

De bonne composition

Industrial^{IT} améliore le mélange d'essence à la raffinerie Preem

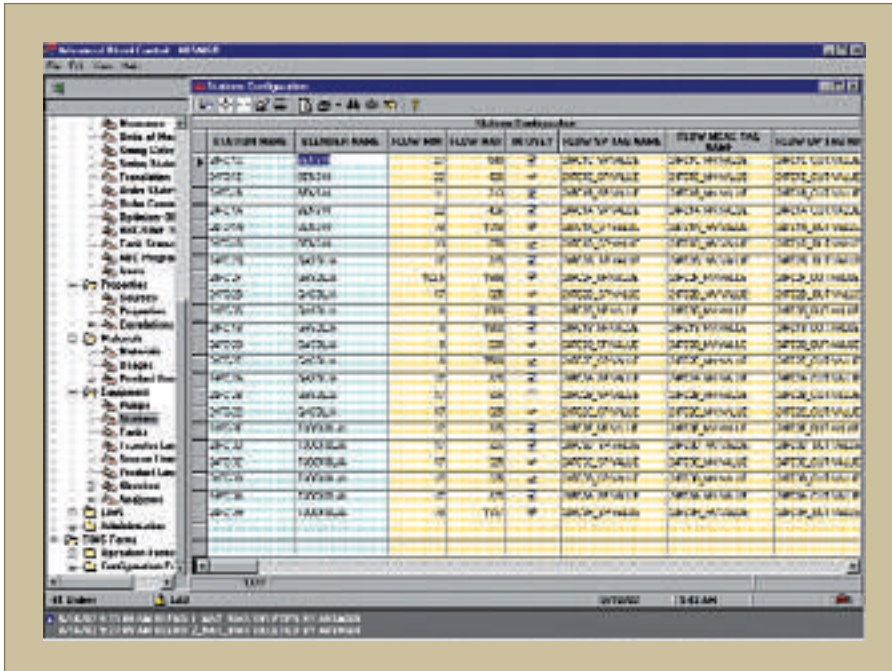
Krish J. Arwika, Tomas Astrom, Eric Gildea



La raffinerie Preem de Gothenburg en Suède est une des plus modernes d'Europe. De nombreux produits y sont fabriqués, notamment GPL, carburants auto, fioul domestique et autres. Ces différents produits sont obtenus par des procédés de mélange exigeant le prélèvement répété d'échantillons dans les mélangeuses, de longues interruptions en attente des résultats d'analyse en laboratoire de ces échantillons et la correction manuelle des recettes.

Récemment, le site de Preem a décidé de moderniser ses opérations de mélange en s'équipant d'une triple solution Industrial^{IT} d'ABB: logiciels de commande avancée (ABC) et de régulation (RBC), et analyseur proche infra-rouge à transformée de Fourier Analyze^{IT}. Résultat: des mélanges conformes aux spécifications sont maintenant produits à un coût minimal.

Outre le fait de s'affranchir de procédures et de retards auparavant inévitables, ces solutions ont supprimé les corrections de mélanges, réduit les excédents de qualité en tangentant les spécifications et diminué les stocks.



En 2000, la raffinerie Preem engagea un programme d'investissement visant à moderniser et améliorer les performances économiques des opérations de

mélange, et permettre l'adaptation rapide aux spécifications sévères et en évolution constante des produits en Europe. Ce programme prévoyait la mise en place

d'une optimisation en ligne avec analyse en continu. ABB a été choisi pour fournir une solution totalement intégrée comprenant :

- Système d'optimisation des recettes ABC (*Advanced Blend Control*) permettant la création d'ordres de mélange, l'optimisation en boucle ouverte, la gestion des ordres de mélange, le contrôle des propriétés et l'optimisation en ligne, l'intégration des propriétés dans les bacs et la communication client-serveur.
- Logiciel de contrôle et régulation RBC (*Regulatory Blend Control*) pour le contrôle et la régulation de base, en ratio et séquentielle.
- Analyseur proche infrarouge à transformée de Fourier (FTIR) pour la mesure en ligne et en continu des propriétés clés des mélanges.
- Système numérique de contrôle-commande (Advant DCS) pour le suivi, l'exécution et le contrôle, interfacé avec l'ensemble de l'instrumentation sur site.

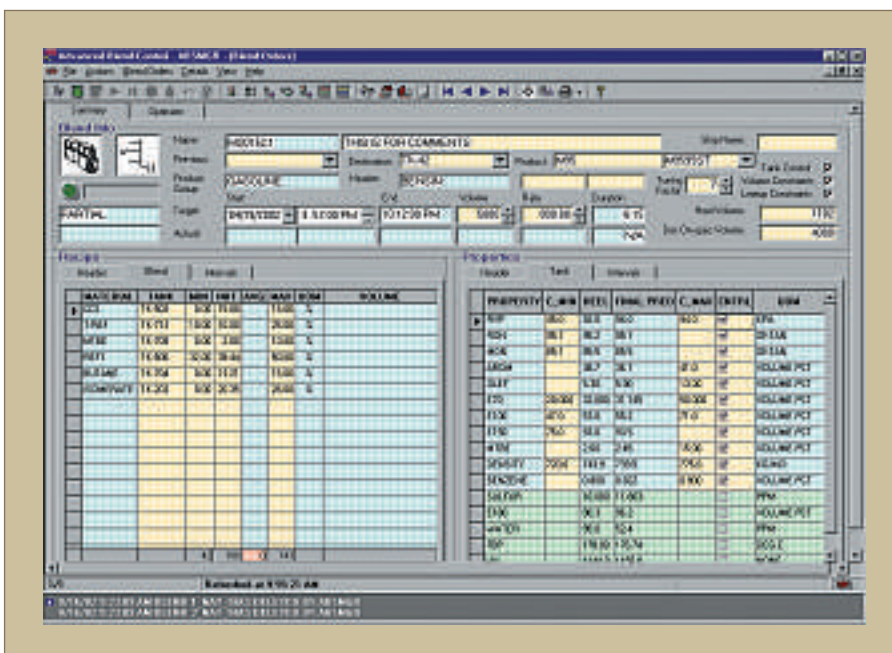
La solution globale permet à Preem d'ajouter de nouveaux équipements, composants et produits, de même que d'affiner les paramètres sans faire appel à ABB en cas de modification des procédés d'exploitation.

Les trois mélangeuses ont été équipées de la solution complète (ABC, RBC et Advant DCS). Pour minimiser l'investissement de départ, seule la mélangeuse d'essence est dotée d'un analyseur FTIR et d'une optimisation en ligne. La mise en service a été réalisée en octobre 2001. Depuis, les temps de production des mélanges ont été réduits de plus de 30% et les propriétés de la plupart des mélanges produits sont conformes aux spécifications avec un minimum d'excédent de qualité.

Architecture du système

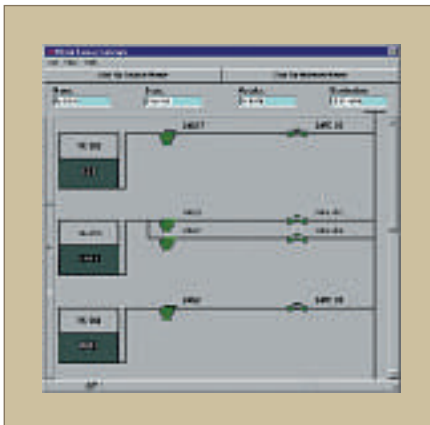
La figure 1 schématise l'architecture du système de contrôle-commande intégré du procédé de mélange de la raffinerie Preem.

Le système RBC réside dans le SNCC Advant d'ABB et est interfacé avec l'ensemble de l'instrumentation sur site. Le système ABC est installé sur un serveur Windows NT et est interfacé avec le SNCC par l'intermédiaire d'une pas-



5

Affichage des équipements de l'unité de mélange



serelle et d'un serveur OPC DA 2.0. Il est également interfacé à la base de données du système LIMS (*Laboratory Information Management System*) de la raffinerie. Le système lit les informations de procédé et d'exploitation, les mesures fournies par les analyseurs et les résultats laboratoire des constituants, et télécharge les recettes optimisées dans le système RBC.

Système d'optimisation ABC

Le système ABC permet au personnel de planification et d'exploitation de créer, optimiser, exécuter et archiver des ordres de mélange. Il peut également recevoir des ordres de mélange des systèmes d'optimisation, de planification et d'ordonnancement de mélanges multiples en boucle ouverte. Le système ABC télécharge les ordres de mélange validés dans le système RBC qui se chargera de leur exécution. Une fois en ligne, le système assure la conformité des produits finis à un coût minimum.

Base de données relationnelles

Le système ABC utilise une base de données relationnelles Oracle «personnalisées», organisée par types d'équipement (mélangeuse, instruments de mesure, régulateurs, etc), propriété (octane, TVR, etc.), produits et données des ordres de mélange.

Le cœur de la base de données ABC est l'ordre de mélange. Il regroupe toutes les informations associées à un mélange

particulier, y compris les données indispensables pour créer cet ordre de mélange, de même que les données collectées et calculées pendant les phases d'optimisation et d'exécution du mélange. Un ordre de mélange complet inclut, par conséquent, de très nombreuses données.

Interface utilisateur graphique

L'interface graphique d'ABC 2 permet à l'utilisateur d'accéder à toutes les fenêtres d'exploitation et de configuration du logiciel ABC. Les ordres de mélange peuvent être sélectionnés par groupe de produits ou statut des produits.

Le système ABC propose une série de fenêtres *de configuration* permettant de configurer facilement la base de données 3.

La principale fenêtre *d'exploitation* d'ABC permet de créer, modifier et suivre les ordres de mélange, et contient toutes les informations pertinentes telles que vitesses de mélange de consigne et réelles, volumes, composants et recettes, de même que propriétés et spécifications des mélanges 4.

Le système propose les recettes moyennes sur toute la durée du mélange ou par périodes prédéfinies, les contraintes mini/maxi en jeu, les consignes mini/maxi des mélangeuses, les prédictions de propriétés en sortie de la mélangeuse, etc.

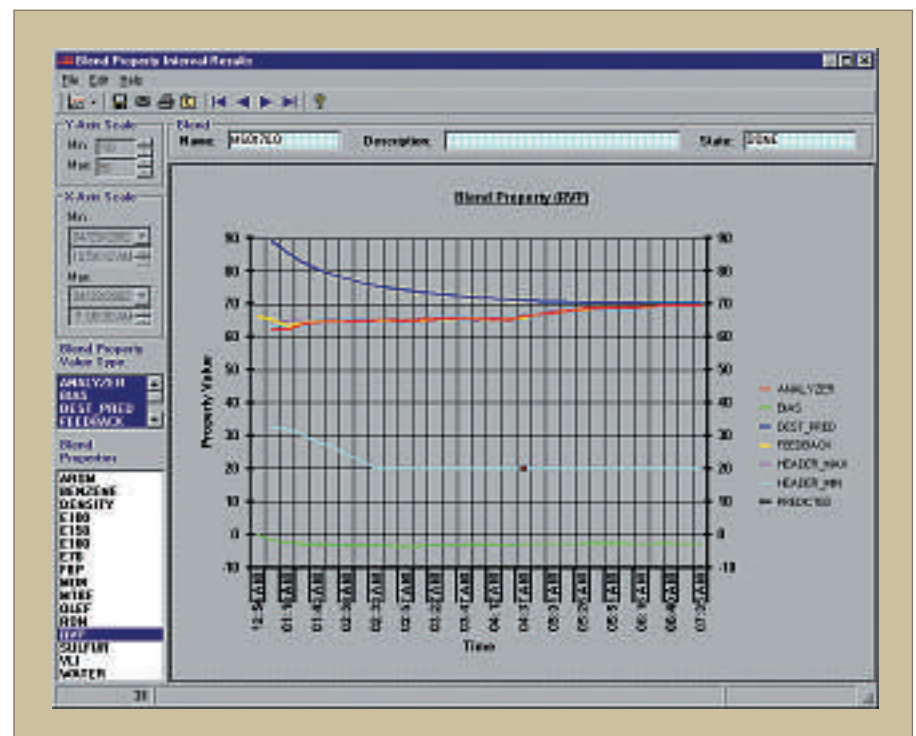
Plusieurs informations sont accessibles à partir de l'affichage principal des ordres de mélange. 5 est la fenêtre relative aux équipements que l'opérateur utilise pour sélectionner les pompes ou les vannes de régulation avant de télécharger l'ordre de mélange. 6 montre des courbes de tendance de propriétés, avec valeurs fournies par l'analyseur, biais, prédictions des propriétés intégrées dans les bacs, consignes mini/maxi de la mélangeuse, etc.

Noyau de modélisation et d'optimisation

L'optimisation des opérations de mélange exige de combiner des modèles de mélange et un algorithme d'optimisation. Les modèles de mélange calculent les propriétés d'une recette. L'optimiseur recherche LA recette qui minimise le coût des composants du mélange, les

6

Courbes de propriétés de l'affichage des ordres de mélange





excédents de qualité des propriétés et/ou l'écart par rapport à la recette planifiée.

Le système ABC a été conçu pour supporter toutes les technologies de modélisation et d'optimisation. Il est disponible avec des versions logicielles à la fois « maison » et utilisant GAMS (*Generalized Algebraic Modeling System*) comme tierce partie. GAMS est utilisé pour élaborer des objectifs et contraintes d'optimisation (y compris les modèles de mélange et les spécifications des propriétés) et intègre un solveur non linéaire.

Le logiciel ABC mis en œuvre dans la raffinerie Preem intègre la technologie d'optimisation StarBlend, fournie en standard avec le produit. StarBlend est un progiciel d'optimisation et de planification de mélanges multiples, développé par Texaco et Shell.

Programmes d'arrière-plan

Le logiciel ABC comprend plusieurs programmes d'exécution et d'optimisation du procédé de mélange.

Le programme *Blend monitor* télécharge l'ordre de mélange, envoie des commandes au système RBC, surveille le

mélange, crée des intervalles de données et exécute les calculs de recette et de biais.

Le programme *Analyzer monitor* traite les signaux de l'analyseur pour vérifier leur validité avant utilisation par les calculs de biais. Le programme scrute chaque analyseur pour savoir s'il est en ligne ou hors ligne, et si la mesure se fait dans le flux d'un composant ou dans la mélangeuse. Il lit la valeur en cours de chaque analyseur en ligne et vérifie que la nouvelle valeur se situe dans les limites de validité, qu'elle ne fluctue pas rapidement et qu'elle n'est pas figée. Il assure également des fonctions de traitement des temps morts, filtres et décalages.

Le programme *Tank monitor* intègre les propriétés des bacs de produits, qui peuvent ensuite être utilisées par l'optimiseur pour calculer une nouvelle recette au niveau de la mélangeuse.

Le programme *Optimization monitor* assure l'optimisation hors ligne et en ligne, et est interfacé avec les sous-programmes d'optimisation GAMS. Il dispose de fonctions de détermination des valeurs mini et maxi dans la mélangeuse pour chaque propriété si la

valeur finale dans le bac doit se situer entre les valeurs mini et maxi spécifiées. Les consignes de propriété dans la mélangeuse sont déterminées sur la base du volume et de la qualité des matières déjà présentes dans le bac, la quantité de matières qui reste à mélanger, les spécifications, la longueur des intervalles, etc.

Interfaçage avec les systèmes externes

Les ordres de mélange hors ligne peuvent être créés avec l'interface ABC (ce qui est le cas à la raffinerie Preem) ou avec l'interface *StarBlend*. Les ordres StarBlend sont transmis via une liaison SQLnet directement dans la base de données Oracle du système ABC. Un sous-programme automatique traduit la sortie d'optimisation de StarBlend en un ordre de mélange ABC. La transmission est déclenchée par une requête issue de l'utilisateur hors ligne de StarBlend.

Le système ABC peut recevoir des résultats du laboratoire du système *LIMS* pour tout bac de produit ou de composant configuré dans ABC. Si aucun système LIMS n'est disponible, l'utilisateur peut entrer directement les résultats dans la fenêtre utilisée par ABC pour autoriser les mises à jour du LIMS. Les systèmes ABC et RBC échangent fréquemment des données. Via cette interface bidirectionnelle, le système ABC peut lire et écrire des données de la mélangeuse. Les principaux échanges entre les systèmes ABC et RBC impliquent l'écriture de recettes, la lecture de valeurs de débit, de totaux et de données numériques provenant du système RBC, ainsi que la lecture de valeurs et de données numériques provenant des analyseurs.

Système de régulation RBC

Le système RBC est conçu pour être exploité sur le SNCC Advant Master d'ABB et communique également avec le logiciel ABC. En mode distant, le système RBC accepte le téléchargement d'ordres de mélange complets à partir de ABC, y compris des recettes optimisées, la sélection d'équipements et des informations sur les bacs de produits finis. Si le système ABC n'est pas installé ou la liaison avec ABC est temporairement suspendue, l'opérateur peut

Les avantages du logiciel ABC

Certains avantages que la raffinerie Preem a obtenus avec le logiciel ABC :

- Les excédents de qualité RON¹⁾, MON²⁾, RVP³⁾ et autres propriétés ont été minimisés et les mélanges sont conformes aux spécifications commerciales.
- Il n'est plus nécessaire d'interrompre les opérations de mélange en attendant les résultats du laboratoire ou de corriger fréquemment la recette du produit fini. La production d'essence a ainsi augmenté de 30% voire plus en cas de forte demande.
- Le personnel d'exploitation peut désormais produire des mélanges conformes aux spécifications sans faire appel à l'ingénieur de planification et constitution.
- Le mélange en ligne directement vers le port situé à 6 km est maintenant possible grâce aux fonctionnalités du système ABC pour la gestion du rinçage des lignes.
- L'ensemble du personnel de la raffinerie peut maintenant suivre le statut des mélanges.
- Les ingénieurs de Preem peuvent maintenant maintenir le système en cas de modifications des opérations.

¹⁾ RON = Indice d'octane recherche

²⁾ MON = Indice d'octane moteur

³⁾ RVP = Tension de vapeur Reid

créer manuellement un ordre de mélange complet, sélectionner les équipements et démarrer le mélange. Une fois le mélange démarré, le système RBC contrôle la validité des données de l'ordre de mélange et des équipements, et ouvre les vannes correspondantes. Lorsque toutes les vannes requises sont ouvertes, les pompes de composants sont démarrées une à une. Le système permet d'atteindre rapidement les consignes qualité du produit fini et ainsi augmente la vitesse du procédé de mélange. Lorsque la quantité requise de produit fini est atteinte, le système RBC arrête automatiquement les opérations. **7** montre l'affichage principal de contrôle du mélange utilisé dans le système RBC pour la mélangeuse d'essence. De nombreux autres affichages sont accessibles à partir de cet affichage pour des informations de fonctionnement détaillées.

Analyseur proche infrarouge à transformée de Fourier

L'analyseur industriel FTIR Bomem Advance offre une haute précision et permet de garantir le transfert des modèles d'un analyseur proche infrarouge à un autre. Cet aspect est très important car il permet d'accélérer la réalisation des projets par l'utilisation de spectromètre proche infrarouge installé au laboratoire pour les phases de calibrage des modèles prédictifs. Il garantit également l'absence de toute manipulation mathématique des modèles après maintenance des instruments. La certification qualité des produits d'essence fabriqués à la raffinerie Preem est encore basée sur les résultats d'analyses laboratoires traditionnelles. Toutefois, le site de Preem envisage à l'avenir d'utiliser l'analyseur proche infrarouge pour la certification qualité.

Planification et déroulement des opérations

Auparavant, l'ingénieur de planification et constitution entrait les données du laboratoire dans un optimiseur Excel, préparait un ordre de mélange en utilisant les biais de propriétés du mélange précédent et l'envoyait par fax à la salle de contrôle. L'opérateur entrait manuellement l'ordre de mélange dans le précédent système de contrôle et démarrait le mélange. L'opération de mélange était interrompue plusieurs fois en attendant les résultats d'analyse des échantillons prélevés dans la mélangeuse, nécessaires à la correction de la recette. Aujourd'hui, l'ingénieur de planification et constitution se connecte au serveur ABC à partir d'un micro-ordinateur de bureau ou un portable. Ensuite, il crée un ordre de mélange tenant compte des données économiques, de la disponibilité et de la qualité des produits et des besoins futurs. Les contraintes adéquates des recettes peuvent être définies et l'ordre de mélange optimisé. Une fois satisfait des résultats de l'optimisation, l'ingénieur de planification et constitution valide l'ordre de mélange. L'opérateur du procédé de mélange se connecte à la même base de données ABC et peut sélectionner les équipements disponibles (bacs, pompes, vannes de régulation), recalculer l'ordre de mélan-

ge pour vérifier qu'il est toujours réalisable, le télécharger dans le système RBC et exécuter le mélange. L'état des mélanges en cours et terminés peut être connu avec précision par toute personne de la raffinerie avec accès autorisé à ABC. Le bac de produit fini est échantillonné et certifié par le laboratoire.

Un retour sur investissement inférieur à un an

Le retour sur investissement du système ABC est généralement inférieur à un an. En moyenne, les économies pour une raffinerie de 100 000 barils/jour peuvent dépasser 3 millions de dollars par an lorsque toutes les mélangeuses sont optimisées et utilisent des analyseurs correctement étalonnés. La raffinerie Preem observe déjà des économies significatives grâce à l'optimisation de la mélangeuse d'essence et envisage des systèmes similaires pour les mélangeuses gasoil et fioul, lorsque ces dernières seront équipées d'analyseur proche infrarouge en ligne.

Des projets pour l'avenir

Face aux résultats impressionnants obtenus avec la mélangeuse d'essence, la mise en place d'optimisation en ligne des mélangeuses de gasoil et de fioul est actuellement à l'étude à la raffinerie Preem. Ces mélangeuses utilisent le système ABC pour la gestion des ordres de mélange et le stockage des données. Depuis la mise en service à la raffinerie Preem, ABB a continué d'enrichir le logiciel ABC qui offre encore plus de fonctionnalités et de flexibilité.

Tomas Astrom
Raffinerie Preem
Gothenburg, Suède

Krish J. Arwikaar
Eric Gildea
ABB Inc.
Sugar Land
Texas, USA

krish.j.arwikaar@us.abb.com
eric.gildea@us.abb.com