

A photograph of a modern, curved wooden house with a stone base and solar panels on the roof, set in a forest. The house features large windows and a curved roofline. The text "ساختمان های صفرانرژی (netziro)" is overlaid on the image.

ساختمان های صفرانرژی (netziro)



مقدمه :

ساختمان با انرژی صفر یا ساختمان های با انرژی خالص صفر نسل جدید ساختمان ها هستند که امروزه به عنوان یک گزینه برای کاهش مصرف سالیانه انرژی مطرح شده اند. تعدادی از این ساختمان ها در نقاطی از جهان اجرا شده است. در این مطالعه این نوع سیستم ساختمانی به عنوان یک راهکار عملی مناسب در راستای اصلاح الگوی مصرف معرفی می شود. از این مطالعه مشخص می شود که با استفاده از این ساختمان ها می توان از طرفی مصرف انرژی را کاهش داد و از طرف دیگر باعث کمتر الوده شدن محیط زیست شد که هر دوی اینها به نفع بشر و به خصوص نسل های آینده می باشد.

تعاریف ساختمانهای صفر انرژی (ZEH)

دپارتمان انرژی آمریکا (DOE) ساختمانهای انرژی صفر را چنین تعریف می نماید:

ساختمانهایی که در آنها از طریق به کارگیری تکنولوژیهای تجدید پذیر، میان مصرف و تولید انرژی تعادل برقرار میگردد. این ساختمانها، بیان هنرمندانه، اصول طراحی انرژی مفید و تجهیزات را با تولید در محل انرژی های تجدید پذیر ترکیب نموده و نیازهای انرژی ساکنان را برطرف مینمایند. صفر انرژی ساختمانی است که بسیار کارا بوده و انرژی خود را خود تولید مینماید و در طول یکسال به اندازه مصرف انرژی، انرژی تولید میکند.



A photograph of a two-story house with a brown tiled roof. The roof is covered with numerous dark blue solar panels. There are three skylights on the roof. The house has white walls and a small porch with steps. The surrounding area is green with trees and a blue sky with clouds.

می توان گفت ساختمانهای انرژی صفر دو جهت گیری مشخص دارند :

۱- نیاز (تقاضا) برای انرژی را کاهش می دهند

۲- از منابع قابل بازگشت انرژی تولید می کنند.

در تعاریف مرتبط با ساختمانهای صفر انرژی باید به نکات زیر توجه نمود :

الف: ساختمان صفر انرژی به معنای مصرف انرژی صفر نیست.

ب: این ساختمانها مستقل از وسایل رفاهی نیستند.

ج: کاربرد این ساختمانها به معنای جیره بندی انرژی نیست.

د: انرژی در این ساختمانها ، انرژی نامتناهی نیست.

ذکر این نکته ضروری است که بر طبق تعریف DOE انرژی صفر از لحاظ ظاهر

هیچگونه تفاوتی با ساختمانی معمولی ندارد.[1]



طراحی ساخت

اصل کلی در طراحی ساختمانهای صفر انرژی بر کاهش هرچه بیشتر مصرف انرژی قرار می گیرد. انجمن خانه های صفر انرژی کانادا دو راهکار کلی برای طراحی این خانه ها ارائه می دهد:

- 1- طراحی مناسب ساختار و فیزیک بنا . که با رعایت اصول آن کاهش ۷۰ تا ۸۰ درصدی مصرف انرژی را شاهد هستیم.
- 2- استفاده از منابع انرژی های تجدید پذیر مانند انرژی خورشیدی، باد ، زیست سوخت . این امر با بکارگیری تکنولوژی های برگشت پذیر در این خانه ها میسر می گردد.[1]

فیزیک ساختمان

اهم اصول مطرح شده برای کاهش مصرف انرژی در این بخش به شرح زیر است :

- ۱- حتی الامکان شکل کلی بنا به شکل مربع و مستطیل باشد به نحوی که حداقل گوشه و دیوارهای محیطی را دارا باشد.
- ۲- قرار دادن حد اکثر پنجره در جبهه جنوبی و کمترین تعداد در جبهه شمالی
- ۳- حداقل تعداد بازشوی خارجی [1]



تکنولوژیهای ساختمان انرژی صفر

همانگونه که ذکر گردید ، ساختمانهای انرژی صفر از تکنولوژیهای تجدید پذیر جهت کاهش استفاده از انرژی بهره میگیرند. تعداد و نوع استفاده از این تکنولوژیها بستگی به نوع ساختمان دارد و از پیش تعیین شده نیست. ذکر این نکته ضروری است که این ساختمانها از ترکیب تکنولوژی بهره می برد و متکی بر یک نوع خاص از آنها نمی باشد. اهم تکنولوژی های مطرح در ساختمانهای انرژی صفر به شرح زیر می باشد:

۱-فوتوولتیک (PV) که در دو نوع کریستالین و آمورف قابلیت استفاده دارد.

۲- انرژی باد (micro-wind turbine)

۳- گاز طبیعی

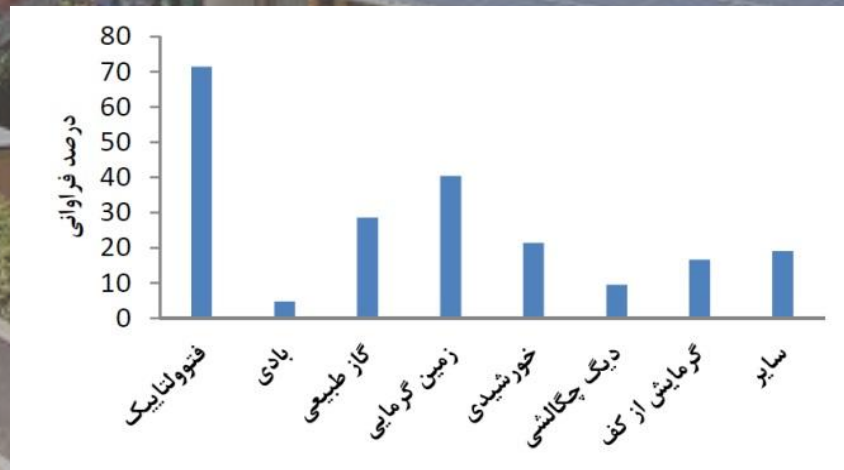
۴- زمین گرمایی

۵- گرمایش خورشیدی که به دو صورت Flat و لوله ای انجام پذیر است.

۶- دیگ چگالشی

۷- گرمایش از کف

۸- سایر موارد



درصد فراوانی تکنیک های مختلف سبز انرژی در نمونه های بررسی شده به تفکیک نوع تکنیک

انواع انرژی های تجدیدپذیر و کاربرد آن ها در ساختمان :

عملکرد	تجهیزات مرتبط	نوع منابع
تامین انرژی الکتریکی	سلول فتوولتائیک	انرژی خورشید
تامین آب گرم مصرفی، گرمایش هوا	آبگرمکن خورشیدی	انرژی باد
در ساختمان ها استفاده نمی شود	سیستم زمین گرمایش	زمین گرمایش
تامین گرمایش محیطی	پمپ زمین گرمایشی	
تامین گرمایش محیطی، آب گرم مصرفی	سوخت زیستی	سوخت های زیستی
تامین گرمایش محیطی، پخت و پز	گاز زیستی	



مزایای ساختمان انرژی صفر

- ۱-دraman بودن صاحبان این ساختمان‌ها از افزایش قیمت انرژی
- ۲-راحتی بیشتر به دلیل طراحی و تنظیم دمای محیط به صورت یکنواخت و ایزوترم
- ۳-نیاز به انرژی کمتر
- ۴-هزینه‌های کمتر نگهداری به دلیل بازدهی بالای انرژی
- ۵-کاهش هزینه‌های خالص ماهانه زندگی
- ۶-قابلیت اطمینان زیاد به عنوان مثال سیستم‌های فوتوولتاییک دارای گارانتی ۲۵ ساله بوده و به ندرت دچار مشکلات ناشی از تغییرات آب و هوایی می‌شوند.
- ۷-کاهش هزینه‌های ناشی از بازسازی ساختمان در صورت تصمیم‌گیری به تبدیل آن به ساختمان انرژی صفر در آینده
- ۸-افزایش ارزش ساختمان‌های انرژی صفر نسبت به ساختمان‌های سنتی با افزایش هزینه سوخت‌های فسیلی


معایب ساختمان های صفر انرژی

- ۱- هزینه های اولیه بالا و نیاز به آموزش های کاربری آنها
- ۲- کمبود دانش فنی توانایی ها و تجربیات لازم در طراحی و ساخت ساختمان های مصرف انرژی صفر
- ۳- تکنولوژی سلولهای فوتوولتائیک باعث کاهش قیمت ها در حدود ۱۷٪ شده است این امر باعث خواهد شد تا هزینه سرمایه گذاری در سیستم های تولید انرژی مبتنی بر انرژی خورشیدی نیز کاهش یابد.
- ۴- کاهش توانایی در فروش اینگونه ساختمان ها به دلیل هزینه های اولیه و نیاز به رقابت سخت در فروش.
- ۵- انرژی خورشیدی جذب شده از طریق پوسته ساختمان فقط در قسمت جنوبی آن بیشترین بازده را دارد و در سایر جهات به دلیل وجود سایه بازدهی آن کاهش بیشتری خواهد داشت.



تفاوت ساختمان های انرژی صفر (تجدید پذیر) با ساختمان های قدیمی (تجدید ناپذیر):

در دنیای امروز با توجه به محدود بودن منابع سوخت فسیلی ساختمان ها صنایع و دیگر ارگانها به سمت استفاده از دیگر انرژی های موجود در زمین مانند انرژی خورشیدی، بادی، زیست انرژی و آبی حرکت نموده اند . ساختمانهای قدیمی ۴۰ درصد کل انرژی سوخت فسیلی را در آمریکا اتحادیه اروپا مصرف می کنند و تولید کننده های مهمی از گازهای گلخانه ای محسوب می شوند. اصل مصرف انرژی شبکه صفر بعنوان یک ابزار برای کاهش آلاینده گی کربن و وابستگی به سوخت های فسیلی در نظر گرفته می شوند. گرچه ساختمانهای انرژی صفر حتی در کشورهای توسعه یافته غیر متداول می باشند ولی روز به روز اهمیت و محبوبیت پیدا می کنند.

An aerial photograph of a suburban neighborhood. In the foreground, a two-story house with a grey roof is covered with a large array of blue solar panels. To its right, another house with a similar roof also has solar panels. Further right, a house with a light-colored exterior and a brick base is visible. In the background, more houses and a green lawn with a wooden deck and patio furniture can be seen. The overall scene depicts a modern, eco-friendly residential area.

ایده و اصل مصرف انرژی خالص صفر به دلیل اینکه برداشت از انرژی‌های تجدیدپذیر وسیله و راهکاری برای حذف الاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای است توجه بسیاری را به خود معطوف داشته است امروزه طرح‌های مرتبط با اصول انرژی صفر به دلیل افزایش هزینه‌های سوخت‌های فسیلی و تاثیرات مخرب آنها بر روی محیط زیست و شرایط آب و هوایی و برهم زدن تعادل اکولوژیک بسیار کاربردی و از محبوبیت خاصی بر خوردار شده است.

این ساختمانها می‌توانند از شبکه تامین انرژی جدا و مستقل باشد بدین ترتیب انرژی به صورت محلی و از طریق ترکیبی از فناوری‌های تولید انرژی‌های نو از قبیل خورشیدی، بادی و بیوسوخت ها تامین می‌گردد. آن در حالست که با استفاده از تکنولوژی‌های خاص برای سیستم‌های روشنایی و گرمایش و سرمایش فوق پربازده در مصرف هر چه کمتر انرژی تلاش شده است. به عبارت دیگر در یک ساختمان انرژی صفر قبل از تولید انرژی پاک به بهینه‌سازی مصارف انرژی در بخش‌های مختلف ساختمان پرداخته شده است و با استفاده هوشمندانه از تکنولوژی تجدیدپذیر تعادل میان تولید و مصرف انرژی برقرار می‌کند.

برنده جایزه بهترین مهندسی / مقام اول

در بخش ساختمان های تجاری جدید

بزرگترین ساختمان انرژی صفر

برسی یک نمونه ی اجرا شده از ساختمان های صفر انرژی

ساخت بزرگترین ساختمان انرژی صفر جهان در یک شب اتفاق نیفتاده است ولی با یک هدف بلند پروازانه آغاز شد. در سال 2008 وقتی تیم طراحی این پروژه به دنبال طراحی ساختمان پشتیبانی تحقیقات در آزمایشگاه ملی انرژی های تجدیدپذیر آمریکا بود، پیش شرط تعیین شده در پروپوزال، طراحی ساختمانی با میزان مصرف انرژی سالانه (25 kBTu/ft^2 معادل 79 kWh/m^2) بود. به جای برآورده نمودن این خواسته سختگیرانه، این تیم طراحی ارائه نمود که در لیست آرزوهای آزمایشگاه ملی انرژی ها تجدید پذیر آمریکا قرار داشت و این طرح، ساختمانی بود که به همان اندازه ای که انرژی مصرف می کند،



انرژی تولید نماید: یعنی یک طرح انرژی صفر. برآورد اولیه هزینه های ساخت این ساختمان معادل ۶۴.۳ میلیون دلار تخمین زده شد.

پس از تعیین هدف طراحی، شامل شرکت ساختمانی هاسلدن، شرکت طراحی راجرز ناجل لانگهارت و شرکت مشاور استانتک با تمرکز روی استفاده از معماری غیر فعال، سیستم های بهره وری انرژی های تجدید پذیر وارد عمل شدند. نتیجه طراحی ساخت یک ساختمان اداری با وسعت 222000 فوت مربع (۲۰۶۲۴ متر مربع) ر محوطه آزمایشگاه ملی انرژی تجدید آمریکا واقع در ایالات کلرادو آمریکا شد که شامل فضا های مختلف اداری، اتاق های کنفرانس، سلف سرویس، دیتاسنتر، سالن بدنسازی و کتابخانه است. علی رغم این که هر یک از تکنولوژی های این ساختمان قبلا به طور جداگانه مورد استفاده قرار گرفته بودند، نوآوری این پروژه، نحوه استفاده از آن ها در کناره گیری است.

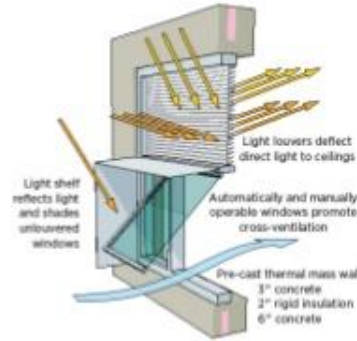


طرح اولیه ساختمان بر اساس حداکثر استفاده از استراتژی معماری غیر فعال شکل گرفت که در آن از مزایای شرایط آب و هوایی برای کاهش مصرف انرژی استفاده می شود. پس از انجام مدل سازی های مختلف، برای دستیابی به بهترین کارایی از نظر انرژی، طرح نهایی ساختمان به شکل H مایل با طبقات کم عرض پیشنهاد گردید. جهت گیری ساختمان، پلان ها، مقاطع، اجرام و طراحی جداره ساختمان همگی به گونه ای طراحی شدند که ساختمان حداکثر بهره وری را از نور روز و تهویه طبیعی داشته باشد. عرض طبقات اجازه می دهد تا بتوان از هر دو روش کوران و تهویه یک طرفه جهت تهویه ساختمان استفاده نمود. جانمایی و مبلمان ساختمان به صورتی است که هیچ کارمندی بیش از 9 متر از پنجره های باز شو فاصله نداشته باشد و تمام فضا های اداری بر اساس امکان سرمایه گذاری طبیعی و غیر فعال طراحی شده اند. از مدل سازی کامپیوتری برای تعیین تعداد، ابعاد و محل پنجره برای برقراری تعادل مناسب در استفاده از نور روز و کاهش بار حرارتی استفاده شد.

Windows

High Thermal Performance Glazing - Triple-Glazed Windows with Individual Overhangs

- North and South >> triple glazed
- North windows larger than on south elevation



استراتژی های سختگیرانه سایه اندازی روی پنجره ها برای تمامی بازشوهای شیشه ای ساختمان اتخاذ شد و از شیشه های خاص مثل شیشه های الکترومیک در ساختمان استفاده گردید. این امر سبب شد تا علاوه بر کاهش بار حرارتی دریافتی در تابستان استفاده از نور روز همچنان مهیا باشد. معماری ساختمان نیز به گونه ای است که هوای ورودی تهویه را پیش گرم می نماید و جرم حرارتی بدون پوشش مسیرهای مارپیچ حرارتی مورد نیاز خود ذخیره نماید. در بخش زیرین ساختمان، مسیر مارپیچ حرارتی توسط سازه های بتنی احداث شد. این مسیر مارپیچ انرژی حرارتی را ذخیره می نماید و ظرفیت مضاعفی را برای گرمایش و سرمایش غیرفعال ساختمان فراهم می کند. به علاوه سقف ساختمان نیز برای استفاده از سیستم فوتوولتاییک (PV) به سمت جنوب دارای شیب می باشد.



پنجره های ضلع جنوبی مجهز به سایبان

ساختمان در یک نگاه

ساختمان پشتیبانی تحقیقات (RSF)

مکان: ایالت کلرادو، آمریکا

مالک: دپارتمان انرژی آمریکا و آزمایشگاه ملی انرژی‌های

تجدیدپذیر

کاربری: اداری

شامل: دیتاسنتر

کارمندان / افراد مقیم: ۸۲۲ نفر

سطح ناخالص: ۲۰۶۲۴ مترمربع

فضای تهویه شده: ۲۰۶۲۴ مترمربع

درصد اشغال و سکونت در فضا: ۱۰۰٪

تاریخ اتمام ساخت و آغاز بهره‌برداری: ژوئن ۲۰۱۰

جوایز و نشان‌های ملی:

- LEED-NC Platinum, 2011;
- Sustainable Sites Pilot;
- AIA COTE Top Ten Green Project, 2011;
- GreenGov Presidential Award,
- Green Innovation (RSF Data Center), 2011;
- McGraw Hill Construction Outstanding Green Building, 2010;
- American Institute of Steel Construction IDEAS2 Award, 2011;
- Design-Build Institute of America, Merit Award, 2011

ساختمان در یک نگاه

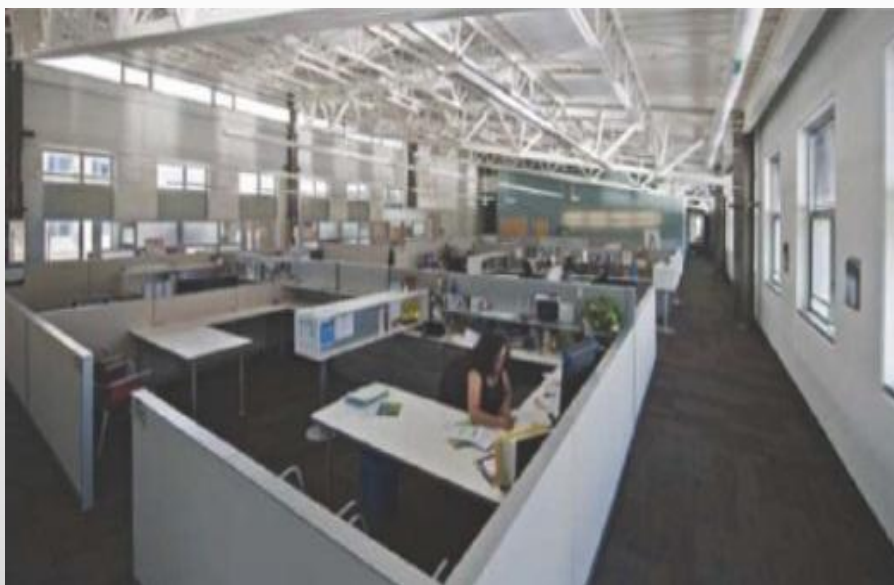
دستیابی به ساختمان انرژی صفر نیازمند بهینه سازی و یکپارچه نمودن تمام جریان های انرژی و سیستم ها در ساختمان است به همین منظور، تلاش زیادی جهت کاهش انرژی مورد نیاز بخش Tساختمان انجام شد. برای مثال کاهش تعداد پرینتر ها و دستگاه های کپی و جایگزینی کامپیوتر ها با لپ تاپ ها سبب کاهش میزان انرژی مورد نیاز گردید.



- ۱- عرض ۲۰ متری ساختمان برای دریافت حداکثر تابش خورشیدی
- ۲- ۱٫۶ مگاوات سلول خورشیدی فوتوولتائیک در پروژه: ۴۵۰ کیلووات روی بام ساختمان
- ۳- سایبان های لوور که سبب کاهش شدت تابش در لابی می شوند
- ۴- تسطیح سطح پنجره ها به سطح دیوارها در ضلع شمالی و جنوبی ۲۵ درصد است
- ۵- سقف های تشعشعی سرمایش و گرمایش را از سقف منتقل می کنند
- ۶- پنجره های با کنترل دستی امکان تهویه طبیعی را فراهم می کنند و پنجره های آلومینیک می توانند در طول شب های تابستان باز شوند تا از خنکی شب برای خنک کردن فضای داخلی استفاده گردد.

توضیحاتی در مورد ساختمان

به علاوه برای تامین روشنایی ساختمان سیستمی یکپارچه بر اساس طراحی صحیح معماری داخلی استفاده از روشنایی های بالا طراحی شد. استفاده از روشنایی ها با راندمان بالا و کنترل آن ها، بهره گیری از شناوری روز در ساختمان را تکمیل نموده و دید بصری بسیار مناسبی را با کمترین میزان مصرف انرژی تامین می نمایند. با توجه به عرض کم ساختمان و استفاده از تجهیزات انعکاس نور و گودهای نور در ضلع جنوبی ساختمان، امکان استفاده از نور روز برای 92% از فضا های اداری فراهم گردید. با استفاده از سیستم روشنایی اتوماتیک و خاموش شدن روشنایی ها در زمان های غیرضروری نیز مصرف انرژی در ساختمان کاهش یافت.

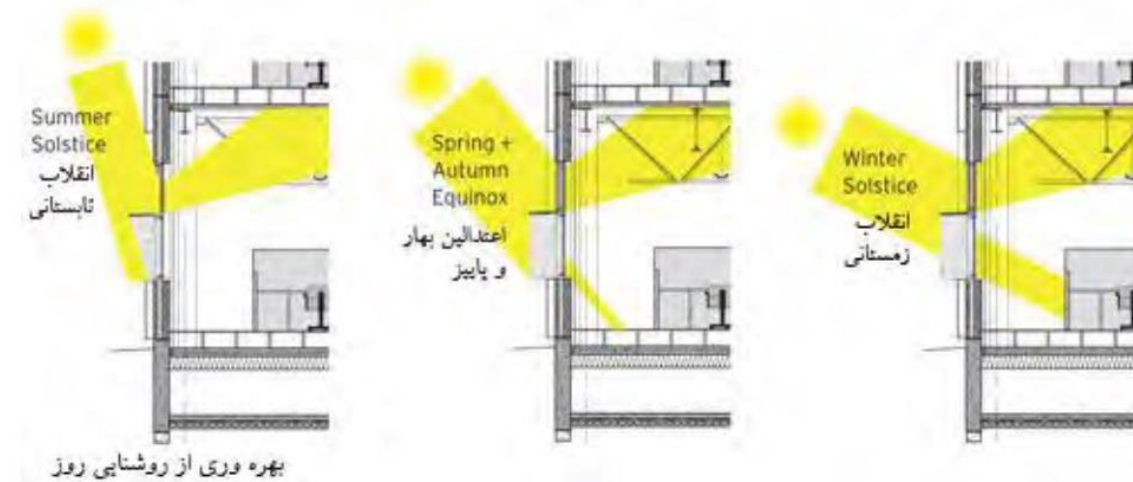


استفاده از نور روز جهت نورپردازی فضای داخلی



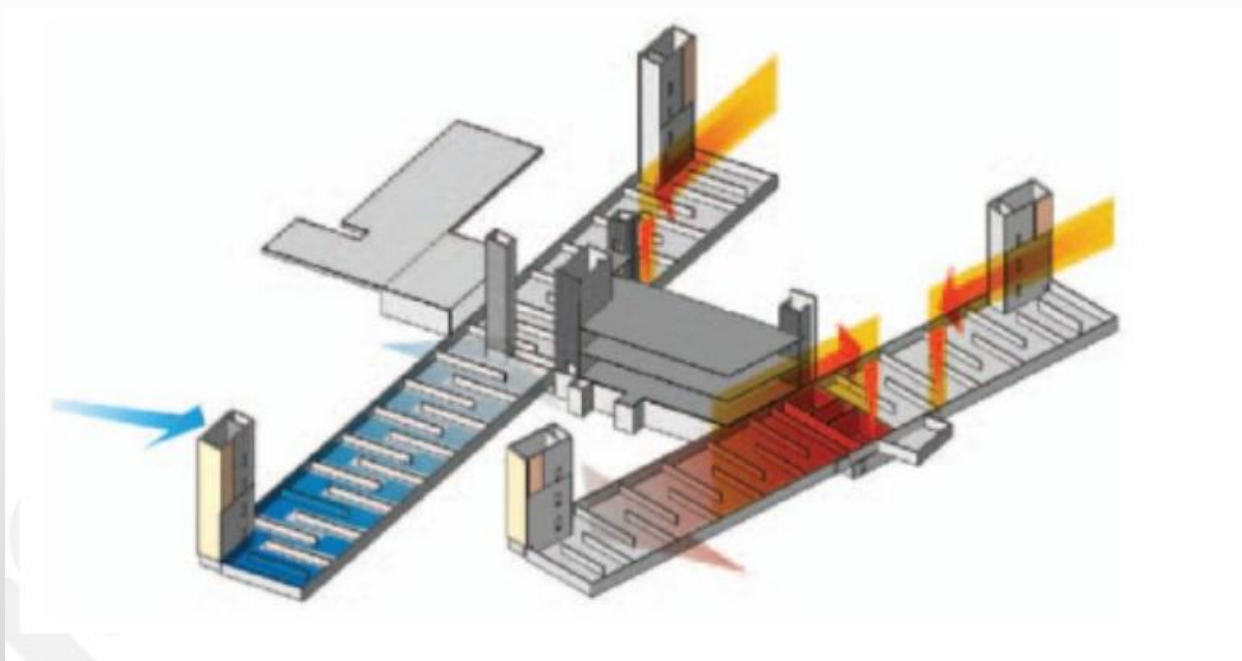
توضیحاتی مختصر در مورد ساختمان

کاهش میزان مصرف انرژی نخست با استفاده از معماری صحیح در پروژه امکان پذیر شد. پس از آن استفاده از سیستم روشنایی بسیار کارآمد و کاهش بارهای الکتریکی سبب کاهش بارهای داخلی ساختمان گردید و کارایی انرژی در ساختمان را بهبود بخشید. نهایت آسایش حرارتی با استفاده از یک سیستم یکپارچه حرارتی شامل جرم های حرارتی، گرمایش از سقف، تهویه شبانه و تهویه طبیعی تأمین گردید که همگی به صرفه جویی انرژی در ساختمان کمک می نماید.



بهره وری از روشنایی روز در مرکز آزمایشگاه

گرمایش از سقف به همراه سیستم هوایی مستقل، سیستم اصلی مکانیکی در این ساختمان است که براساس تجربیات موفق قبلی اجرا شده است. در مجموعه آزمایشگاه ملی انرژی های تجدیدپذیر آمریکا موتورخانه مرکزی آب سرد و گرم را تأمین می نماید. سیستم هوایی RSF برای ساختمان حاضر (موجود متشکل از کویل های آب گرمایشی و سرمایشی به همراه کویل های تبخیری و بازیافت حرارت می باشد).



عملکرد مسیر ماریچ در فونداسیون به عنوان باتری حرارتی

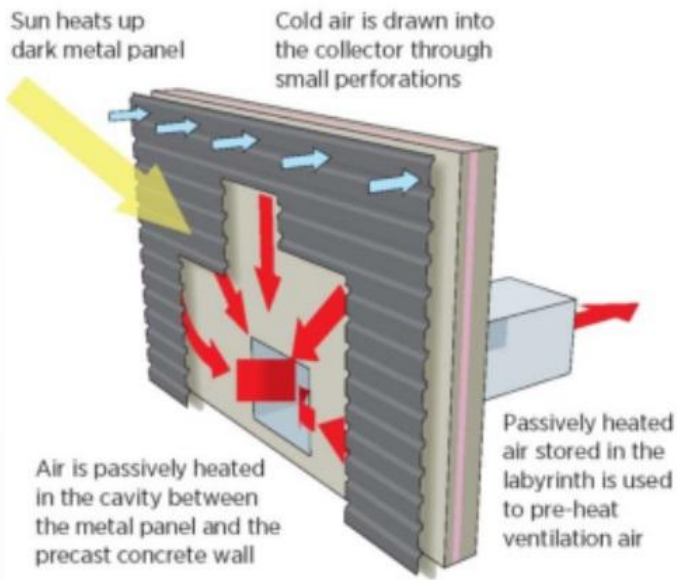


سیستم توزیع هوا که از طریق کف کاذب انجام می گیرد، هوای مورد نیاز جهت تهویه را تأمین می نماید و رطوبت را نیز کنترل می کند. سقف های حرارتی نیز که به نوبه خود شرایط آسایش حرارتی را تأمین می نمایند شامل لوله های پلی اتیلن (PEX) هستند که آب در داخل آن ها جریان دارد و جهت تابش تشعشعی در سقف نصب گردیده اند. مجمو حدود 68 کیلومتر لوله کشی تشعشعی در تمامی طبقات ساختمان نصب شده است که به جای هوا از آب برای گرمایش و سرمایش استفاده می نمایند. در این ساختمان 5 زون حرارتی در نظر گرفته شده است که در قالب فضا های داخلی و محیطی گروه بندی شده اند. تمامی فضا های محیطی امکان تغییر بین حالت گرمایش و سرمایش را دارا هستند. فضا های با بار حرارتی زیاد مثل اتاق های کنفرانس با فن کویل نیز تجهیز شده اند.

سیستم گرمایش و سرمایش تشعشعی از سقف



دیتاسنتر مجموعه نیز دارای سیستم تهویه مستقل است که حرارت تولید شده در آن برای سایر بخش های ساختمان بازیافت می گردد. این بخش با این که در محدوده دمایی مجاز سازندگان تجهیزات الکترونیکی فعالیت می کند اما دمای کارکرد آن از بسیاری از نمونه های مشابه بیشتر است. وقتی دمای هوای خارج ساختمان سردتر است، هوای با دمای بالاتر از 32 درجه سلسیوس که از سرور ها خارجی می شود جهت گرمایش بخش های دیگر ساختمان به آن بخش ها هدایت می شود. هواسازهای موجود در دیتاسنتر نیز دارای کویل سرمایشی هستند که برای سرمایش در ساعاتی از تابستان مورد استفاده قرار می گیرند. دیتاسنتر مجموعه یکی از پربازده ترین دیتاسنترهای دنیا است. در ماه های سرد ضریب توان مصرفی (PUE) آن بین 1،1 تا 1،15 و در ماه های گرم سال به طور متوسط 1،1 تا 1،2 می باشد.



نحوه عملکرد کلکتور خورشیدی نفوذپذیر

هوای ورودی از خارج ساختمان قبل از ورود به سیستم توزیع هوای ساختمان به طور غیرفعال از طریق کلکتورهای خورشیدی نصب شده بر دیواره های ضلع جنوبی ساختمان گرم می شود. این کلکتور ها از صفحات موجدار تیره رنگ فلزی را دندانان های ریز ساخته شده اند. هوا از طریق دندانان های ریز وارد می شود و در اثر تشعشع خورشید گرم می گردد. مسیر مارپیچ ایجاد شده در کف ساختمان این حرارت ایجاد شده را همچون گرمای تولید شده از سیستم بازیافت حرارت دیتاسنتر، ذخیره می نماید. این حرارت در فصل های سرد برای گرمایش هوای ورودی به ساختمان استفاده می شود.



کلکتور خورشیدی نفوذپذیر ضلع جنوبی



سیستم اتوماسیون ساختمان هم چنین پنجره های خاصی از ساختمان را در طول شب باز می کند تا از هوای خنک شب در ایالت کلرادو برای خنک نمودن جرم حرارتی ساختمان استفاده نماید.

طراحی ساختمان به گونه ای انجام شد که به جای تأمین ظرفیت 650 نفر کارمند طرح اولیه، برای ۸۲۲ نفر ظرفیت و فضای کاری ایجاد گردد. با توجه به تراکم بیشتر نفرات و افزایش بارهای دیتاسنتر، حداکثر انرژی مصرفی مجاز سالانه نیز تا 35 kBtu/ft^2 ($110/7 \text{ kWh/m}^2$) افزایش یافت. برای مقرون به صرفه نمودن پروژه از نظر اقتصادی، تأمین اکتريسيته توسط سلول های خورشیدی (PV) انجام می گیرد. ساختمان RSF با بهره گیری از معماری مناسب، بارهای حرارتی کم و سیستم های مکانیکی صحیح می تواند میزان مصرف الکتریسیته خود را تن ها با استفاده از 1/67 مگاوات سلول خورشیدی تأمین نماید.

۴۵۰ کیلووات سلول خورشیدی نصب شده روی بام ساختمان



ساختمان RSF هم چنین از پنجره های بازشوی دستی و اتوماتیک برای تهویه طبیعی استفاده می نماید. سیستم تهویه برای تشخیص دمای هوای نسبت به دمای آسایش از سنسورهایی استفاده می نماید. اگر دمای هوای بیرون خنک تر باشد، پنجره ها می توانند به صورت دستی توسط افراد باز شوند تا با ورود هوای خارج و ترکیب آن با هوای داخل، دما به حد مطلوب برسد. حدود یک سوم از پنجره های ساختمان به طور اتوماتیک و حدود دو سوم آن ها نیز به صورت دستی باز می شوند. سیستم اتوماسیون ساختمان نیز به اتوماتیک به به کاربران داخل ساختمان ایمیل هایی ارسال می کند و به آن ها توصیه می نماید که در چه زمانی می توانند پنجره ها را باز کنند. برای کاهش توان مصرفی فن ها نیز در فضا های اداری و اتاق های کنفرانس از استراتژی کنترل حجم هوای مورد نیاز استفاده شده است.

Inside a 'zero-energy' home

A San Francisco company is planning to build multifamily townhomes, lofts and apartments that create as much energy as they use. Here is a look at some of the net zero energy methods and materials.



Note: Diagram represents an example of one type of net zero energy building.

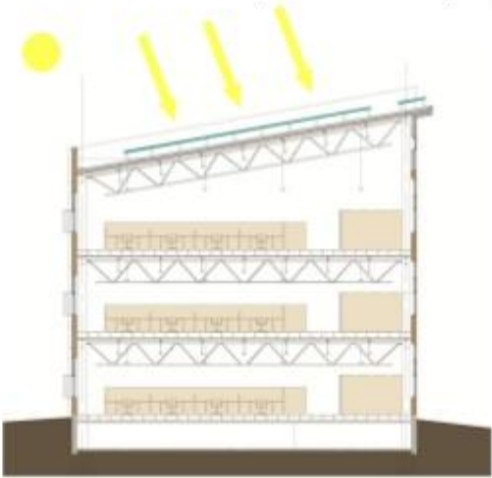
Source: Zeta Communities

The Chronicle

Roofs

Photovoltaic roofs

- 1.6 MW of on-site photovoltaic (PV)

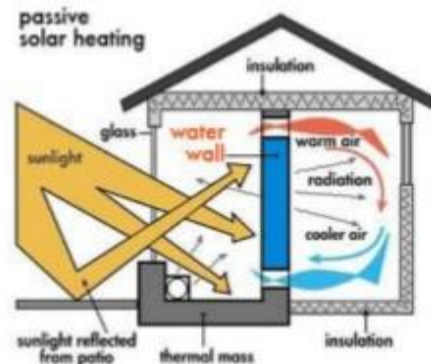
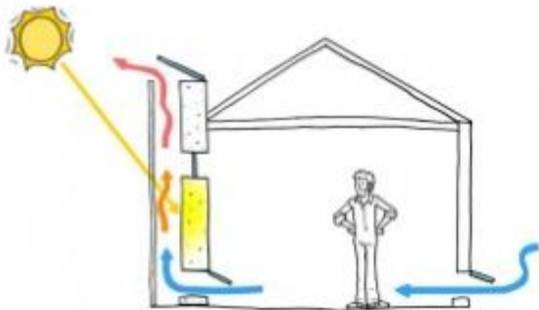


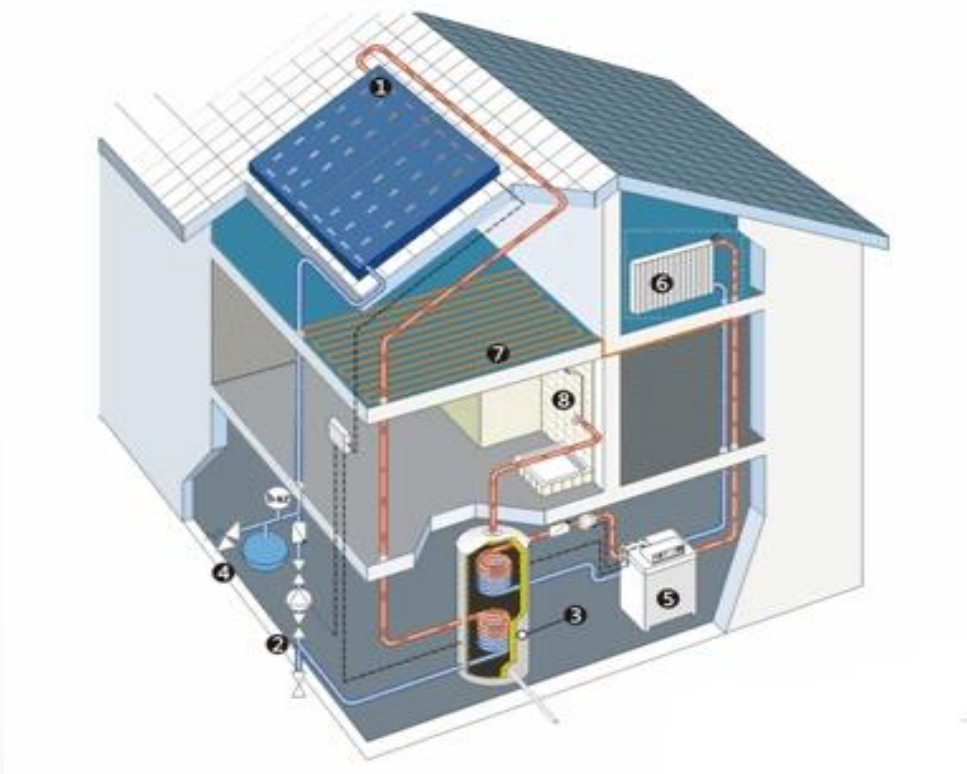
فاز اول سلول های خورشیدی PV با ظرفیت 449 کیلووات روی سقف ساختمان RSF نصب گردید و فاز دوم این سلول ها نیز با ظرفیت 527 کیلووات بر روی سایبان های موجود در پارکینگ بازدیدکنندگان نصب گردیدند. در نهایت فاز سوم سلول های خورشیدی با ظرفیت 706 کیلووات روی سایبان های پارکینگ کارمندان مجموعه نصب شدند که این مجموعه نه تن ها ساختمان RSF را به یک ساختمان انرژی صفر تبدیل نمود بلکه سبب شد تا میزان تولید دی اکسید کربن ساختمان در طول سال به صفر برسد. ترکیب استفاده از استراتژی های صرفه جویی در مصرف انرژی به همراه سلول های خورشیدی مورد استفاده در ساختمان RSF به مجموعه این امکان را داده است تا با صرفه جویی سالانه 275000 دلار در هزینه انرژی با بودجه ای محدود به یک ساختمان انرژی صفر مبدل گردد. هدف اولیه از طراحی ساختمان، RSF طراحی و ساختمان اداری انرژی صفر با کارایی زیاد و با هزینه های اولیه رقابتی بود. هزینه اولیه 64/3 میلیون دلاری که برای ساخت ساختمان و تکمیل فضا های داخلی آن در نظر گرفته شده بود با هزینه های استاندارد سرمایه گذاری سایر ساختمان های اداری فدرال سازگار است.

Walls

Passive Solar Walls

- Trap and transmit the solar energy
- Glazing is used >> greenhouse effect





فرآیند تهیه و خرید در ساختمان RSF بر پایه دستیابی به اهداف تعیین شده در مصرف انرژی و بر اساس قرارداد با قیمت مقطوع بوده است و به همین دلیل آنالیزهای بازگشت سرمایه جداگانه برای هر یک از استراتژی های انرژی های انجام نگرفته است. تیم طراحی ساختمان می بایست به گونه ای در فرآیند طراحی و ساخت عمل می نمود تا علاوه بر تأمین اهداف تعیین شده برای مصرف انرژی در ساختمان، از بودجه تعیین شده فراتر نرود. به همین دلیل بازده و راندمان در تمامی جنبه های ساخت و ساز باید مورد توجه قرار می گرفت و بهبود

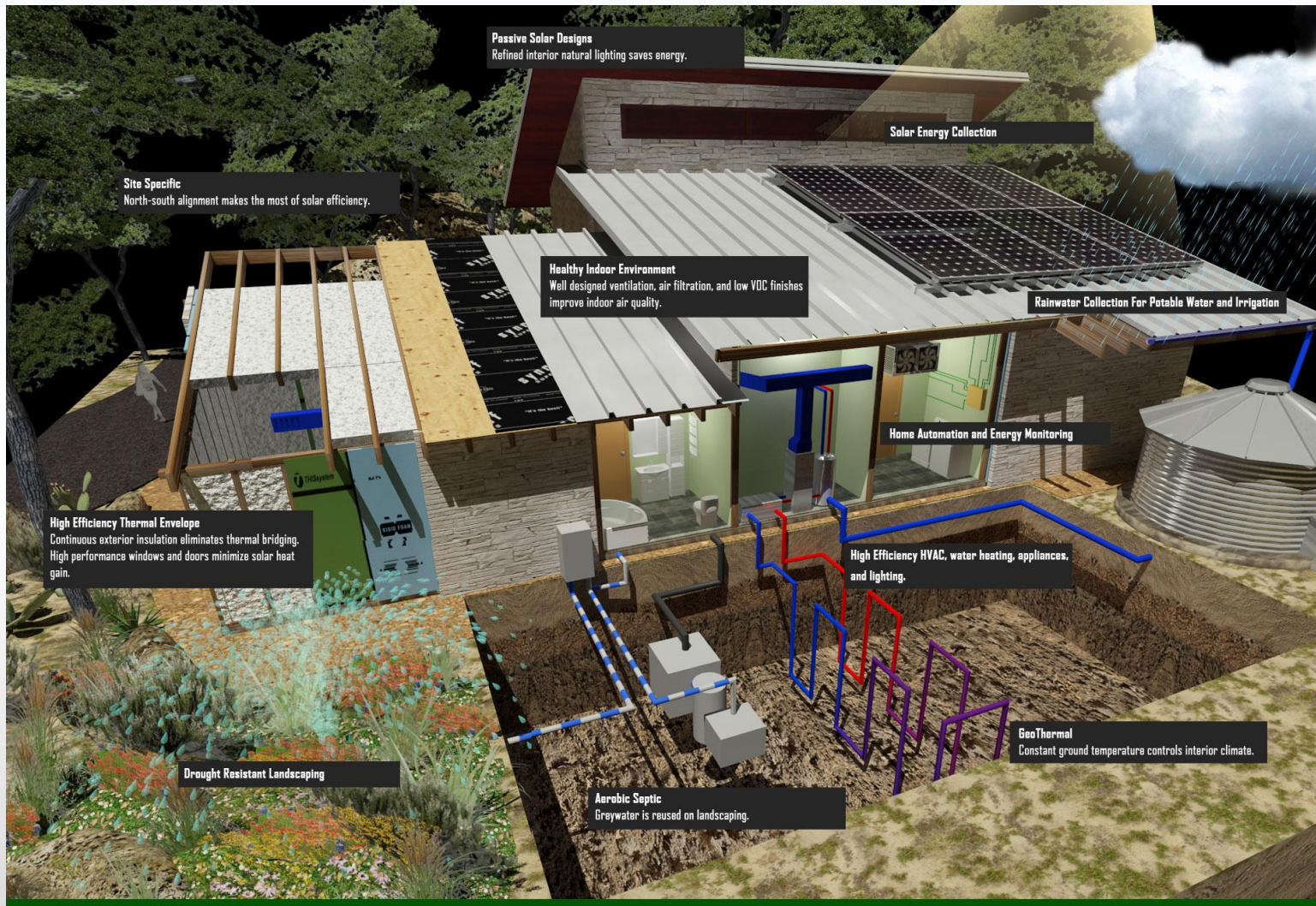
راندمان سیستم هرگز به آینده موکول نمی گردید. به همین دلیل در تمامی ای مهندسی و تصمیمات مؤثر در طراحی استراتژی بهبود راندمان در نظر گرفته شد تا کارایی مطلوب حاصل گردد. نتیجه این طراحی، ساختمانی شد که با هزینه های اولیه رقابتی در بازار کلیه اهداف تعیین شده در مصرف انرژی را پوشش می دهد بدون آن که هزینه ساخت آن از هزینه های اولیه تعریف شده در قرارداد تجاوز نماید.





پس از تکمیل ساخت ساختمان، تیم طراحی پروژه جهت بررسی نتایج طراحی، فرآیند اندازه گیری و ممیزی را آغاز نمود. نتایج ثبت شده نشان داد که میزان مصرف انرژی ساختمان با مدل انرژی اولیه تطابق بسیار خوبی دارد. مصرف انرژی سالانه ساختمان حتی بدون احتساب انرژی های تجدید پذیر 36% بهتر از ساختمان معیار تعریف شده در استاندارد ASHRAE 90.1 بود. شدت مصرف انرژی (EUI) در سال اول کارکرد ساختمان معادل 112 kWh/m^2 در سال اندازه گیری شد که به هدف اصلی پروژه که معادل 111 kWh/m^2 $35/1 \text{ kByu/ft}^2$ برای یک سال در نظر گرفته شده بود بسیار نزدیک است. البته این شدت مصرف سالانه انرژی برای بخش مصرفی (دیماند) محاسبه شده است و شامل انرژی تولید شده توسط سلول های خورشیدی نمی باشد.

استفاده از مواد تجدیدپذیر و بازیافتنی در ساختمان



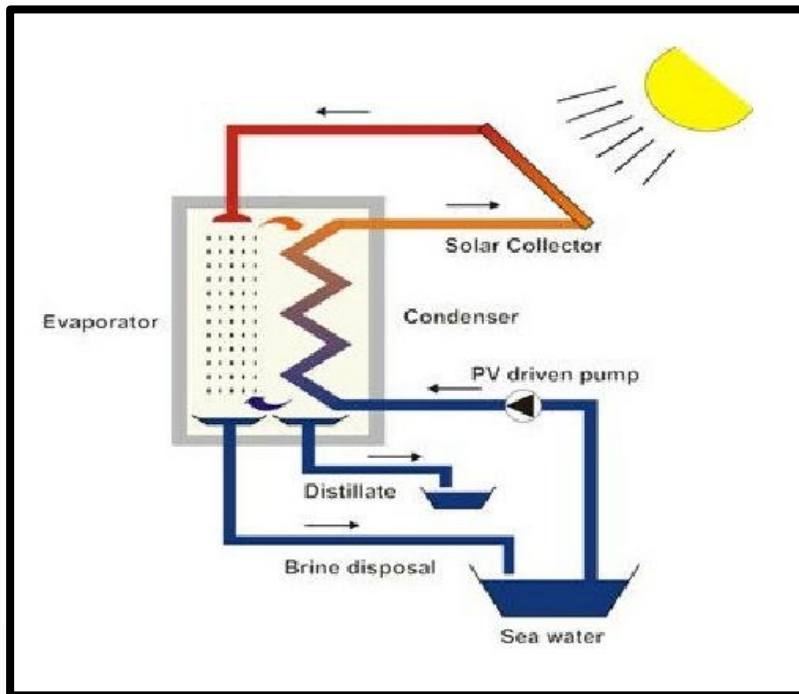
بدیهی است که در صورت کارکرد سیستم فوتوولتاییک ساختمان RSF به یک تولید کننده خالص انرژی تبدیل می گردد. تعریف پایداری تن ها مدیریت انرژی نیست، بلکه مدیریت همه منابع موجود است و برای ساختمان RSF تیم طراحی علاوه بر مدیریت انرژی روی مدیریت منابع آب، مصالح و ضایعات ساختمانی نیز متمرکز شد. طراحی سیستم های آبی در ساختمان RSF به گونه ای انجام شده است که با هیدرولوژی طبیعی محوطه تطابق داشته و از استراتژی های مختلف صرفه جویی برای حفظ تعادل چرخه آب بهره گرفته می شود. مجموع سالانه مصارف آب بهداشتی و آبیاری مورد نیاز ساختمان RSF معادل 791202 گالن^۳ (میلیون لیتر) می باشد که این مقدار کمتر از میزان بارش سالانه روی سقف این ساختمان و 57% کمتر از مقدار تعریف شده در استاندارد سیاست انرژی آمریکا سال 1992 است.



نمایی از ساختمان انرژی صفر

در این ساختمان هر جا که مقدور بود برای ساخت ساختمان از مصالح بازیافتی استفاده شده است. برای دیوارهای ورودی اصلی از چوب های غیر قابل استفاده درختان صنوبر کلرادو استفاده شد. برای ستون های فلزی سازه، از فولاد بازیافت شده خط لوله گاز استفاده شد. از خرده شیشه های بازیافتی برای کف سازی سیستم مدیریت منابع آب باران واقع در خارج ساختمان استفاده گردید. هم چنین برای فونداسیون و کف سازی ها، سنگدانه های حاصل از تخریب فرودگاه قدیمی دنور مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت نیز 75% از ضایعت ساختمانی تولید شده در حین ساخت بازیافت گردید.

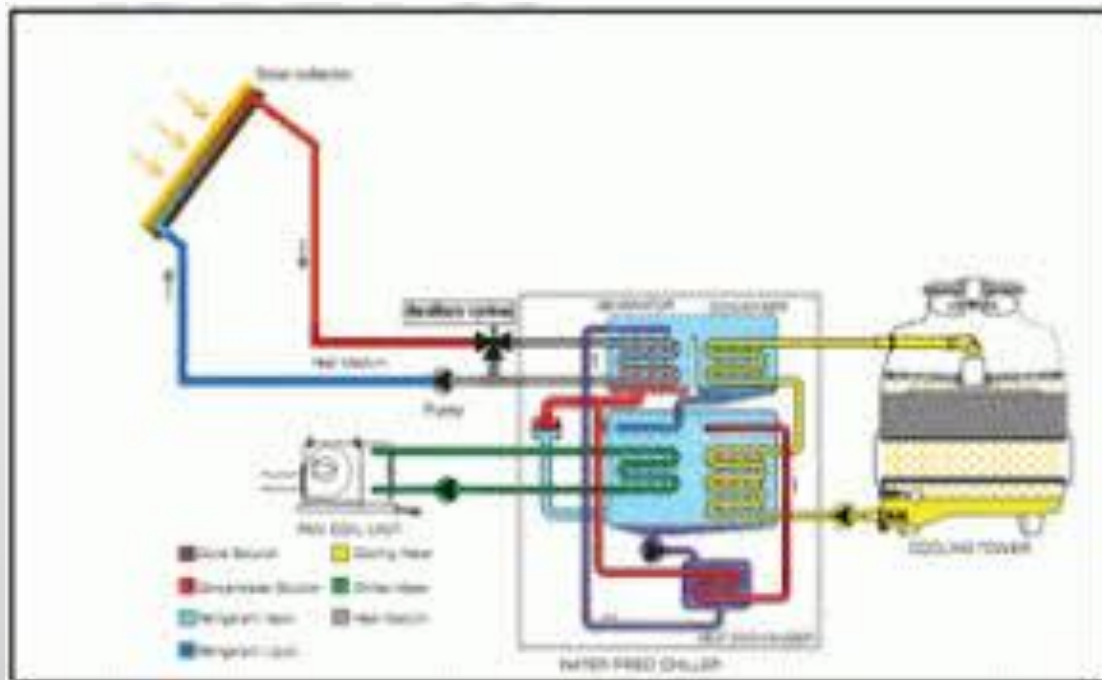
ساختمان RSF یک موفقیت بزرگ است اما سفر به سوی جهان پایدار در این جا به پایان نمی رسد. در ساختمان RSF قرار است سومین یال نیز احداث شود و سلول های خورشیدی بیشتری به مجموعه اضافه گردند و آزمایشگاه ملی انرژی های تجدیدپذیر آمریکا در صدد است تا بخش بیشتری از ساختمان های خود را به ساختمان های انرژی صفر تبدیل نماید.

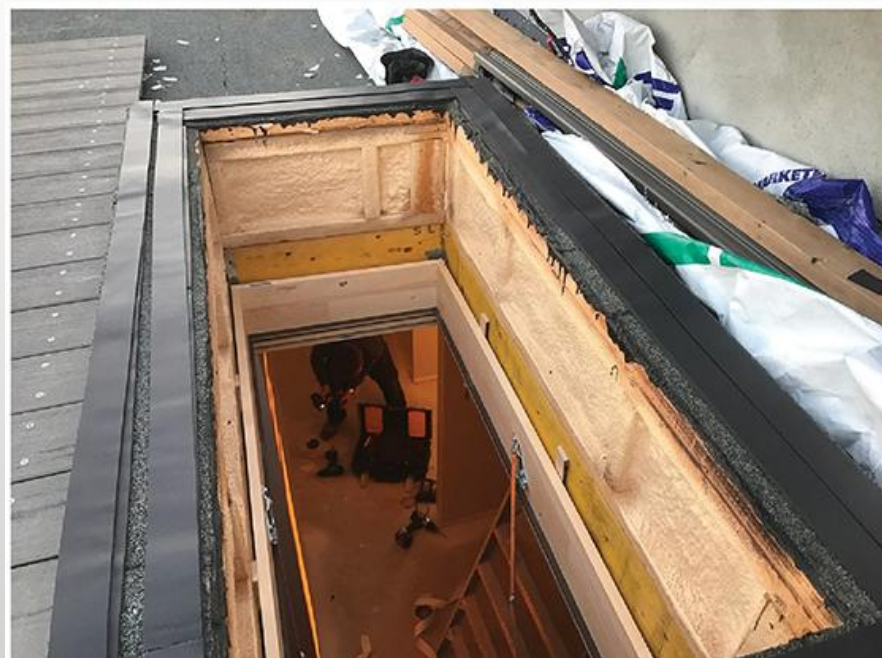
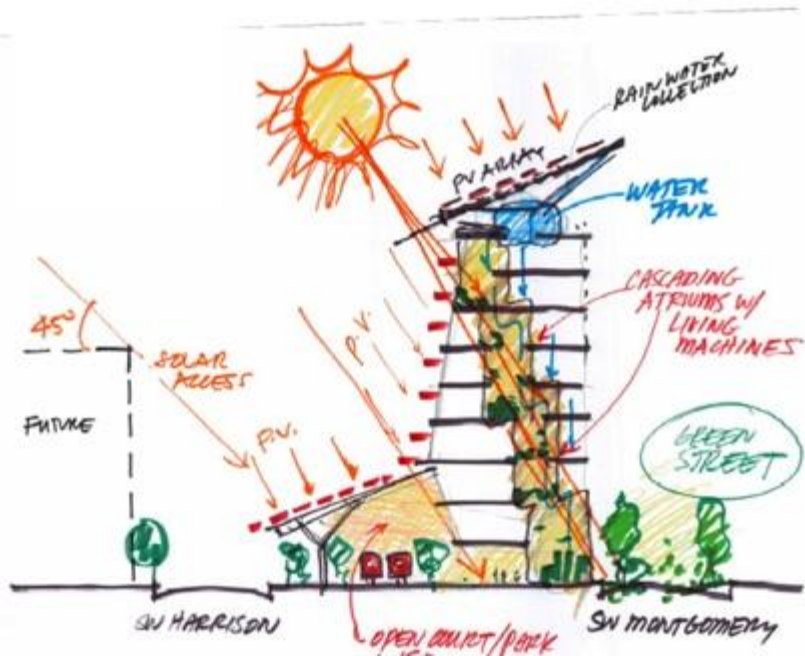


طور کلی برای طراحی صحیح ساختمان های انرژی صفر بایستی شرایط آب و هوایی منطقه مورد نظر را مد نظر قرار داد تا بتوان با تمامی شرایط در نظر گرفته شده به یک نتیجه ی قطعی برای طراحی و انتخاب رسید

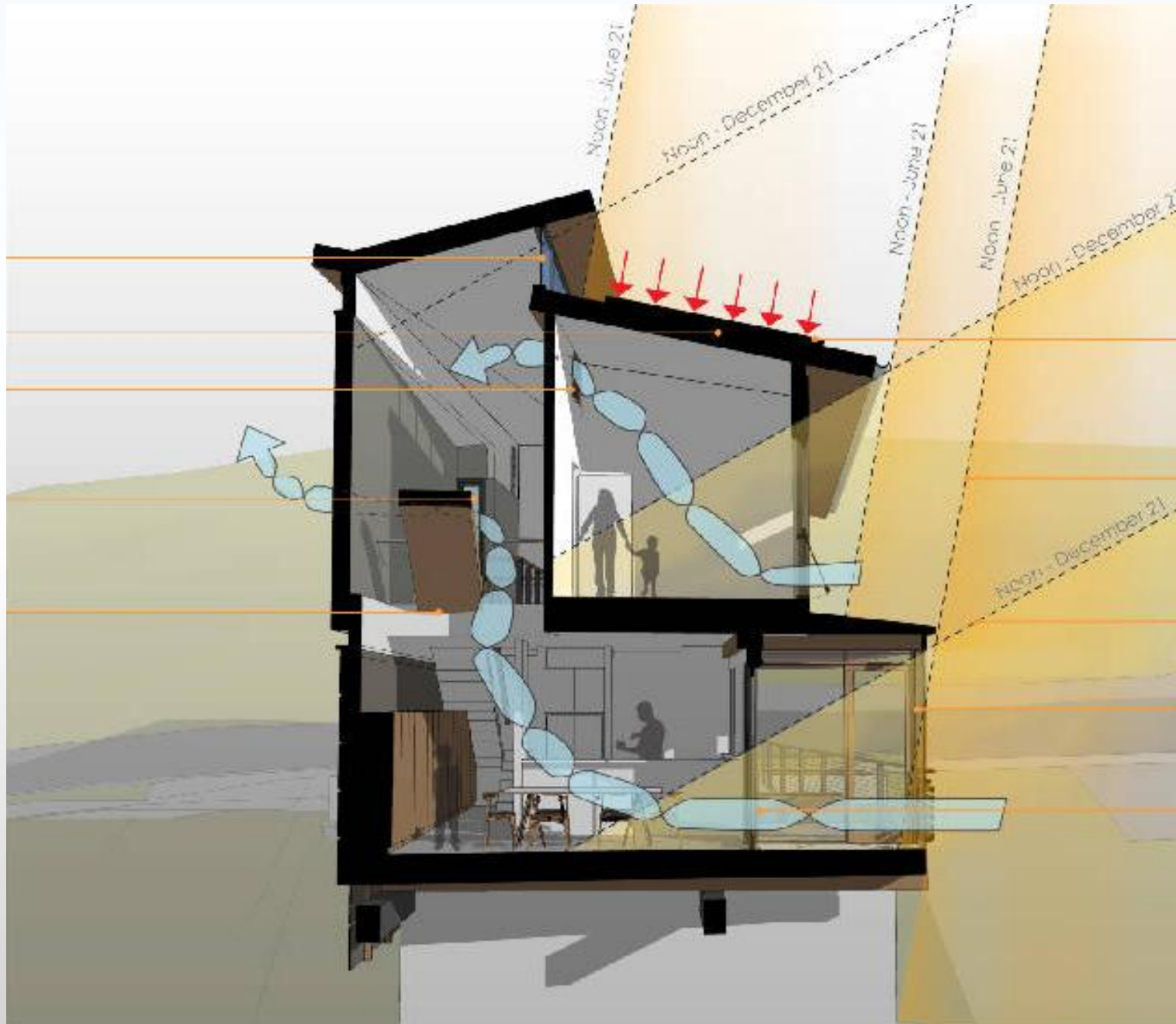
برای هر منطقه باتوجه به منابع در دسترس، طراح روش مناسبی را جهت برای ایران با توجه به گسترده بودن تأمین انرژی انتخاب می کند تنوع اقلیمی و شرایط محیطی نمی توان روش و یا منبع خاصی را به صورت کلی معرفی کرد اما با توجه به قرار گرفتن ایران در کمربند گرم و خشک زمین و میزان تابش مناسب خورشید در طول روز، خورشید می تواند منبع مناسب انرژی باشد

حال از نظر اقتصادی اگر بخواهیم انرژی تجدیدپذیر و انرژی های فسیلی را قیاسی داشته باشیم، باید گفت اجرای انرژی های تجدیدپذیر هزینه های اولیه بسیار بالایی دارند مانند فتوولتائیک که هزینه اجرایی بالایی دارد و زمین گرمایی که تقریباً برای ساختمان های مسکونی به دلیل هزینه های بسیار سنگین، نصب و اجرا را غیر ممکن می سازد، در صورتی که انرژی های فسیلی هزینه پایین تری دارند و همچنین آلودگی های زیست محیطی زیادی را از خود به جا می گذارند.





قیمت ارزان انرژی در ایران سبب گردیده تا بهینه سازی مصرف از لحاظ اقتصادی توجیهی برای مصرف کنندگان نداشته باشد. میزان مصرف انرژی در ایران بسیار سرسام آور بوده که این مسئله تاکنون جز اتلاف سرمایه، سودی به همراه نداشته است. با توجه به این نکته و همچنین آمار ارائه شده توسط مراجع ذی صلاح، چنانچه روند رشد کنونی مصرف انرژی ادامه یابد، در میان مدت ایران به یک کشور وارد کننده حامل های انرژی تبدیل خواهد شد. اما با توجه به حذف تدریجی یارانه ها در قیمت حامل های انرژی در آینده ای نزدیک می تواند انگیزه مناسبی برای حرکت به سمت بهینه سازی مصرف انرژی را در سطح کشور فراهم آورد. همچنان که در قانون برنامه پنجم توسعه مصوب مجلس شورای اسلامی این حرکت تدریجی آمده است.



نظر به اینکه ساختمان های مسکونی و اداری 40 درصد مصرف سوخت های فسیلی را تشکیل می دهند، دولت باید با حذف یارانه حامل های انرژی، انرژی را به قیمت اصلی خود رسانده تا مصرف کنندگان به سمت تجهیزات و انرژی های نو یا همان انرژی های تجدیدپذیر بروند و یا اینکه با کاهش قیمت اولیه ی انرژی های تجدیدپذیر و پشتیبانی خویش گام بلندی به سوی بهینه سازی مصرف انرژی بردارد تا بتوان از ساخت ساختمان های سنتی با انرژی بالا به سمت ساخت ساختمان های صفر انرژی حرکت کرد. لازم به ذکر است این راه با توجه به دلایل یاد شده در شرایط امروز امکانپذیر نیست و جز با دو شرط حذف یارانه حامل های انرژی و کاهش قیمت اولیه انرژی های تجدیدپذیر میسر نیست.

اولین ساختمان صفرانرژی در ایران

معرفی پروژه ساختمان انرژی صفر



پروژه طراحی و اجرای ساختمان انرژی صفر در سال ۱۳۹۱ از سوی پژوهشگاه مواد و انرژی تعریف شده و طراحی و اجرای آن در قالب EPC به شرکت مشاوران بهسازی نو سازی انرژی (مینا) واگذار گردید. ساختمان های انرژی صفر خالص به ساختمان هایی اطلاق می شود که خالص مصرف انرژی سالیانه آن صفر باشد. ساختمان انرژی صفر پژوهشگاه مواد و انرژی در شهرستان کرج نیز با دیدگاه کاهش مصارف انرژی اولیه و جبران انرژی مصرف شده از طریق تولید انرژی از منابع تجدید پذیر و پاک، به عنوان اولین ساختمان انرژی صفر در ایران طراحی و اجرا شده است. ساختمان مذکور با زیربنای ۲۰۰۰ متر مربع در دو طبقه و با کاربری آموزشی-پژوهشی می باشد. در این ساختمان سعی گردیده تا با استفاده از معماری ساختمان و عواملی مانند بادگیر و گلخانه نیاز انرژی ساختمان تا حد ممکن کاهش یافته و نیازهای انرژی ساختمان نیز با استفاده از انرژی خورشیدی تامین گردد.

به کارگیری مواردی مانند طراحی غیر فعال خورشیدی، جهت گیری ساختمان، جانمایی فضاها و عایقکاری در طراحی معماری ساختمان و به کارگیری استانداردهای نوین طراحی سبب گردیده مصرف انرژی این ساختمان نسبت به یک ساختمان معمولی تا ۹۰٪ کاهش یافته و به 87 kWh/m^2 برسد که همین مقدار مصرف انرژی نیز با استفاده از تجهیزات خورشیدی جبران می گردد.

در کنار استفاده از رویکرد انرژی در طراحی معماری تاسیسات ساختمان، به کارگیری بادگیر و استفاده از گلخانه جهت تنفس ساختمان علاوه بر بازنمایی ایده های معماری اقلیمی ایران، موجب کاهش قابل توجه مصرف انرژی ساختمان خصوصا در فصول میانی شده است. استفاده از سیستم مدرن کنترل هوشمند ساختمان نیز سبب شده است تا کنترل مناسبی بر مصرف انرژی ساختمان ایجاد گردد. در نهایت استفاده از سیستم آب گرم و تولید برق خورشیدی جهت مصارف ساختمان موجب شده است تا این ساختمان به یک ساختمان انرژی صفر تبدیل شود.



- استفاده از طراحی غیر فعال خورشیدی و جهت گیری بهینه ساختمان
- عایق کاری کامل ساختمان و جلوگیری از وجود پل های حرارتی
- استفاده از پنجره بهینه و با سطح نور گذر متناسب جهت کاهش تلفات حرارتی و استفاده حداکثری از نور روز
- استفاده حداکثر از نور روز و نوردهی به کمک سیستم LED
- استفاده از بادگیر و گلخانه جهت تنفس طبیعی ساختمان و کاهش بارهای حرارتی خصوصا در فصول میانی
- استفاده از هوای پیش گرم گلخانه جهت کاهش بار حرارتی ساختمان
- استفاده از اینرسی ساختمان جهت پخش بار و کاهش پیک نیاز حرارتی ساختمان
- طراحی دقیق و استفاده از ابعاد بهینه سایه بان جهت کنترل بین بار حرارتی و نور مورد نیاز ساختمان
- استفاده از سیستم آب گرم خورشیدی و بکارگیری کنترل بهینه جهت حداکثر دریافت انرژی خورشیدی
- استفاده از سیستم برق خورشیدی جهت تامین بار الکتریکی ساختمان
- ایجاد قابلیت تبادل انرژی (الکتریکی و حرارتی) با شبکه و مصرف کننده خارجی
- طراحی بهینه سیستم خورشیدی حرارتی و ایجاد قابلیت تامین چندگانه نیازهای انرژی
- طراحی سیستم تاسیسات و پایانه های حرارتی با دمای پایین جهت بهره برداری حداکثری از انرژی خورشیدی
- طراحی سیستم خورشیدی با قابلیت بقا در شرایط ماکزیمم حرارتی و کمترین نیاز حرارتی ساختمان
- استفاده از الگوی بادی متغیر گرمایش جهت حصول حداکثر راندمان حرارتی
- استفاده از سیستم ذخیره حرارتی جهت کنترل و حفظ دمای ساختمان در شب
- به کارگیری سیستم کنترل پیشرفته و هوشمند ساختمان جهت بهره برداری بهینه
- کنترل میزان دمای فضاهای ساختمان به صورت یکپارچه و به کمک سیستم BMS
- استفاده از سیستم کنترل هوشمند جهت کنترل میزان هوادهی ساختمان
- کنترل هوشمند روشنایی ساختمان جهت کاهش مصارف غیر ضروری
- استفاده از سیستم مپترینگ کامل جهت کنترل روش بار گذاری ساختمان
- استفاده از سیستم مدیریت و کنترل بار (Load shedding) و مدیریت قطع بار الکتریکی جهت حفظ شرایط پایدار و بهینه



تاریخ تاسیس: ۱۳۸۰/۲/۱۲

موضوع فعالیت های شرکت:

- 
- بهینه سازی مصرف انرژی
 - مشاوره
 - معماری
 - اجرای راهکارهای بهینه سازی
 - مشاوره و طراحی و اجرای سیستم های نوین تاسیساتی و جگالشی با رویکرد انرژی
 - مشاوره و طراحی و اجرای سیستم های هوشمند ساختمان
 - مشاوره و طراحی و اجرای سیستم های خورشیدی و تولید همزمان برق و حرارت
 - تامین تجهیزات و تاسیسات برقی و مکانیکی و محصولات کم مصرف و موثر در کاهش مصرف انرژی
 - سیستم های کنترل هوشمند

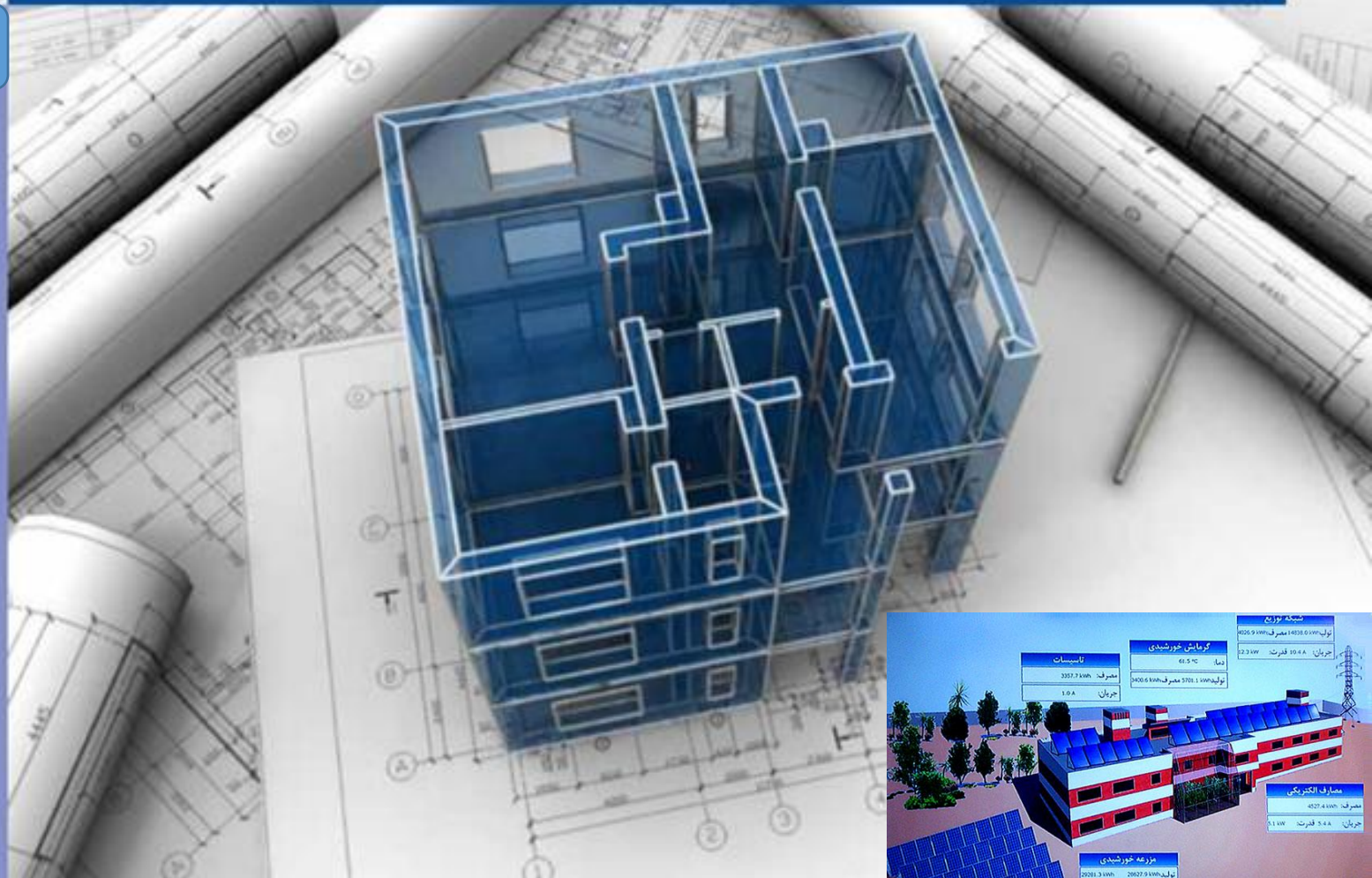


نشانی و محل قانونی شرکت:

دفتر مرکزی: تهران، خیابان مهروردي

شمالی، شماره ۳۰۰ (ماخضان نیلی)

کد پستی: ۳۷۳۷۵-۱۵۷۷۶ فکس: ۸۸۷۳۷۱۹۰ (۰۲۱)



گروه مبنا

مبنا با هدف اجرای بهینه‌سازی مصرف انرژی، مدیریت و معیاری انرژی در کشور در سال ۱۳۷۹ فعالیت خود را آغاز کرد و از طریق همکاری با شرکت‌های معتبر اروپایی در جهت ارتقا دانش مهندسی و فن آوری در بخش‌های ساختمان، صنعت و بخش‌های برق، نفت و گاز فعالیت می‌کند و در این زمینه علاوه بر انتقال دانش فنی و مهندسی، محصولات کارآمد و کم مصرف متنوعی را در کشور ارائه می‌نماید. این مجموعه با در اختیار داشتن بیش از ۸۰ نفر پرسنل کارآزموده و متخصص و چندین نمایندگی فعال در سراسر کشور، خدمات انرژی و محصولات کارآمد را جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی و افزایش بهره‌وری انرژی به مشتریان خود در دو حوزه ساختمان و صنعت ارائه می‌نماید. این گروه در قالب پنج شرکت تابعه مشاوران بهسازی و نوسازی انرژی/ مشاوران توسعه فرآیند/ حرارت گستر/ پایش انرژی و انرژی گستر در زمینه‌های مختلف و تخصصی فعالیت می‌نماید.

آرمان این مجموعه ارائه خدمات و محصولات تخصصی در حوزه بهینه سازی مصرف انرژی به عنوان یکی از محورهای حیاتی در توسعه پایدار بوده و سعی نموده است با انتقال فناوری های کاربردی در تجهیزات و فعالیت های مهندسی مورد نیاز در بخش های صنعتی و ساختمانی به کشور گام کوچکی در راستای نیازهای روزافزون این حوزه بردارد. تلاش در جهت ارتقاء فرهنگ سازی در زمینه بهینه سازی مصرف انرژی، کاربردی نمودن نگاه به این موضوع در فرآیندهای طراحی، حل مشکلات به کارگیری تکنولوژی های نوین و الگوهای کنترلی با محوریت بهینه سازی، تدوین استانداردها و اجرایی نمودن طرح های آزمایشی و پایلوت ملی در این زمینه از جمله محورهای فعالیت این گروه جهت نیل به تحقق آرمان بهینه سازی است که امید است با اقبال مخاطبان و فعالان حوزه های مهندسی، منجر به برداشتن گام موثری در مقابله با چالش انرژی در کشور گردد.





برخی سوابق پروژه های اجرایی در بخش ساختمان:

- ساخت اولین ساختمان انرژی صفر کشور
- ارائه خدمات مشاوره جهت اخذ گواهینامه و برچسب انرژی در ساختمان های شرکت آ.اس.پ و ساختمانی معلم
- مشاوره در اجرای طرح های بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان جهت دفتر عمران سازمان ملل متحد در ایران
- انجام خدمات مشاوره انرژی در طراحی و احداث ساختمانهای شرکت توسعه و عمران امید، شرکت آ.اس. شرکت ساختمانی معلم و کیسون
- طراحی و اجرای سیستم هواساز بازار چارسو تهران
- مشاوره انرژی پروژه های شرکت رویال ساختمان آریا
- مشاوره و معمیزی انرژی برج سپهر صادرات تهران
- احداث اولین خانه خورشیدی - شهرداری منطقه ۱۶ تهران
- امکان سنجی فنی و اقتصادی استفاده از سیستم تولید همزمان برق، حرارت و پروت (CCHP) جهت ساختمان های شرکت ملی نفت، ساختمان مرکزی بانک کشاورزی، پروژه آبشار اسپادانا، ساختمان مرکزی بانک صادرات
- اجرای آموزش سراسری مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان جهت ۲۵۰۰ نفر از متخصصین صنعت ساختمان
- اجرای آموزش مباحث انرژی در ساختمان جهت ۵۰۰۰ نفر متخصصین صنعت ساختمان
- اجرای آموزش بهره برداری بهینه تاسیسات جهت ۲۱۰۰ بهره برداران تاسیسات کشور
- اجرای آموزش جهت ۲۵۰۰ نفر از بهره برداران تاسیسات ساختمان های شرکت نفت



برآورد هزینه ساخت خانه انرژی صفر در ایران

دکتر هادوی درباره هزینه‌های ساخت بنا انرژی صفر در مقایسه با یک بنای معمولی می‌افزاید: ساخت چنین ساختمانی حدود ۳ میلیارد تومان هزینه در بر داشته است که در مقایسه با یک ساختمان معمولی دو طبقه با زیربنای ۲۰۰۰ مترمربع هزینه معمولی است. نکته مهم این است که شاید هزینه اولیه برای استفاده از سلول‌های خورشیدی بالا باشد، اما در حین استفاده از این سیستم مقدار انرژی ذخیره شده در سلول‌های خورشیدی موجب می‌شود این ساختمان در مقایسه با یک ساختمان معمولی به مراتب اقتصادی‌تر باشد.



نتیجه گیری

ایده ساختمانهای صفر انرژی برای کم نمودن مصرف ساختمانی می باشد که در واقع " صفر انرژی " امکانات زندگی و کار را در یک فضای بدون سوخت فسیلی پیشنهاد می کند. این ساختمانها در طول سال بر اساس نیاز مصرف انرژی خود، انرژی تولید می کنند. فیزیک و ساختار مناسب و استفاده از منابع تجدید پذیر در این ساختمانها، رسیدن به هدف فوق را تا حد زیادی میسر می سازد. بدون شک ساخت ساختمانهای صفر انرژی نیاز قرن آینده می باشد برای موفقیت آینده این ساختمانها خلایقیت، زمان بندی دقیق و همکاری جمعی بین گروههای مختلف لازم می باشد.

در ایران نیز ساخت این دست از ساختمانها باتوجه به فراوانی سوخت های فسیلی و ارزان بودن آن از اهمیت پایینی برخوردار است. اما باتوجه نامتناهی نبودن سوخت های فسیلی و وضعیت آلودگی هوایی و ریزگردها در مناطق مختلف ایران روی آوردن به این نوع ساختمان ها میتواند گزینه ی بسیار مناسبی برای حفظ منابع و احیای اکوسیستم باشد.



منابع و مراجع

- [۱] سارا جلالیان ، امید ، ۱۳۹۳، ساختمانهای صفر انرژی ، اولین همایش ملی معماری پایدار، دانشگاه ازاد اسلامی واحد همدان، همدان ، ایران
- [۲] ستوده بیدختی، امیرحسین، ۱۳۹۳، مقدمه ای بر کاربرد مدل سازی اطلاعات ساختمان BIM در مدیریت پروژه های ساخت، اولین کنفرانس ملی شهرسازی، مدیریت شهری و توسعه پایدار، تهران، موسسه ایرانیان، انجمن معماری ایران،
- https://www.researchgate.net/publication/283462462_____?ev=prf_pub
- [3] lunda,H,Marszalb,, A. , Heiselberg, P. , 2011.pp. 1446-1654
- [4] <http://danyar.ir>
- [5] Marszal,A.J,Heiselberg,P. , bourrelle,J.S. ,Musall, E. voss,K. ,sartori, I. and napolitano,A. , 2011.
- [6] abu dhabi future energy company. ABQ Zawya Ltd..archived from the original on 16 october 2009

۱ ، * دانشجوی رشته معماری، دانشکده شهید چمران رشت، گیلان_ایران Gmail: behavar77@gmail.com

۲ دانشجوی رشته معماری، دانشکده شهید چمران رشت، گیلان_ایران