessous concernant l'installation et la mise en service, soit sous forme de copie papier annexée à la documentation de la CTA, soit en ligne et clairement mentionnés dans la documentation si tel est le cas:

- Brève description des principaux composants
- Description de la fonction incluant la «coupe de la CTA» (Vue panoramique des composants, capteurs, etc. de la CTA)
- Schémas de câblage
- Guide de l'opérateur pour le panneau de commande (IHM)
- Protocole de mise en service recommandé
- Rapport avec les données du test fonctionnel final dans l'usine

7.2 Précision de la mesure des paramètres de contrôle

La mesure précise des valeurs réelles des paramètres a un impact énorme sur la qualité du contrôle des processus. Cela se traduit à la fois par la consommation d'énergie et par des conditions de confort. Plusieurs facteurs influent sur cette précision, notamment le placement et l'étalonnage appropriés des capteurs et des appareils de mesure, ainsi que leur classe de précision et leur tolérance. Fournir une précision de mesure adéquate nécessite une expérience pratique et des essais. Par conséquent, réceptionné un système de régulation prédéfinis en usine et assemblés qui est reproductible et testé de manière exhaustive, se traduit normalement par une précision de mesure plus élevée que les systèmes qui sont installés ponctuellement sur place par un entrepreneur externe bien que spécialisé en automatisation du bâtiment.

8. Service et maintenance

8.1 Aspects généraux liés à la maintenance

L'entretien et la réparation concernent les maîtres d'ouvrage et les exploitants des CTA et des systèmes d'instrumentation et de régulation qu'ils contiennent. Les opérateurs peuvent être du personnel du maître d'ouvrage, de l'opérateur ou des entreprises dans la gestion des installations et des bâtiments. Pour les entreprises et les particuliers, il existe inévitablement des obligations et des risques importants pour le public, l'environnement, les autorités responsables et les employés.

Si cela est insuffisamment ou pas du tout perçu, une augmentation de la consommation d'énergie, des temps d'arrêt des installations et des dommages ne peut être exclue. Si cela se produit, des conséquences juridiques et financières sont généralement possibles.

La prise en temps opportun de mesures d'entretien appropriées permet d'éliminer ou de limiter les risques de dommages et de responsabilité, ainsi que de réaliser des économies d'énergie considérables.

Pendant et peu de temps après la mise en service, le risque de défaillance en raison de défauts matériels et de défauts de fabrication est assez élevé. Ces défauts doivent être éliminés avant l'utilisation du bâtiment.

Les défaillances ultérieures sont principalement causées par des influences externes, par exemple des contraintes environnementales, des charges inadmissibles, des erreurs de fonctionnement.

L'inspection et l'entretien réguliers visent à prévenir la défaillance des composants de l'usine et à s'assurer :

- Disponibilité maximale de l'usine et fiabilité opérationnelle élevée
- Consommation minimale d'énergie
- Grande commodité
- Longue durée de vie du système

En règle générale, les installations concernées doivent être inspectées avant la réalisation des travaux d'entretien. Interviewer l'utilisateur aide à intégrer ses besoins et observations dans les mesures de maintenance. Les résultats d'une inspection déterminent ensuite l'étendue des tâches de maintenance à effectuer. Cela signifie que toutes les activités d'entretien propres aux installations ne doivent pas être effectuées à chaque date d'entretien, mais seulement celles qui se sont avérées nécessaires après l'inspection. La documentation des travaux de maintenance effectués et des temps de fonctionnement des composants aide à planifier les prochains travaux de maintenance indépendamment du personnel. Une analyse de systèmes comparables peut aider à identifier les défaillances systématiques et à effectuer la prochaine maintenance encore plus efficacement.

8.2 Maintenance prédictive

Une surveillance régulière du fonctionnement du système, qui est un élément clé de la maintenance prédictive, peut prévenir les dysfonctionnements d'une CTA et les temps d'arrêt du système en raison de défaillances des composants. L'évaluation et l'analyse des performances enregistrées et du temps de fonctionnement des composants peuvent indiquer un fonctionnement anormal qui pourrait conduire à une défaillance bien à l'avance. Des changements déraisonnables dans la consommation d'énergie peuvent identifier des anomalies. L'accès aux données, idéalement à distance, par exemple via le cloud, est fondamental pour mettre en œuvre la maintenance prédictive. À cette fin, la communication entre le système de régulation et les composants internes de la CTA, tels que les clapets d'entrées et de sorties, les vannes, les capteurs, les ventilateurs et les variateurs électronique de vitesse, est essentielle.

9. Normes et législation

Les principales réglementations et normes européennes en vigueur qui concernent spécifiquement les systèmes de régulation CVC comprennent :

9.1 Directive modifiée sur la performance énergétique des bâtiments (2018/844)

Aux articles 14 et 15, la directive oblige les États membres à fixer, d'ici à 2025, des exigences visant à équiper les systèmes de climatisation ou les systèmes combinés de climatisation et de ventilation d'une puissance nominale supérieure à 290 kW dans les bâtiments non résidentiels avec un système de commande capable, entre autres, de :

- Surveiller, enregistrer, analyser et ajuster en permanence la consommation d'énergie
- Permettre la communication avec les systèmes techniques de bâtiment connectés et d'autres appareils à l'intérieur du bâtiment et être interopérable avec les systèmes techniques de bâtiment à travers différents types de technologies, appareils et fabricants propriétaires

À leur tour, les bâtiments résidentiels devraient être équipés de la fonctionnalité d'une surveillance électronique continue qui mesure l'efficacité des systèmes et informe les propriétaires ou les gestionnaires d'immeubles lorsque celui-ci a chuté de manière significative et lorsque l'entretien du système est nécessaire, ainsi que des fonctionnalités de régulation efficaces pour assurer une production, une distribution, un stockage et une utilisation optimales de l'énergie.

Conformément à l'article 8, en 2020, la Commission européenne a adopté des actes délégués en vue d'établir un système commun volontaire de notation de l'indication de potentiel d'intelligence des bâtiments (SRI). Le système vise à évaluer les capacités d'un bâtiment (système de régulation) afin d'adapter son fonctionnement aux besoins de l'occupant et du réseau et d'améliorer son efficacité énergétique et ses performances globales.

Les dispositions susmentionnées des articles 14 et 15 de la directive EPB doivent être transposées au niveau des États membres dans leur législation nationale. Le régime SRI est facultatif, ce qui signifie que seuls certains États membres peuvent décider de le mettre en œuvre.

9.2 EN 16798-3:2018

Cette norme fournit des catégories générales de la capacité du système pour contrôler la QAI en ajustant le débit d'air. La classification définit également, dans une certaine mesure, le degré de régulation des propriétés thermodynamiques dans la pièce.

9.3 EN 15232-1: 2017

Comme la norme précédente, la norme EN 15232 fait partie de l'ensemble de normes de l'EPB pour l'évaluation de la performance énergétique des bâtiments. Il couvre largement les systèmes d'automatisation et de régulation des bâtiments (BACS) avec un examen approfondi de la partie CVC. La norme définit les classes d'efficacité BACS (A à D) en tenant compte des fonctions du système de régulation CVC ayant un impact sur la performance énergétique des bâtiments.

À propos d'Eurovent

Eurovent est l'Association de l'industrie européenne pour le climat intérieur (HVAC), le refroidissement des processus et les technologies de la chaîne du froid alimentaire. Ses membres de toute l'Europe représentent plus de 1.000 organisations, la majorité des petits et moyens fabricants. Sur la base de données objectives et vérifiables, celles-ci représentent un chiffre d'affaires annuel combiné de plus de 30 milliards d'euros, employant environ 150 000 personnes dans la zone géographique de l'association. Cela fait d'Eurovent l'un des plus grands comités interrégionaux de l'industrie en son genre. Les activités de l'organisation reposent sur des principes de prise de décision démocratiques très appréciés, garantissant des conditions de concurrence équitables pour l'ensemble de l'industrie, indépendamment de la taille de l'organisation ou des frais d'adhésion.

Nos associations membres

Nos associations membres sont de grandes associations sectorielles nationales d'Europe qui représentent les fabricants dans les domaines du climat intérieur (HVAC), du refroidissement des procédés, de la chaîne du froid alimentaire et des technologies de ventilation industrielle.

Les plus de 1 000 fabricants de notre réseau (Eurovent « Fabricants affiliés» et «membres correspondants») sont représentés dans les activités d'Eurovent de manière démocratique et transparente.

→ Pour plus d'informations et une liste de tous nos membres, visitez www.eurovent.eu