

**SQUARE - Ett system för
kvalitetssäkring vid ombyggnad av
befintliga byggnader till
energieffektiva byggnader**

**Energieffektiviseringsåtgärder och dess
effekt på inomhusmiljön**

Finansierat av:

Intelligent Energy  Europe



SQUARE - Ett system för kvalitetssäkring vid ombyggnad av befintliga byggnader till energieffektiva byggnader

Energieffektiviseringsåtgärder och dess effekt på inomhusmiljön

Delprojekt 5 Åtgärder för energieffektivisering,
Rapport 5.1

SQUARE
Koordinerat av
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
Box 857, SE-501 15 BORÅS, Sverige
www.iee-square.eu

Inledning

Den här rapporten är en del av arbetet som sker inom projektet SQUARE (EIE/07/093/SI2.466701), vilket är en akronym för ”A System for Quality Assurance when Retrofitting Existing Buildings to Energy Efficient Buildings” (Ett system för kvalitetssäkring vid ombyggnad av befintliga byggnader till energieffektiva byggnader). Projektet är delvis finansierat av Europakommissionen med stöd från programmet Intelligent Energi Europa (IEE). Målsättningen för projekt SQUARE är att säkerställa energieffektiv ombyggnad av flerbostadshus på ett systematiskt och kontrollerat sätt med bra inomhusmiljö.

Partner inom projekt SQUARE är:

- AEE Institute for Sustainable Technologies, Österrike
- EAP Energy Agency of Plovdiv, Bulgarien
- TKK Helsinki University of Technology, Finland
- Trecodome, Nederländerna
- TTA Trama Tecno Ambiental S.L, Spanien
- Poma Arquitectura S.L., Spanien
- SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Sverige
- AB Alingsåhem, Sverige

Författare: Armin Knotzer – AEE INTEC, Österrike
Sonja Geier – AEE INTEC, Österrike

Alla rättigheter för bilder och figurer i den här rapporten är reserverade ägaren!

Författarna till den här rapporten har fulla ansvaret för innehållet. Det speglar inte nödvändigtvis åsikterna hos europeiska organisationer. Europakommissionen är inte ansvarig för hur informationen kan komma att användas.

Sammanfattning

Energieffektiviseringsåtgärder i det europeiska bostadsbeståndet, i huvudsak byggt under perioden 1960 till 1980, bör leda till åtminstone 50 % energibesparing. Ambitiösa ombyggnationer med hög prestanda utförda i pilotprojekt inom SQUARE medför mycket större besparingar, upp till 80 eller 90 %. För att nå dessa mål är det viktigt att ta reda på mer om vilka åtgärder som har stor energiförbättringspotential och samtidigt är enkla att genomföra.

Delprojekt 5 fokuserar på att ta fram ett antal exempel på energieffektiviseringsåtgärder som kan användas vid ombyggnad av bostäder och belyser samtidigt deras effekt på inomhusmiljön. Eftersom klimatet varierar i de olika europeiska länderna bestämdes det inom projektet att åtgärder skulle föreslås för tre olika europeiska klimat för att möta de särskilda kraven i olika länder.

Den här rapporten beskriver 10 viktiga åtgärder för energieffektivisering, vilka även leder till tillfredställande byggnadsprestanda och inomhusmiljö även under driftfasen. Beskrivningen av varje åtgärd inkluderar information om åtgärden, rekommenderade värden och hur denna kan verifieras. Dessutom redovisas deras påverkan på inomhusmiljön och goda exempel på tillämpningar samt länkar till mer information.

I rapporten presenteras de 10 åtgärderna, för att ge en enkel och lättförståelig bild av åtgärderna. Informationsmaterialet är även tillgängligt i form av ett presentationsmaterial på SQUAREs hemsida, www.iee-square.eu. Målgruppen är bostadsbolag, bostadsägare, hyresgästföreningar, planerare, arkitekter och konsulter.

Innehållsförteckning

1	INTRODUKTION	1
1.1	SYFTE OCH MÅL	1
1.2	METOD	1
1.3	MÅL OCH MÅLGRUPPER	1
1.4	OMFATTNING OCH BEGRÄNSNINGAR	1
2	BAKGRUND	3
3	METOD OCH RESULTAT	5
4	TVÅ OLIKA TYPER AV ÅTGÄRDER	6
5	PRELIMINÄRA ÅTGÄRDER FÖR OLIKA KLIMAT	8
6	TIO ENERGIEFFEKTIVISERINGSÅTGÄRDER	9
6.1	UTVÄNDIG ISOLERING	9
6.1.1	PÅVERKAN PÅ ENERGIANVÄNDNINGEN	9
6.1.2	PÅVERKAN PÅ INOMHUSMILJÖN	10
6.1.3	FÖRSLAG PÅ RIKTVÄRDEN	10
6.1.4	VERIFIKATION	10
6.1.5	GODA EXEMPEL PÅ TILLÄMPNINGAR OCH INFORMATION	11
6.2	TERMISK OPTIMERING AV FÖNSTER OCH DÖRRAR	12
6.2.1	PÅVERKAN PÅ ENERGIANVÄNDNINGEN	13
6.2.2	PÅVERKAN PÅ INOMHUSMILJÖN	13
6.2.3	FÖRSLAG PÅ RIKTVÄRDEN	13
6.2.4	VERIFIKATION	13
6.2.5	GODA EXEMPEL PÅ TILLÄMPNINGAR OCH INFORMATION	13
6.3	LUFTTÄTHET	14
6.3.1	PÅVERKAN PÅ ENERGIANVÄNDNINGEN	15
6.3.2	PÅVERKAN PÅ INOMHUSMILJÖN	15
6.3.3	FÖRSLAG PÅ RIKTVÄRDEN	15
6.3.4	VERIFIKATION	15
6.3.5	GODA EXEMPEL PÅ TILLÄMPNINGAR OCH INFORMATION	15
6.4	UTVÄNDIG SOLAVSKÄRMNING	16
6.4.1	PÅVERKAN PÅ ENERGIANVÄNDNINGEN	17
6.4.2	PÅVERKAN PÅ INOMHUSMILJÖN	17
6.4.3	FÖRSLAG PÅ RIKTVÄRDEN	17
6.4.4	VERIFIKATION	18
6.4.5	GODA EXEMPEL PÅ TILLÄMPNINGAR OCH INFORMATION	18
6.5	NATURLIG KYLNING	19
6.5.1	PÅVERKAN PÅ ENERGIANVÄNDNINGEN	19
6.5.2	PÅVERKAN PÅ INOMHUSMILJÖN	19

6.5.3	FÖRSLAG PÅ RIKTVÄRDEN	19
6.5.4	VERIFIKATION	20
6.5.5	GODA EXEMPEL PÅ TILLÄMPNINGAR OCH INFORMATION	20
6.6	SAMTAL MED ANVÄNDARE OM DERAS BETEENDE	21
6.6.1	PÅVERKAN PÅ ENERGIEFFEKTIVITET	21
6.6.2	PÅVERKAN PÅ INOMHUSMILJÖN	21
6.6.3	FÖRSLAG PÅ ÅTGÄRD	21
6.6.4	VERIFIKATION	22
6.6.5	GODA EXEMPEL PÅ TILLÄMPNINGAR OCH INFORMATION	22
6.7	OPTIMERAT UPPVÄRMNINGSSYSTEM	23
6.7.1	PÅVERKAN PÅ ENERGIANVÄNDNINGEN	23
6.7.2	PÅVERKAN PÅ INOMHUSMILJÖN	23
6.7.3	FÖRSLAG PÅ RIKTVÄRDEN	23
6.7.4	VERIFIKATION	24
6.7.5	GODA EXEMPEL PÅ TILLÄMPNINGAR OCH INFORMATION	24
6.8	ANVÄNDNING AV FÖRNYBAR ENERGI	25
6.8.1	PÅVERKAN PÅ ENERGIANVÄNDNINGEN	25
6.8.2	PÅVERKAN PÅ INOMHUSMILJÖN	25
6.8.3	FÖRSLAG PÅ RIKTVÄRDEN	25
6.8.4	GODA EXEMPEL PÅ TILLÄMPNINGAR OCH INFORMATION	26
6.9	OPTIMERAT STYRSYSTEM FÖR VÄRME	26
6.9.1	PÅVERKAN PÅ ENERGIANVÄNDNINGEN	27
6.9.2	PÅVERKAN PÅ INOMHUSMILJÖN	27
6.9.3	FÖRSLAG PÅ RIKTVÄRDEN	27
6.9.4	VERIFIKATION	27
6.9.5	GODA EXEMPEL PÅ TILLÄMPNINGAR OCH INFORMATION	27
6.10	OPTIMERAT VENTILATIONSSYSTEM	28
6.10.1	PÅVERKAN PÅ ENERGIANVÄNDNINGEN	29
6.10.2	PÅVERKAN PÅ INOMHUSMILJÖN	29
6.10.3	FÖRSLAG PÅ RIKTVÄRDEN	29
6.10.4	VERIFIKATION	29
6.10.5	GODA EXEMPEL PÅ TILLÄMPNINGAR OCH INFORMATION	30
7	SLUTSATSER OCH MER INFORMATION	31
8	REFERENSER	33
Appendix		
A	ENERGIEFFEKTIVA ÅTGÄRDER - DOKUMENTATION	34
B	ISO 7730 ANALYS	37

1 Introduktion

1.1 Syfte och mål

Syftet är att beskriva hållbara energieffektiva lösningar som kan användas vid ombyggnation av flerfamiljshus utifrån olika förutsättningar i olika länder. Dessa renoveringslösningar skall vara anpassade för att ge en god till luftkvalitet och termisk komfort inomhus, men de skall även vara anpassade till olika klimat och byggtraditioner.

Målet är att visa värdet av att ha en lista med olika tänkbara åtgärder för energieffektivisering vid ombyggnad av flerbostadshus. Vid valet av åtgärder bör man inte bara fokusera på själva renoveringsprocessen utan även på användning av byggnaden efter renovering, såsom effekten på inomhusmiljön och på styrning av systemen.

1.2 Metod

Första steget är att utvärdera potentialen för energibesparingsåtgärder som kan användas vid ombyggnation av flerfamiljshus olika länder.

Andra steget är att utvärdera de energieffektiva åtgärderna som har stor potential med hänsyn till renoveringsbehovet, byggtradition, klimat och resurser. Samt att redovisa dess effekt på inomhusmiljön.

Tredje steget är att utvärdera hur väl dessa installationstekniska och byggnadstekniska energieffektiviseringsåtgärder behåller sin prestanda under hela förvaltningsfasen.

1.3 Mål och målgrupper

Målgruppen för informationsmaterialet om effektiva renoveringsåtgärder med hänsyn till olika klimat och relevanta byggnadstyper är ägare av flerfamiljshus, bostadsbolag, bostadsrätts- och hyresrättsföreningar, exploatörer, arkitekter, konsulter och boende.

1.4 Omfattning och begränsningar

Innehållet i rapporten baseras i mångt och mycket på de mest relevanta energieffektiviseringsåtgärderna som använts i pilotprojekten inom SQUARE projektet och som är enkla att tillämpa för de olika målgrupperna. Det är väldigt viktigt att ge en snabb översikt av möjligheter. Därför har man valt att inte gå in i detalj beträffande olika typer av byggnader eller olika byggtraditioner, utan att lyfta

fram vilka typer av åtgärder som är väldigt viktiga både för renovering och förvaltning med hänsyn till energieffektivitet och inomhusmiljö (termisk komfort, luftkvalitet mm).



Figur 1. Flerbostadshus på Makartstraße, Linz - Österrike; AEE INTEC

Åtgärderna har valts för att vara relevanta för byggnadsbeståndet från perioden 1960 till 1980 (se figur 1), eftersom den perioden hade den högsta byggnadsaktiviteten i Europa, samt att dessa bostäder har det högsta energibehovet (se rapport från SQUARE, delprojekt 2).

2 Bakgrund

När vi pratar om energieffektivitet vid ombyggnation finns det ett huvudmål, nämligen att minimera användning av primäre energi och mängden köpt energi genom åtgärder under planerings-, produktions- och förvaltningsskedet. Detta gäller både för byggnaden och för installationer.

För att göra energianalyser av byggnader behövs deras energibehov före och efter renovering (se appendix A). Om vi vill undersöka den termiska komforten översiktligt inne i bostäderna behövs åtminstone U-värden för olika byggnadsdelar. Det är även viktigt för beräkningarna enligt ISO 7730. Men det krävs ännu fler parametrar som input för att uppskatta en byggnads energiprestanda.

Olika energieffektiviseringslösningar är mer eller mindre lämpade för olika klimat och klimatzoner. I projekt SQUARE beslöt man att arbeta med tre olika klimat inom EU, vars karaktäristika redovisas i tabell 1. Det är inte baserat på någon vetenskaplig definition av klimat utan syftet var att ge en överblick av relevanta parametrar som kan beskriva de klimatförhållanden som påverkar valet av olika energieffektiviseringslösningar.

Tabell 1. Karaktäristika för de tre olika klimat som används för att specificera energieffektiviseringsåtgärder vid ombyggnad enligt SQUARE (föreslaget är framtaget av AEE INTEC och verifierat av SQUARE partner)

KLIMAT/ KARAKTÄRISTIKA	W varmt	T tempererat	C kallt
Lägsta temperatur utomhus under uppvärmningssäsongen[°C]	0 till -10	-10 till -16	-12 till -25
Genomsnittlig utomhustemperatur under uppvärmningssäsongen[°C]	+8 till +10	+2 till +4	+2 till -10
Genomsnittlig utomhustemperatur under sommaren[°C]	+20 till +24	+17 till +22	+10 till +16
Graddagar för uppvärmning 20/12 [K.d]	1200 – 3000	3000 – 4500	4500 – 7000
Solinstrålning [kWh/m ² a]	1200 – 1500	1000 – 1200	Upp till 1000

Det finns dessutom ett fåtal parametrar som används för att karaktärisera minimikrav för inomhusmiljön och som enkelt kan mätas, se tabell 2. Det finns exempelvis skillnader i krav för rumstemperatur i olika länder. Det finns också olika tradition

hur man mäter och utvärderar exempelvis luftkvalitet inomhus i olika europeiska länder. De nordiska länderna använder ventilationsflöden, mellersta och södra Europas länder använder ibland även koncentration av CO₂. I Spanien används t.ex. ett obligatoriskt värde på luftombyte för nya byggnader med mekaniska fläktar som metod för att utvärdera luftkvaliteten inomhus. CO₂-mätare är inte obligatoriska men i vissa projekt med hög energieffektivitet använder man CO₂-mätare för att motivera en minskning av ventilationsflödena när de är onödigt höga.

Tabell 2. Värden på parametrar för att beskriva inomhusmiljön i olika klimat (föreslaget framtaget av AEE INTEC och verifierat av SQUARE partner)

KLIMAT	W varmt	T tempererat	C kallt
Rumstemperatur Vinter/Sommar [°C]	21/ < 26	20/ < 26	20/ < 26
Ventilationsflöde [ACH] eller	0,35-0,4	≥ 0,3	0,2-0,35
CO ₂ -koncentration [ppm]	< 1000	800	900-1000

Pilotprojekten i SQUARE använder olika typer av mätmetoder för att analysera inomhusmiljön och luftkvaliteten. Se även guiden för QA system från delprojekt 4 [6].

3 Metod och resultat

Undersökningen av det Europeiska byggnadsbeståndet av bostäder och dets energi- och inomhusmiljöprestanda var ett första steg mot energibesparingspotentialen, utfört i samarbete med Arbetspaket 2 (se tabell 3).

Tabell 3. Medelvärde av energibesparingspotential för byggnadsbeståndet av bostäder (Referens: SQUARE Intern rapport från delprojekt 2, 2009)

	Energibehov för uppvärmning [kWh/m ² a]	Energibesparingspotential [%]
Österrike	210	50-60
Bulgarien	> 170	40
Finland	> 170	50
Spanien	55 till 100	60
Sverige	210	50-60

I ett tidigt skedet samlades ett antal energieffektiviseringsåtgärder för olika byggnadsdelar och installationer, främst baserat på de som används i pilotprojekten inom SQUARE (se appendix A). För att utvärdera effekten på inomhusmiljön skapades ett excel-verktyg som baserat på ISO 7730 (se appendix B).

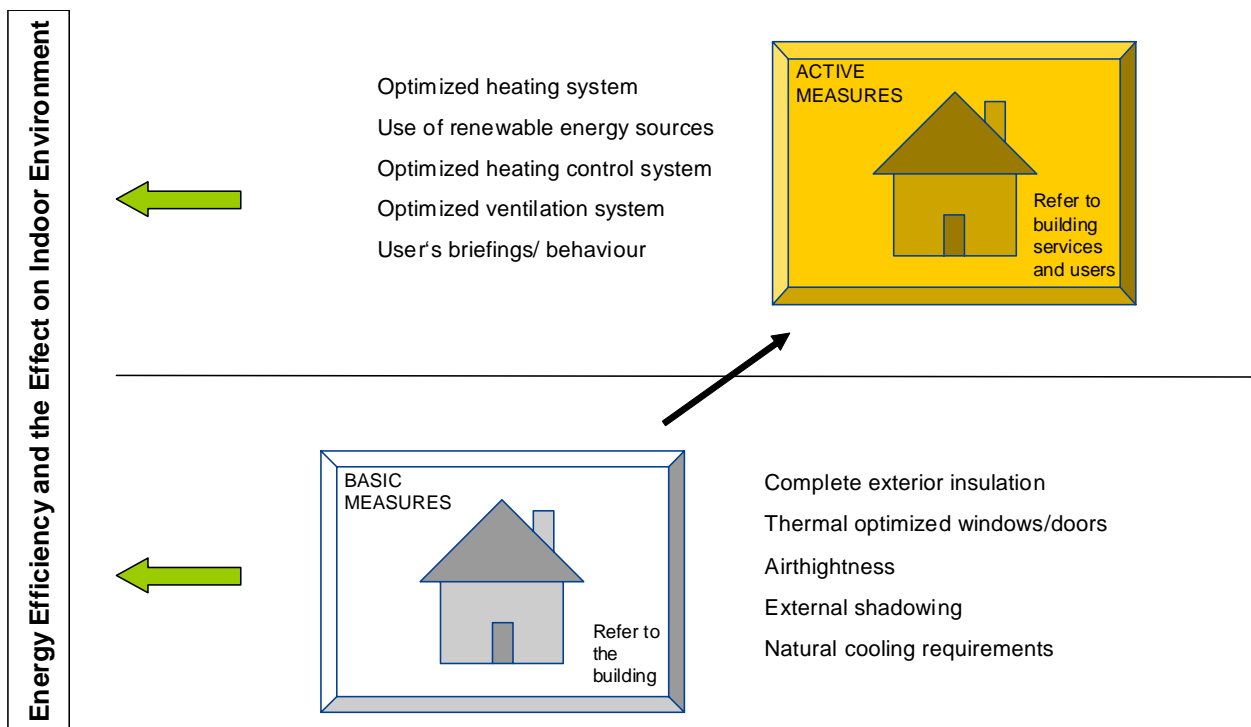
I nästa skede tittade man även på energieffektiviseringsåtgärder som inte användes i SQUAREs pilotprojekt men som kan vara möjliga för ombyggnadsprojekt och anpassade dessa till olika klimat och byggtraditioner. Om det ska bli lätt för investerare att bestämma vilka energieffektiviseringsåtgärder som är värda att investera i, är det avgörande att göra dem lätta att förstå och tillämpa. Följande tio åtgärder är resultatet av denna sammanställning.

De energieffektiva lösningarna har valts ut genom att utvärdera energieffektiviseringspotentialen för olika typer av bostäder. Utvärderingen utfördes i huvudsak med hänsyn till olika klimat (uppvärmnings- och kylningsbehov), men inkluderar även byggtraditioner, lokala tillgångar och regelverk i olika länder. Dessutom undersöktes inverkan av energieffektiviseringsåtgärderna på inomhusmiljön.

Utvärderingar av energieffektiviseringsåtgärder som används i de nationella pilotprojekten, beskrivs i rapporter inom SQUARE delprojekt 6. Dessutom baseras utvärderingen på erfarenheter från AEE INTEC och andra SQUARE partners.

4 Två olika typer av åtgärder

Energieffektiviseringsåtgärder kan delas upp i två olika typer av åtgärder (basic measures och active measures) att minska energianvändningen eller energibehovet (se figur 2).



Figur 2. Två olika typer av effektiviseringsåtgärder, BASIC och ACTIVE measures. Åtgärder leder till energieffektivitet och bra inomhusmiljö (Referens: AEE INTEC).

Energieffektiviseringsåtgärder för byggnadsskalet (BASIC measures) är avsedda att vara baskrav för en energieffektiv byggnad med god inomhusmiljö före optimering byggnadens installationer. Dessa åtgärder hänvisar till byggnadsskalets konstruktion och material. Energibehovet för att utföra dessa åtgärder är definitivt lägre än deras effekt på energibesparingen. Optimeringen utförs på de "passiva delarna" av byggnadens system.

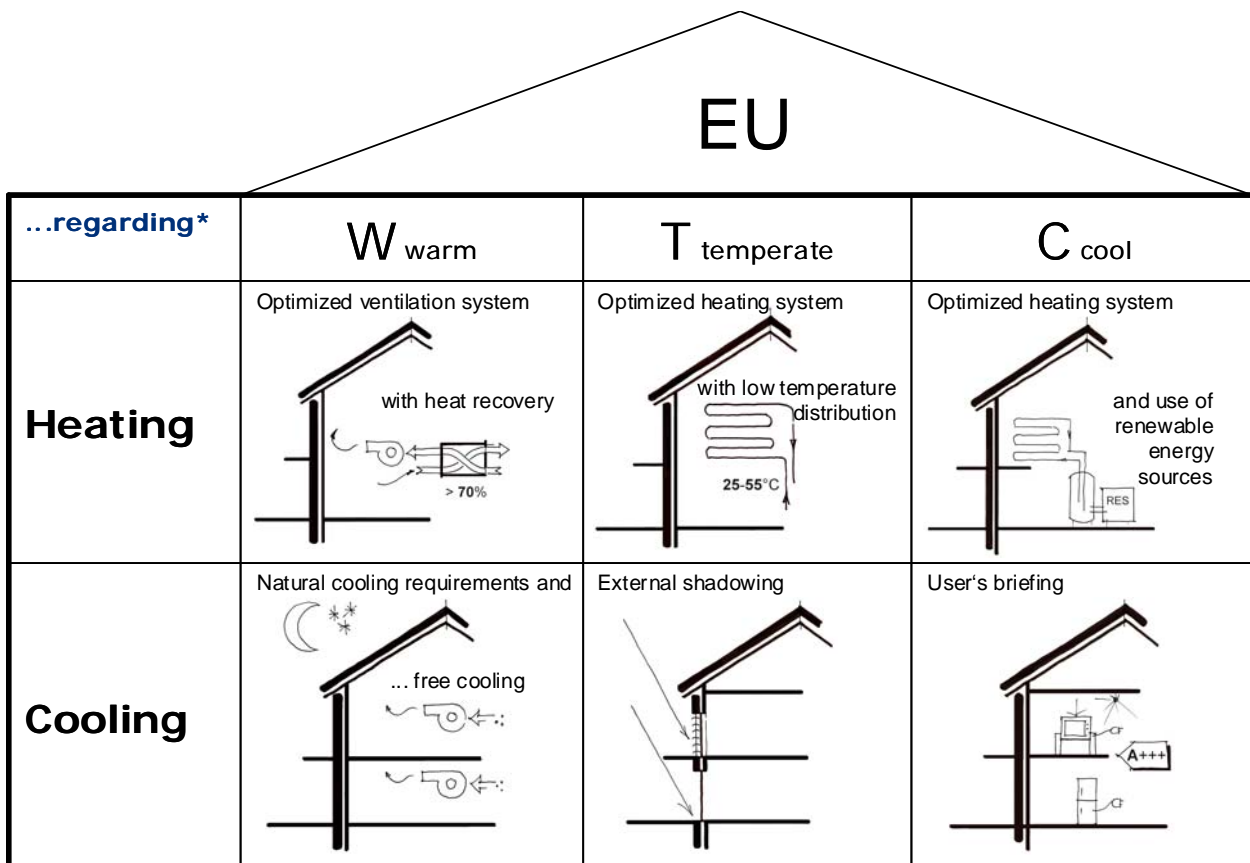
Energieffektiviseringsåtgärder för installationer och utrustning (ACTIVE measures) är avsedda att vara åtgärder i form av optimering av byggnadens installationer och utrustning genom att förbättra deras prestanda eller byta ut dem. Den här optimeringen utförs efter att byggnaden har anpassats till högsta energieffektiva standarden Dessutom görs åtgärder för att påverka brukarnas beteende till att bli mer energieffektivt. Sett över en lång tidsperiod och jämfört med energieffektiviseringsåtgärder för byggnadsskalet (BASIC measures) är besparingspotentialen viktig men generellt lägre och energi- och resursförbrukningen

vid utförande av åtgärderna är högre. Det beror på att dessa åtgärder oftast har relativt kort livslängd som till exempel pannor, värmepumpar och sensorer. Optimeringen sker på de ”aktiva komponenterna” av byggnadens system.

Enligt den här klassificeringen kommer tio energieffektiviseringsåtgärder beskrivas i den här rapporten (se figur 2 och kapitel 6).

5 Preliminära åtgärder för olika klimat

Även om det finns olika typer av åtgärder för energi- och resursbesparing är vissa åtgärder typiska för de olika klimaterna avseende uppvärmning och kylning. Figur 3 syftar till att ge en översiktlig bild av de huvudsakliga åtgärderna som tagits fram inom delprojekt 5.



* Source: AEE INTEC, verified by SQUARE partners

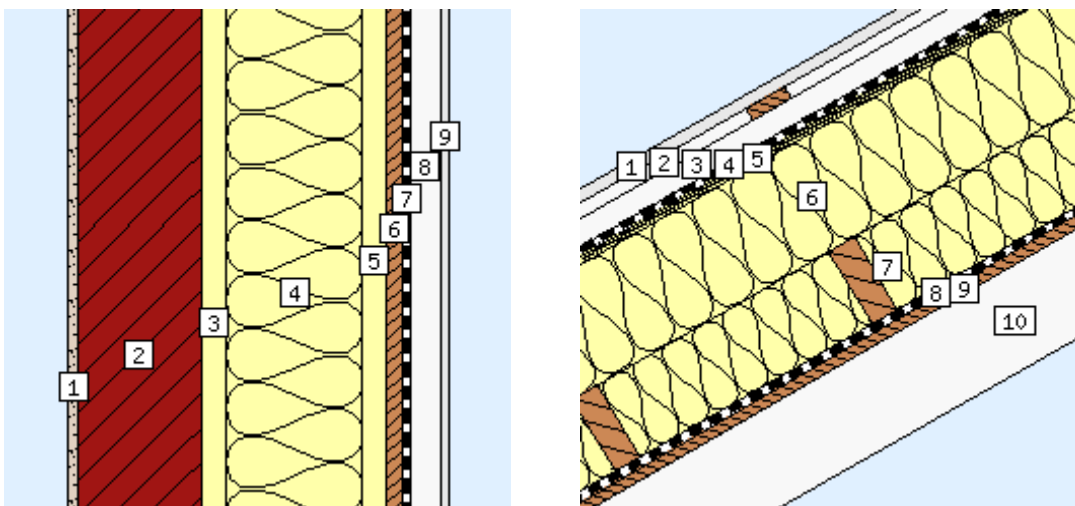
Figur 3. De mest relevanta energieffektiveringsåtgärderna för uppvärmning och kylning av renoverade bostadshus i tre typiska europeiska klimat (AEE INTEC)

6 Tio energieffektiviseringsåtgärder

6.1 Utvändig isolering

I alla klimat har vi behov av isolerade byggnader. Tjockleken av isoleringslagret varierar mellan 5 cm i söder till 40 cm i de norra delarna av Europa. Före isolering är det nödvändigt att undersöka befintliga byggnadsdelar såsom väggar, tak och grund, utförligt avseende kapillärsugning och fuktabsorption. Om det finns fuktskador eller risk för att sådana skall uppstå måste detta åtgärdas omedelbart.

Av byggnadsfysikaliska skäl bör isoleringen placeras på utsidan av bärande konstruktioner (se figur 4). På så sätt blir det lättare att undvika köldbryggor, täcka fönsterkarmar med isolering samt bevara värmelagring och fuktbuffering hos byggnadsdelarna innanför klimatskalet. Invändig isolering används mest för historiska byggnader där man inte får förändra exteriören, men det är svårare att hantera de byggnadsfysiska utmaningarna med den lösningen.



Figur 4. Detaljer av utvändigt isolerad vägg och tak, numren visar de olika lagren. Vägg 1 puts, 2 betong, 3-5 mineralull mellan träreglar av olika tjocklek, 6 Träskivor med 1 mm mellanrum mellan plattorna, 7 diffusionsöppet vindskydd av PE med vindtäta skarvar, 8 luftspalt, 9 panel av fibercement. Tak 1 takbeklädnad, 2 luftspalt med reglar, 4 diffusionsöppen takpapp (vindtät), 5 porösa träfibrer, 6 och 7 mineralull eller isoleringspaneler mellan korslagda reglar, 8 ångspärr av PE, 9 friliggande träskivor, 10 synliga takbalkar (Referens: IBO - Austrian Institute for Healthy and Ecological Building, 2009)

6.1.1 Påverkan på energianvändningen

Utvändig isolering reducerar förluster till följd av värmetransmission och förhindrar köldbryggor. Energiförbrukningen för byggnaden reduceras med 50 till 70 %.

6.1.2 Påverkan på inomhusmiljön

Isolering ger hög termisk komfort på grund av att det höjer temperaturen på invändiga ytor i byggnaden. Det motverkar skador på byggnadsdelar och mögel orsakat av kondensation vid köldbryggor. Värmelagring i materialen behåller värme eller kyla effektivt bara om isoleringslagret är placerat på utsidan av en byggnad (se även 6.5).

6.1.3 Förslag på riktvärden

Det karaktäristiska värdet för effekten av isoleringen är U-värdet, värmetransmissionskoefficienten (enhet: W/m^2K). Det definierar vertikal värmetransmission i watt (W) genom en $1 m^2$ av byggnadselement om temperaturdifferensen på det angränsande luftlagret är 1 Kelvin ($K = 1 ^\circ C$) [1]. Det varierar mellan $< 0,2 W/m^2K$ (eller passivhusstandard) för kalla till $< 0,5 W/m^2K$ för varma klimat.

Det karaktäristiska värdet för effekten av köldbryggor är den linjära köldbryggskoefficienten (enhet: W/mK). Det definierar den extra värmetransmissionen i watt längs med en $1 m$ av konstruktionen på grund av fogar eller hörn om temperaturdifferensen av den angränsande luften är 1 Kelvin ($K = 1 ^\circ C$). Det är svårt att sätta ett rekommenderat värde på köldbryggor för det beror på tjockleken av anslutande isolering. Tjock isolering nära köldbryggan är nödvändigt men ger ett högt värde på den linjära köldbryggskoefficienten. Ett lågt värde på den linjära köldbryggskoefficienten indikerar att det bara är liten skillnad mellan köldbryggan och anslutande konstruktion. För att erhålla en jämn yttemperatur är det viktigt att nå så låga värden som möjligt. Det borde vara möjligt att uppnå värden under $0,05 W/mK$ [2].

6.1.4 Verifikation

Följande internationella och europeiska/nationella standarder representerar bästa praxis för beräkningar och mätmetoder av isolering:

- EN ISO 6946 - Byggnadsdelar och byggnadselement – Termisk resistans och termisk transmittans – beräkningsmetod (U-värde)
- EN 15251 - Parametrar på inomhusmiljö för design och utvärdering av byggnaders energiprestanda där det behandlas luftkvalité, termisk komfort, ljus och akustik
- EN ISO 7730 - Ergonomi och termisk miljö – Analytisk bestämning och tolkning av termisk komfort genom beräkning av PMV och PPD och lokala termiska komfortkriterier (termisk komfort) – Excelverktyg är framtaget inom SQUARE (se appendix B)
- EN ISO 10211 - Köldbryggor i byggnadskonstruktioner – Beräkning av värmeflöden och yttemperaturer, till exempel Del 2: Linjära köldbryggor
- Detaljerade ritningar är användbara för att identifiera och beskriva köldbryggor.

6.1.5 Goda exempel på tillämpningar och information

Alla pilotprojekt i SQUARE använder någon typ av utvändigt isolering som en viktig åtgärd (se bild 5 och 6 och nationella rapporter [3]).



Figur 5. Flerbostadshus på Makartstraße, Linz - Österrike; AEE INTEC

Österrikiska och tyska länkar:

<http://www.ibo.at/en/index.htm> och <http://www.baubook.info/PHBTK/>:

Detaljer för passivhus – En katalog av ekologiskt rankade konstruktioner

<http://www.impulsprogramm.de>:

Lista på ritningar av detaljer rörande isolerade byggnadskomponenter.

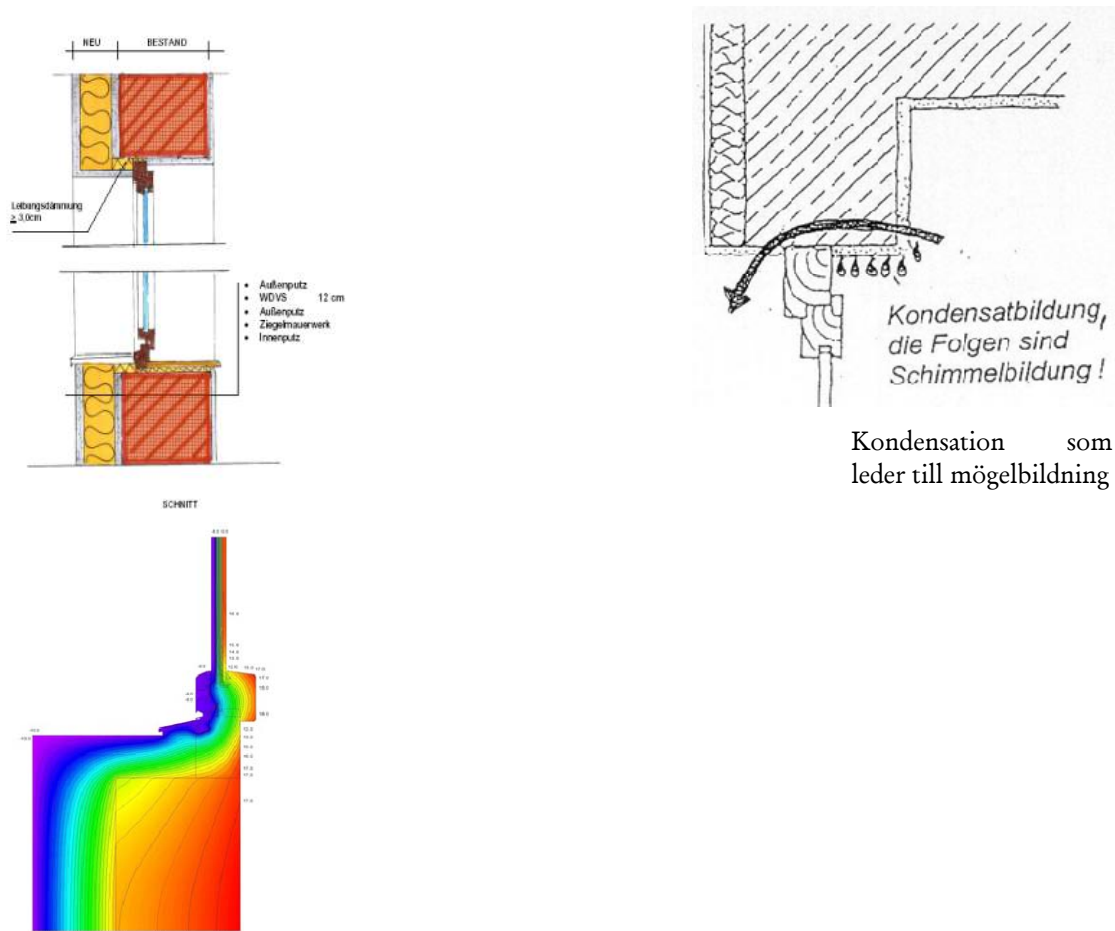


Figur 6. Utvändig tilläggsisolering och ny fasad i Brogården, Sverige (vänstra bilden) och tilläggsisolering på insidan av yttervägg, på grund av restriktioner för ändring av fasaden, i en historisk byggnad i San Juan de Malta, Spanien (Referenser: SP och TTA).

6.2 Termisk optimering av fönster och dörrar

I alla europeiska klimat har vi behov av bättre isolerade glaspartier, fönster och dörrar. Det är väldigt viktigt i de tempererade och kalla klimat, men blir även vanligare i de varma klimat.

Inte bara värdet på isolering av fönster och dörrar är viktigt för att förbättra energieffektiviteten i byggnader, utan även infästningen. Det utvändiga isoleringslagret bör täcka en stor del av fönsterkarmen för att göra det mer värmeisolerat och minska drag från anslutningar, etc. (se figur 7).



Figur 7. Exempel på bra (vänstra bilden) respektive dåligt isolerade fönster som avslöjar risken för kondensering och mögel (högra bilden) (Referens: AEE INTEC; Hochschule für Architektur, Bau und Holz HSB; "die umweltberatung").

6.2.1 Påverkan på energianvändningen

Termiskt optimerade fönster, dörrar och andra transparenta byggnadsdelar reducerar förluster genom värmetransmission och medför värmetillskott genom ”passiv” solenergi. Energiförbehovet för byggnaden reduceras med 20 till 25 %.

6.2.2 Påverkan på inomhusmiljön

Isolerade fönster och dörrar sänker värmelasten från solinstrålning under sommaren. I vissa fall är det värt att minska glasarean för att reducera transmissionsförluster under uppvärmningssäsongen och övertemperaturer under sommaren (se även 6.4).

6.2.3 Förslag på riktvärden

U-värden för fönster och dörrar varierar mellan $< 1 \text{ W/m}^2\text{K}$ (eller enl. passivhusstandarden) för kalla upp till $3 \text{ W/m}^2\text{K}$ för varma klimat.

Det karakteristiska värdet för energitillskott från fönster och dörrar kallas g-värde. Det varierar mellan 0,4 (våldigt välisolerade fönster) till 0,75 (fönster med dubbla glas) [4], vilket innebär att 40 till 75 % av energi från strålning utifrån passerar in genom fönstret/dörren.

6.2.4 Verifikation

Följande internationella, europeiska och nationella standarder representerar bästa praxis för design, beräkningar och mätmetoder för fönster och dörrar:

- EN ISO 10077 - Termisk prestanda för fönster, dörrar och luckor – beräkning av termisk transmittans (U-värde)
- EN 410 - Glas i byggnad – Bestämning av ljus- och solkaraktäristik för glas (g-värde)
- DIN 4108 – Termiskt skydd i byggnadskonstruktion (infästning av fönster; ”RAL-montering”)
- ÖNORM B 5320 - Anslutningar för fönster, franska dörrar och dörrar i utvändiga konstruktionselement – Principer för design och utförande av arbete (infästning av fönster)

6.2.5 Goda exempel på tillämpningar och information

Alla pilotprojekt i SQUARE använder välisolerade fönster och dörrar [3]. Pilotprojektet Dieselweg Graz/Österrike, använder prefabricerade isolerade fasadmoduler, där fönster har integrerats i modulerna (se figur 8).

Österrikiska och tyska länkar:

<http://www.ift-rosenheim.de/>: Information, testning och certifiering av fönster.

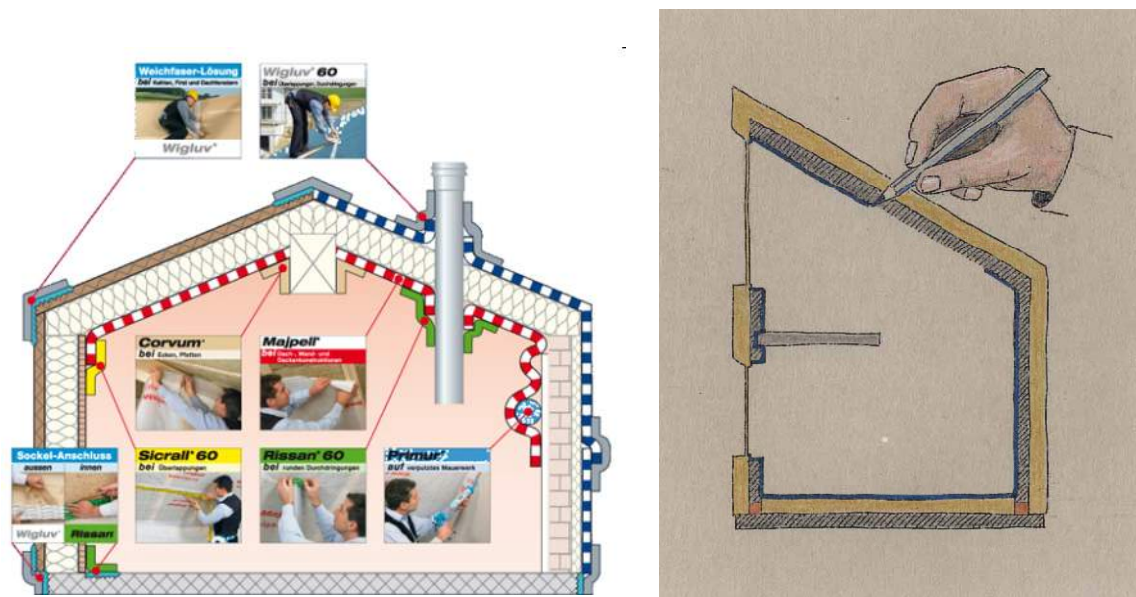
<http://www.ibo.at/en/index.htm> och <http://www.baubook.info/PHBTK/>: Detaljer för passivhus – En katalog över ekologiskt rankade konstruktioner.



Figur 8. Treglasfönster med ett U-värde på $0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$, används i pilotprojektet Brogården/Sverige (vänstra bilden) och modulintegrerade passivhusfönster i Dieselweg Graz/Österrike (Referenser: SP and AEE INTEC).

6.3 Lufttätet

I alla europeiska länder men främst i kalla och tempererade klimat har man behov av lufttäta byggnadsskal. Det viktigaste är att bestämma var det lufttäta skiktet ska placeras (insida yttervägg eller mellan ny och gammal fasad) och hur fönster, dörrar och genomföringar är integrerade i det lufttäta skiktet (se figur 9).



Figur 9. Lufttätt klimatskal med genomföringar (Referenser: Siga; PHI Darmstadt)

6.3.1 Påverkan på energianvändningen

Lufttätt klimatskal reducerar infiltrations- och ventilationsförluster och undviker behov av att värma upp kalla ytor inomhus, orsakade av drag.

6.3.2 Påverkan på inomhusmiljön

Lufttäthet motverkar skador på byggnadskomponenter och mögel orsakad av konvektion av fuktig luft som kondenserar i konstruktionen. Ett exempel är att genom en springa som är 1 mm bred och 1 m lång kommer 800 g vatten per dag in i konstruktionen, om det är lufttätt är det bara 0,5 g/m² [5].

Lufttäthet ökar även den termiska komforten eftersom lufthastigheten sänks, särskilt nära fönster, dörrar och andra typiska dragiga punkter.

6.3.3 Förslag på riktvärden

Det karaktäristiska och mätbara värdet för lufttäthet är n_{50} -värdet, mätt med det så kallade "Blower door testet". Man mäter luftomsättningen (enhet: oms/h) i en byggnad eller lägenhet en gång med undertryck och en gång med övertryck på 50 Pa. Genomsnittet av de två mätningarna ger n_{50} -värdet. För renoverade byggnader borde n_{50} -värdet vara maximalt 1,5 oms/h (passivhusstandard < 0,6 oms/h) [2]. I flera byggnader har man lyckats få en mycket bra lufttäthet efter renovering [3].

6.3.4 Verifikation

Följande europeiska standard representerar bästa praxis för mätning av lufttäthet:
EN 13829 - Termisk prestanda på byggnader – Bestämning av byggnaders genomsläpplighet av luft – Trycksättning med fläkt (Blower door test)

6.3.5 Goda exempel på tillämpningar och information

En av de största utmaningarna att få ett lufttätt klimatskal, särskilt vid ombyggnation. För mer information, se beskrivning av våra pilotprojekt i SQUARE (se figur 10 och rapporter [3]).

Användbar tysk länk: <http://www.passiv.de/>: Information hur man klarar kraven.



Figur 10. Lufttätetsprovning i pilotprojektet Brogården (vänstra bilden) och tätning av vind på Dieselweg Graz (Referenser: SP and AEE INTEC).

6.4 Utvändig solavskärmning

Denna åtgärd är nödvändig för att bibehålla termisk komfort vid varm väderlek. Självklart är det viktigt i varma klimat, men behovet i tempererade och till och med kalla klimat ökar märkbart. Det finns olika skäl för detta såsom högre internlast (teknisk utrustning, belysning), stora fönstereor utan tillräcklig möjlighet för solavskärmning, etc.



Figur 11. Två exempel på extern solavskärmning med utvändiga persienner. Vänstra figuren visar ljusstyrande persienner. Den övre delen av persiennerna leder dagsljus in i rummet (Referens: AEE INTEC).



Figur 12. Persienner i trä som använts i det spanska pilotprojektet (Referens: SP).

6.4.1 Påverkan på energianvändningen

Utvändig solavskärmning reducerar kylningsbehovet, därmed minskas behovet för kylmaskiner. Det minskar även elbehovet om dagsljus används för belysning (se figur 11, vänstra bilden), men kan ibland öka elbehovet genom att mer konstgjord belysning används.

6.4.2 Påverkan på inomhusmiljön

Ökad dagljusanvändning reducerar behovet av belysning. Om alla persienner är stängda utan att leda in dagsljus i rummen behövs dock mer el till belysning. Extern solavskärmning skyddar användarna från starkt ljus och reflektioner.

6.4.3 Förslag på riktvärden

Det karakteristiska värdet för att kvantifiera soltransmittans av transparenta byggnadsdelar är Fc(z)- eller Ts-värdet. Det bör vara under 0,3 – det betyder att maximalt 30 % av solinstrålningen passerar genom glasytan.

Som alternativ till det används dagsljusfaktorn, D, för att utvärdera dagsljusförhållanden inomhus. Det är en metod som är väldigt vanligt och lätt att använda för att beskriva den subjektiva dagsljuskvalitén i ett rum. Den beskriver förhållandet av utvärdig och invändig illuminans (enhet: %). Ju högre D-värde, ju mer naturligt ljus finns det i rummet. Det bör vara högre än 4 i alla rum (4 % av illuminans utomhus).

6.4.4 Verifikation

Följande internationella, europeiska och nationella standarder representerar bästa praxis för beräkningar och mätmetoder för solavskärmning:

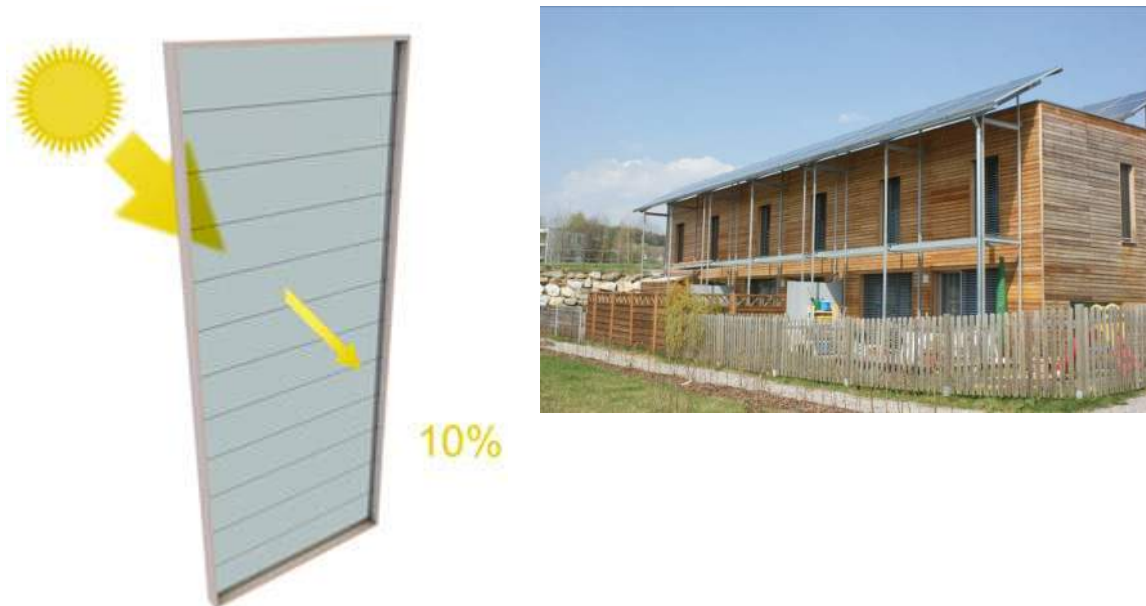
- EN 14501 - Persiennor och luckor- Termisk och visuell komfort – Prestanda och klassifikation (soltransmittans)
- ASTM E1084 - 86(2009) - Standardiserad testmetod för soltransmittans (Terrestrial(?)) av skivmaterial med användande av solljus
- ÖN B 8110-3 - Termiskt skydd i byggnadskonstruktion – Värmelagring och påverkan från sol (soltransmittansvärden)
- DIN 5034 - Invändigt dagsljus – Del 4: Förenklad bestämning av minsta fönsterstorlek för bostäder
- VDI 6011-1 - Optimering av dagsljusfaktor och belysning – grundprinciper (dagsljus)

6.4.5 Goda exempel på tillämpningar och information

Pilotprojekten i SQUARE använder olika typer av solavskärmning [3].

<http://www.keep-cool.eu/CM.php>: Information om att behålla komfort i byggnader på sommaren.

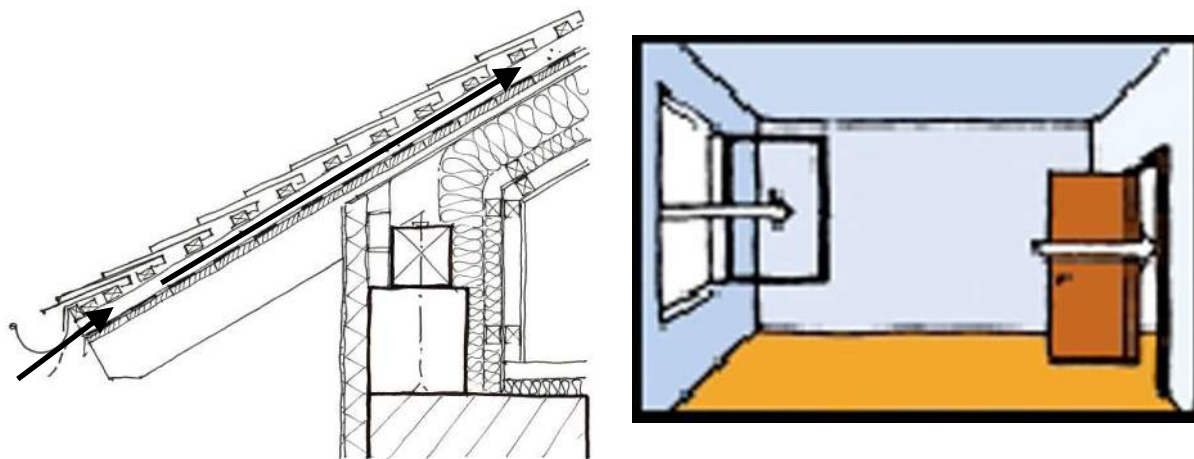
<http://www.es-so.com/en/Solar-shading/types-of-shading-devices.html>: Olika typer av solavskärmning (se även figur 13).



Figur 13. Lösningar med solskyddsfolie som MicroShade™ fångar marknadsandelar, men det finns fler idéer som solcellsmoduler på "Tanno-Row-Houses" i Weiz/Österrike (Referenser: PhotoSolar A/S och AEE INTEC).

6.5 Naturlig kylning

I varma europeiska länder är ventilerade tak (skiss i figur 14) och ljusa tak och fasader väldigt användbart för att skydda byggnaden mot övertemperaturer. Naturligt korsdrag (figur 14) och frikyla på natten (se kapitel 6.10), kombinerat med utvändigt isolering och invändig värmelagring i byggnadens massa, används för att hålla lagom inomhusklimat under sommaren även i tempererade klimat.



Figur 14. Ventilerade tak och korsdrag är åtgärder för naturlig kylning (Referens: AEE INTEC).

6.5.1 Påverkan på energianvändningen

Anordningar för naturlig kylning av byggnader reducerar kylningsbehovet. Aktiva kylsystem borde endast användas i undantagsfall i bostäder.

6.5.2 Påverkan på inomhusmiljön

Ljus fasad (utvändigt isolerad eller ventilerad) och ventilerat tak förhindrar utmattning av material och skador eftersom de reflekterar eller utstrålar det mesta av solenergin. Naturligt korsdrag är ett alternativ till mekaniskt ventilationssystem under den varma årstiden som mest används för att kyla ner stommen under natten. Värmelagring i byggnaden hjälper till att hålla nere temperaturen på inomhusluften under sommaren och hålla uppe rumstemperaturen på vintern.

6.5.3 Förslag på riktvärden

För att luften ska kunna flöda i luftspalten behövs åtminstone 2 cm mellan det inre isolerade taklagret och det yttre väderskyddande taklagret. Korsdrag är bara möjligt med öppningsbara fönster i motstående väggar i ett rum eller i rum som vetter mot olika fasader. Det är viktigt att behålla den här möjligheten även om mekaniska ventilationssystem används. Värmelagringsförmågan i ett rum är väldigt effektivt för temperaturutjämning när det har en kapacitet på 1500 till 5000 kg per m²beräknat per söderorienterade glaspartier såsom fönster och dörrar genom vilka solinstrålningen strålar (direkt eller indirekt) på värmelagrande material.

6.5.4 Verifikation

Följande internationella, europeiska och nationella standarder representerar ”bästa praxis” för beräkningsmetoder och mätmetoder:

- EN 12792 – Ventilation för byggnader – Symboler, terminologi och grafiska symboler (korsdrag)
- EN ISO 13786 – Termisk prestanda av byggnadsdelar – Dynamiska termiska karaktäristika – Beräkningsmetoder (värmelagring)
- DIN 4108 – Termiskt skydd i byggnadskonstruktioner (värmelagring)
- ÖN B 8110-3 – Termiskt skydd i byggnadskonstruktioner – Värmelagring och påverkan från solinstrålning (värmelagring)
- Simuleringar (värmelagring, korsdrag, ...)

6.5.5 Goda exempel på tillämpningar och information

De spanska pilotprojekten använder ett ventilerat och isolerat tak i syfte att reducera takets yttemperatur under sommaren. Taket samlar även upp regnvatten (se figur 3 och [3]).



Figur 15. Ventilerat tak i det spanska pilot-projektet St Joan de Malta/Barcelona; TTA.

<http://www.keep-cool.eu/CM.php>:

Erhålla komfort i byggnader under sommaren

Österrikisk länk för information:

<http://www.ziegel.at/main.asp?content=technik/Waerme/waermesp.htm>

6.6 Samtal med användare om deras beteende

Varje ombyggnadsprocess av bostäder är främst en teknisk och organisatorisk utmaning, men även en social och kommunikativ utmaning. Det innebär att vägleda de boende till energieffektiviseringsåtgärder och god inomhusmiljö vid användning av byggnaden. Brukarnas förståelse av händelserna under byggnation och vid användandet av byggnaden efter renovering är väldigt viktigt för en sammanhängande uppfattning av processen. Mer om installationer, elbehov av olika apparater, ventilationssystem, etc. När vi pratar om energieffektivitet så måste vi ta hänsyn till brukarnas intressen och problem (se figur 16) och försöka påverka dem till ett energiklokt beteende.



Figur 16. Kommunikation före renovering och rådgivning på plats (Referens: AEE INTEC; Dir. Peter Friedl– LBS Feldbach).

6.6.1 Påverkan på energieffektivitet

Information och kommunikation minskar energianvändning hos de boende när de blir medvetna om energianvändningen för olika teknisk utrustning och installationer. Det hjälper också till att ”optimera” energitillskott från interna laster.

6.6.2 Påverkan på inomhusmiljön

Information till användarna ökar förståelsen för ombyggnationen och även för driften och användandet av en befintlig byggnad. Om användarna ändrar vanor när de använder en ny typ av ventilation och värmesystem eller befintliga apparater bidrar de till den allmänna attityden för energisnåla hushåll. Möten med användarna bidrar till en aktiv kontakt mellan husägarna/bostadsbolagen och de boende.

6.6.3 Förslag på åtgärd

Information och kommunikation med de boende bör ske regelbundet före, under och efter renovering (precis som kommunikation mellan partners i projektet). Ett tekniskt exempel: om byggnaden får in mer solljus efter renoveringen och användarna uppmanas att använda belysning och utrustning med energiklass A eller

bättre (A+, A++). Då kan elförbrukning reduceras ned till en femtedel och det minskar problemen med övertemperaturer inomhus under sommaren.

6.6.4 Verifikation

Till exempel:

- Användarmanualer
- Smart mätning
- EU energi- och andra märkningar

6.6.5 Goda exempel på tillämpningar och information

I alla SQUAREs pilotprojekt försökte man ge omfattande information och ha möten med de boende, var och ett på sitt eget sätt (figur 17 och [3]).

Bakgrundsinformation om enkäter och information till brukarna finns även i ”Guide of the SQUARE-system” [6].

Några österrikiska länkar:

www.topprodukte.at: Energieffektiv utrustning.

www.hausderzukunft.at: Studier på boendes medverkan i renoveringar.



Figur 17. Högra bilden visar en tekniker förklarar hur ventilationsaggregatet skall användas. Vänstra bilden visar ett möte med hyresgäster i Brogården (Referenser: AEE INTEC och SP).

6.7 Optimerat uppvärmningssystem

I kalla och tempererade klimat bör det finnas ett tydligt mål att minimera värmeförluster från värmesystemet, närhelst det är möjligt. Isolerade värmerör, lågtemperatursystem, rätt dimensionerad värmeeffekt, bästa värme pannan (se figur 18) och värmelagringsteknik. Användandet av kondensationspannor är ett exempel som medför en optimerad prestanda av värmesystemet.



Figur 18. Vänster bild: Vägghvärme (= låg temperatur) värmesystem. Höger bild: Senaste pannteknologin, här en vedpanna, ökar den årliga verkningsgraden för värmesystemet (Referenser: natürlich bauen gmbh; Guntamatic).

6.7.1 Påverkan på energianvändningen

Ett optimerat värmesystem reducerar energianvändning för värme.

6.7.2 Påverkan på inomhusmiljön

Värmeomvandlingsfaktorn (COP) för generering av lågtempererad värme såsom energi från solvärme är mycket bättre om man använder golv- eller väggvärme (se figur 18, vänstra bilden och figur 19). Även på vintern är det möjligt att få 40 eller 50 °C på flödestemperaturen från solfångare, men inte så höga temperaturer som 60 eller 70 °C. Dessa system skapar hög termisk komfort inomhus genom värmestrålning istället för konvektion.

6.7.3 Förslag på riktvärden

Om pannor är mer än 15 år gamla bör de bytas mot nya, vilka måste ha en hög värmeomvandlingsfaktor (COP minst 90 %).

Värmesystemet behöver arbeta med hög årlig verkningsgrad (trä minst 75 %, värmepumpar > 4, solfångarsystem > 35 %).

Pumparna för distributionen av varmvatten måste vara energieffektiva, värmerör ska isoleras och flödestemperaturer bör ligga på 25 till 55°C (lågtemperatur värmesystem).

6.7.4 Verifikation

Följande internationella och europeiska/nationella standarder representerar bästa praxis för beräkningar och mätmetoder för uppvärmningssystem:

- EN 12831 - Värmesystem i byggnader - Metod för beräkning av värmeeffektbehov
- ON H 5056 - Energiprestanda för byggnader - Energianvändning i värmesystem
- ÖN M 7753, 7755, 7760 och 7763 - nationella standarder för olika värmepumpar
- Tillverkares certifikat (COP-tal)
- Åtgärder för att visa årlig verkningsgrad



Figur 19. Vägghärmsystem som används mellan gammal och ny yttervägg på Dieselweg, Graz; AEE INTEC.

6.7.5 Goda exempel på tillämpningar och information

I alla pilotprojekt i SQUARE optimerades uppvärmningssystemen och installerades senaste pannteknologin in. Systemen förändrades till att använda värmestrålning eller värme tillförd via ventilationen. Rören isolerades och några använder den senaste solfångartekniken. [3]

6.8 Användning av förnybar energi

I alla europeiska klimat borde vi öka andelen av förnybara energikällor. Förutom geotermisk energi, har de alla sitt ursprung från solen. I kallare klimat användas vattenkraft och biomassa, till exempel ved (se figur 16), mer än solfångare och solceller som främst används i varma och tempererade klimat. Vind, biomassa som biogas och djup geotermisk energi kan användas i alla klimat så länge det finns lokal tillgång.

Att känna till lokal källor för decentraliserad energigenerering är kritiskt för att bli oberoende av fossila bränslen, för att främja den lokala ekonomin och minska utsläpp av växthusgaser på lång sikt.

Energi från värmepumpar som markkopplade, vatten till vatten eller luft till vatten, kan bara anses som förnybar energi om elen som används för drift av värmepumpen kommer från energikällor som vind, biomassa, vatten eller djup geotermisk energi.



Figur 20. Vedträn i en vedhög och träflispanna (Referens: AEE INTEC).

6.8.1 Påverkan på energianvändningen

Förnybara energikällor ersätter fossila bränslen och energikällor och minskar den primära energikonsumtionen.

6.8.2 Påverkan på inomhusmiljön

Användningen av effektiva förnybara energitekniker är kritiskt för att minska utsläpp av växthusgaser och för att stärka den regionala ekonomin.

På en väldigt subjektiv nivå: Det är mycket skönare att ha vetskapen att man har soluppvärmt vatten i duschen eller att titta på en eldstad med ved än att känna lukten av olja från källaren.

6.8.3 Förslag på riktvärden

Målet är att täcka 100 % av energibehovet av en byggnad med förnybara energikällor. Den primära energiförbrukningen borde bli begränsad (som t.ex. 120 kWh/m² för passivhus, definierat av PHI Darmstadt, Tyskland) likaväl som CO₂-utsläpp.

6.8.4 Goda exempel på tillämpningar och information

Det österrikiska pilotprojektet i SQUARE använder solvärme och värmepumpar kombinerat med stora lagringstankar (se bild 5 och [3]).



Figur 21. Solfångarfasad på Dieselweg, Dieselweg, Graz (Reference: AEE INTEC).

Internationella länkar (se även guiden till QA systemet som tagits fram i SQUARE projektet [6]):

www.estif.org: För solvärme och kylningstekniker och produkter.

www.epia.org: För solceller.

www.heatpumpcentre.org: Värmepumpsteknik.

6.9 Optimerat styrsystem för värme

Det bästa styrsystemet för värme är ett som ger rätt mängd värme på rätt plats och vid rätt tid! Varje rum bör ha sin egen värmeslinga eller ventilationsöppning för att kunna kontrolleras separat. Ett högkvalitativt system är hela tiden kopplat till väderprognoser av utomhustemperaturen, rumstemperaturen och flödestemperaturen i värmesystemet.

Nya framtidslänkade system som individuell (smart) mätning klarar till och med av att kontrollera enskilda apparater eller systemdelar, och aktiverar dem när det är fördelaktigt både för energitillförsel och för användarens budget.



Figur 22. Termostatventil och utombustermometer (Referens: AEE INTEC; Star)

6.9.1 Påverkan på energianvändningen

Ett optimerat kontrollsystem för värme reducerar energikonsumtion för uppvärmning genom att kraftigt förbättra den verkningsgraden på distributionssystemet.

6.9.2 Påverkan på inomhusmiljön

Styrsystemet ökar den termiska komforten genom att optimera tiden för värmeförelsen i olika delar av byggnaden. Det motverkar övertemperaturer (särskilt i södervända rum) och för låga temperaturer i rum med mindre värmelaster.

6.9.3 Förslag på riktvärden

Ett välplanerat kontrollsystem för uppvärmning tillåter exempelvis att du kan sänka rumstemperaturen i varje enskilt rum under natten eller vid frånvaro. En sänkning med 1 grad (rumstemperatur) medför en reducerad energianvändningen på upp till 6 %.

En flexibel styrning av varje rum eller värmeslinga är lagom i form av en utombustempersensor kombinerat med termostatventiler på elementen eller rumtermostater (se figur 22).

6.9.4 Verifikation

Följande internationella, europeiska och nationella standarder representerar bästa praxis för styrning av systemen:

- EN 215 - Termostatventiler för radiatorer; krav och testmetoder
- EN 60730 - Automatiska elektriska kontroller för hushåll och liknande användning

6.9.5 Goda exempel på tillämpningar och information

Alla pilotprojekt i SQUARE använder någon typ av kontrollsystem [3].

Organisationer som erbjuder energirådgivning har ofta mycket kunskaper om kontrollsystem och kan konsulteras för att informera om detta.



Figur 23. Värmedistribution och integrerat kontrollsystem; AEE INTEC.

6.10 Optimerat ventilationssystem

Ett välplanerat och omsorgsfullt installerat ventilationssystem är bästa försäkringen för hög kvalitet på inomhusmiljön. I alla europeiska klimat finns behov av ett utmärkt ventilationssystem som drivs hygieniskt och energimässigt tillfredsställande. För att få ett energieffektivt system används värmeåtervinning genom att installera en värmeväxlare (se figur 24 och 25). I kalla och tempererade klimat är det vanligt att använda mark-luft-värmepump utöver värmeåtervinningen för att förvärma utomhusluften. I varma men även tempererade klimat är det vanligt att använda ventilationen för att kyla ner rum under den varma årstiden. Rummen kyls oftast med den kallare utomhusluften på natten (frikyla). I detta fall är värmeåtervinningen avstängd och den kalla luften kommer in direkt via en ”bypass” koppling.



Figur 24. Ventilationsaggregat med integrerad värmeåtervinning och isolerade ventilationsrör (Referens: AIT; AEE INTEC).

6.10.1 Påverkan på energianvändningen

Om ventilationssystemet är utrustat med värmeåtervinning, reduceras värmeförlusterna. Ventilation som frikyla hjälper till att reducera kylningsbehovet, särskilt i varma klimat om det finns relativt stor massa för värmelagring. Energiförbehovet för hela byggnaden reduceras med 10 till 20 %.

6.10.2 Påverkan på inomhusmiljön

Det kontrollerade, mekaniska ventilationssystemet ökar inomhuskomforten genom ständigt luftutbyte. Det motverkar konstruktionsskador orsakade av kondensation och fuktiga byggnadsdelar, skapar möjligheter att filtrera allergener, pollen och föroreningar. Om inomhusluften blir för torr orsakat av ventilationen under kalla säsonger kan återfuktare eller växter lösa problemet.

6.10.3 Förslag på riktvärden

Den flödesspecifika elektriska förbrukningen för ventilationssystemet bör vara under 0,4 Wh/m³. Den tillförda luftomsättningen bör överstiga 0,3 oms/h för att skapa en bra luftkvalitet, vilket betyder att 30 % av rumsvolymen ska bytas varje timme.

Vissa länder använder CO₂-koncentrationen som karakteristiskt värde för utvärdering av luftkvalitet inomhus. Den bör vara under 800 ppm.

Andra kriterier för mekaniska ventilationssystem är: temperatur på tilluften över 16,5 °C, lufthastighet under 0,15 m/s.

Den relativa luftfuktigheten i bostaden under uppvärmningssäsongen ska variera mellan 45 till 60 % (under sommaren under 55 %) – ett särskilt viktigt kriterium i varma och tempererade klimat! I kalla klimat kan luftfuktigheten vara betydligt lägre vintertid. Värmeåtervinningen bör ha en återvinningsgrad på mer än 70 % för att luftvärmeväxlaren inte skall frysa, så det finns möjligheten att använda markkopplad luftvärmeväxlare för att förvärma uteluften med verkningsgraden 20 % eller mer.

6.10.4 Verifikation

Följande internationella, europeiska och nationella standarder representerar bästa praxis för prestanda, beräkningar och mätmetoder för ventilation i byggnader:

- EN 13141 - Ventilation för byggnader - Prestandatestning av komponent/produkt för ventilation i bostäder (mekanisk ventilation)
- EN 12599 - Ventilation för byggnader - Testprocedurer och mätmetoder för överlämnande av installerad ventilation och luftkonditioneringsystem
- EN 13053 - Ventilation för byggnader - Luftaggregat – Klassning och prestanda för enheter, komponenter och sektioner (mekanisk ventilation)
- ANSI/ASHRAE-standarder nr. 62 och många andra (mekanisk ventilation)
- VDI 2071 - Värmeåtervinning för uppvärmning-, ventilation- och luftkonditioneringsanläggningar
- Tillverkares certifikat (värmeåtervinning)
- Spanska standarder CTE och RITE (ventilation, frikyla)

6.10.5 Goda exempel på tillämpningar och information

Alla pilotprojekt inom SQUARE använder system med värmeåtervinning som en viktig åtgärd för förbättring av energieffektiviteten och luftkvaliteten [3].



Figur 25. Stort ventilationsaggregat med integrerad värmeåtervinning; AEE INTEC.

www.komfortlüftung.at: Kvalitetskriterier för ventilationssystem i flerbostadshus.
http://www.engineeringtoolbox.com/ventilation-systems-t_37.html: Ett exempel på teknisk information.

7 Slutsatser och mer information

Pilotprojekten inom SQUARE projektet visar att det finns en stor mängd åtgärder som medför energieffektivisering. Nedanstående tabell är ett försök att samla ihop de mest effektiva och viktiga åtgärderna som bör övervägas vid varje ombyggnation.

Tabell 4 sammanfattar klassificeringen av grundläggande och aktiva åtgärder för att förbättra energieffektiviteten i olika klimat.

Tabell 4. De mest relevanta grundläggande och aktiva åtgärderna avseende olika klimat (föreslaget är framtaget av AEE INTEC och verifierat av SQUARE partners)

	W varmt	T tempererat	C kallt
GRUND-LÄGGANDE ÅTGÄRDER	Åtgärder för utvändig solavskärmning och naturlig kylning	Fullständig utvändig isolering, termiskt optimerade fönster/dörrar och lufttäthet	Fullständig utvändig isolering och termiskt optimerade fönster/dörrar
	Fullständig utvändig isolering, lufttäthet och värmelagring	Naturlig ventilation och utvändig solavskärmning	Lufttäthet och utvändig solavskärmning
AKTIVA ÅTGÄRDER	Optimerat ventilationssystem med frikyla under sommaren	Optimerat ventilationssystem med värmeåtervinning (markvärmepump)	Optimerat värme- och kontrollsystem, användning av förnybara energikällor
	och med värmeåtervinning på vintern	Optimerat värme- och kontrollsystem, användning av förnybara energikällor	Optimerat ventilationssystem med värmeåtervinning

Eftersom energieffektiviseringsåtgärderna kan innebära mer än att bara reducera energitillförseln behöver även dess påverkan på byggnaden och dess inomhusmiljö beaktas. I den mån åtgärderna påverkar inomhusmiljön och välbefinnandet hos de boende är det nödvändigt att gå in i detalj och vara noga med att upprätta krav på energianvändning och inomhusmiljö inför renoveringsprocessen både krav som skall gälla både i projekterings-, produktions- och förvaltningskedet.

Lite mer information:

Titta gärna på några användbara österrikiska internetsidor, som behandlar energieffektiva ombyggda byggnader:

<http://www.hausderzukunft.at/> Österrikiska studier på olika byggnadsaspekter.

<http://energytech.at/> Österrikisk plattform för innovativa teknologier inom området energieffektivitet och användningen av förnybara energikällor.

<http://www.energyagency.at/> Österrikiska energimyndigheten med mycket information angående energieffektiva byggnader, rådgivande organisationer och bidrag.

<http://www.oegnb.net/> (Österrikisk plattform för total kvalitetsutvärdering, erbjuder riktlinjer för utvärdering [7])



Figur 26. Utvändigt tilläggsisolering är en väldigt effektiv åtgärd, (Arch. Kaltenegger).

8 Referenser

- [1] IBO - Austrian Institute for Healthy and Ecological Building (2009): Details for Passive Houses - A Catalogue of Ecologically Rated Constructions. Vienna/Springer-Verlag.
- [2] Energieinstitut Vorarlberg in Zusammenarbeit mit IBO im Auftrag des BMLFUW (16.02.2009): Technische Erläuterungen. Kriterien zum klima:aktiv haus für Wohngebäudesanierungen. Version 1.1, Austria.
- [3] SQUARE partners (2009): National pilot project reports. Deliverable 6:1 - SQUARE work package 6 Pilot Projects. Internal reports and information given during the SQUARE meetings.
- [4] Forschungsgesellschaft Joanneum – Institut für Energieforschung, K. Frey, J. Haas, K. Könighofer (Ausgabe 1994): Handbuch für Energieberater. Graz, Austria.
- [5] Umweltschutzverein Bürger und Umwelt, "die umweltberatung", Manfred Sonnleithner (2006): Passiv- und Niedrigenergiehäuser, Seite 20, 3. überarbeitete Auflage. St. Pölten, Austria.
- [6] SP Technical Research Institute of Sweden, Peter Kovacs and Kristina Mjörnell (2009): A guide to quality assurance for improvement of indoor environment and energy performance when retrofitting multifamily houses, SQUARE work package 4. Borås, Sweden.
- [7] Österreichisches Ökologie-Institut, Susanne Geissler, und Kanzlei Dr. Bruck, Manfred Bruck (2002): Leitfaden für die TQ Bewertung, Version 2.0. Vienna, Austria.

Energieffektiva åtgärder - dokumentation



Object / country:

Evaluation of energy improvement measures by the terms of the Directive 2002/91/EC (on the energy performance of buildings) and the ISO 7730 (Ergonomics of the thermal environment)

before retrofit **after retrofit** **national target** (if there is)

Comparison of CALCULATED values:

U-values / structures of building components

Outer walls				
Top ceiling	[W/m²K];		[W/m²K];	[W/m²K];
Ground floor or floor towards cellar	structure to be delivered		structure to be delivered	structure to be delivered
Window pane				
Window frame				

Operative temperature:

Standard outside temperature:	[°C]			
Internal surface temperatures of				
Outer walls				
Top ceiling	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]
Ground floor or floor towards cellar				
Windows				

Heat bridges (option I)

Internal surface temperatures	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]
Linear thermal transmittance Y	[W/mK]	[W/mK]	[W/mK]	[W/mK]

Comparison of CALCULATED OR MEASURED values:

Energy demand for heating

Calculated energy demand for heating (EPBD)	[kWh/m²a]	[kWh/m²a]	[kWh/m²a]
Measured energy demand for heating (bills)*	[kWh/m²a]	[kWh/m²a]	[kWh/m²a]
(*not possible in the case of combined DHWC and heating systems)			
Fuel for heat production	to be declared	to be declared	

Comparison of MEASURED values (if available):

CO ₂ - concentration of indoor air	[ppm]	[ppm]	[ppm]
Indoor air humidity R.H.	[%]	[%]	[%]
Air temperature	[°C]	[°C]	[°C]
Internal surface temperatures			
Outer walls			[°C]
Top ceiling			
Ground floor or floor towards cellar	[°C]	[°C]	
Windows			
Air tightness (n ₅₀)	h ⁻¹	h ⁻¹	h ⁻¹
Air flow rate ensured by ventilation system	h ⁻¹	h ⁻¹	h ⁻¹
Heat recovery rate of ventilation system	%	%	%
Thermographic views	to be delivered	to be delivered	

PLANS, DRAWINGS to be delivered:

Radiation asymmetry

Floor plans	to be delivered	to be delivered
Section view		

Heat bridges (option II)

Detail drawings	to be delivered	to be delivered
-----------------	-----------------	-----------------

Exterior shading elements against overheating in summer

Detail drawings	to be delivered	to be delivered
-----------------	-----------------	-----------------

Night ventilation system

Concept description	to be delivered	to be delivered
---------------------	-----------------	-----------------

Figur 27. Mall för beräknade och uppmätta värden för de olika pilotprojekten i SQUARE (Referens: AEE INTEC)

Figur 27 ovan utvecklades som "DATA FORM A" och var avsedd att sammanställa beräknade och uppmätta värden i pilotprojekten.

Dokumentationen av klimatskalet i SQUAREs pilotprojekt var en av de första uppgifterna för delprojekt 5. Följande excellista (figur 28, första delen av "DATA FORM B") skapades för att sammanställa den informationen.

SQUARE
Arbetspkt. 5



Energy and indoor environment improvement measures catalogue

Please deliver data form B

- about your solutions for improvement of energy performance of building components

<input type="checkbox"/>	exterior walls
<input type="checkbox"/>	windows
<input type="checkbox"/>	top floors
<input type="checkbox"/>	roofs
<input type="checkbox"/>	cellar ceilings
<input type="checkbox"/>	earth touching floors
<input type="checkbox"/>	ceilings to exterior air
<input type="checkbox"/>	walls to not heated building areas

- about your solutions for improvement of airtightness of connections between building components


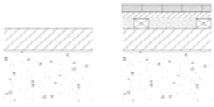
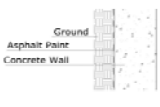
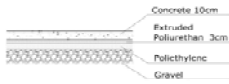
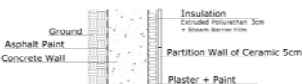
<input type="checkbox"/>	connection between walls
<input type="checkbox"/>	connection between walls and ceilings
<input type="checkbox"/>	connection between walls and windows, doors
<input type="checkbox"/>	penetrations

- about your solutions for elimination of typical heat bridges

<input type="checkbox"/>	windows
<input type="checkbox"/>	balconies
<input type="checkbox"/>	ceilings
<input type="checkbox"/>	attics of flat roofs
<input type="checkbox"/>	plinths (wall connections to cellar)

Figur 28. Excelblad utvecklat för att sammanställa information för de olika SQUARE pilotprojekten (Referens AEE INTEC)

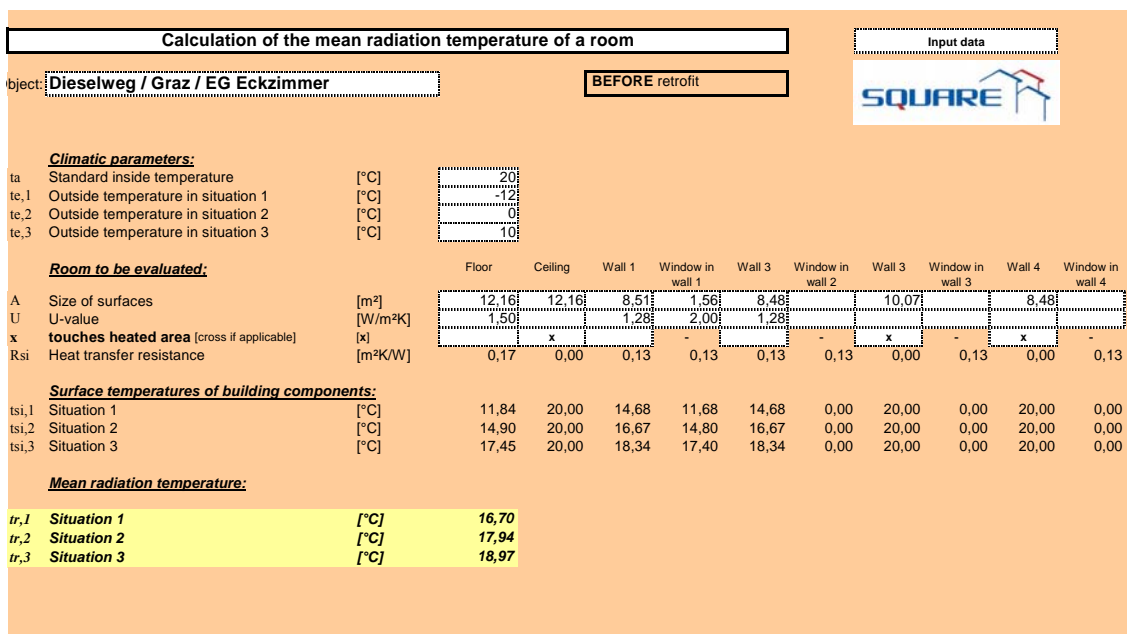
Följande figur 29 visar ett exempel på ett excelverktyg (andra delen av "DATA FORM B") utvecklat för analys av ombyggnadsåtgärder för klimatskalet på olika SQUARE pilotprojekt.

		Ground touching floor	Earth touching walls
Building stock (e.g. 1945 - 1980) in SPAIN			
Building component before retrofit (sketch)			
			
Structure of this building component before retrofit	Concrete floor with screed, without insulation		concrete
Typical U-value before retrofit	2.70		2.50
Percentage of heat losses through this building component	0.10		0.15
Requirements			
U-value for new buildings	0.65		1.22-0.74
U-value for passive house standard (recommended)	0.00		0.00
Retrofit measure			
Building component after retrofit (sketch)			
			
Description of retrofit measure	Insulation of ground touching floor		Insulation
Possible building materials	rock wool		rock wool
Comments, tips			
Insulation thickness for new building standard	50 mm		40 mm
Insulation thickness for passive house standard			
Assessment of feasibility			
Economics			
Costs to achieve new building standard	67 € / m ²		38 € / m ²
Costs to achieve passive house standard			
Assessment of economics			
Indoor environment			
Relevance for the indoor environment			
	Moisture reduction		Moisture reduction

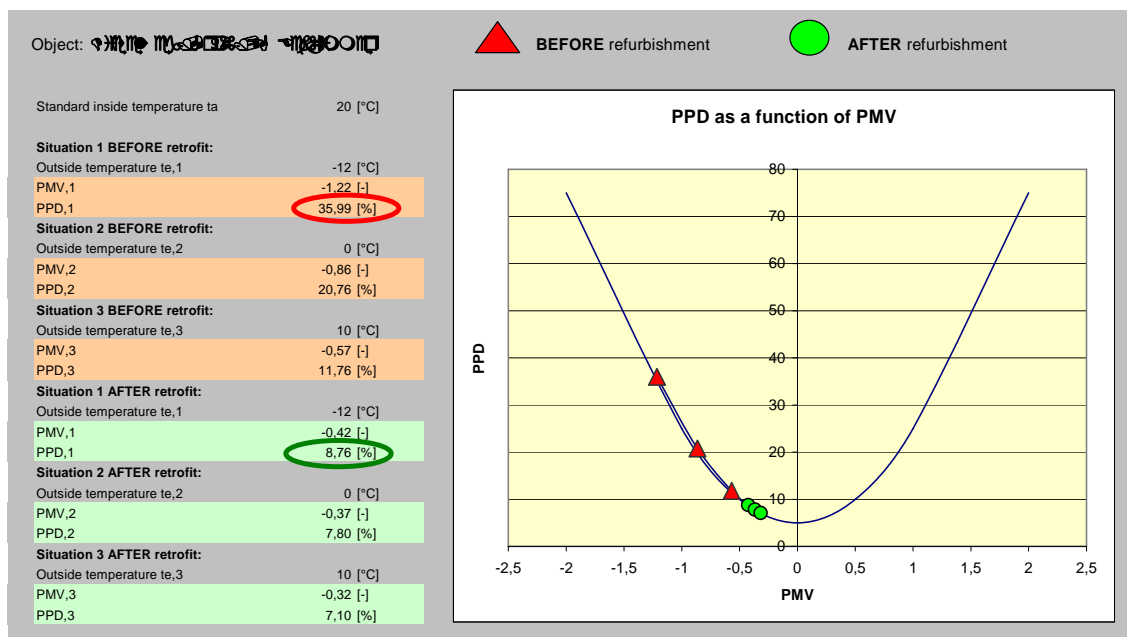
Figur 29. Excelverktyg som visar utdrag från katalog av energirelevanta byggnadsdelar i det spanska pilotprojektet "St Joan de Malta" som ett resultat av undersökningar i SQUARE delprojekt 5 (Referens: AEE INTEC och TTA)

ISO 7730 analys

Med indata från SQUARE partners skapades ett excelverktyg för att enkelt kunna undersöka termisk komfort beräknat enligt ISO 7730 (figur 30 och 31).



Figur 30. Excelverktyg som visar indata och krav från ISO 7730-undersökningen i SQUARE-projekt (Referens: AEE INTEC)



Excelverktyg som visar indata och krav från ISO 7730-beräkningen i SQUARE-projekt (Referens: AEE INTEC).



**SQUARE - Ett system för
kvalitetssäkring vid ombyggnad av
befintliga byggnader till
energieffektiva byggnader**

Koordinerat av:

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
Box 857, SE-501 15 BORÅS, Sverige
www.iee-square.eu