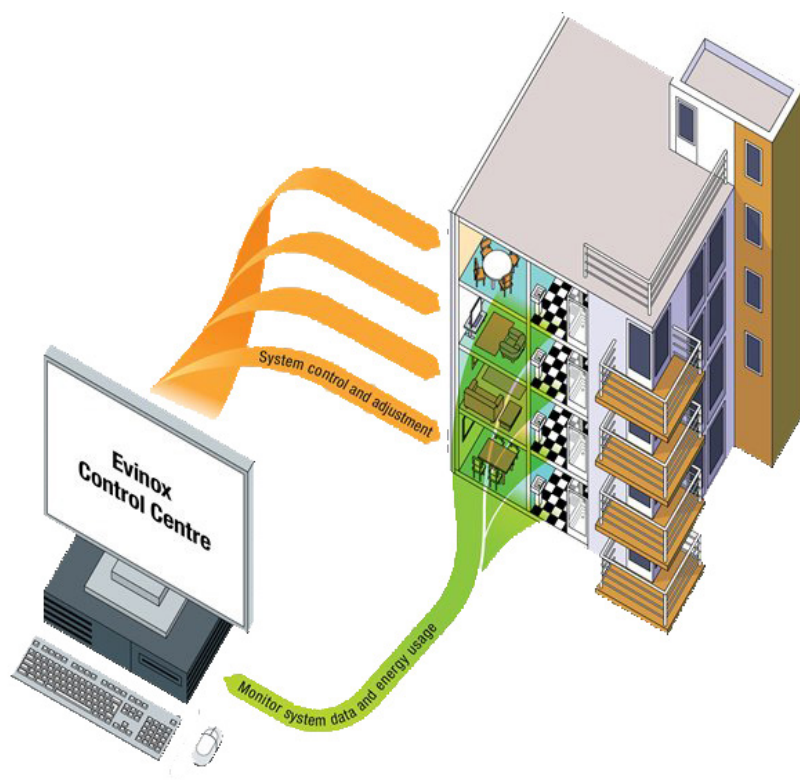




پیشرفت‌های اخیر فن‌آوری‌های شبکه‌ای کنترل تجهیزات تهویه مطبوع همراه با فراهم آمدن درکی عمیق‌تر از طبیعت بارهای سرمایی در ساختمان‌ها موجب شده‌اند تا پتانسیل‌های فراوانی برای صرفه‌جویی بیشتر در موتورخانه‌های سرمایشی مرکزی شناسایی شوند. اگر این موتورخانه‌ها به شبکه‌های کنترل دیجیتال برای بارها مجهز شوند، به دست آوردن مزایای اقتصادی زیر در مقایسه با سیستم‌های سنتی سرمایش منطقه‌ای محتمل خواهد بود: (۱) ابعاد کوچک‌تر و در نتیجه چیلرهای ارزان‌تر برای تأمین بار. (۲) کسب بازده کاری سالانه افزون‌تر. سیستم‌ها و موتورخانه‌های سرمایش و گرمایش منطقه‌ای که هم‌اینک برای کاربردهای عادی طراحی می‌شوند از سیستم‌های کنترل شبکه‌ای بهره می‌برند. کنترل‌کننده‌های شبکه‌ای موجب می‌شوند تا سیستم در نقاط مصرف، بارهای واقعی را تأمین نموده و در تمامی زمان‌ها نرخ جریان و دمای آب سرد چیلرها را برای بهینه ساختن بازده آن‌ها تصحیح نماید. علاوه بر این، شبکه کنترل می‌تواند بر

(Beaverton) ایالت اورگن (Oregon) در حومه منطقه بزرگ پورتلند (Portland) آمریکا می‌باشد. این شهر کوچک دارای بخش‌های مسکونی، رستوران‌ها و فروشگاه‌ها، سالن‌های نمایش، یک هتل و چند ساختمان اداری متوسط القامه می‌باشد. سطح زیربنای نیازمند تهویه مطبوع این مجموعه حدوداً یک میلیون فوت مربع می‌باشد. مناطق اطراف این شهر کوچک توسط صنایع سبک فن‌آوری‌های پیشرفته (Tech Hi) و در حال توسعه اشغال می‌شود. مجری این طرح برای یافتن همکارانی که بتوانند در زمینه توسعه زیرساخت‌های این شهر کوچک فعالیت کنند به بخش خدمات انرژی یکی از شرکت‌های معظم فروشنده گاز و برق مراجعه نمود. هدف در اینجا تأمین شرایط مطلوب زندگی و آسایش برای کسانی است که در این منطقه سکنی گزیده و در صنایع فن‌آوری پیشرفته کار خواهند نمود. این شهر کوچک از لحاظ ارتفاع ساختمان‌ها در رده کوتاه متوسط طبقه‌بندی شده و سبک

کاستی‌های سرمایش و یا گرمایش که به دلیل نقص تجهیزات در نقاط توزیع یافته مصرف پدید می‌آیند مدیریت داشته باشد. شبکه‌های خودکار مبتنی بر این روال مدیریتی حتماً بارهای بحرانی را تأمین نموده و از کمبود سرمایش و یا گرمایش در نقاط مصرف جلوگیری می‌کند لذا نیاز به استفاده از سیستم‌های کمکی و پشتیبان در طراحی کاهش می‌یابد. این مقاله به بحث درباره بخش سرمایشی این سیستم‌ها خواهد پرداخت و منافع حاصله از همبستگی شبکه‌های ارتباطی و کنترلی در طراحی چیلرها و موتورخانه را مورد بررسی قرار خواهد داد. این مباحث با استفاده از مثال‌های واقعی و نکاتی که در زمان طراحی آن‌ها پیش آمده است مطرح خواهند شد تا چگونگی تأثیر اصول آن بر سایر سیستم‌های گرمایش و یا سرمایش منطقه‌ای نشان داده شود.

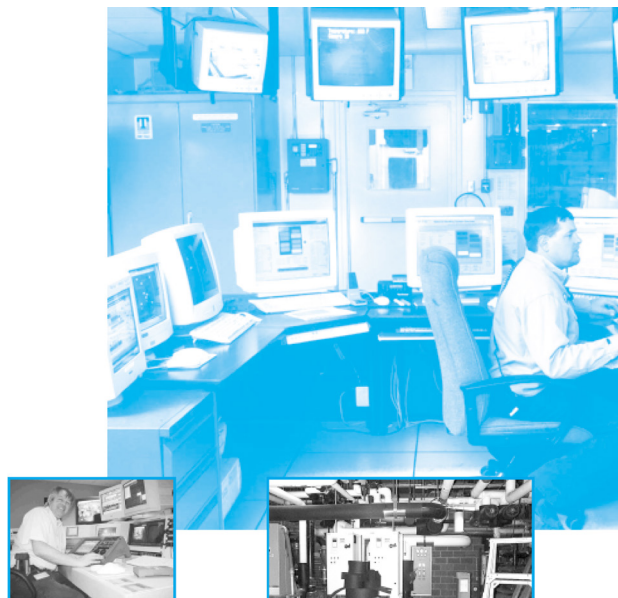
سابقه پروژه نمونه

محل پروژه شهری جدیدالاحداث در نزدیکی ایستگاه قطار بیورتن

تحلیل ابعاد اقتصاد موتورخانه با چیلر

اگر ابتدا به ساکن هزینه‌های موتورخانه‌های چیلر دار، شبکه لوله‌کشی‌های توزیعی و تجهیزات مورد نیاز برای تطبیق دادن ساختمان‌ها را با هزینه سیستم‌های ساده سقفی مقایسه نماییم شاید پیکره‌بندی و آرایش دادن چنین موتورخانه‌ای تنها در صورتی از لحاظ اقتصادی قابل توجیه باشد که سیستم‌های ساده‌تری برای توزیع سرمایش به کار گرفته شوند. تحلیل انجام‌شده زمینه‌های زیر را در کارکرد طولانی‌مدت موتورخانه‌های مرکزی مثبت قلمداد کرده است:

(۱) تنوع بارهای مجتمع‌های بزرگ چندکاربره بدین معنی خواهد بود که اندازه چیلرها باید کوچک‌تر از مجموع تک‌تک واحدهای سرمایشی کوچک مجاز باشد. (۲) اگر موتورخانه به سیستم‌های ارتباطی و کنترلی مطمئنی مجهز باشد که توانایی مدیریت و شکل‌دهی بارها را داشته



معماری آن تأثیر گرفته از معماران اروپایی است. یکی از مواردی که در نشست‌های اولیه موجبات نگرانی کارفرمایان را پدید آورده بود، مسائل مربوط به ظاهر و صدای مبدل‌های حرارتی بیرونی مورد نیاز برای تهویه مطبوع بود و در همان زمان تصمیم گرفته شد که اگر بتوان سیستم‌های سرمایش و گرمایش مرکزی را برای ارائه خدمات به ساکنان برپا ساخت و هزینه‌ای که مصرف‌کنندگان باید برای استفاده از آن پردازند در همان حد سیستم‌های تهویه مطبوع عادی باشد، از آن استفاده خواهد شد.

می‌توان نتیجه گرفت که موتورخانه مرکزی، انتخابی موفق و توجیه‌پذیر خواهد بود. این طرح پذیرفته شد و کار آغاز گردید.

تبدیل تصورات به واقعیت

مدل اقتصادی پیش‌بینی شده برای این پروژه تا حدی در ارزیابی فن‌آوری‌های پیشرفته کنترل شبکه‌ای محافظه‌کارانه عمل می‌کرد ولی با این وجود برای تحقق اهداف کاملاً به این کنترل‌های دقیق و کارآمد وابسته بود. حال که طرح مورد موافقت قرار گرفته بود می‌بایست درباره چگونگی به‌کارگیری اجزا و المان‌های کنترلی پیشرفته در این پروژه و تبدیل موتورخانه آن به سیستمی ورای موتورخانه‌های سنتی موجود تصمیم‌گیری می‌شد. برای شروع بهتر بود که مرزهای موتورخانه منطقه‌ای پیشنهاد شده را مجدداً مورد بررسی قرار می‌دادیم. یک موتورخانه منطقه‌ای معمولاً از بارهایی که به آن سرویس می‌دهد، ایزوله است. موتورخانه در این

باشند می‌توان اندازه موتورخانه و چیلرها را با استفاده از الگوریتم‌های کنترل دینامیک در زمان‌های محدود اوج بار سرمایشی با ارائه امکان پیش‌سرمایش برای کاستن از بارهای نقاط اوج در صورت محدود بودن ظرفیت) کوچک ساخت. (۳) با بهره‌گیری از جدیدترین پیشرفت‌ها و فن‌آوری‌ها در طراحی و کنترل موتورخانه، چیلرها و سیستم توزیع آب سرد می‌توان سیستم را ساده‌تر ساخته و هزینه نصب آن را کاهش داد ضمن اینکه مصرف سالانه انرژی آن نیز کاهش خواهد یافت. (۴) با استفاده از قطعات و شبکه کنترل ارتباطات مدرن و هوشمند برای مدیریت بر مجموعه می‌توان سطح آسایش ساکنان را افزایش داده و ضمن کاستن از هزینه‌های انرژی، هزینه نگهداری را نیز کاهش داد. اگر هزینه‌های کاهیده ابعاد کوچک شده موتورخانه و چیلرها و کاهش قابل توجه هزینه‌های انرژی و نگهداری را در تحلیل به حساب آوریم آنگاه

صاحب و بهره‌بردار کل موتورخانه، سیستم سرمایشی گرمایشی و حتی سیستم مدیریت DDC یا کنترل دیجیتال مستقیم بود و در این مقام، خدماتی چون سرمایش، گرمایش و نگهداری سیستم‌ها را ارائه می‌نمود. بدین ترتیب اهداف مؤسسان این شهر که در نظر داشتند برای این‌گونه خدمات از شرکت‌های بیرونی استفاده نمایند برآورده می‌شد. اینکه یک شرکت خدمات انرژی زیرمجموعه یک شرکت تأمین‌کننده برق و گاز صاحب و بهره‌بردار شبکه‌های ارتباطی و کنترل نیز باشد آن را در موقعیتی قرار می‌دهد که فعالیت‌های خود را بسط و توسعه دهد. شبکه ارتباطی برای بهینه‌سازی کارکرد موتورخانه و شکل‌دهی به بارها مورد استفاده قرار می‌گیرد تا بازده مصرف انرژی افزایش یافته و قابلیت‌های خود عیب‌یابی سبب کاسته شدن هزینه‌های نگهداری می‌گردد. این شبکه با کلیه مصرف‌کنندگان

رویکرد سنتی برای تأمین بارها عمل کرده و بر اساس مقدار آن‌ها کار می‌کند. موتورخانه و چیلرها هم‌زمان با افزایش یا کاهش نیاز به آب سرد، جریان سرمایش بارها را متناسب تنظیم می‌کند. تصمیماتی که معمولاً درباره عملکرد، تعویض و یا توسعه موتورخانه‌های منطقه‌ای گرفته می‌شود تنها بر اساس اطلاعاتی است که در محدوده داخلی موتورخانه که غالباً به عنوان مرزهای مسئولیت و کنترل موتورخانه قلمداد می‌شود، گردآوری می‌گردد؛ اما برای اینکه موتورخانه پیشنهاد شده به درستی کار کند می‌بایست به دیدی جدید از قابلیت‌ها و کلیت آن دست می‌یافتیم. به جای اینکه موتورخانه را تمامی مجزا از سیستم فرض کنیم که با تغییرات بار خارجی واکنش نشان می‌دهد، موتورخانه این پروژه را دربرگیرنده کلیه سیستم‌های ارتباطی و کنترلی کل مجموعه طراحی نمودیم. در این پروژه شرکت فروشنده برق و گاز

برای مدیریت و نظارت بر کلیه طراحی‌های مکانیکی دعوت به عمل آمد. بدین ترتیب مؤسسان شهر از مشاوره و توصیه‌های بی‌غرض آن‌ها در مورد سیستم‌های تهویه مطبوع و جایگزین‌ها و انتخاب‌های احتمالی استفاده می‌کنند حال آنکه هماهنگی نزدیک میان مجموعه و موتورخانه برقرار مانده و مستحکم‌تر می‌شود. این شرکت برای طراحی و ساخت از خدمات پیمانکاران استفاده نمود و کار انجام شد.

ملاحظات طراحی برای موتورخانه‌های منطقه‌ای

پس از بررسی چرخه‌های بار سالیانه موتورخانه‌ها و چیلرهایی که در شرایط آب‌وهوایی متفاوتی به ساختمان‌های مختلف اداری سرویس‌دهی می‌کردند از طریق شبیه‌سازی ساعتی به این نتیجه می‌رسیم که پروفیل‌های بار سرمایشی در بسیاری از ساختمان‌های اداری و تجاری اصولاً از چرخه‌های آب و هوایی روزانه و فصلی تأثیر

موتورخانه یعنی صاحبان منازل، فروشگاه‌ها و دفاتر اداری در ارتباط بوده و می‌تواند با تأسیس شرکتی جدید در زمینه خدمات آسایشی، سرویس‌هایی را برای افزودن بر بازده مصرف انرژی و سطح آسایش ساکنان ارائه نماید. این موتورخانه پیشنهادی در یک زمینه دیگر نیز سدشکن بود. اگر قرار بود که شرکت فروشند برق و گاز صاحب، نصب کننده و بهره‌بردار سیستم DDC این شهر بوده و مسائل مالی انرژی مصرفی را نیز در آنجا حل و فصل نماید می‌بایست به صورت تنگاتنگی در طراحی سیستم تهویه مطبوع از همفکری آنان استفاده شود و این نکته بازهم مثبت تلقی می‌شد چون بخش خدمات انرژی شرکت فروشنده برق و گاز به طور سنتی در زمینه ارائه مشاوره برای سیستم‌های تبدیل انرژی و انتخاب سیستم‌های مختلف فعال بوده و تجربه خوبی در اختیار داشت. نتیجه این شد که از این شرکت

نزدیک است و تناسب نزدیکی با چرخه‌های آب‌وهوایی دارد. حال با توجه به این تشابهات می‌توان اصول اولیه و همگونی برای طراحی موتورخانه‌های منطقه‌ای در شرایط آب‌وهوایی متنوعی تدوین نمود. اولین نکته مهم برای طراحان این خواهد بود که پروفیل بارها برای عملکرد چیلرها در موتورخانه فارغ از موقعیت پروژه به هم شباهت خواهند داشت. این مسئله در شکل (۱) که نتیجه تحلیل‌ها و شبیه‌سازی‌های ساعتی برای ساختمان‌های مختلف اداری و تجاری در محل بیورتن (Beaverton) و پنج منطقه دیگر کشور آمریکا با شرایط آب‌وهوایی متفاوت را در بردارد به خوبی نشان داده شده است. دو منحنی در این شکل وجود دارند. منحنی سمت راست ساعات کارکرد مورد انتظار چیلر موتورخانه برای تأمین بارهای مختلف موجود در شهر را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌فرمایید این منحنی بین محدوده بالای ۶۸ درصد سال



می‌گیرند. علاوه بر این متوجه می‌شویم که شرایط آب‌وهوایی اکثر مناطق دنیا به‌جز مناطق حاره و استوایی در فصل سرمایش چرخه‌های تقریباً مشابهی را طی می‌کنند. دمای حباب خشک حداکثر طراحی، دمای حباب‌تر و شرایط تابش‌های خورشیدی و نیز ساعاتی که در آن‌ها بارهای سرمایش مکانیکی به حداکثر می‌رسند (مانند درصد زمانی کارکردهای نسبی سیستم‌ها در بارگذاری حداکثر) در نقاط مختلف کشور آمریکا و کشورهای دیگر با هم تفاوت دارند اما پروفیل بار در آن‌ها به یکدیگر