

طراحی انرژیِ صفر در پایدارسازی ساختمانها

Zero Energy Design (ZED)

to Make the Buildings Sustainable

دکتر احداله اعظمی

استاد مدعو گروه معماری، دانشگاه مدیترانه شرقی، قبرس شمالی



Dr. Ahadollah Azami

Department of Architecture

Eastern Mediterranean University

(EMU)

TRNC



E-mail: Ahadollah.Azami@emu.edu.tr



+90-533-877-6452



@ahad.azami



+98-914-309-1559



توسعه پایدار: تامین نیازهای نسل حاضر بدون آنکه نیازهای نسل آینده به خطر بیفتد.

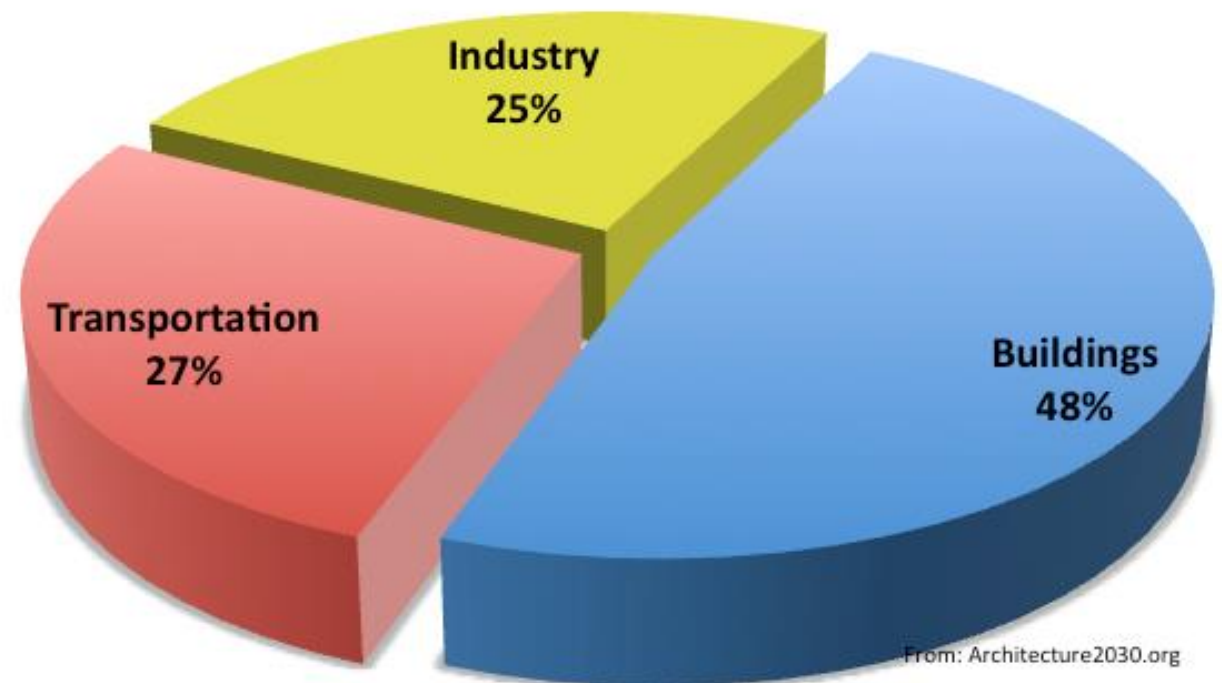
طراحی پایدار: در پی ایجاد جوامع، ساختمانها و محصولات است که با بینش توسعه پایدار مرتبط باشند. و در حقیقت روندی است که سلامتی سیستم هایی که زندگی را پایدار می کنند بهبود می بخشد.





چرا ساختمانها؟

- ▶ مصرف انرژی در ساختمان ها در جهان ۳۸ تا ۴۸ درصد می باشد که بیشتر از مصرف انرژی خودروهای سواری و سنگین می باشد.
- ▶ ساختمانها حدود ۴۰ درصد مصرف انرژی در ایران را به خود اختصاص می دهند.
- ▶ هر چقدر مصرف انرژی بیشتر باشد، اثرات منفی انتشار آلاینده توسط ساختمانها تحت عنوان ردپای کربن نیز بیشتر خواهد شد.



From: Architecture2030.org





ساختمان انرژی صفر (صفر انرژی) (Zero Energy Building):

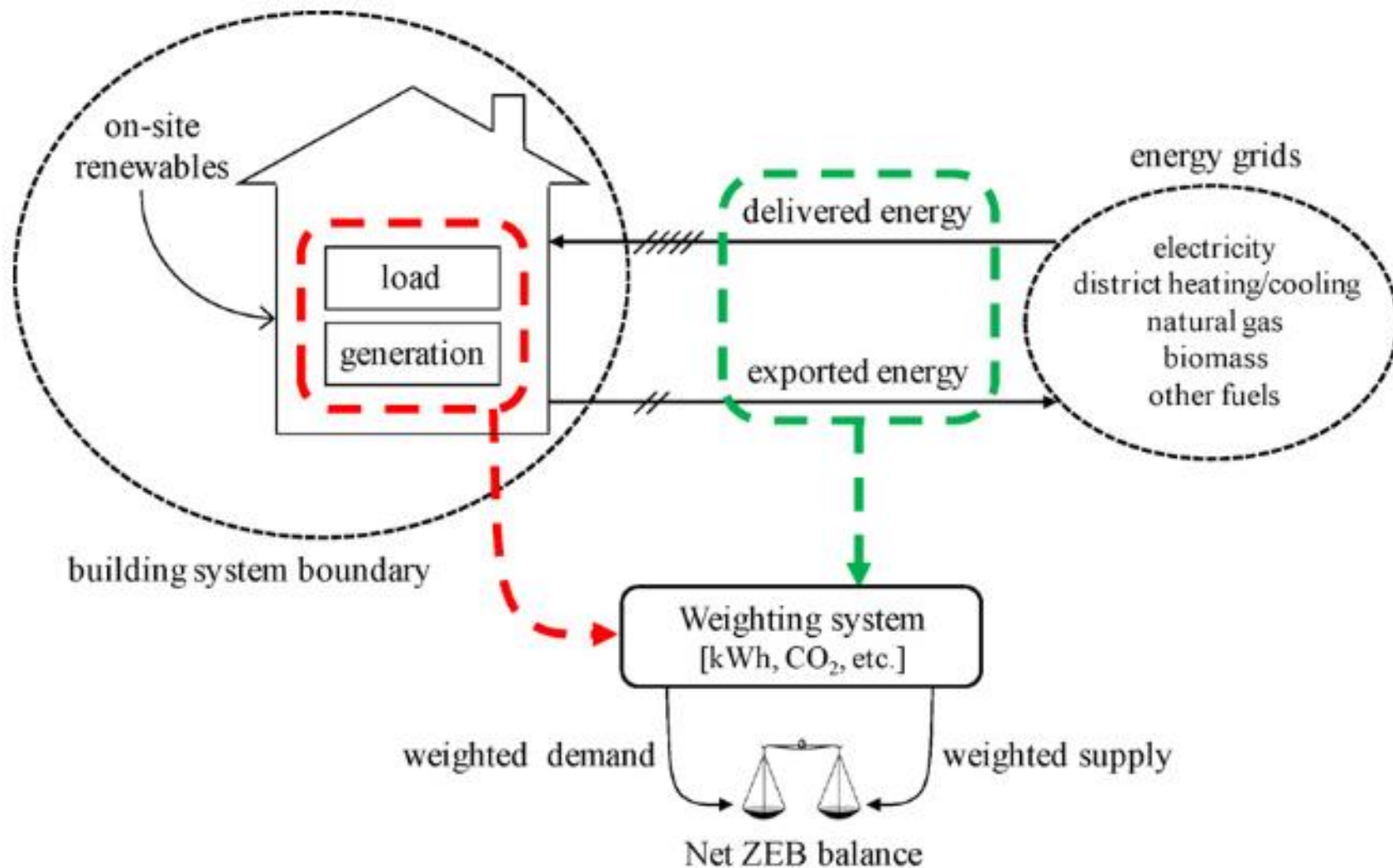
ساختمان با عملکرد انرژی بسیار بالا که بتواند باقی نیاز انرژی سالانه خود را از طریق انرژی های تجدیدپذیر تولیدی در خود سایت ساختمان تامین کند.





بالانس ساختمان صفر انرژی مبتنی بر بار/تولید یا ارسالی/دریافتی انرژی برای هر کدام از حاملهای انرژی

در نهایت میزان تقاضای انرژی می باید با میزای انرژی تولیدی از منابع انرژی تجدیدپذیر برابر باشد.





گامهای اساسی در طراحی ساختمانهای انرژیِ صفر (صفر° انرژی)



RESEARCH



REDUCE



RE-USE



PRODUCE



INTEGRATE

- گام ۰- پژوهش و آنالیز مصرف انرژی
- گام ۱- کاهش مصرف انرژی
- گام ۲- بازیافت (استفاده مجدد) انرژی
- گام ۳- تولید انرژی (از منابع انرژی های تجدیدپذیر)
- گام ۴- هماهنگی موارد بالا





■ گامهای اساسی در طراحی ساختمانهای انرژیِ صفر

گام ۰ - پژوهش و آنالیز مصرف انرژی

- تجزیه و تحلیل مصرف انرژی ساختمان انتخابی
- تحلیل اقلیم منطقه/موقعیت ساختمان انتخابی و انتخاب معیارهای غیرفعال جهت کاهش نیاز انرژی



گام ۱ - کاهش مصرف انرژی

- کاهش انرژی مصرفی مانند گرمایش و تهویه کنترل شده

- (معیارهای غیرفعال: با استفاده از عایق حرارتی، سایه اندازی خورشیدی، بام سبز، پنجره های عایقکاری شده بهینه،...)



گام ۲ - بازیافت (استفاده مجدد) انرژی

- فرصت استفاده مجدد از جریان انرژی در ساختمان ها (معیارهای فعال: پمپ حرارتی، گراند داکت، ...)



گام ۳ - تولید انرژی (از منابع انرژی های تجدیدپذیر)

- فرصت تولید حرارت و الکتریسیته در ساختمان ها



گام ۴ - هماهنگی موارد بالا

- اعمال کلیه اقدامات بالا در هماهنگی با کانسپت صفرانرژی بر روی ساختمان





■ گامهای اساسی در طراحی ساختمانهای انرژیِ صفر

گام ۰ - پژوهش و آنالیز مصرف انرژی

- تجزیه و تحلیل مصرف انرژی ساختمان انتخابی
- تحلیل اقلیم منطقه/موقعیت ساختمان انتخابی و انتخاب معیارهای غیرفعال جهت کاهش نیاز انرژی



گام ۱ - کاهش مصرف انرژی

- کاهش انرژی مصرفی مانند گرمایش و تهویه کنترل شده

- (معیارهای غیرفعال: با استفاده از عایق حرارتی، سایه اندازی خورشیدی، بام سبز، پنجره های عایقکاری شده بهینه،...)



گام ۲ - بازیافت (استفاده مجدد) انرژی

- فرصت استفاده مجدد از جریان انرژی در ساختمان ها (معیارهای فعال: پمپ حرارتی، گراند داکت، ...)



گام ۳ - تولید انرژی (از منابع انرژی های تجدیدپذیر)

- فرصت تولید حرارت و الکتریسیته در ساختمان ها



گام ۴ - هماهنگی موارد بالا

- اعمال کلیه اقدامات بالا در هماهنگی با کانسپت صفرانرژی بر روی ساختمان

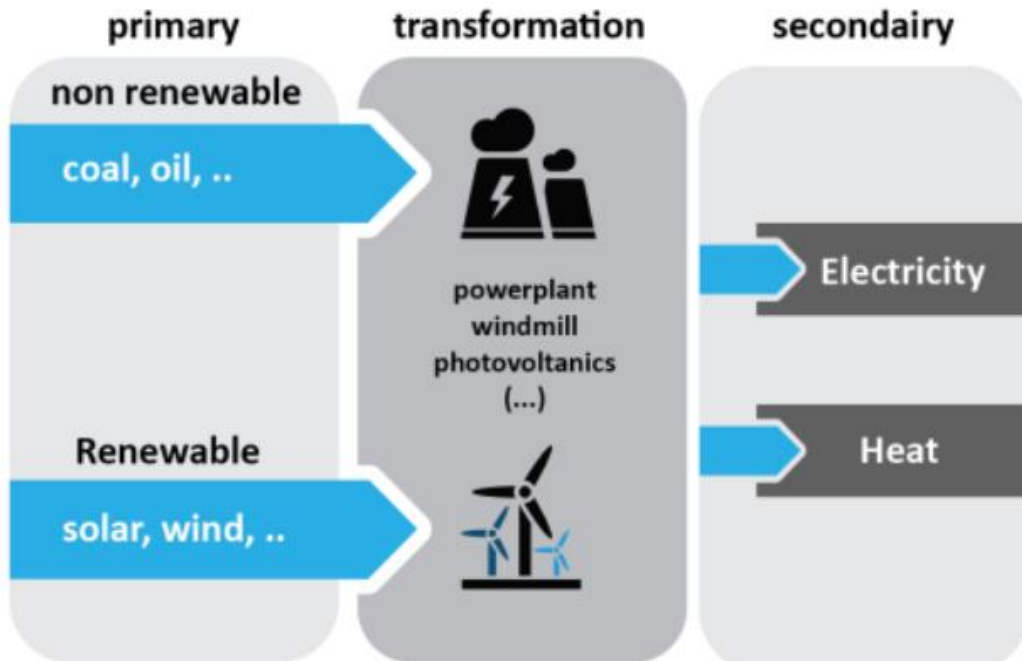




انرژی مورد نیاز

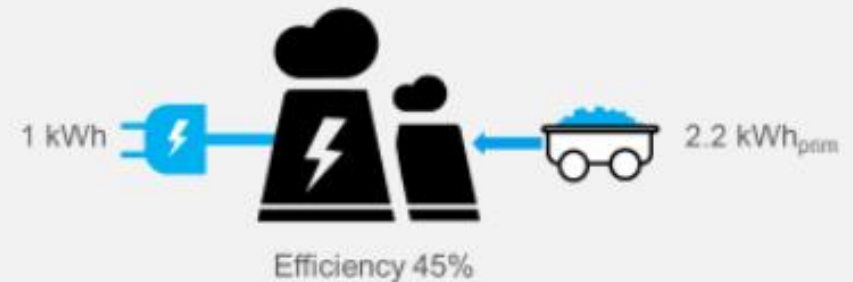
■ انرژی اولیه مورد نیاز برای تولید ۱ کیلووات ساعت الکتریسیته بستگی به راندمان نیروگاه انرژی مورد نظر دارد.

■ در صورتی که راندمان نیروگاه به طور متوسط ۴۵ درصد باشد برای تولید برق ۱ کیلووات ساعت، ۲/۲ کیلووات ساعت (۸ مگاژول) انرژی اولیه مورد نیاز است.



تذکر : ۱ کیلووات ساعت = ۳/۶ مگاژول

Electricity to primary energy



For 1 kWh of electricity you need

$$1/0.45 = 2.2 \text{ kWh} = 8 \text{ MJ of primary energy}$$





■ گامهای اساسی در طراحی ساختمانهای انرژیِ صفر

گام ۰ - پژوهش و آنالیز مصرف انرژی

- تجزیه و تحلیل مصرف انرژی ساختمان انتخابی
- تحلیل اقلیم منطقه/موقعیت ساختمان انتخابی و انتخاب معیارهای غیرفعال جهت کاهش نیاز انرژی



گام ۱ - کاهش مصرف انرژی

- کاهش انرژی مصرفی مانند گرمایش و تهویه کنترل شده

- (معیارهای غیرفعال: با استفاده از عایق حرارتی، سایه اندازی خورشیدی، بام سبز، پنجره های عایقکاری شده بهینه،...)



گام ۲ - بازیافت (استفاده مجدد) انرژی

- فرصت استفاده مجدد از جریان انرژی در ساختمان ها (معیارهای فعال: پمپ حرارتی، گراند داکت، ...)



گام ۳ - تولید انرژی (از منابع انرژی های تجدیدپذیر)

- فرصت تولید حرارت و الکتریسیته در ساختمان ها



گام ۴ - هماهنگی موارد بالا

- اعمال کلیه اقدامات بالا در هماهنگی با کانسپت صفرانرژی بر روی ساختمان





Passive Components

اجزای غیرفعال (ایستا)

تذکر: جنبه های اصلی بهره وری انرژی در پوشش ساختمان عبارتند از:

- عایق کاری
- کاهش هوای نفوذی
- ساختار کارا انرژی

1 پوشش ساختمان

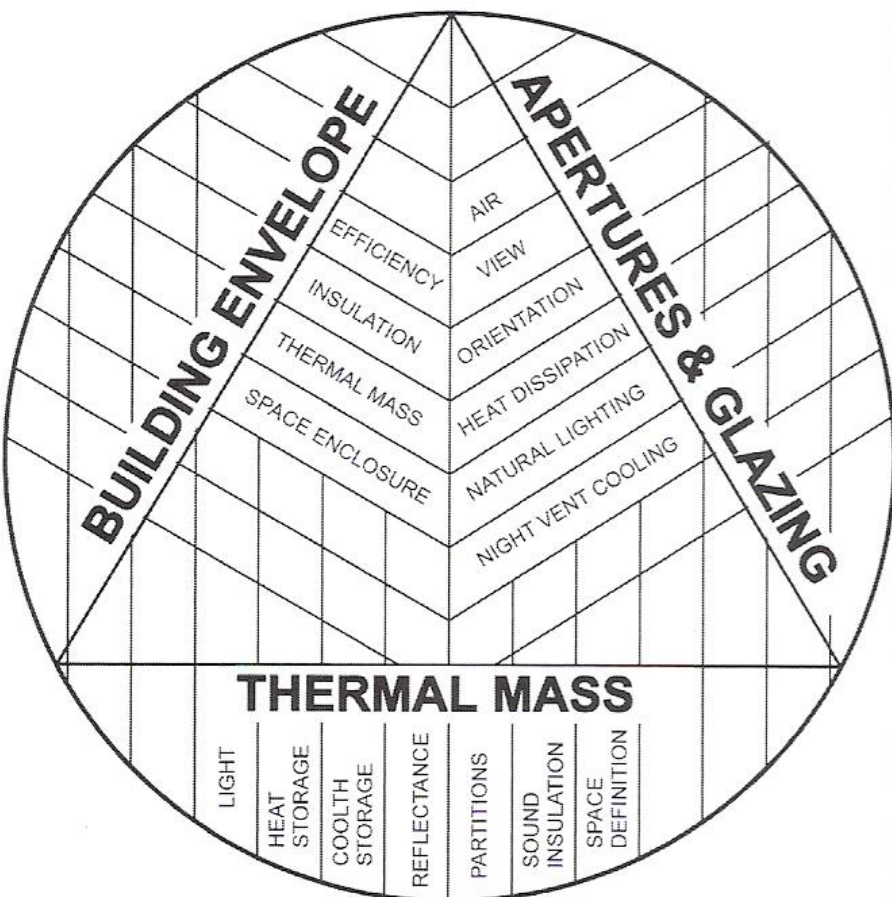
- بهره وری
- عایق
- جرم حرارتی
- محوطه فضایی

2 روزنه ها و سطوح شفاف

- هوا
- دید به سمت بیرون
- جهت گیری
- تلفات حرارت
- نور طبیعی (نور روز)
- سرمایه ش تهویه ای شب هنگام

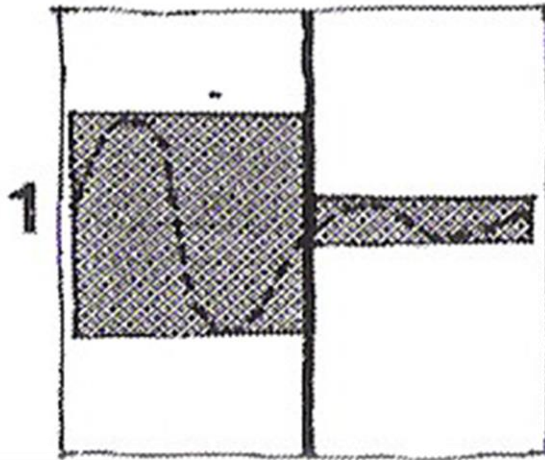
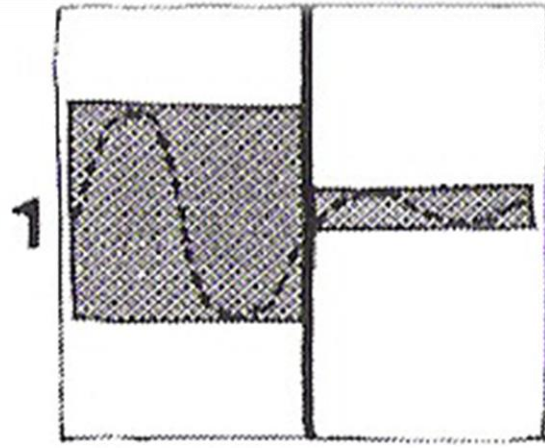
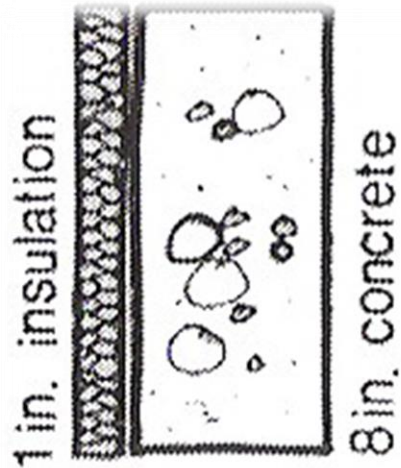
3 جرم حرارتی

- سبک وزن
- ذخیره گرمایشی
- ذخیره سرمایشی
- پارتیشن ها
- عایق کاری صوتی
- تبیین فضایی





Optimizing Thermal Mass and Insulation بهینه سازی جرم حرارتی و عایقکاری



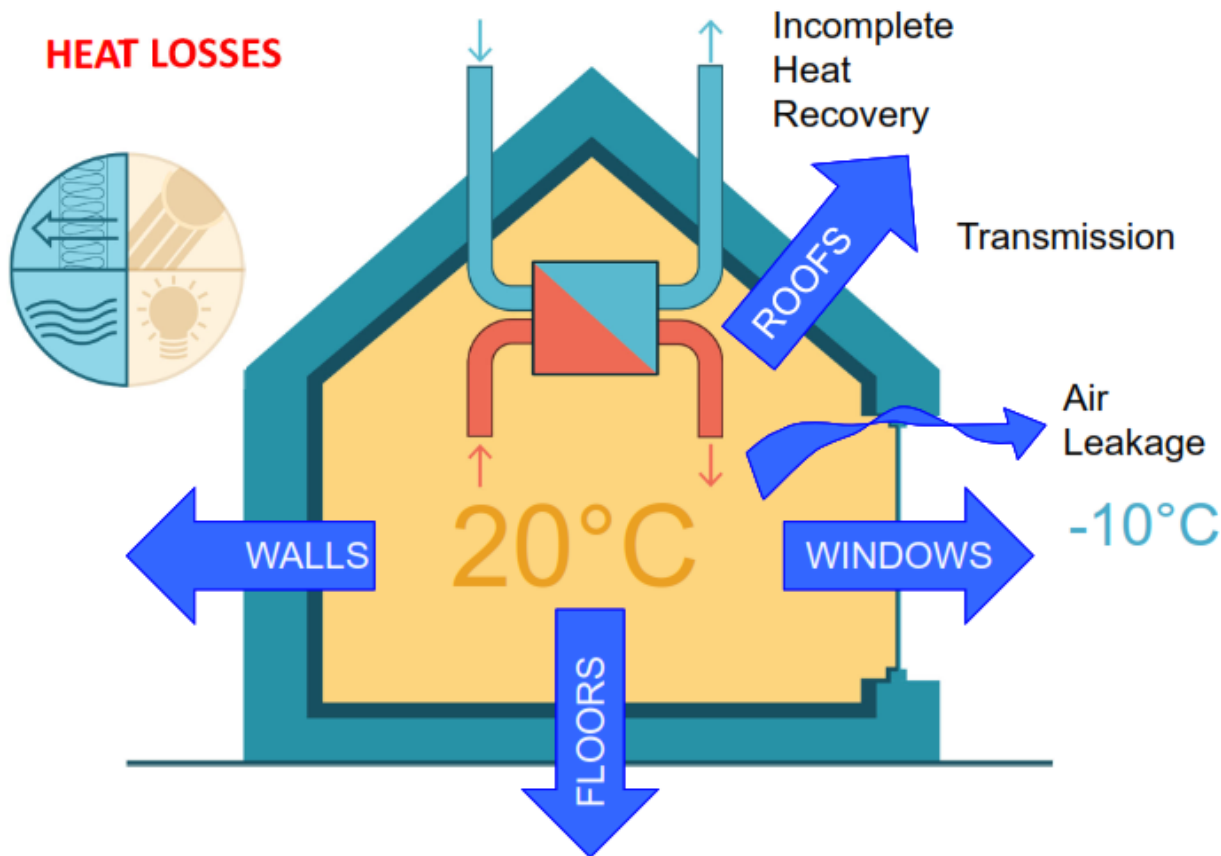
عملکرد استفاده از ۲۰ سانتی متر بتن به عنوان جرم حرارتی آبی در داخل (شکل بالا) معادل استفاده از ۱۰ سانتی متر جرم حرارتی آبی (شکل پایین) می باشد.





بالانس انرژی و تلفات حرارتی

- تلفات انرژی در ساختمان ناشی از مجموع تلفات حرارتی (Q_T) و تلفات تهویه ای (Q_V) می باشد.
- دریافت های انرژی در ساختمان نیز مجموع دریافت های خورشیدی (Q_S) از سطوح شفاف و دریافت های حرارتی داخلی (Q_I) است.



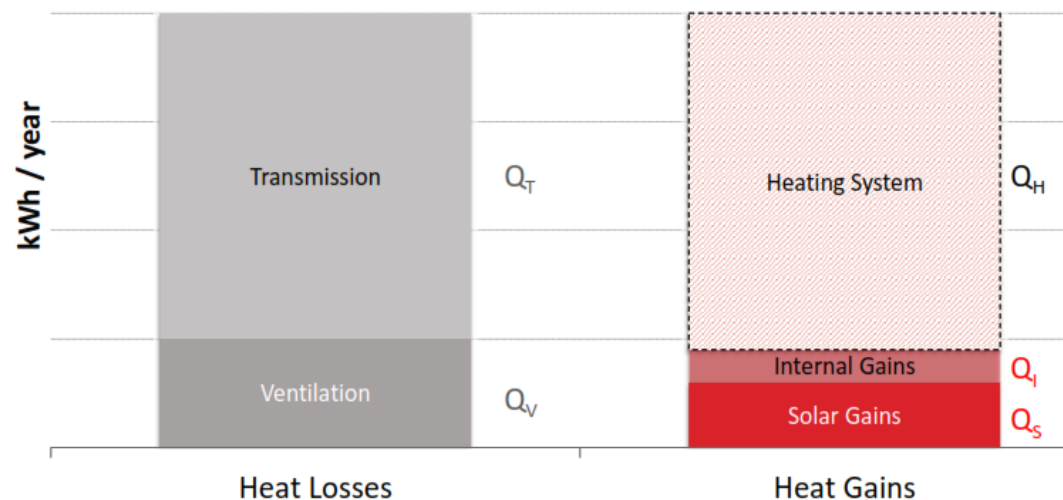


بالانس انرژی و تلفات حرارتی

- تلفات انرژی در ساختمان ناشی از مجموع تلفات حرارتی (Q_T) و تلفات تهویه ای (Q_V) می باشد.
- دریافت های انرژی در ساختمان نیز مجموع دریافت های خورشیدی (Q_S) از سطوح شفاف و دریافت های حرارتی داخلی (Q_I) است.
- جهت تقرب به طراحی انرژی صفر می باید تفاوت تلفات و دریافت ها به حداقل برسد که طبق استاندارد پسیوهاوس می باید کمتر از ۱۵ کیلووات ساعت بر مترمربع در سال باشد.

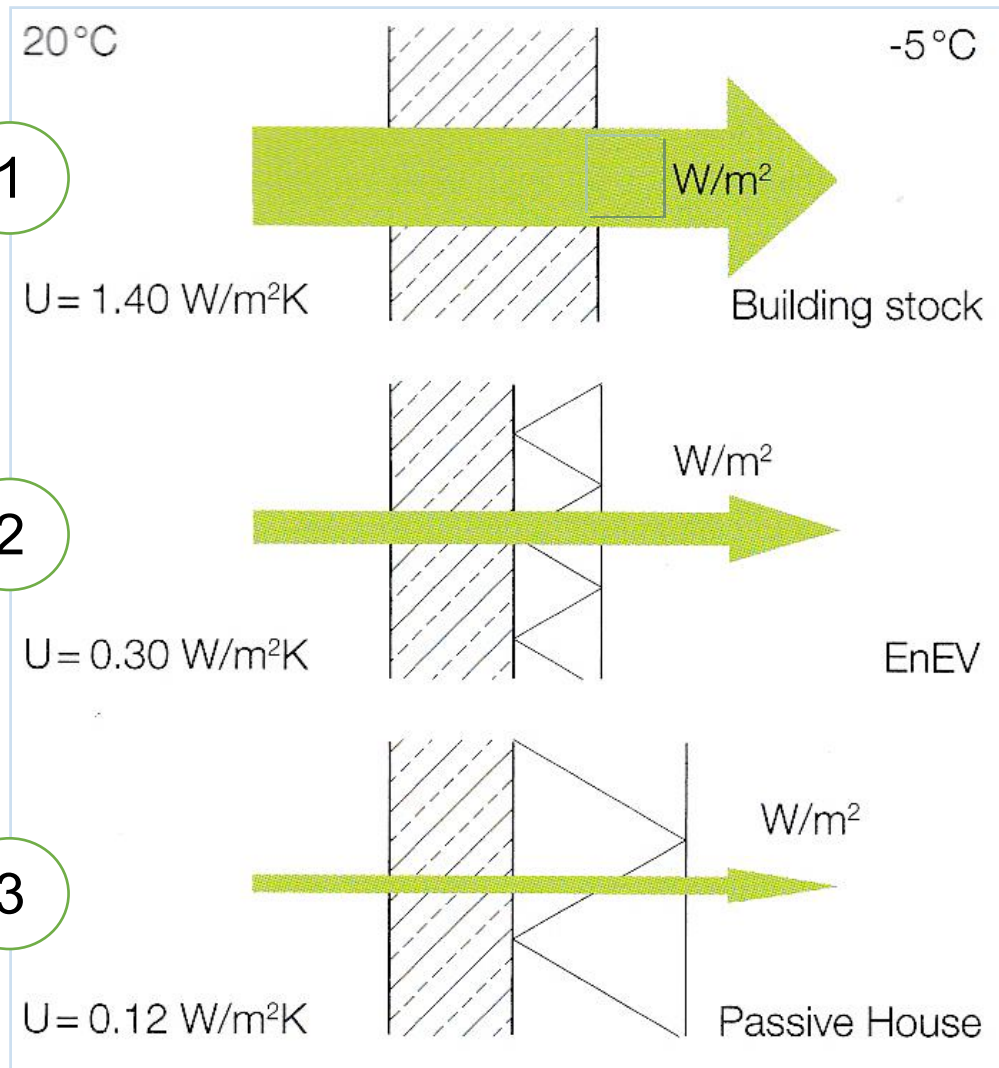
Energy Balance

$$Q_H = Q_T + Q_V - [\eta \times (Q_S + Q_I)]$$





مقایسه تاثیر میزان ضریب انتقال حرارت (U) در استانداردها و لایه های مختلف



سوال: در صورتی که دمای بیرون و داخل به ترتیب ۲۰ و -۵ درجه سانتیگراد، با ضرایب انتقال حرارت مختلف، سطح لایه انتقال حرارت یکسان برابر با ۱ متر مربع، و دیگر فاکتورها یعنی f_t و G_t نیز ثابت باشند، کدامیک کمترین انتقال (تلفات) حرارتی را خواهد داشت؟

پاسخ: $Q_T = A \times U \times f_t \times G_t$

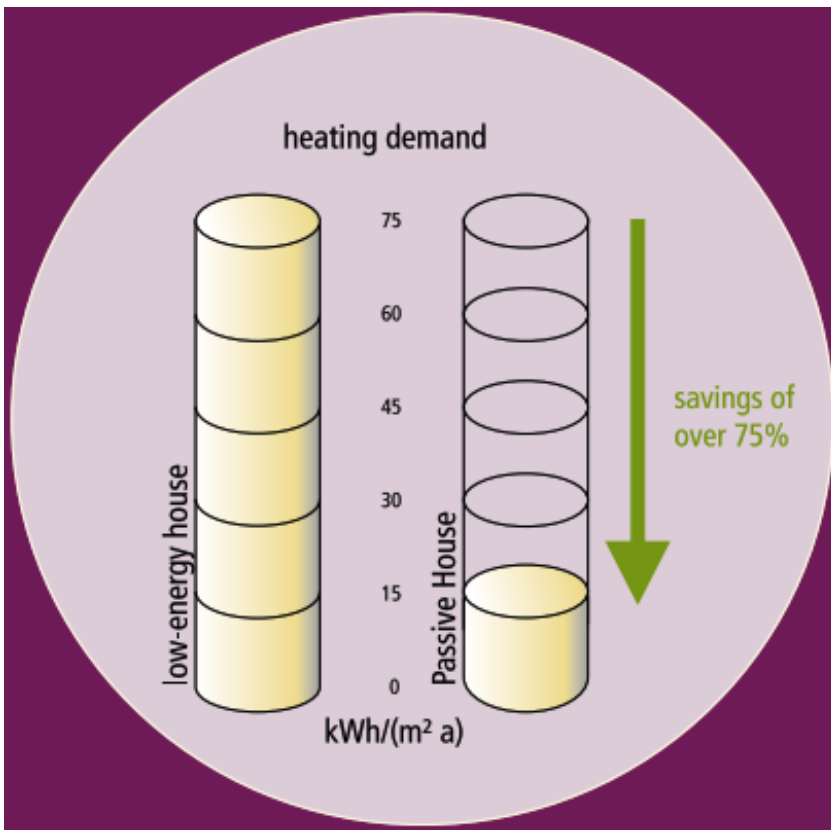
- 1 $Q_T = 1 * 1.4 * (20 - (-5)) = 35 \text{ kWh/a}$
- 2 $Q_T = 1 * 0.3 * (20 - (-5)) = 7.5 \text{ kWh/a}$
- 3 $Q_T = 1 * 0.12 * (20 - (-5)) = 3 \text{ kWh/a}$

بنابراین دتایل سوم که طبق استاندارد پسیوهاوس می باشد، ۸۸ درصد انتقال حرارتی کمتر نسبت به دتایل اول دارد.



استاندارد ساختمانهای غیرفعال یا پسیوهاوس (Passive House Standard)

■ استاندارد پسیوهاوس (Passive House Standard) به اختصار (PHS) استاندارد بین المللی است که حدود ۳۰ سال پیش از آلمان آغاز شده و در اغلب کشورهای پیشرفته جهان توسعه و گسترش یافته است. اصول علمی این استاندارد توسط مجامع علمی و دانشگاهها و اساتید، مهندسان و دانشمندان مطرح حوزه انرژی و ساختمان تحقیق و تثبیت شده است. PHS قابلیت اعمال در تیپ های مختلف ساختمانی اعم از مسکونی، آموزشی، تجاری، صنعتی، درمانی و غیره را در اقلیم های متنوع جهان داشته، بهره وری انرژی سرمایشی/گرمایشی تا **۹۰ درصد** در مقایسه با ساختمان های متعارف و بیش از **۷۵ درصد** در قیاس با ساختمانهای نوساز را در کنار آسایش حرارتی بیشتر برای کاربران ساختمانهای مزبور به ارمغان می آورد.



■ پسیوهاوس فراتر از یک استاندارد بوده با ارایه راهکار اقتصادی واقع بینانه، تنها حدود **۵ درصد** هزینه ساخت بیشتر نسبت به ساختمانهای نوساز معمولی دارد که آن هم در طول عمر ساختمان به سرعت و در کوتاهترین زمان ممکن جبران می شود.

■ استاندارد پسیوهاوس (PHS) نزدیک ترین مسیر برای رسیدن به هدف طراحی و اجرای ساختمانهای با کارایی بالای انرژیِ صفر می باشد.



استاندارد پسیوهاوس (PHS)

۵ اصل کلیدی در ساختمانهای پسیوهاوس:

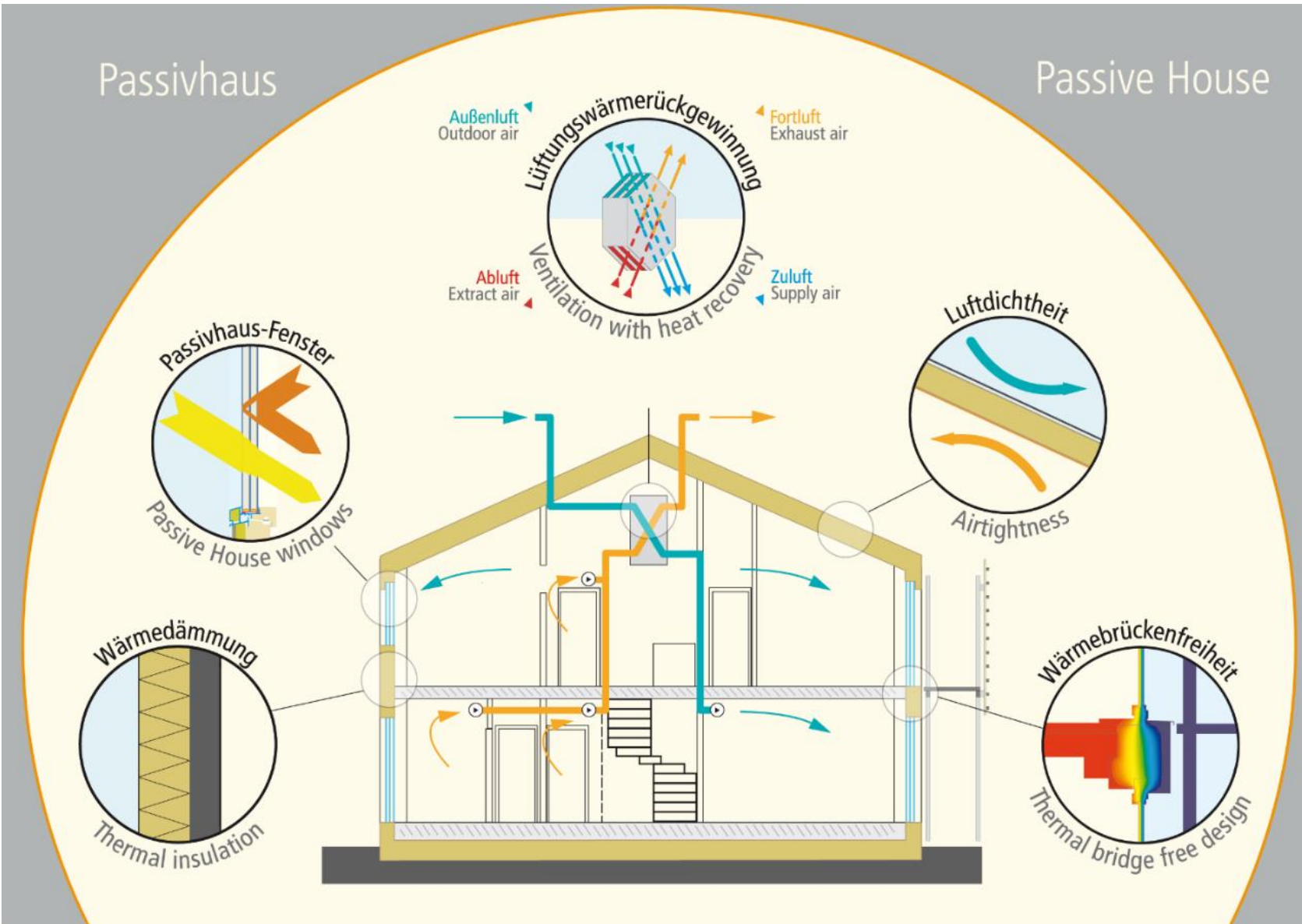
– هوابندی پوشش بیرونی ساختمان

– عایق حرارتی

– فاقد پل حرارتی

– پنجره های پسیوهاوس

– تهویه با بازیافت حرارتی

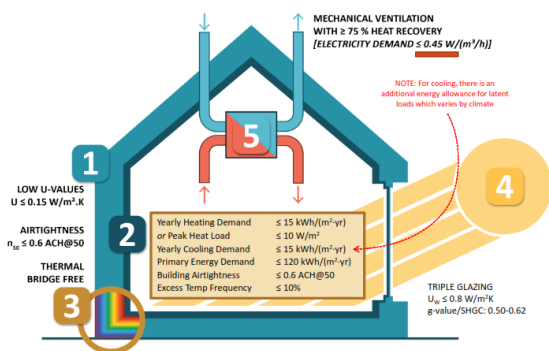




مروری بر معیارهای ساختمانهای با استاندارد پسیوهاوس (PHS)

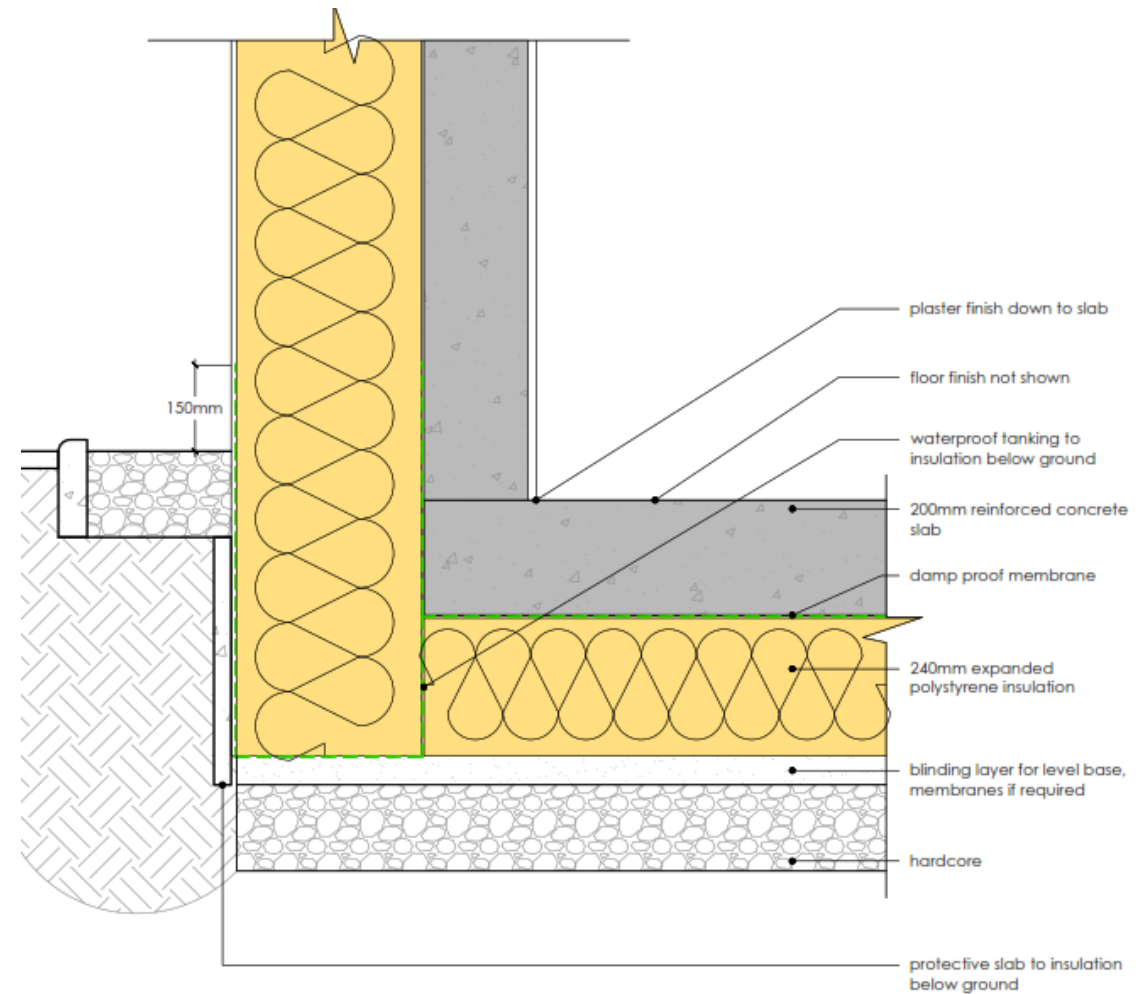
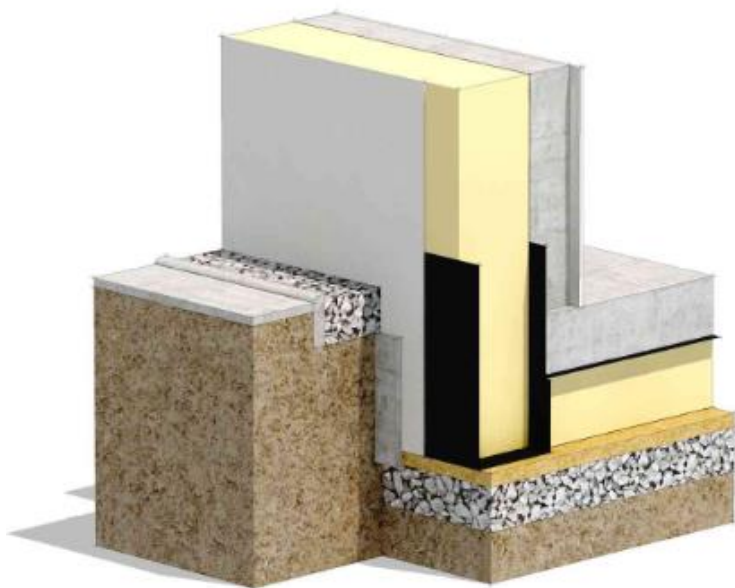
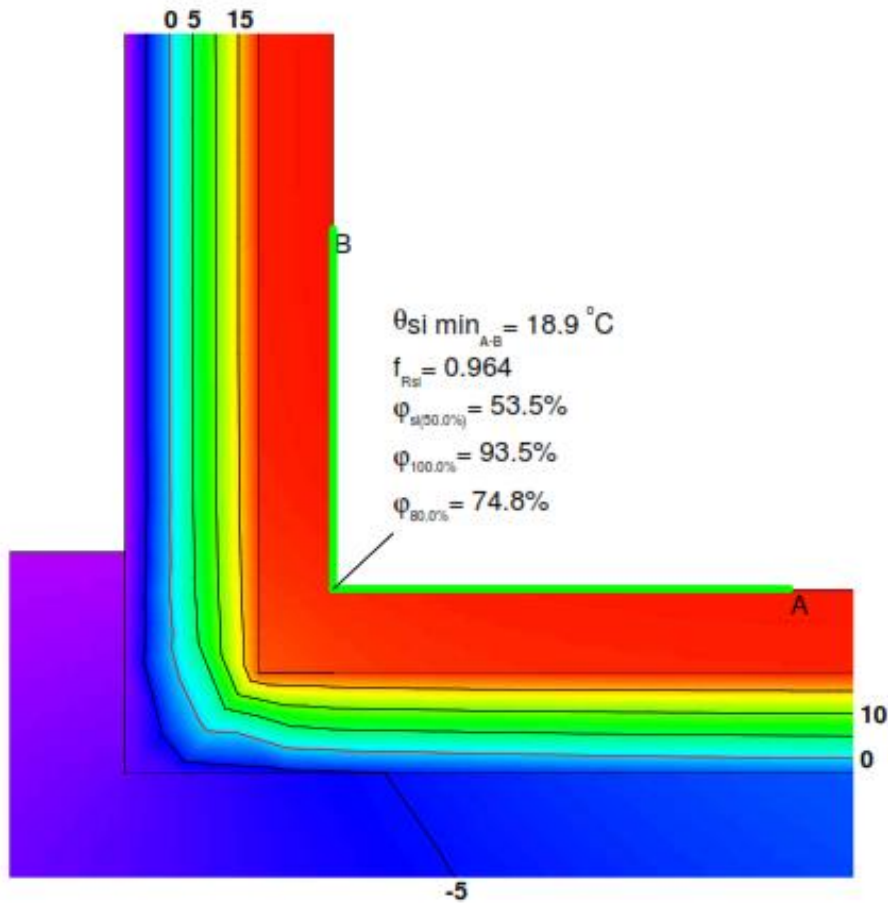
نیاز گرمایشی	حداکثر 15 کیلووات ساعت در سال یا 10 وات (اوج تقاضا) برای هر مترمربع فضای مفید زیرینا
نیاز سرمایشی	تقریباً برابر با نیاز گرمایشی با مقدار اضافی رطوبت زدایی ممکن بسته به اقلیم
نیاز انرژی اولیه	حداکثر 120 کیلووات ساعت در سال برای کل مصارف خانگی (گرمایش، سرمایش، آب گرم و برق خانگی) برای هر مترمربع فضای مفید زیرینا
هوابندی	حداکثر 0.6 تعویض هوا در ساعت تحت فشار 50 پاسکال (که با تست فشار در محل انجام در هر دو حالت افزایش فشار و کاهش فشار تایید می شود)
آسایش حرارتی	سالانه در کل فضاهای زیستی داخل ساختمان، نباید بیش از 10 درصد ساعات، دما از 25 درجه سانتیگراد تجاوز کند.

جدول: الزامات پسیوهاوس برای ساختمانهای نوساز



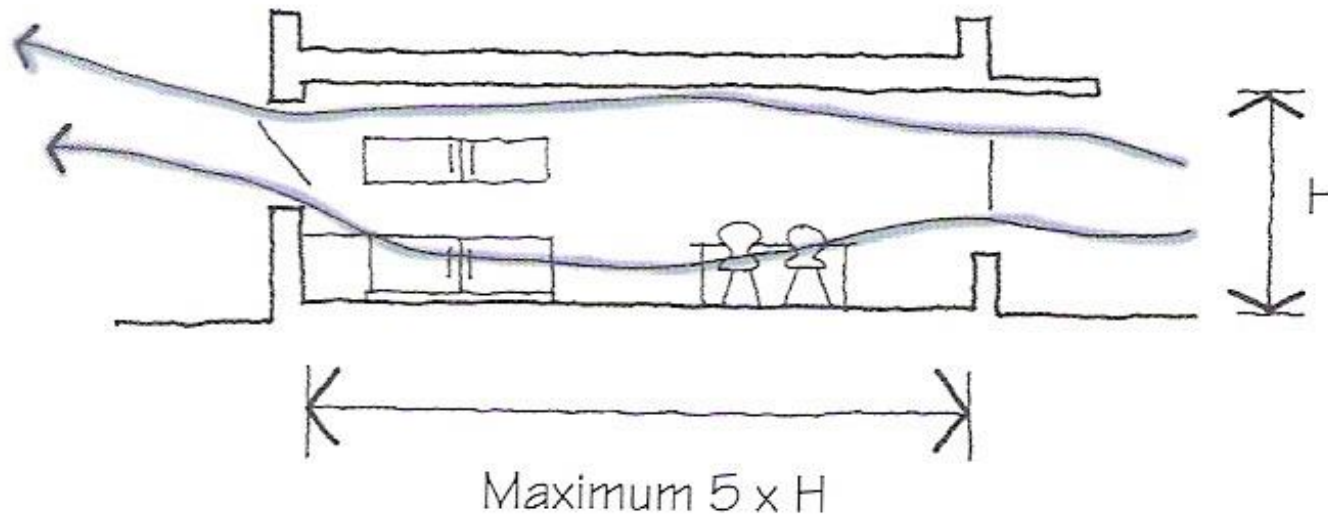
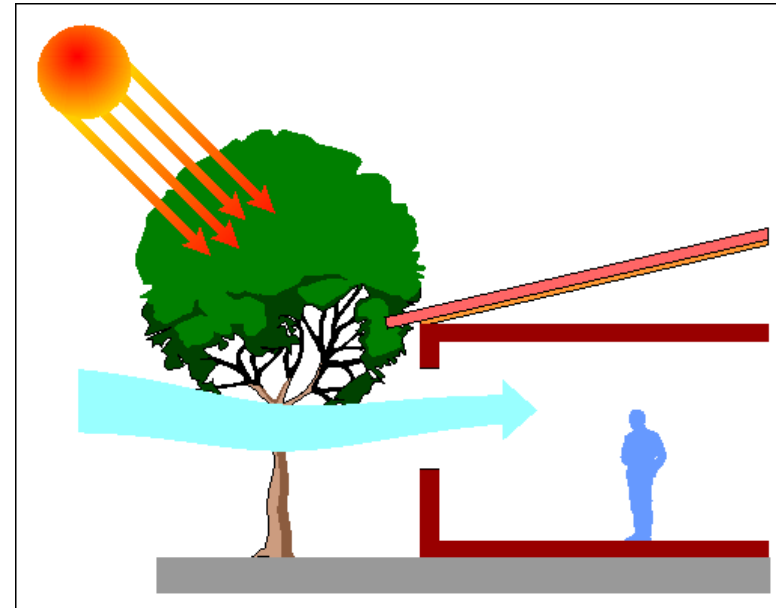
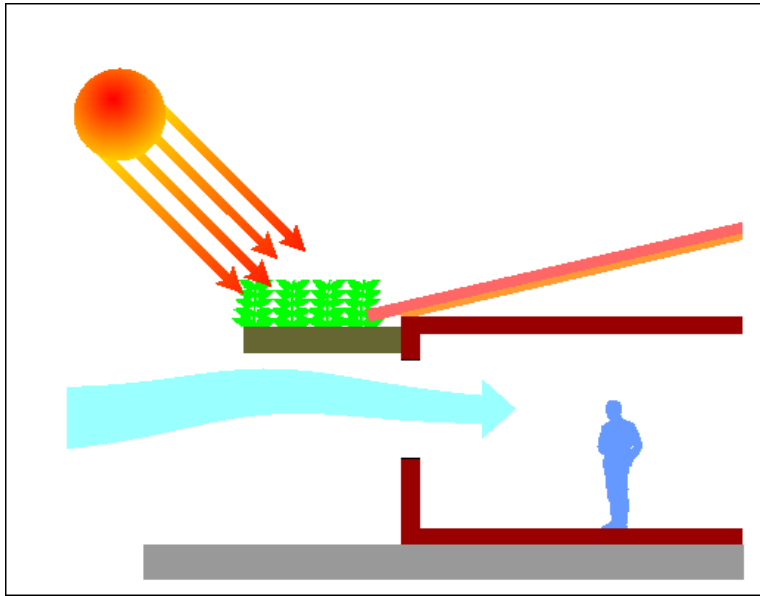


■ طراحی عایق در ساختمان های با کارایی انرژی بالا و از جمله انرژی صفر می باید به صورت ممتد و غیر منقطع باشد. در غیر اینصورت با ایجاد پل های حرارتی، تلفات و به تبع آن نیاز انرژی ساختمان افزایش می یابد.





کنترل (ابزارهای سایه اندازی) Control (Shading Devices)





■ گامهای اساسی در طراحی ساختمانهای صفر انرژی

گام ۰ - پژوهش و آنالیز مصرف انرژی

- تجزیه و تحلیل مصرف انرژی ساختمان انتخابی
- تحلیل اقلیم منطقه/موقعیت ساختمان انتخابی و انتخاب معیارهای غیرفعال جهت کاهش نیاز انرژی



گام ۱ - کاهش مصرف انرژی

- کاهش انرژی مصرفی مانند گرمایش و تهویه کنترل شده
- (معیارهای غیرفعال: با استفاده از عایق حرارتی، سایه اندازی خورشیدی، بام سبز، پنجره های عایقکاری شده بهینه،...)



گام ۲ - بازیافت (استفاده مجدد) انرژی

- فرصت استفاده مجدد از جریان انرژی در ساختمان ها (معیارهای فعال: پمپ حرارتی، گراند داکت، ...)



گام ۳ - تولید انرژی (از منابع انرژی های تجدیدپذیر)

- فرصت تولید حرارت و الکتریسیته در ساختمان ها



گام ۴ - هماهنگی موارد بالا

- اعمال کلیه اقدامات بالا در هماهنگی با کانسپت صفرانرژی بر روی ساختمان





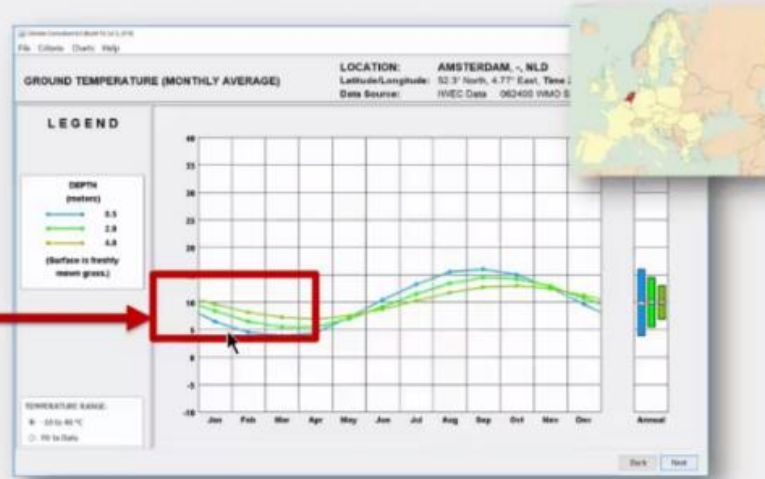
سیستم گراند داکت





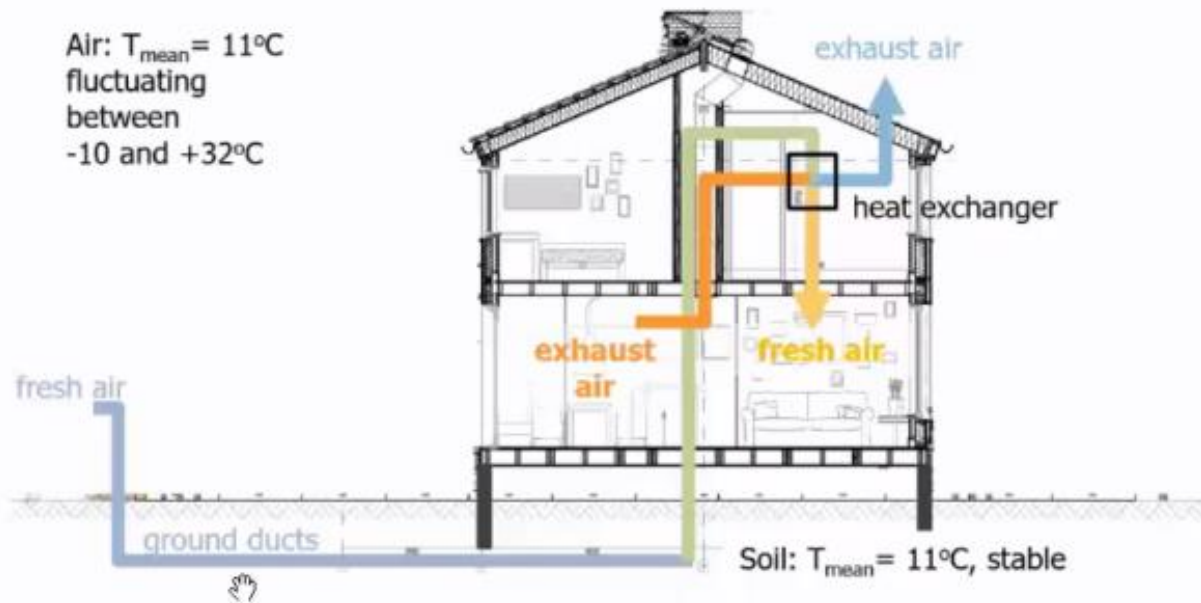
Ground temperature (Climate Consultant)

a ground duct can warm the incoming air to 5 to 10 degrees in winter



سیستم گراند داکت

Ground duct ventilation





Air to air heat exchanger



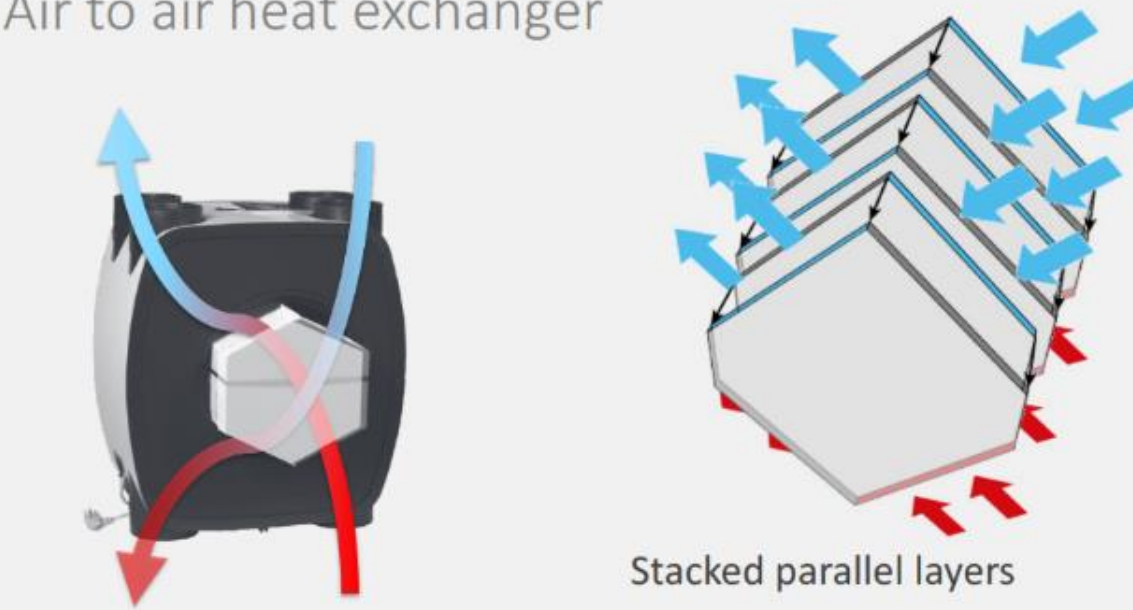
بازیافت تلفات تهویه ای

■ بازیافت حرارتی تهویه ای با استفاده از سیستم های (HRV) صورت می گیرد. که یکی از سیستم های مکانیکی موثر در رسیدن به هدف طراحی/بازطراحی ساختمانهای انرژی صفر می باشد.

■ حداقل بهره وری سیستم های HRV می باید ۷۵٪ باشد.

■ ترجیحا استفاده از HRV های با راندمان ۹۰٪ استفاده شود.

Air to air heat exchanger





■ گامهای اساسی در طراحی ساختمانهای صفر انرژی

گام ۰ - پژوهش و آنالیز مصرف انرژی

- تجزیه و تحلیل مصرف انرژی ساختمان انتخابی
- تحلیل اقلیم منطقه/موقعیت ساختمان انتخابی و انتخاب معیارهای غیرفعال جهت کاهش نیاز انرژی



گام ۱ - کاهش مصرف انرژی

- کاهش انرژی مصرفی مانند گرمایش و تهویه کنترل شده
- (معیارهای غیرفعال: با استفاده از عایق حرارتی، سایه اندازی خورشیدی، بام سبز، پنجره های عایقکاری شده بهینه،...)



گام ۲ - بازیافت (استفاده مجدد) انرژی

- فرصت استفاده مجدد از جریان انرژی در ساختمان ها (معیارهای فعال: پمپ حرارتی، گراند داکت، ...)



گام ۳ - تولید انرژی (از منابع انرژی های تجدیدپذیر)

- فرصت تولید حرارت و الکتریسیته در ساختمان ها



گام ۴ - هماهنگی موارد بالا

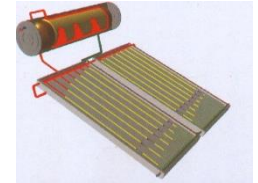
- اعمال کلیه اقدامات بالا در هماهنگی با کانسپت صفرانرژی بر روی ساختمان





سیستمهای فعال خورشیدی

۱- آبگرمکن ها (هواگرم کن ها) ی خورشیدی



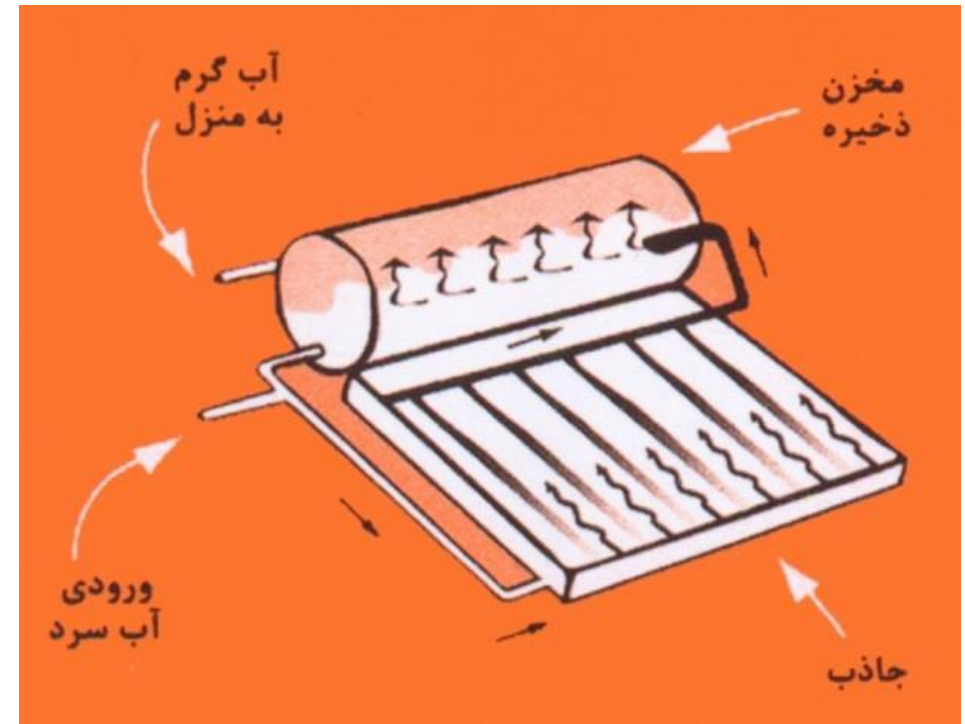
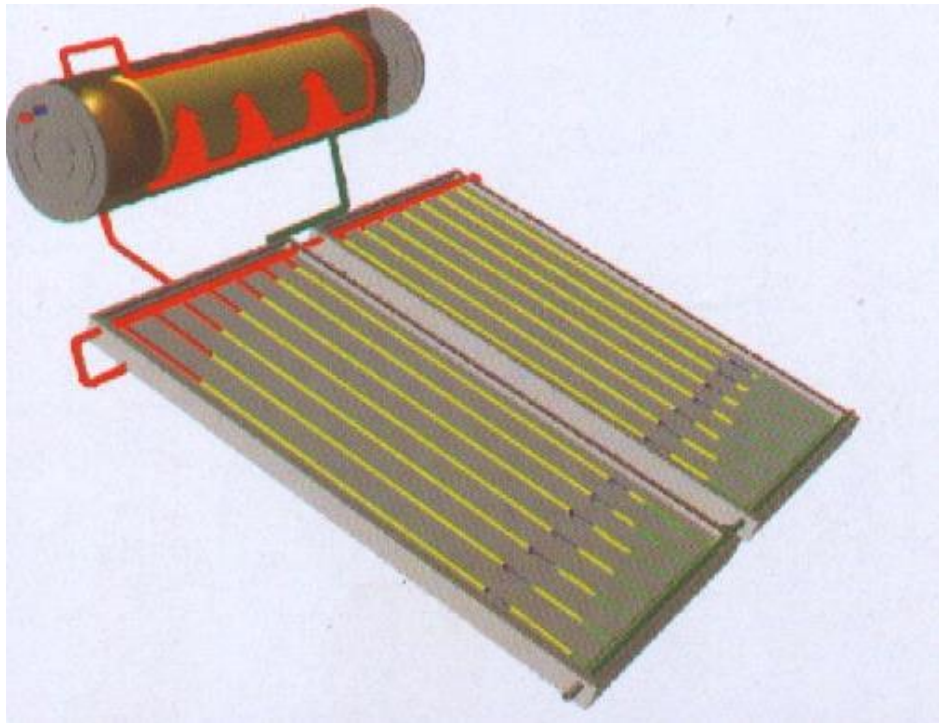
۲- صفحات فتوولتاییک (PV)





سیستمهای فعال خورشیدی

۱- آبگرمکن ها (هواگرم کن ها) ی خورشیدی: برای تولید آب گرم/هوای گرم خورشیدی



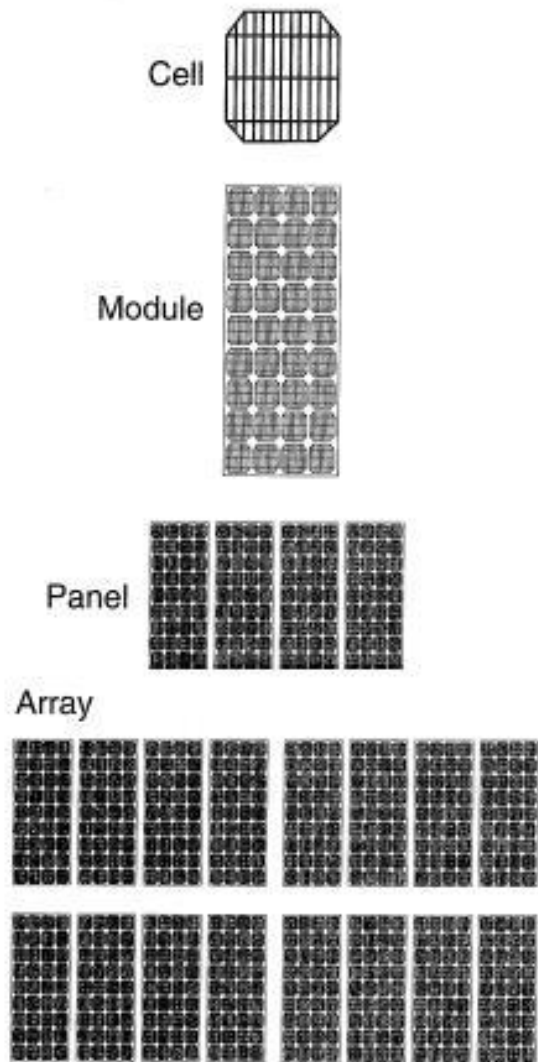
کلکتور خورشیدی (آبگرمکن خورشیدی)





سیستمهای فعال خورشیدی

– صفحات فتوولتائیک (PV): برای تولید برق خورشیدی



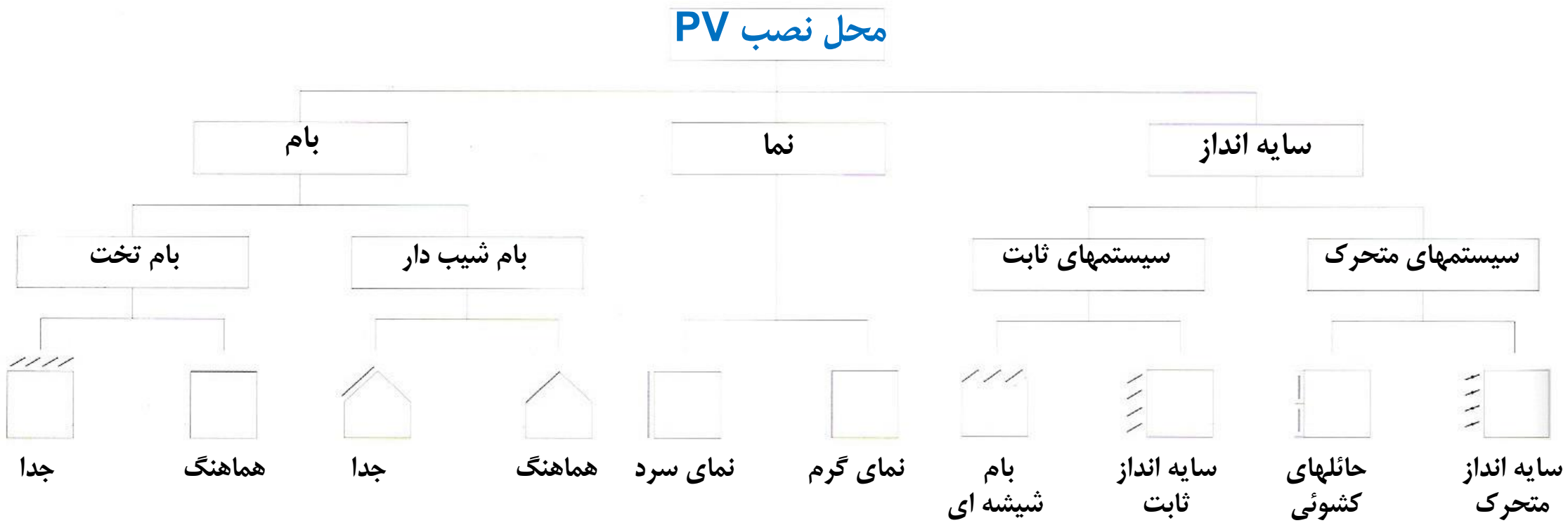
سلولها با یکدیگر ترکیب شده و مدول را بوجود می آورند.
مدولها، صفحه را شکل می دهند و صفحات با یکدیگر ترکیب شده و آرایه را بوجود می آورند.








هماهنگی ساختمانی PV





 E-mail: Ahadollah.Azami@emu.edu.tr

  +90-533-877-6452

 @ahad.azami

  +98-914-309-1559