

Metodrapport

— Underlag för kriteriedokument

Rapportering till Energimyndigheten

Juli 2009

ATON rapport 0901

FORUM FÖR
ENERGIEFFEKTIVA
BYGGNADER

Förord

Föreliggande dokument utgör en del av det underlag¹ som använts inför revidering av kriteriedokumentet för Passivhus och Minienergihus för bostäder, vilka är frivilliga kravspecifikationer som utarbetats av *Forum för Energieffektiva Byggnader* (FEBY). Dokumentet är framtaget av Eje Sandberg och har varit på en remiss och diskuterats i en teknikgrupp bestående av följande personer:

- Martin Erlandsson, IVL Svenska Miljöinstitutet (redaktör)
- Eje Sandberg, ATON Teknik Konsult
- Hans Eek, Passivhuscentrum
- Maria Wall, Lunds Tekniska Högskola
- Svein Ruud, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
- Åsa Wahlström, CIT Energy Management

Rapporten har därefter reviderats utifrån inkomna synpunkter i remissvaren.

Status

Det bör betonas att detta dokument inte har någon status som styrande dokument utan är enbart en öppen redovisning av de underlag och diskussioner som resulterat i förslagen till kriterier.

Dokumentet reviderades i juni 2009 utifrån inkomna remissvar.

¹ Metodrapport – Underlag för kriteriedokument, Metodrapport – Verifiering och mätning

Innehåll

Förord	1
1. Beräkningsmetodik för Passivhus och Minienergihus	3
1.1. Sammanfattning.....	3
1.2. Syfte.....	6
1.3. Varför svenska kriterier?.....	6
1.4. Varför en revidering?.....	7
1.5. Effektkravet.....	7
1.5.1 Allmänt.....	7
1.5.2 Beräkning av luftläckning.....	8
1.5.3 Verkningsgrad.....	9
1.5.4 Marktemperatur.....	9
1.5.5 Spillvärme.....	10
1.6. Energikravet.....	10
1.6.1 Antal personer.....	10
1.6.2 Spillvärme från personer.....	11
1.6.3 Varmvatten.....	11
1.6.4 Beräkning av hushållsel.....	12
1.6.5 Spillvärme från hushållsel.....	12
1.6.6 Spillvärme från fastighetsel/driftel.....	14
1.6.7 Luftflöde.....	14
1.6.8 Solvärmeinstrålning uppvärmningsperioden.....	15
1.6.9 Vädringsbeteende.....	17
1.6.10 Reglerförluster.....	17
1.6.11 Komfortvärmegolv.....	18
1.7. Inneklimatkrav sommarperiod.....	18
1.8. Typhus som underlag för bestämning av energikravnivå.....	21
Bilaga 1.1 Boende per småhus.....	23
Bilaga 1.2. Spillvärme från hushållsel, årstidsvariationer.....	24
2. Energianalys av typhus	27
2.1. Bakgrund och syfte.....	27
2.2. Bestämning av lämpligt referenshus.....	28
2.2.1. Parameter 1 – Glasarea jämfört med A_{temp}	28
2.2.2. Parameter 2 – Horisontalvinkelns påverkan på värmebehovet.....	29
2.2.5. Spillvärme och lägenhetsstorlek.....	30
2.2.6 Vädring.....	30
2.2.7 Hushållsel.....	30
2.2.8 Spillvärme från BIA.....	31
2.3. Referenshus anpassat till utkast till kravspecifikationen.....	31
2.4. Modell för förenklad energiberäkning.....	33
2.4.1 Känslighetsanalyser.....	36
3 - Inneklimatberäkning sommarperioden	37
3.1. Krav på inneklimat.....	37
3.2. Indatabehov.....	37
3.3. Ventilationsförluster.....	41
3.4. Vädring.....	42
3.5. Internvärme.....	42

1. Beräkningsmetodik för Passivhus och Minienergihus

Detta dokument har inte någon status som styrande dokument utan är enbart en öppen redovisning av de underlag och diskussioner som resulterat i förslagen till kriterier.

Alla de anvisningar och schablonvärden som här redovisas finns redan implementerat som ett öppet och gratis energiberäkningsprogram tillgängligt via www.energihuskalkyl.se.

1.1. Sammanfattning

Följande schabloner för energikalkylen föreslås för flerbostadshus och småhus:

Personantal = BOA/41.

Spillvärme från personer: 47 W/person som dygnsmedel i bostäder.

Varmvatten

Årliga varmvattenanvändning V_{vv} [m^3]: $VV = 18 m^3$ /person.

Med betalningsincitament antas den personbaserade varmvattenvolymen vara 20% lägre (dvs avser småhus och fördelningsmätning i flerbostadshus).

Med energieffektiva menas blandare av ettgreppstyp med:

- en inbyggd flödesbegränsande funktion, där användaren genom en spärr- eller en motfjädrande funktion kan påverka önskat flöde utöver normalflöde.
- en inbyggd temperaturbegränsande funktion, där användaren genom en spärr- eller en motfjädrande funktion kan påverka önskad temperatur utöver komforttemperatur, alternativt att armaturen har ett kallt mittläge.
- Därutöver ska duschblandare ha en termostاتفunktion.

För lokalfastigheter kan beröringsfri blandare vara ett acceptabelt alternativ

För system med varmvattencirkulation (VVC) ska dessa förluster beaktas. Spillvärme från VVC uppskattas till 100% för ledningar som är dragna inom klimatskalet när värmebehov föreligger.

För system med varmvattenberedning (elpanna, värmepump med beredare, solvärmeackumulator, etc) ska ackumulatorns förluster beaktas. Spillvärme från ackumulator uppskattas till 100% för placering innanför klimatskalet när värmebehov föreligger.

För produktionssystem vars prestanda varierar under året och därmed påverkar köpt energi för produktion av varmvatten bör följande fördelning av varmvattenvolymen under året användas:

jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	Sept	okt	nov	Dec
1,14	1,17	1,14	1,1	0,9	0,85	0,7	0,75	0,95	1,1	1,14	1,16

Månadsvis fördelning av tappvarmvattenflöden (källa CTH, Aronsson 1996²).

² Aronsson Stefan, 1996, "Fjärrvärmekunders värme- och effektbehov –analys baserad på mätresultat från femtio byggnader", ISBN 91-7197-383-4, Dokument D35: 1996, Institutionen för installationsteknik, Chalmers tekniska högskola, Göteborg, 1996.

Spillvärme från apparater mm

I energikalkylen ska hänsyn tas till såväl solenergi, som verklig spillvärme från verksamhet (personer) och apparater. Spillvärme från hushållsel som kan tillgodogöras när värmebehov föreligger påverkas av eventuellt forceringsluftflöde i evakuerande spiskåpa och systemval. Följande värden på spillvärme från hushållsel används:

- Om evakuerande fläktar för kökskåpan (som ej passerar värmeåtervinningsaggregat), 80%³.
- Om fläktar för kökskåpan där evakueringen är kopplad till värmeåtervinning, 85%.

Hushållsel för en nyproducerad energieffektiv byggnad med energieffektiva hushållsapparater (minst A+ för kyl och frys), beräknas enligt följande schabloner. I dessa ingår inte el till fläktar, pumpar eller belysning på fasad eller i trädgård och inte heller till motorvärmare:

- Flerbostadshus: 1040 kWh/(år, hushåll) + 300 kWh/(år, person)
- Småhus: 1400 kWh/(år, hushåll) + 400 kWh/(år, person)

Hushållselens fördelning under året antas proportionerligt enligt följande:

jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sept	okt	nov	dec
1,25	1,22	1,15	1	0,88	0,78	0,73	0,75	0,83	1	1,16	1,25

För en lågenergibyggnad innebär detta att elanvändningen och därmed spillvärmerna ökar med ca 15% i snitt under uppvärmningssäsongen.

Schabloner för nivån på driftel kan inte lämnas på generell nivå då detta är mycket varierande mellan olika byggnader. Spillvärme från fastighetsel/driftel när värmebehov föreligger, kan dock utgå från följande antaganden:

- Pumpar: 100%.
- Fläktar i tilluften: 100%
- Fläktar i frånluften: 80% om motor före växlare, annars 0%.
- Belysning inne i byggnaden: 100%

Matosevakuering

Drifttid för evakuering i spiskåpefläktar: 30 min/dygn.

Forceringsluftflödet och val av systemtyp avgör hur mycket värme av detta som återvinns/förloras.

Reglerförluster

Värmesystemets reglerförmåga att skapa önskat inneklimat är inte idealt utan ger ”förluster” i form av övertemperaturer som vädras bort. För passivhus rekommenderas följande schablonvärden:

Reglersystemets verkningsgrad	
Ej samordnad värmestyrning 1)	0,8
Uttemperaturstyrning	0,84
Innetemp. styrd, mekanisk	0,93
Innetemp. elektr. regulator	0,98

1) Exempelvis luftvärme + elradiatorer i kombination.

Vädring

Vädring antas huvudsakligen vara en innetemperaturberoende parameter, dvs en konsekvens av reglersystemets förmåga att skapa önskat inneklimat. En fast schablon för vädring skulle ge en

³ SVEBY använder schablonvärdet 70% spillvärme från hushållsel. 80% för passivhus motiveras med att värmeåtervinningssystemen i byggnaden omfördelar överskottsvärme som t.ex. uppstår i kök.

dubbelräkning då även värmeregleringens ”förluster” ingår i energikalkylen. Vädringsluftflödet ansätts därför till 0.

Komfortvärmegolv

Golvvärme som styrs utifrån värmebehovet kalkyleras utifrån dess påverkan på värmeförlusterna i kantzonen och markförlust, se även påverkan på reglerförluster.

Komfortvärmegolv, där värmen regleras enbart mot golvets yttemperatur ökar värmeåtgången under icke uppvärmningsperioden i proportion till installerad effekt och reglermetod. Ett schablonvärde på 25 W/m² komfortvärmegolv kan vara en utgångspunkt för kalkylen.

Solvärmeinstrålning uppvärmningsperioden

Solvärmeinstrålningens värmetransmission påverkas av många faktorer. Olika beräkningsprogram hanterar detta på olika sätt men följande parametrar och anvisningar kan utgöra ett stöd och är integrerat i programmet Energihuskalkyl.

Den effektiva soltransmissionsarean (A_e) beräknas för respektive vädersträck var för sig på följande sätt:

$$A_e = \text{Fönsterarea} \times \text{Glasandel} \times g\text{-värde} \times F_{\text{konstruktion}} \times F_{\text{glas}} \times F_{\text{horisont}} \times F_{\text{solskydd}}$$

g -värde, är glasets solenergitransmittans. Typiskt g -värde är 0,5 – 0,6, men kan vara lägre om solskyddsglas väljs. Fönstrens area, glasandel och g -värde erhålls från leverantörsdata.

$F_{\text{konstruktion}}$, avser skuggning från egen byggnad (karm, båge, mm), även fasta solskydd eller utskjutande balkonger och takdelar som ger påtaglig skuggning vinterperioden.

Skuggning via sidoavskärmning eller utskjutande tak kan uppskattas via hjälpmedel i rapporten Metoder för besiktning och beräkning⁴.

F_{glas} , avser den infallsvinkelberoende reflektionen i glaset

F_{horisont} , avser horisontalskuggning från kringliggande byggnader, berg, skog, mm.

F_{solskydd} avser rörliga solskydd som mellanliggande persienner eller utanpåliggande rörliga solskydd (manuella eller automatiserade).

Följande schabloner föreslås som defaultvärde för de olika skuggfaktorerna, såvida inte detaljerad analys genomförts:

- $F_{\text{konstruktion}}$: 0,9
- F_{glas} : 0,9
- F_{horisont} : 15 grader och i tät innerstad: 30 grader.
För beräkningsprogram som inte hanterar horisontalavskärmning används istället en skuggningsfaktor 0,9 och för innerstaden en skuggningsfaktor på 0,8 för skuggning under uppvärmningssäsongen.
- F_{solskydd} . om innanpåliggande gardiner: 0,93, om mellanliggande solskydd finns installerade: 0,85

Solvärmeinstrålning sommarperioden

Kravmetodik

Innetemperatur under perioden april – sept bör inte överstiga 26 grader mer än högst 10% av tiden under denna period.

Beräkningsmetod Transmissionsfaktorn

För byggnader eller bostad i byggnad där Transmissionsfaktorn (T_f) överstiger 8 % av yttervägg (inkl fönster) till en genomgående bostadslägenhet, bör en separat inneklimatekalkyl genomföras som visar att ett bra inneklimat klaras för den mest utsatta bostadsdelen. Motsvarande gränsvärde för en

⁴Metoder för besiktning och beräkning. Energideklarering av byggnader. ATON Teknikkonsult AB, www.aton.se.

enkelsidig lägenhet är 6%. Gränsvärde för småhus saknas. I transmissionsfaktorn ingår också glasade altandörrar.

Som en god approximation och för att underlätta såväl beräkning och verifiering, kan man för lägenheter approximativt anse att den mest utsatta lägenheten utgör ”den mest utsatta delen” och för småhus, hela bostaden.

Transmissionsfaktorn (T_f) definieras på följande sätt:

$$T_f = A_c / A_{\text{yttervägg}}$$

A_c som utgör soltransmissionsarean har definierats och beskrivits i avsnittet för solvärmeinstrålning vintertid.

För sommarperioden gäller dock helt andra värden för $F_{\text{konstruktion}}$. Speciellt vad avser fasta solskydd eller utskjutande balkonger och takdelar som ger påtaglig skuggning sommarperioden. Värdet kan exempelvis beräknas med programmet ParaSol (www.parasol.se).

Skuggning från horisontalavskärmning, F_{horisont} är vanligen 0 då kalkylen avser den mest solutsatta lägenheten eller översta planet.

Rörliga solskydd F_{solskydd} som mellanliggande persienner eller utanpåliggande rörliga solskydd (manuella eller automatiserade) kan ge påtaglig skuggning, men beroende på hur det hanteras. Rätt hanterat kan de ge ett solskydd enligt de värden som hämtas från leverantördata.

Den mer detaljerade inneklimatkalkylen utförs med lämpligt programstöd, t.ex. PHPP, IDA.

I samband med sådana kalkyler ska också vädring under sommarperioden beaktas.

1.2. Syfte

Detta kapitel är ett analysunderlag för att diskutera lämpliga krav och schablonvärden för indata som ska ingå i reviderad version av kriteriedokumentet. Slutgiltiga kriterier kommer som produkt att redovisas i separat kriteriedokument. Med anvisningarna i detta PM som underlag kan sedan analyser och förslag på metoder för uppföljning och verifiering göras.

Endast de punkter/områden i kriteriedokumentet som är föremål för diskussion eller ändringar tas upp i detta kapitel. Vad gäller anvisningar för beräkning hänvisas till kriteriedokumentet.

1.3. Varför svenska kriterier?

Det finns kriterier för vad som är ett Passivhus framtaget av Tyska Passivhusinstitutet. Vidare finns i Tyskland kriterier för vad som är ett s.k 30 liters hus och i Schweiz finns ett lågenergikoncept, Minergi, som är ett registrerat varumärke för lågenergihus i Schweiz.

De svenska kriterier som nu utarbetats baseras på den funktionella definitionen av passivhus som innebär att effektbehovet vid dimensionerande utetemperatur ska kunna bäras av hygienluftflödet och därmed skapa förutsättningar för kostnadseffektivitet installationsmässigt.

Motiven för att ha svenska kriterier är flera:

1. Vårt svenska klimat har andra förutsättningar än de som andra länders kriterier är framtagna för. De tyska passivhuskriterierna är t.ex framtagna för två olika klimatförhållanden där klimatdata för de strängaste klimatet samtidigt har soliga dagar. I Sverige sammanfaller långvarig kyla med en så mörk period att solenergin inte har märkbar betydelse. Därmed blir det väsentligt enklare att få fram relevanta klimatdata för svenska orter och även beräkningsmetodiken kan påtagligt förenklas.

2. Vi har ett strängare klimat som med de Tyska kraven omöjliggör byggande av Passivhus annat än i den mildaste klimatzonen.

3. De svenska byggreglerna skiljer sig i flera avseenden från metodik för byggregler i andra länder och det finns ett starkt önskemål att i möjligaste mån tillämpa liknande metodik, (skiljer sig t.ex. för U-värden, luftläckning).

De svenska kraven för Passivhus skiljer sig jämfört med de Tyska i följande avseenden:

- Annan definition på dimensionerande utetemperatur (DUT)
- Annan definition på luftläckagekravet (läckageflöden per omslutande area istället för omsättning per area, vilket ger olika omsättningsvärden beroende på byggnadens relativa storlek på omslutande area)
- Samma läckageflöde vid DUT som vid årsenergikalkylen i de svenska kriterierna
- Schablonvärde på spillvärme i effektkalkylen, men verklig spillvärmeeffekt i energikalkylen i de svenska kriterierna. I de tyska tillämpas två skilda schablonvärden; 1,6 W/m² i effektkalkylen och 2,1 W/m² vid beräkning av årsenergi.
- I den svenska energikalkylen ansätts en inomhustemperatur till 22 grader.

För ett tvåplans småhus placerat i Stockholm med innetemperatur 20 grader blev effektbehovet ca 20% högre med den tyska definitionen (mindre spillvärme får tillgodoräknas). Därutöver ligger effektkravet högre, vilket innebär att det tyska effektkravet är ca 40% strängare för ett småhus.

1.4. Varför en revidering?

Syftet med tidigare kriterieskrivningar var att få igång byggandet av några demonstrationsbyggnader som visar att passivhusmetodiken är möjlig att tillämpa även i Sverige och ger ett bra boende. Det huvudsakliga kravet avsåg effektförlustnivån. Att flera byggnader sedan värmdes med elenergi, underlättade bara våra mätningar och våra energitekniska utvärderingar.

Nu när intresset för energieffektivt byggande ökat kraftfullt, är det alltså dags att revidera kriterierna utifrån erhållna erfarenheter och så att även ett systemenergiperspektiv tillämpas.

För lokaler har tidigare kriterier helt saknats.

1.5. Effektkravet

1.5.1 Allmänt

Kravet bör avse byggnaden. Men ska samma systemgräns tillämpas som i Boverket så ska förlusterna i kulvert nät eller gemensam centralen ingå i effektkravet om byggnad är ansluten till gemensam central.

Effektbehovet vid dimensionerande utetemperatur beräknas enligt anvisningarna i kriteriedokumentet. Byggnader med större tidskonstanter än 300 timmar, ges samma DUT-värde som för 300 timmar. Detta då mycket tunga byggnader annars skulle kunna få som resultat att temperaturen tillåts sjunka under angivna 20 grader under allt för långa perioder. Vidare skulle energiåtgången för en sådan byggnad och som precis uppfyller effektkravet få ett väsentligt högre energibehov.

För grupp av byggnader med gemensam central enligt ovan, så kan kravet tillämpas på medelvärdet för byggnaderna om dessa varierar inom intervallet +/- 10%.

Kommentarer

Samma konstruktionslösningar för alla byggnader är önskvärt, vilket innebär att några byggnader måste kunna vara bättre och några sämre.

1.5.2 Beräkning av luftläckning

En förenklad beräkningsmetodik för beräkning av luftläckning V_x redovisas i prEN ISO 13790, ekvation G.3 i annex G:

$$\dot{V}_x = \frac{V n_{50} e}{1 + \frac{f}{e} \left[\frac{\dot{V}_{\text{sup}} - \dot{V}_{\text{ex}}}{V n_{50}} \right]^2}$$

Där V är byggnadens volym, n_{50} är antal luftomsättningar per timme vid 50 Pa undertryck på grund av klimatskalets otätheter, e och f är koefficienter för omgivningens vindskydd och $V_{\text{sup}} - V_{\text{ex}}$ utgör luftflödesöverskottet vid obalanserat luftflöde, oftast frånluftsoverskottet.

Eftersom kravet för klimatskalets otätheter i BBR uttrycks som luftflöde per omgivande area A_{om} och även uttrycker ventilationsnivåer i liter per sekund istället för luftomsättningar föreslås ekvation 1 som tillämpbar för byggnader med balanserade ventilationssystem:

$$V_x = Vq_{50} * e / (1 + f/e ((V_{\text{sup}} - V_{\text{ex}}) / Vq_{50})^2) \quad (\text{ekv 1})$$

där

Vq_{50} = luftläckaget vid 50 Pa undertryck (l/s)

e , och f är koefficienter enligt standarden, se även tabell 1.

$V_{\text{sup}} - V_{\text{ex}}$ = är luftöverskottet mellan till och frånluftflöde (l/s)

Vindskyddskoefficienter e och f			
Koefficient e för avskärmningsklass		flera sidor exponerade	en sida exponerad
Ingen avskärmning	Öppet landskap eller höga byggnader i staden	0,1000	0,0300
Måttlig avskärmning	Förortsmiljö, landskap med träd och andra byggnader	0,0700	0,0200
Kraftig avskärmning	Byggnad i skog eller med genomsnittshöjd i city	0,0400	0,0100
Koefficient f		15	20

Tabell 1. Vindskyddskoefficienter för beräkning av luftläckage, källa prEN ISO 13790

Huruvida de koefficienter som ges i 13790 har relevans för svenska byggnader med hög täthet har inte studerats, men samma värden används i programmet PHPP som ju avser mycket täta byggnader.

Jämfört med schabloner i den s.k. MEBY-rapporten⁵ ger denna ISO standard högre (ca 40%) luftläckage för en byggnad med FTX-system, men närapå försumbara flöden för byggnader med ren frånluftsventilation. Denna metodik är därför inte tillämpbar på byggnader med F-system. För sådana byggnader kan istället provningsflödet divideras med en faktor 40, enligt tidigare beskrivning i MEBY-rapporten.

Med täthetskravet i oms/h, tillåts samma luftläckning för alla bostäder oavsett form eller antal våningsplan. Ett krav formulerat som läckageflöde i l/s,m² ger olika läckflöden i absoluta tal eller uttryckt som extra luftomsättning beroende på byggnadens omgivande area relativt uppvärmd area $A_{\text{omg}}/A_{\text{temp}}$. Relationen $A_{\text{omg}}/A_{\text{temp}}$ skiljer sig från ca 1,0 för ett flerbostadshus till ca 2,5 för ett tvåvånings småhus.

Vilka luftflöden per bostad som erhålls för fyra olika byggnader, alla med en bostadsenhet på 96 m²/bostad för olika krav uttryckt i l/s,m² A_{omg} ges i tabell 1. Passivhusinstitutets krav på 0,6 oms/h ger ett luftflöde på 38 l/s och bostadsenhet.

⁵ Teknikupphandling av energiberäkningsmodell för energieffektiva sunda flerbostadshus (MEBY). Rapport finns på www.aton.se.

antal lgh	0,4	0,2	0,15	l/s,m ² A _{omg}
1	104	52	39	l/s
2	77	39	29	l/s
16	43	22	16	l/s

Ett täthets krav på 0,3 l/s,m² ger relativt stora läckageflöden för småhus. Byggare av småhus bör sträva efter väsentligt bättre täthet än det minimikrav som de svenska kriterierna ställer krav på.

1.5.3 Verkningsgrad

Vid beräkning av effektbehovet vid DUT ska hänsyn tas till ventilationens systemverkningsgrad. I praktiken är det svårt att kalkylera systemverkningsgraden utan ett hjälpmedel. I ett sådant hjälpmedel anges följande:

- tilluftens temperaturverkningsgrad vid balanserad ventilation (exkl motorvärmens temperaturhöjning och i aktuell driftpunkt)
- luftflödesbalans (% tilluft)
- kanallängder i kalla utrymmen och dess psi-värden
- hur avfrostningen påverkar verkningsgraden vid DUT (eller vid – 15 grader)
- hur eventuell markförvärmare påverkar systemverkningsgraden

Data måste finnas från leverantörerna på:

- temperaturverkningsgrad (tilluft) vid aktuell driftpunkt (saknas i dokumentationen för många småaggregat) vad avser luftflöde, utetemperatur och relativ fukthalt.
- elåtgång för fläktar (och eventuella rotormotorers eldrift) i aktuell driftpunkt
- uppgifter om avfrostningen så att det kan ingå i kalkylen
- förlusteffekten från aggregathöljet vid placering i bostadsutrymme vid DUT

Ska dessa prestanda sedan kunna verifieras i fält, vore det önskvärt med:

- fasta mättutag för bägge luftflöden, alternativt för EC-motorer dokumentation på vilket luftflöde som aktuella styrspänning motsvarar
- uttag för mätning av tilluftstemperatur i aggregatet utan störning från eftervärmare.
- möjlighet att inspektera, mäta eller göra funktionskontroll på eventuellt by-pass spjäll (täthet och funktion)

1.5.4 Marktemperatur.

Följande förenklade beräkning av maximal värmeförlusteffekt genom platta på mark har utförts av LTH⁶ genom en tillämpning av standarden SS-EN ISO 13370:2007.

De dimensionerande effektförlusterna genom golvet/marken, q , kan beräknas genom:

$$q = (U * A + \Psi * P) * (T_i - T_m)$$

där A är golvarean, Ψ är förlustkoefficienten för $P =$ golvets omkrets, T_i är innetemperaturen och värmeförlustkoefficienten, U , ges av:

$$U = 1 / (1/U_{\text{golv}} + (0.457 * A / (0.5 * P) + w) / k)$$

där U_{golv} är golvets U -värde, w är väggtjockleken och k är markens värmeledningstal (se tabell nedan).

Den dim. marktemperaturen, T_m , för förlusterna genom golvet/marken kan för en byggnad med golvkonstruktionen "platta på mark" beräknas som en viktad medeltemperatur av T_a och T_j , där T_a är årsmedelvärdet och T_j är januarimedelvärdet av lufttemperaturen:

$$T_m = f_a * T_a + f_j * T_j$$

⁶ Bengt Hellström, LTH

För en byggnad där den kortaste sidan är minst 8 m kan följande approximativa värden på f_a och f_j , beroende av den underliggande markens beskaffenhet, antas:

	Lera	Sand	Berg
f_a (--)	0.6	0.45	0.3
f_j (--)	0.4	0.55	0.7
k (W/mK)	1.5 W/mK	2.0 W/mK	3.5 W/mK

Ifall de angivna villkoren inte är uppfyllda eller större noggrannhet önskas bör en beräkning enligt SS-EN ISO 13370:2007 utföras.

Beräkningsmetodiken har använts för data till indatatabell i kriteriedokumentet.

1.5.5 Spillvärme

BOA, LOA: 4 W/m²

BIA: 0 W/m². (trapphus, garage och förråd)

Kommentarer

Trapphallarna har belysning och värme för fläktmotorer, vilket tillsammans kan ge ca 1 W/m² om bra styrd belysning. Tydligast och mest generellt är förslaget att all BIA ges 0 W/m².

För lokalbyggnader tas separata anvisningar fram för spillvärme. För lokaler i bostadsbyggnader tillämpas dess i proportion till dess andel i byggnaden. I tidigt skede kan dock för lokaler i bostadsbyggnader samma spillvärmenivå som för bostadsdelen användas.

1. 6. Energikravet

Ett energikrav förutsätter en gemensam metod för att beräkna energianvändningen och normaliserade värden för de boenderelaterade parametrar som påverkar energibalansen. Eftersom energibalansen domineras av spillvärme från solenergi, personvärme och apparater är dessa helt avgörande för resultaten och kan inte överlämnas till allmänt gissande hos den som gör kalkylen. Föreslagna parametervärden i denna rapport är anpassade till lågenergibygnadernas förutsättningar, dvs korta uppvärmningsperioder, energieffektiva apparater, värmeåtervinningssystem, etc.

1.6.1 Antal personer

Schablonen för personantal sätts till 41 m² BOA/person och tillämpas både för flerbostadshus och småhus.

Boendetäthet påverkar spillvärme från personer och hushållselens energianvändning. Ökat antal personer ger mer spillvärme och därmed mindre uppvärmningsenergi. Samtidigt ökar varmvattenenergibehovet, vilket dämpar effekten.

Vid verifiering i efterhand, så har ansatsen ingen mindre betydelse, om bara antal personer, hushållsel och varmvatten mätes. Hur spridningen ser ut mellan olika bostäder framgår av en datasammanställning för småhus i bilaga 1.

Det finns en statistik över boendetäthet för nyproduktion (SCB, TYKO7). Dessa ger följande boendetäthet för byggnader uppförda de senaste två åren (vid tidpunkten för undersökningen):

Hysesrätt HR = 36 m²/pers

Egnahem ER = 41 m²/pers

Bostadsrätt BR = 49 m²/pers

I genomsnitt (oviktat) blir detta 41 m² BOA/person och något mer 43 m² BOA/person tillämpat enbart på flerbostadshus. Förslagsvis används endast ett nyckeltal, 41 m² BOA/person, eftersom variationerna ändå kommer att vara stora för den enskilda byggnaden och att en korrigering ändå kan göras när byggnadens prestanda följs upp.

Jämfört med tidigare schablonkalkyl höjs därmed energiåtgången per Atemp för värme med 1,3 kWh/m² (+/-0,1) där parentesvärdet anger felet inom intervallet 10 – 16 W/m² vid DUT. Den nya metoden blir enklare att tillämpa och data baserad på rumsantal är svårt att motivera för småhus då dataunderlag för detta helt saknas.

1.6.2 Spillvärme från personer

47 W/person som dygnsmedel i bostäder (källa SVEBY utkast maj 2008)

1.6.3 Varmvatten

$E_{vv} = V_{vv} \cdot 55/A_{tempKorr}$ [kWh/m²]. Där den årliga varmvattenanvändningen, V_{vv} [m³], för bostäder är: 18 m³/person

Med betalningsincitament antas den personbaserade varmvattenvolymen vara 20% lägre. Det innebär att småhus generellt använder 14,4 m³/person, men också i flerbostadshus med fördelningsmätning.

Med resurseffektiva ettgreppsblandare antas den personbaserade varmvattenvolymen vara ytterligare 20% lägre.

För system med varmvattencirkulation (VVC) ska dessa förluster beaktas. Spillvärme från VVC uppskattas ge ett värmetillskott på 100% när värmebehov föreligger för ledningar som är dragna inom klimatskalet. I avsaknad av beräkningsunderlag kan tillfälliga schabloner på VVC förluster användas i tidigt skede, t.ex:

- 350 kWh/lgh (40 W/m ledning),
- 250 kWh/lgh om samisolerade ledningar med varmvatten och
- 210 kWh/lgh om dessutom bättre isolering än normalstandard väljs

(Referens: ” Metoder för besiktning och beräkning”, se not 3)

För system med varmvattenberedning (elpanna, värmepump med beredare, solvärmeackumulator, etc) ska ackumulatorns förluster beaktas. Spillvärme från ackumulator uppskattas till 100% för placering innanför klimatskalet.

För produktionssystem vars prestanda varierar under året och därmed påverkar köpt energi för produktion av varmvatten bör följande fördelning under året användas:

jan	feb	Mars	april	maj	juni	juli	aug	Sept	okt	nov	dec
1,14	1,17	1,14	1,1	0,9	0,85	0,7	0,75	0,95	1,1	1,14	1,16

Månadsvis fördelning av tappvarmvattenflöden (källa CTH, Aronsson 1996).

Kommentarer

I pågående arbete inom SVEBY diskuterar en fast schablon på 800 kWh/person, men 25% högre i flerbostadshus om inte fördelningsmätning, vilket ger samma värden som enligt förslaget. Avdrag för

resurseffektiva blandare diskuteras inte inom SVEBY. Det är svårt att motivera skilda schabloner för småhus och flerbostadshus. Speciellt för byggnader med endast några få lägenheter blir övergången mellan parhus och flerbostadshus knepig. Tvättstugorna i flerbostadshus drog tidigare mycket varmvatten. Dessa byggs inte längre, eller så väljs effektivare maskiner. Radhus m.fl byggnadstyper har småhuslösningar men är flerbostadshus.

1.6.4 Beräkning av hushållsel

Schablonvärde för hushållsel för en nyproducerad energieffektiv byggnad med energieffektiva hushållsapparater (minst A+ för kyl och frys), beräknas enligt följande schabloner. I dessa värden ingår inte el till fläktar, pumpar eller belysning på fasad eller i trädgård och inte heller till motorvärmare:

- Flerbostadshus: 1040 kWh/lgh + 300 kWh/person (per år)
- Småhus: 1400 kWh/lgh + 400 kWh/person (per år)

Kommentarer:

I rapporten "Metoder för besiktning och beräkning" föreslås för flerbostadshus en beräkningsschablon på 1040 kWh/lgh + 300 kWh/person, baserat på uppföljningar av nyproducerade flerbostadshus i MEBY projektet. Motsvarande data finns inte för småhus. Utgående från nu tillgängliga data från STIL2008 kan vissa antaganden göras. Data i nedanstående tabell har fördelats på 2,7 personer per bostad för data som kan antas vara personrelaterade.

(kWh/lgh,år)	2008 STIL	Per person	fast
Matförvaring	680		420
matlagning	346	128	
Disk	208	77	
belysning	741		741
tvätt och tork	226	84	
TV	169	63	
Video, mm	102	38	
PC	320	118	
Standby	55	20	
Övrigt	510		255
Summa	3357	528	1416

Analysunderlag, källa STIL 2008 bearbetade data

El för matförvaring har betraktats som en fast post och är baserad på nya A+ skåp. Belysning har satts lika med STILdata och antas vara personoberoende. Posten "Övrigt" antas bestå av fasta elanvändningsposter, men har reducerats med 50% jämfört med STIL-data då pumpar och fläktar hanteras under driftel. Som resultat erhålles funktionen: 1400 kWh + 540 kWh/person. För att ta hänsyn till att antal apparater är något mer begränsat i nyproducerade småhus och att inte utebelysning och motorvärmaruttag ska ingå föreslås något reducerade data, enligt: 1400 + 400 kWh/person. För ett hus med 4 personer blir resultatet: 3.000 kWh/hus.

Fördelningen mellan fast och personberoende elanvändning är naturligtvis mycket osäker och verkliga utfall kommer att variera kraftigt jämfört med kalkylen, men vid efterföljande uppföljning mäts verklig hushållsel.

1.6.5 Spillvärme från hushållsel

Andel av hushållsel som blir spillvärme när värmebehov finns:

80% om evakuerande fläktar (som ej passerar värmeåtervinningsaggregat).

85% om evakueringen är kopplad till värmeåtervinning.

(Därtill ska beaktas att evakuerande spisfläktar ökar luftomsättningen och hänsyn tas till värmeåtervinning eller inte av detta.)

Kommentarer

I SVEBY underlaget ingår ingen egen analys men föreslår 70% som spillvärme baserat på äldre utredningar. En väsentlig skillnad i de energieffektiva byggnaderna är att dessa har värmeåtervinningssystem (FTX) som fördelar lokala övertemperaturer till hela bostadsenheten. F-ventilation dominerar beståndet och har färgat antagandena i äldre utredningar. Övertemperaturer vid aktiviteter som tvätt och tork går förlorade i frånluften, men återvinns vid FTX. Med moderna beräkningsprogram som tar hänsyn till att all spillvärme inte tas tillvara (statiska program med utility factors, eller dynamiska med beräkning av in- och utlagring av övertemperaturer och där hänsyn tas till dygnsvariationen i denna elanvändning), så skulle ytterligare reduceringen av spillvärmens effekter annars dubbelräknats. Alltså föreslås att analysen utgår från att 100% av t.ex. normal belysningsvärme blir spillvärme och att beräkningsprogrammen sedan beräknar vad av detta som kommer tillgodogöras. Reducering av spillvärme uppträder däremot för el som värmer vatten som sen går till avlopp (disk, tvätt) värme från matlagning som evakueras utan värmeåtervinning. Därutöver kan tänkas att de som har en flitig PC-användning på sitt rum (ungdomar med PC-spel, nedtankning av filmer, etc) ger en övertemperatur som delvis leder till en extra vädring. Baserat på den senaste STIL-studien av 400 bostäder görs följande analys av andelen spillvärme, post för post. Den högra kolumnen för spillvärme avser en bostad med värmeåtervinning av forceringsluftflödet och att kondenserande torktumlare används.

	2008 STIL	% spillv.	Spillvärme	% spillv.	Spillvärme
Matförvaring	680	1	680	1	680
matlagning	346	0,3	101	0,8	277
disk	208	0,2	42	0,2	42
belysning	741	1	741	1	741
tvätt och tork	226	0,65	147	0,65	147
TV	169	1	169	1	169
Video, mm	102	1	102	1	102
PC	320	0,8	256	0,8	256
Standby	55	1	55	1	55
Övrigt	510	0,9	459	0,9	459
Summa	3357		2754		2927
Andel spillvärme			82%		87%

Eget bearbetade data från STIL 2008

Då användningen av hushållsel varierar under året med högre elanvändning under den mörka och kalla perioden (mer belysning) så blir också spillvärme från hushållsel högre. Ett underlag för analys av elanvändningens variation under året ges i bilaga 2. Variationens påverkan på energibalansen kan beaktas genom att använda följande nyckeltal för årets månader.

jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sept	okt	nov	dec
1,25	1,22	1,15	1	0,88	0,78	0,73	0,75	0,83	1	1,16	1,25

Hushållselens fördelning under året

För en lågenergibyggning innebär detta att elanvändningen och därmed spillvärmerna ökar med ca 15% i snitt under uppvärmningssäsongen.

Vi kan förvänta oss att belysningen kommer effektiviseras i takt med att fler lågenergilampor används och då LCD belysning i framtiden blir etablerad teknik. Kanske kommer hälften av belysningselen rationaliseras bort. Å andra sidan kan andra användningsområden tillkomma. Effektmässigt påverkas inget, eftersom en fast schablon för effektkravet tillämpas. Bara energianvändningen förändras på sikt.

Önskar vi att energikalkylen i byggskedet ska stämma bästa möjligt mot nuvarande situation och kunna verifieras med uppföljande mätdata bora schablonvärdet nu avse troliga värden. Dessa kan sen revideras i framtiden om elanvändningsbehovet förändras.

1.6.6 Spillvärme från fastighetsel/driftel

Schabloner för nivån på driftel kan inte lämnas på generell nivå då detta är mycket varierande mellan olika byggnader. T.ex kan tvättstugan och dess apparater ge mycket skilda effekter beroende på systemval. Spillvärme när värmebehov finns från fastighetsel/driftel, kan dock utgå från följande antaganden:

- Pumpar: 100%.
- Fläktar i tilluften: 100%
- Fläktar i frånluften: 80% om motor före växlare, annars 0%.
- Belysning inne i byggnaden: 100%

Typiska effektnivåer och drifttider beroende på reglersystem finns i rapporten: ”Metoder före besiktning och beräkning”.

1.6.7 Luftflöde

Evakueringstid spiskåpefläktar

Drifttid för evakuering i spiskåpefläktar: 30 min/dygn.

Forceringsluftflödet och val av systemtyp avgör hur mycket värme av detta som återvinns/förloras.

Bortaläge

För ventilationssystem, där ett ”bortaläge” kan väljas kan en reduktion av det annars nominella luftflödet tillämpas i energikalkylen. Denna reduktion kan antas uppgå till högst 10%, förutsatt:

- att luftflödet i bortaläget, minst halveras
- att reglaget för bortaläget finns placerat i anslutning till hall/ytterdörr
- att ekonomiskt incitament i sänkt värmebehov finns för den boende

Kommentarer

Denna reduktion kan inte göras vid effektbehovsberäkningen, eftersom effektbehovet måste kalkyleras till en nivå som är oavhängig individens beteende.

För att åstadkomma en reduktion om 10% förutsätts att bortaläget används i genomsnitt 8 h/dag varje vardag. I praktiken är detta endast en option för dem med eget aggregat per bostad. Det krävs också ett incitament för att påverka beteendet. Ska denna reduktion kunna uppnås krävs antingen att värmen i centrala system debiteras med fördelningsmätning. Så mer realistiskt kommer denna möjlighet uppstå endast för byggnader med individuella ventilationsaggregat och individuella värmesystem (småhus) och i byggnader med centrala ventilationssystem, men där värmen kommer från en elftervärmare.

Värmebesparingen med denna reduktion blir ca 5% eller i energitermer ca 100 kWh/år. Därtill kommer en mindre besparing för eldriften.

Bortaläget sänker överförd värmeeffekt om vattenburen konvektor används vilket är en komplikation. För elvärmde eftervärmare krävs en temperaturvakt så att inte tilluften får för hög temperatur. Detta måste beaktas vid projekteringen.

Även den tyska metodiken i beräkningsprogrammet PHPP⁷ medger denna möjlighet.

⁷ www.passiv.de

1.6.8 Solvärmeinstrålning uppvärmningsperioden

Solvärmeinstrålningens värmetransmission påverkas av många faktorer. Olika beräkningsprogram hanterar detta på olika sätt men följande parametrar och anvisningar kan utgöra ett stöd.

Den effektiva soltransmissionsarean (A_e) beräknas för respektive vädersträck var för sig på följande sätt:

$$A_e = \text{Fönsterarea} \times \text{Glasandel} \times \text{g-värde} \times F_{\text{konstruktion}} \times F_{\text{glas}} \times F_{\text{horisont}} \times F_{\text{solskydd}}$$

g-värde, är glasets solenergitransmittans. Typiskt g-värde är 0,5 – 0,6, men kan vara lägre om solskyddsglas väljs. Fönstrens area, glasandel och g-värde erhålls från leverantörsdata.

$F_{\text{konstruktion}}$, avser skuggning från egen byggnad (karm, båge, mm), även fasta solskydd eller utskjutande balkonger och takdelar som ger påtaglig skuggning vinterperioden.

Skuggning via sidoavskärmning eller utskjutande tak kan uppskattas via hjälpmedel i rapporten Metoder för besiktning och beräkning, se not 3.

F_{glas} , avser korrektion för lägre transmittans vid större infallsvinklar av solljuset

F_{horisont} , avser horisontalskuggning från kringliggande byggnader, berg, skog, mm.

F_{solskydd} avser rörliga solskydd som mellanliggande persienner eller utanpåliggande rörliga solskydd (manuella eller automatiserade).

Följande schabloner föreslås som defaultvärde för de olika skuggfaktorerna, såvida inte detaljerad analys genomförts:

- $F_{\text{konstruktion}}$: 0,9
- F_{glas} : 0,9
- F_{horisont} : 15 grader och i tät innerstad: 30 grader.
För beräkningsprogram som inte hanterar horisontalavskärmning används istället en skuggningsfaktor 0,9 och för innerstaden en skuggningsfaktor på 0,8.
- F_{solskydd} . om innanpåliggande gardiner: 0,93, om mellanliggande solskydd finns installerade: 0,85

Kommentarer

I SVEBYs underlag föreslås att en skuggningsfaktor under uppvärmningssäsong på 0,71 ska tillämpas som schablon (skuggning från karm, nisch, infallsvinkelberoende reflektioner, etc).

Därtill föreslås en schablon för rörliga solskydd (gardiner, markiser, persienner, etc) också på 0,71, dvs totalt en avskärmning på 0,5 under uppvärmningssäsongen. Skuggningsfaktor 0,71 bör rimligen även inkludera horisontalavskärmning. Denna hanterar vi separat.

Föreslaget värde 0,9 för $F_{\text{konstruktion}}$ för egen byggnad kan i praktiken variera mycket beroende på byggnadens utformning om påtaglig skuggning från vinkelbyggnad, utskjutet övertak för speciellt för småhus. Värdet kan därför behöva beräknas i detalj för den egna byggnaden.

Vad gäller avvikelser för passivhus gällande rörliga solskydd kan anföras att 3-glas isolerrutor är allt vanligare jämfört med 2 + 1 fönster och här finns inte utrymme för mellanliggande persienner. Innanpåliggande persienner eller gardiner, ger ganska litet solenergiskydd då bra isolerglas håller värmen kvar inne. De används huvudsakligen för insynsskydd, men ger då också minskad solinstrålning.

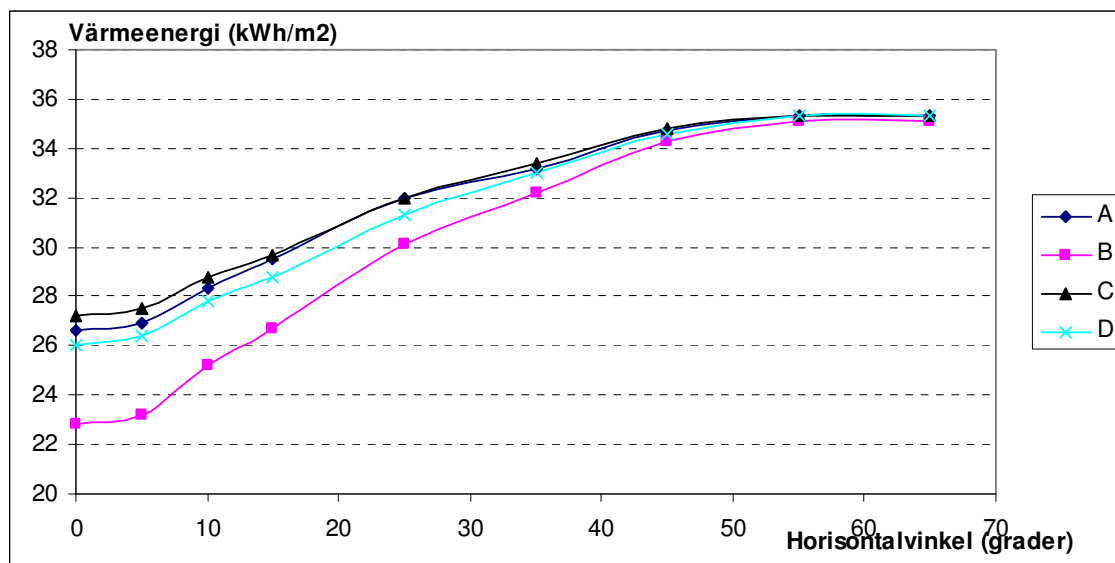
Överslagsmässigt ger invändiga ljusa gardiner eller ljusa persienner ett solskydd på 10 – 15% när de används. Som default för F_{solskydd} i energiberäkningen, kan 7% solskydd (0,93) vara ett rimligt antagande.

Mellanliggande persienner med 45 grader vinkling ger ett solskydd på ca 0,7. Lämpligt defaultvärde för fönster med sådana persienner redan installerade kan då vara ett solskydd om 15% (0,85). Efterinstallation av persienner kan inte rekommenderas, eftersom tätheten då går förlorad. Förslag till default för skuggningsfaktor för rörliga solskydd (persienner, mm) F_{solskydd} blir därmed 0,93/0,85.

Utanpåliggande rörliga solskydd antas huvudsakligen komma till användning under sommarperioden.

Horisontalvinkelns avskärmning

Årsenergi för värme som funktion av horisontalvinkel (0 – 65 grader), för en energieffektiv byggnad med 18% glasandel och med olika fönsterorienteringar (A-D) redovisas i figur 2.



Figur 2. Årsenergi för värme som funktion av horisontalvinkel (grader), för byggnad med 18% fönsterandel och med olika fönsterorienteringar.

Byggnad B motsvarar en optimerat sydorienterat radhus enligt data från Kv Lindås. Byggnad A har lika stora glasandelar i alla riktningar. Byggnad C och D är långsmala lamellhus med fönsterglasen orienterade i riktning nord-syd (D) och mot öst – väst (C). Av figuren framgår att punkthus och lamellhus får ungefär samma uppvärmningsbehov.

Det söderorienterade radhuset ligger ca 10% lägre i energiåtgång. För denna byggnad har horisontalavskärmningen som störst betydelse, +/- 20%.

Det är inte sannolikt att man kan bygga nya hus ute på fria fält, eller att dessa inte snart får skuggande grannhus. En horisontalvinkel till skuggande omgivning på minst 15 grader är därför rimlig att anta. För beräkningsprogram som inte kan räkna med horisontalavskärmning görs istället ett avdrag på 10% av infallande solenergi. För byggnad inne i en stadsmiljö utan grönytor och med omgivande byggnader om minst samma takhöjd som den aktuella byggnaden kalkyleras istället med en horisontalskuggning på 30 grader. För beräkningsprogram som inte kan räkna med horisontalavskärmning görs för dessa byggnader istället ett avdrag på 20% av infallande solenergi.

1.6.9 Vädringsbeteende

Vädring antas inte ske under DUT-perioden (effektkalkylen).

För energikalkylen har ett antagande om vädring övervägts (2,3 l/gh). Sämre fungerande värmereglering ger som resultat att vädringen ökar. Istället för att fastställa ett fixt vädringsbeteende (SVEBY) är det mer ändamålsenligt att låta denna variation i vädring få bli en del av regleringssystemets ”förluster” (se nästa avsnitt).

Kommentarer

Det värde som övervägdes, 2,3 l/gh föreslås inom SVEBY som indata. Värdet baseras på enkäter i MEBY-projektet. Spridningsbilden från dessa ges i tabell nedan. Tabellen visar hur stora variationerna för olika byggnader verkligen är, vilket snarare beror på skillnader i injustering av värmesystem och byggnadernas värmekomfort än på beteendemässiga variationer.

Projekt	Vädringsindex
Nejonöгат, Tyresö	0,79
Kv Råven, Bergshamra	0,18
Kringelkroken 12, Tyresö	1,20
Nickelgränd, Vällingby	0,29
Nybodahöjden	0,30
Skebokvarnsvägen 321, Högdalen	0,72
Skebokvarnsvägen 324, Högdalen	1,49
Tegelprämen, Kungsholmen	0,53
Samtliga projekt	0,54

Vädringsindex olika flerbostadshus. (Källa: Sandberg, Engvall. MEBY Delrapport 3)

1.6.10 Reglerförluster

Värmesystemets reglerförmåga att skapa önskat inneklimat är inte idealt utan förluster uppkommer i form av övertemperaturer som vädras bort. Detta kan ge betydande förluster, vilket alltså åskådliggörs i tabellen med varierande vädring enligt ovan.

För passivhus föreslås följande schablonvärden (rekommendationer):

Ej samordnad värmestyrning 1)	0,8
Uttemperaturstyrning	0,84
Innetemp. styrd, mekanisk	0,93
Innetemp. elektr. regulator	0,98

1) Exempelvis luftvärme + elradiatorer i kombination. Källa: ATON Teknikkonsult AB. Metoder för besiktning och beräkning (www.aton.se, se filen rapporter)

Golvvärmesystem har tidigare ansetts ge väsentligt större förluster beroende på dels ökade värmeförluster mot mark, försämrade följsamhet vid väderomslag (om tungt golvvärmesystem) och ökad uppvärmningsperiod (vissa vill ha ett varmt golv även under sommarperioden). Hur detta förändras med följande förhållanden kan diskuteras:

- Mycket välisolerad grund
- Effektbehovet inte är mer än 10 – 20 W/m² vid DUT.
- Innetemperaturstyrt.

Med en golvtemperatur som bara ligger någon grad över innetemperatur så blir systemet relativt självreglerande (om dimensionerat för ca 10 – 15 W/m² och grad). När solen lyser på ökar innetemperaturen ca 1 grad och värme avges inte längre till rummet. Ett lätt eller tungt golvvärmesystem borde alltså inte ha så stor betydelse i detta avseende. Den kvarvarande risken är att användarna skruvar upp temperaturen ytterligare inte för att det ska bli varmt inne, men för att golvet ska kännas varmt och att man gör detta även när uppvärmningssäsongen är slut.

Sen kan man inte längre marknadsföra golvvärmesystem som en komfortfråga när de installeras i passivhus. Ingen känner skillnaden om det bara är en halv till en grad varmare.

1.6.11 Komfortvärmegolv

Golvvärme som styrs utifrån värmebehovet (ute-eller innetemperaturgivare) kalkyleras utifrån dess påverkan på värmeförlusterna i kantzonen och markförlust, se även påverkan på reglerförluster.

Komfortvärmegolv, där värmen regleras enbart mot ytemperatur ger en ökad värmeåtgång under icke uppvärmningsperiod i proportion till installerad effekt och reglermetod. Ett schablonvärde på 25 W/m² komfortvärmegolv kan vara en utgångspunkt för kalkylen.

1.7. Inneklimatkrav sommarperiod

Solvärmeinstrålning sommarperiod

Kravmetodik

Innetemperatur under perioden april – sept bör inte överstiga 26 grader mer än högst 10% av tiden under denna period för den mest utsatta delen i byggnaden.

Som en god approximation och för att underlätta såväl beräkning och verifiering, kan man för lägenheter approximativt anse att den mest utsatta lägenheten utgör ”den mest utsatta delen” och för småhus, hela bostaden.

Inneklimatet under uppvärmningssäsongen styrs av BBR och behöver inte ges ytterligare uppmärksamhet. Inneklimatet under sommarperioden, kan behöva uppmärksammas med tanke på intresset för stora glasade fasader och att sommarsäsongen förlängs i passivhusen.

I tyska Passivhusinstitutets kravspecifikation gäller att innetemperaturen över 25 grader inte får utgöra mer än 10% av tiden. Beräkningsstöd för detta ges i PHPP programmet.

Ska krav ställas så ska de också gå att verifiera. Enklast skulle det kunna ske genom erfarenhetsvärden på hur mycket sol man kan släppa in utan problem. Detta kan beräknas med enkla program. Överskrider man sedan ett visst värde, kan mer avancerade analysprogram behövas.

Solareafaktor

Inledningsvis har ett begrepp, Solareafaktor SA studerats som indikator på solvärmebelastning, där soltransmissionsarean fördelas på uppvärmda area. Om detta indikatorvärde överskrider angiven gräns så rekommenderas att man går vidare med mer detaljerade inneklimatkalkyler som utförs med lämpligt programstöd, t.ex. PHPP, IDA. I samband med sådana kalkyler ska också vädring under sommarperioden beaktas.

$$SA = A_e / A_{temp}$$

$$A_e = \text{Fönsterarea} \times \text{glasandel} \times g\text{-glas} \times F_{konstruktion} \times F_{glas} \times F_{horisont} \times F_{solskydd}$$

A_e som utgör soltransmissionsarean har definierats och beskrivits i avsnittet för solvärmeinstrålning vintertid.

För sommarperioden gäller dock helt andra värden för $F_{konstruktion}$. Speciellt vad avser fasta solskydd eller utskjutande balkonger och takdelar som ger påtaglig skuggning sommarperioden. Värdet kan exempelvis beräknas med programmet ParaSol (www.parasol.se).

F_{glas} , avser korrektion för lägre transmittans vid större infallsvinklar av solljuset (ca 0,9).

Skuggning från horisontalavskärmning, F_{horisont} är vanligen 0 då kalkylen avser den mest solutsatta lägenheten eller översta planet.

Rörliga solskydd F_{solskydd} som mellanliggande persienner eller utanpåliggande rörliga solskydd (manuella eller automatiserade) kan ge påtaglig skuggning, men beroende på hur det hanteras. Rätt hanterat kan de ge ett solskydd enligt de värden som hämtas från leverantörsdata. Här får uppskattas vad som kan vara en rimlig användning av dessa solskydd under varma perioder.

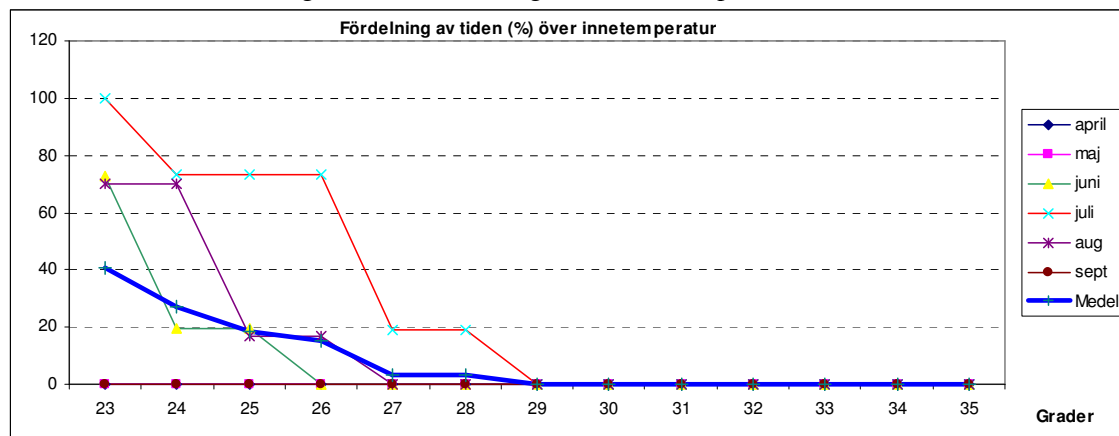
Det saknas tyvärr empiriska studie för vid vilken gräns där värdet på SA börjar ge problem. I Bygga Bo dialogens rapport "Miljöklassning av byggnader" föreslås att en byggnad som uppfyller miljöklass B för termiskt klimat ska ha ett lägre värde⁸ än

1. enkelsidig lägenhet < 0,036
2. dubbelsidig lägenhet : < 0,048,

Detta avser den mest solutsatta delen av bostaden. Dvs om SA är baserat på hela lägenhetens area (eller byggnadens) så kan andra värden komma att gälla.

Kompletterande analys av övertemperaturer sommarperiod som funktion av solglasfaktor

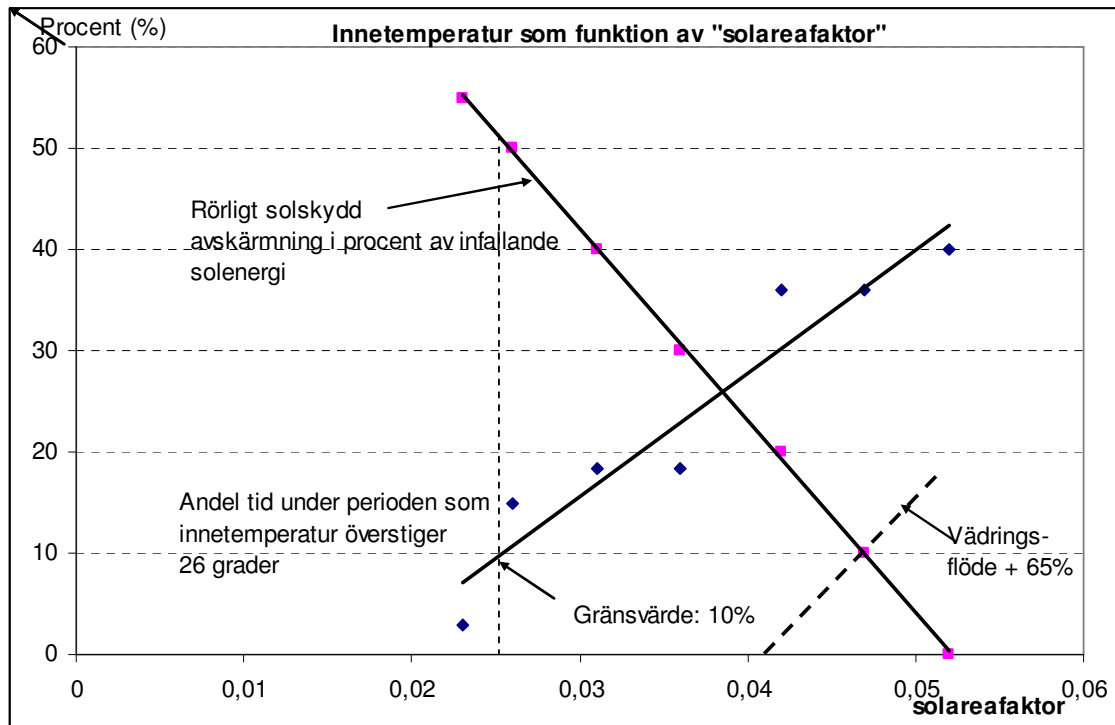
För en typbyggnad har studerats hur övertemperaturen inomhus påverkas hur mycket solvärme som släpps in. I detta fall simuleras byggnadens mest solutsatta del, hela det övre planet i ett flerbostadshus, genom att avskärningsvinkeln sätts till 0 grader. I övrigt har data för hela byggnaden använts. Vidare antas att ingen värmeåtervinning sker alls under perioden.



Beräkning av övertemperaturer i byggnad, 5 plans punkthus. 18% fönsterarea. Passivhus. Ort Stockholm. Kalkyl: Consol+.

För att kvantifiera solinstrålningen har "solareafaktorn" beräknats och olika solskyddsnivåer testats. I följande figur erhålls ett samband (positiv lutning) mellan solareafaktor (x-axel) och andel tid under perioden då innetemperaturen överstiger 26 grader (y-axeln).

⁸ De har använt termen solvärmefaktor för samma begrepp.



Andel av tiden (%) under perioden april – okt som innetemperaturen ligger över 26 grader, som funktion av solareafaktorn.

Den streckade positiva linjen visar resultatet om fönster- och altandörrsvädring skulle öka luftflödet under perioden med i genomsnitt + 65%. Då förskjuts sambandet mot en högre solareafaktor. Att beräkna vilka luftflöden som olika vädringsbeteenden ger är dock ganska vanskligt.

Solareafaktorn har i dessa analyser ändrats genom att variera värdet för variabeln ”rörligt solskydd”. I figuren har detta samband lagts in som en linje med negativ lutning där värdet i y-axeln står för solskyddets solavskärmning i procent.

Av resultaten framgår att påtagliga kompletterande solskydd (tillkommande solskydd med 50% solavskärmning i detta fall) är nödvändigt för att typhuset i detta exempel inte ska få allt för höga innetemperaturer (10% av tiden) i en lägenhet helt utan vädring, men det räcker med 10% tillkommande solskydd om en vädring sker som ökar genomsnittligt luftflöde med 65%.

Alternativ

Ett alternativ till solareafaktor, är att beräkna Transmissionsfaktorn (T_f) vilket tidigare tillämpats på utsatta kontorsrum. Transmissionsfaktorn definieras på följande sätt:

$$T_f = A_c / A_{\text{yttervägg}}$$

Gränsvärdet för T_f har hämtas från rapporten Bygga med glas⁹ och baseras sannolikt på tillämpningar i lokalbyggnader och flerbostadshus och där föreslås:

Bostäder med enkelsidiga lägenheter	<0,06
Bostäder med dubbelsidiga lägenheter	<0,07
Lärosalar i skolor	<0,09

⁹ Carlson Per-Olof, Bygga med glas, Glasbranschföreningen, 2005

Möjlig är ett gränsvärde för en faktor som relaterar till ytterväggens area inte lika tillämpbar på ett småhus där relationen mellan omgivande yttervägg och uppvärmd area är dubbelt så stor som för ett flerbostadshus. Om föreslagna gränsvärden är tillämpbara på småhus har inte prövats och bör studeras närmre. En halvering av gränsvärdet till 4% kan kanske vara en utgångspunkt.

1. 8. Typhus som underlag för bestämning av energikravnivå

Baserat på ovan redovisade schablonvärden för energikalkylen, kan energianvändningen för några typhus beräknas.

En utgångspunkt bör vara att kravnivån tillåter byggande av såväl söderoptimerade byggnader som punkthus med jämn fördelning av fönstrens orientering.

Även byggnader för flerbostadshus med relativt stora lägenheter ska vara möjliga. Dessa ger mindre spillvärme.

En halvtung byggnad med 15% fönsterarea som precis klarar effektkravet ska kunna anslutas till fjärrvärme, utan att också minska köpt energi med solvärmeinstallationer.

Småhus ska kunna byggas som fristående två-planshus.

Typpbyggnad 1 . Flerbostadshus 110 m², Stockholm

- BOA/lgh: 110 m²
- Tidskonstant 300 h
- Fönsterandel 18%, lika orientering alla vädersträck
- Andel BOA: 85%
- Forceringsventilation i spiskåpa utan återvinning: ja
- Reglerförluster: 2 %
- VVC-förluster: 250 kWh/år,lgh
- Tillkommande forceringsluftflöde: 25 l/lgh
- Glasandel 0,7
- G-värde: 0,50
- Övriga indata enligt beskrivna schablonvärden

Resultat	kWh/m ² Atemp	10 Watt	13 Watt	16 Watt
Varmvattenenergi (kWh/m ²)	18			
Hushållsel exkl driftel (kWh/m ²)	14			
Driftel (kWh/m ²)	9			
Spillvärme medel/dygn (W/m ²)	3,2			
värme (kWh/m ²)		23	33	44
värme +VV+driftel (kWh/m ²)		49	59	70

Typbyggnad 2 . Flerbostadshus 70 m2

- BOA/lgh: 70 m2
- Övrigt enligt ovan

Resultat	kWh/m2 Atemp	10 Watt	13 Watt	16 Watt
Varmvattenenergi (kWh/m2)	19			
Hushållsel exkl driftel (kWh/m2)	19			
Driftel (kWh/m2)	8,6			
Spillvärme medel/dygn (W/m2)	3,9			
värme (kWh/m2)		21	31	41
värme +VV+driftel (kWh/m2)		48	58	68

Typbyggnad 3 . Småhus 135 m2, 2 plan. Stockholm

- Tidskonstant 150 h
- Fönsterandel 18%, lika orientering alla vädersträck
- Forceringsventilation i spiskåpa utan återvinning: ja
- Reglerförluster: 2 %
- Stilleståndsförlust, varmvattenberedare: 80W
- Tillkommande forceringsluftflöde: 25 l/lgh
- Glasandel 0,7
- G-värde: 0,50
- Övriga indata enligt beskrivna schablonvärden

Resultat	kWh/m2 Atemp	12 Watt	15 Watt	18 Watt
Varmvattenenergi (kWh/m2)	2			
Hushållsel exkl driftel (kWh/m2)	21			
Driftel (kWh/m2)	5			
Spillvärme medel/dygn (W/m2)	4			
värme (kWh/m2)		24	34	44
värme +VV+driftel (kWh/m2)		49	59	69

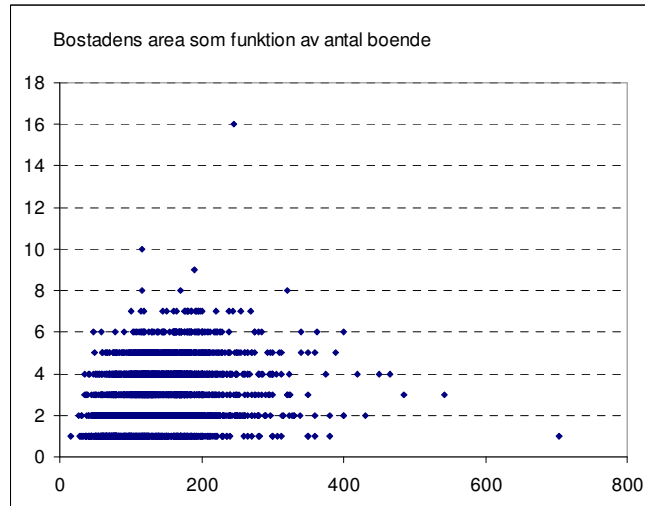
Typbyggnad 4 . Småhus 100 m2, 1 plan Stockholm

- I övrigt enligt ovan

Resultat	kWh/m2 Atemp	12 Watt	15 Watt	18 Watt
Varmvattenenergi (kWh/m2)	26			
Hushållsel exkl driftel (kWh/m2)	24			
Driftel (kWh/m2)	6,6			
Spillvärme medel/dygn (W/m2)	5,2			
värme (kWh/m2)		Ej möjlig	32	42
värme +VV+driftel (kWh/m2)		Ej möjlig	64	75

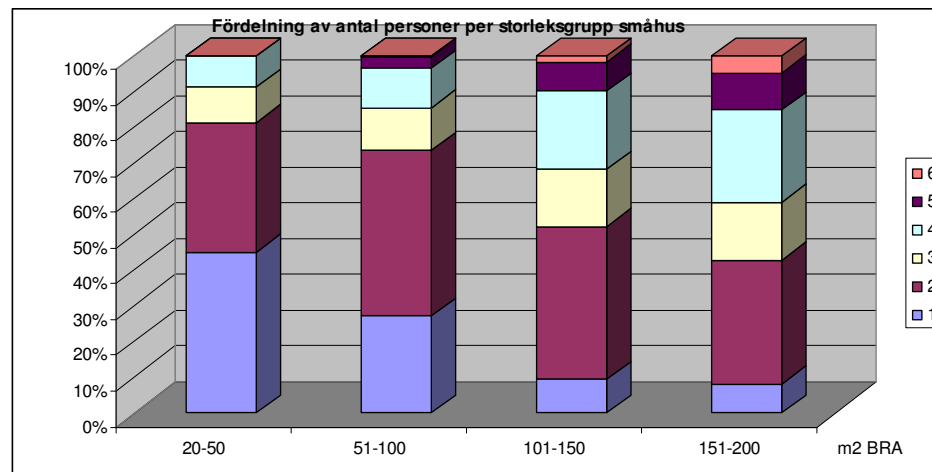
Bilaga 1.1 Boende per småhus.

Småhusstatistik (SCB) för 2006 omfattande 5000 småhus omfattar antal personer och bostadens area. Egen bearbetning visar att spridningen är extremt stor vad avser antal personer i en byggnad med viss storlek, se figur 1, dvs entydiga samband finns knappt.



Figur 1.

Grupperat på bostadsstorlekar upp till 200 kvadratmeter, framgår fördelningen av figur 2, samt av tabell 1 som också anger genomsnittsvärdet för byggnadsstorlek inom visst segment.



Figur 2.

Personer/area	20-50	51-100	101-150	151-200
1	45%	27%	10%	8%
2	36%	46%	43%	35%
3	10%	12%	16%	16%
4	9%	11%	22%	26%
5	0%	3%	8%	10%
6	0%	0%	2%	5%
Antal i medel	1,8	2,2	2,8	3,1

Tabell 1.

Bilaga 1.2. Spillvärme från hushållsel, årstidsvariationer.

I SIB-rapport ELIB nr 8 T40 ”Energisparpotentialer i bostadsbeståndet - Värmebalansmodell” anges hushållens elanvändning variera med +/-25% med maxlast under vinterperioden.

Mätdata från Västra hamnen i Malmö finns som lastprofil för hushållsel och har publicerats i figurer i rapporten Hushållsel i direktiv, beräkningar och verklighet¹⁰ och dess effekter på energikalkyler för lågenergihus, hamnar på 3 – 4 kWh/m², enligt följande tabell:

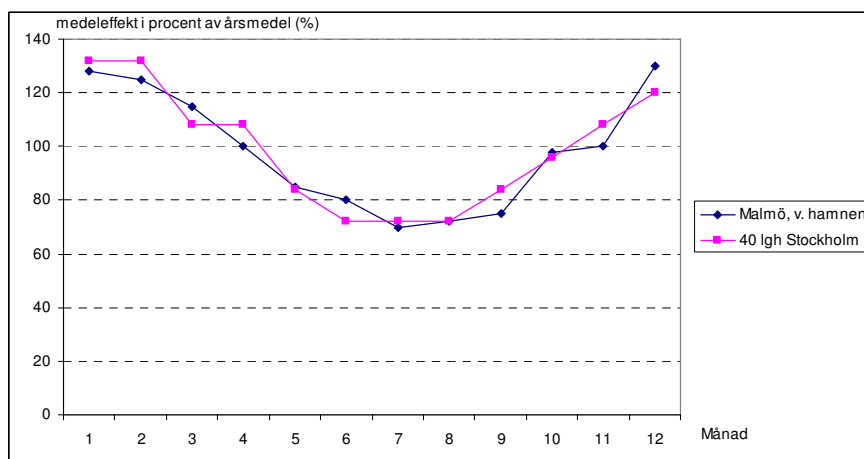
<i>Energi för uppvärmning</i>	<i>konstant hushållsel [kWh/m²]</i>	<i>dynamisk hushållsel [kWh/m²]</i>	<i>Minskning [kWh/m²]</i>	<i>minskning [%]</i>
Enbostadshus	98	93	5	5
Flerbostadshus F	41	37	4	10
Flerbostadshus FTX	60	56	4	7
Lågenergi mittlägenhet	23	20	3	13
Lågenergi gavellägenhet	40	36	4	10

Tabell 1.

Månadsvariationen framgår av tabell 2 och figur 1. Data är inte kvalitetsgranskade och kan inrymma inslag av komfortvärmare. Vissa jämförande data i samma rapport från Göteborg och Umeå indikerar en mindre årstidsvariation. Hushållselens årstidsvariation finns också redovisat i en äldre studie för ett flerbostadshus byggt på 90-talet¹¹, se tabell 2 och ligger på samma nivå, se även figur 1.

%/dag av årets energi	jan	feb	mars	april	maj	Juni	juli	aug	sept	okt	nov	dec
Malmö, v. hamnen	128	125	115	100	85	80	70	72	75	98	100	130
40 lgh Stockholm	132	132	108	108	84	72	72	72	84	96	108	120

Tabell 2. Hushållselens årstidsvariation – bostadsbyggnader.



¹⁰ Seminarieuppgift. Hushållsel i direktiv, beräkningar och verklighet. Hans Bagge, Lunds Universitet, Byggnadsfysik LTH, Carolina Hiller, SP, Jan-Ulric Sjögren, NCC och Umeå Universitet

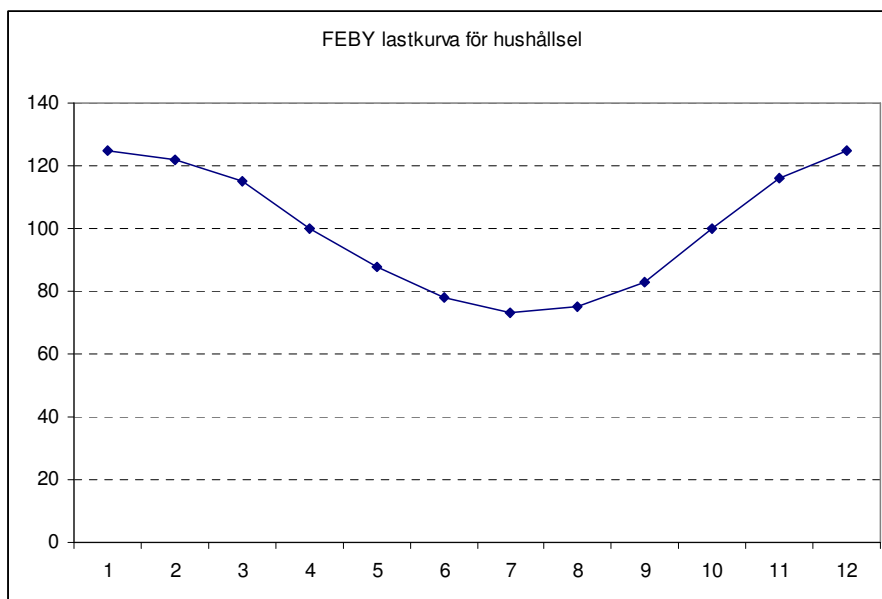
¹¹ Sandberg, E. m fl, 2005 a. *Energideklarering av bostadsbyggnader, Förslag till svensk metodik, Huvudrapport – förkortade version*, Rapport till Energimyndigheten. ATON Teknikkonsult AB, Stockholm.

Figur 1. Hushållselens årstidsvariation – bostadsbyggnader.

Det finns skäl att anta att årstidsvariationen i huvudsak förklaras av belysningens årstidsvariation, eftersom denna utgör ca 25% av hushållens elanvändning enligt pågående STEM studie.

Samma årsvariation antages gälla småhus och flerbostadshus. Dygnsvariationen har också betydelse, men beaktas i beräkningsprogrammen antingen via timvärdesanalyser och redan inbyggda dygnspridningsschabloner eller genom en ”utility factor” (Enligt EN 13790).

Följande lastkurva (+/- 25%) som anpassats till SIBs tidigare tillämpning föreslås som schablon, vilket sänker värmebehovet med 1,6 kWh/m² i ett passivhus jämfört med konstant elanvändning under året.



Hushållselens fördelning under året antas enligt följande:

jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sept	okt	nov	dec
1,25	1,22	1,15	1	0,88	0,78	0,73	0,75	0,83	1	1,16	1,25

Tabell 2. Månadsvis fördelning av hushållsel. Källa Metodrapport 1. Beräkningsmetodik för Passivhus och Minienergihus (FEBY)

För en lågenergibyggnad innebär detta att elanvändningen och därmed spillvärmén ökar med ca 15% i snitt under uppvärmningssäsongen.

Schabloner för driftel kan inte lämnas på generell nivå då detta varierar mycket mellan olika byggnader. Spillvärme från fastighetsel/driftel, kan dock utgå från följande antaganden:

- Pumpar: 100%.
- Fläktar i tilluften: 100%
- Fläktar i frånluften: 80% om motor före växlare, annars 0%.
- Belysning inne i byggnaden: 100%

Matosevakuering

Drifttid för evakuering i spiskåpefläktar: 30 min/dygn.

Forceringsluftflöde och val av systemtyp avgör hur mycket värme av detta som återvinns/förloras.

Reglerförluster

Värmesystemets reglerförmåga att skapa önskat inneklimat är inte idealt utan ger ”förluster” i form av övertemperaturer som vädras bort. För passivhus rekommenderas följande schablonvärden:

Reglersystemets verkningsgrad	
Ej samordnad värmestyrning 1)	0,8
Utetemperaturstyrning	0,84
Innetemp. styrd, mekanisk	0,93
Innetemp. elektr. regulator	0,98

Tabell 3. Schablonvärden för reglerförluster. 1) Exempelvis luftvärme + elradiatorer i kombination.

Vädring

Vädring antas huvudsakligen vara en innetemperaturberoende parameter, dvs en konsekvens av reglersystemets förmåga att skapa önskat inneklimat. Värmeregleringens ”förluster” ingår enligt ovan. Vädringsluftflödet ansätts därför till 0.

Komfortvärmegolv

Golvvärme som styrs utifrån värmebehovet kalkyleras utifrån dess påverkan på värmeförlusterna i kantzonen och markförlust, se även påverkan på reglerförluster.

Komfortvärmegolv, där värmen regleras enbart mot ytemperatur ökar värmeåtgången under icke uppvärmningsperioden i proportion till installerad effekt och reglermetod. Ett schablonvärde på 25 W/m² komfortvärmegolv kan vara en utgångspunkt för kalkylen.

2. Energianalys av typhus

2.1. Bakgrund och syfte

En kravspecifikation för ett energikrav som avser byggnader med så lågt värmebehov att spillvärme från sol, apparater och personer är dominerande poster i energibalansen behöver ett väl belyst underlag. Vilka indata krävs för att energikalkylen ska ge ett resultat med rimlig noggrannhet?

Samtidigt finns det också användarönskemål att så långt möjligt förenkla energiberäkningarna. Inga indata ska krävas som ändå har marginell betydelse för resultatet.

För att fastställa lämplig kravnivå vad avser energikravet, krävs lämpliga referenshus att utgå från och som representerar byggnader som ska vara fullt möjliga att uppföra och känslighetsanalyser som indikerar påverkan från olika parametrar.

Detta kapitel syftar till att ge ett sådant underlag.

I rapporten redovisas också möjligheterna att med en god noggrannhet bestämma energianvändningen baserat på analyser för ett referenshus, utifrån byggnadens effektbehov genom ett begränsat antal indata.

Slutligen redovisas metodanalyser som underlag för en förenklad energiberäkning för lågenergihus. Detta metodunderlag har sedan använts för ett beräkningsstöd som finns tillgängligt på www.energihuskalkyl.se.

2.2. Bestämning av lämpligt referenshus

Som underlag för analyserna har inledningsvis valts ett punkthus med 5 våningsplan och en gemensam trapphall. Byggnadens konfiguration hämtas från verkliga ritningar. Följande indata har använts för de inledande energianalysen:

Byggnad A-15

Passivhus med effektförlust: 10 W/m².

Byggnadens tidskonstant: 300 h.

Ort: Stockholm

A_{temp}: 1639 lgh

A_{omg}/A_{temp}: 1,06

VVC –förluster: 0

Spillvärme från personer och apparater: 3,4 W/m²

Reglerförluster: 0 % (ideala förutsättningar)

Vädringsförluster: 2,3 l/s,lgh (ref: SVEBY)

Glasarea jämfört med A_{temp}: 18%

Glasandel: 70 % (jämfört med glas + karm)

Fast solavskärmning, mm: 0,71

Horisontalavskärmning: 15 grader

Rörliga solskydd: 0,71

Glasens solenergitransmittans (G-värde): 0,5

Den totala solavskärmningen blir därmed 82 % av mot byggnaden infallande sol, dvs endast 18% av infallande solenergi kommer in i byggnaden och ännu mindre med hänsyn till horisontalavskärmningen.

Följande analyser har genomförts med ConsolEnergy+ (dynamisk beräkningsmetod utvecklat av prof Gudni Johannesson, KTH inom ramen för jämförande analyser med statistiska metoder beskrivna i EN13790).

2.2.1. Parameter 1 – Glasarea jämfört med A_{temp}

Det valda referenshusets omgivande area jämfört med uppvärmd area (A_{omg}/A_{temp}: 1,06), visar sig ligga på samma nivå som andra byggnader med samma byggnadshöjder utformade som lamellhus. Med samma data skapas därför 4 olika konfigurationer avseende fönsterareornas orientering mot syd.

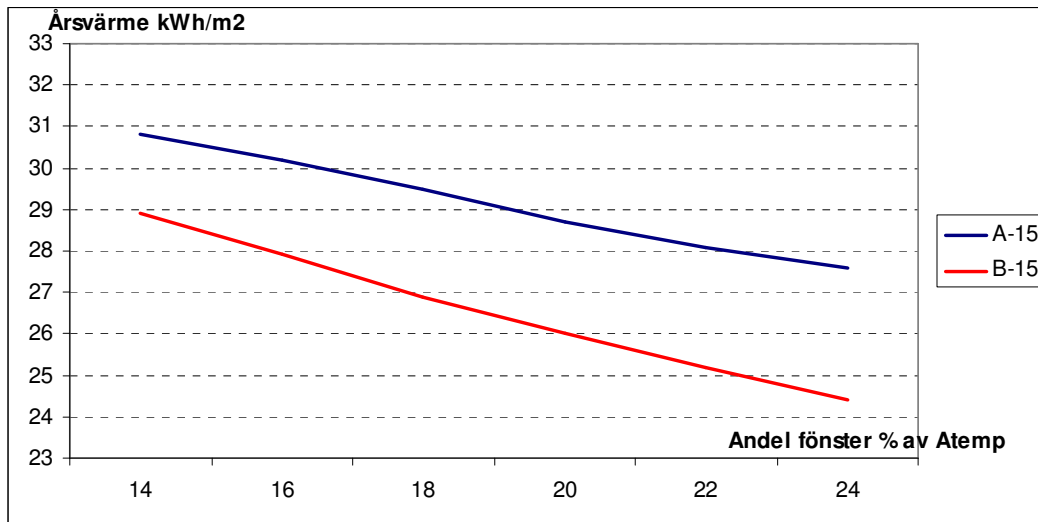
Fönstrens orientering:

Hus	Syd %	Väst %	Öst %	Nord %	Orientering
A	25	25	25	25	Punkthus
B	70	4	4	23	Sydorienterat radhus
C	10	40	40	10	Nord-syd orienterat lamellhus
D	40	10	10	40	Öst-väst orienterat lamellhus

Tabell 1. Samma referenshus men med olika fönsterorienteringar.

I tabellen motsvarar byggnad B en ganska optimerad sydorienterad byggnad (data från passivhuset i Kv Lindås). Byggnad C representerar en lamellbyggnad med var sin geografisk orientering.

En byggnad med fönsterorientering enligt byggnad B och med 15 graders horisontalavskärmning ges fortsättningsvis beteckningen B-15. Årsenergibehovet för värme i denna byggnad som funktion av glasandel (14 – 24 %), ges i figur 1.

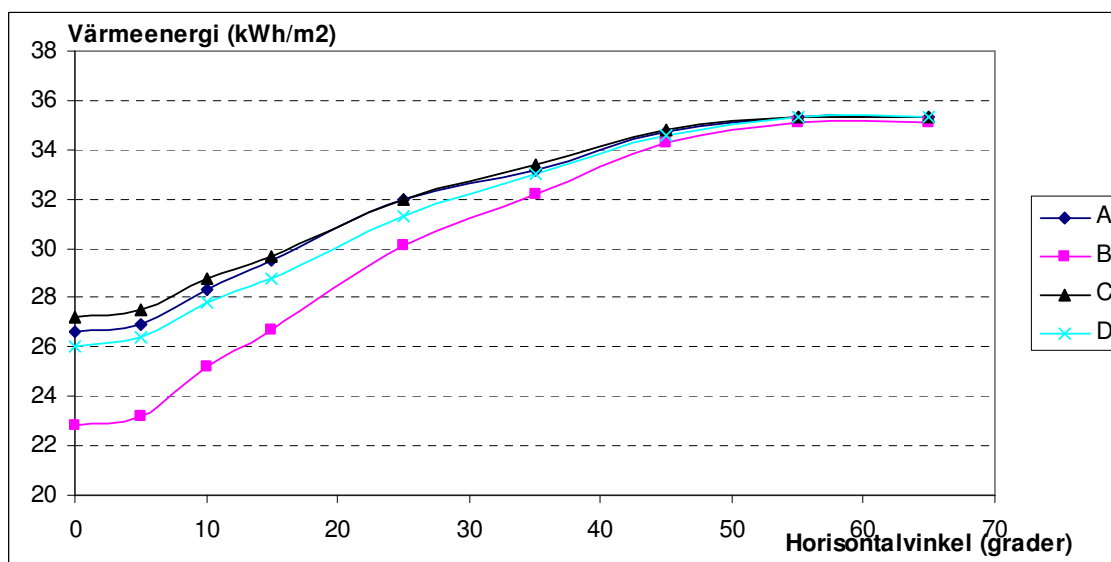


Figur 1. Årsenergi för värme som funktion av glasandel, för byggnad med alternativet A-15 (4 x 25% och 15 grader horisontalvinkel), och alternativ B-15 (70, 4, 4, 23 % och 15 grader horisontalvinkel)

Av figuren framgår att byggnaden med bättre söderorientering är känsligare för hur stor andel fönster byggnaden har, men hamnar också ca 10 % lägre i värmeenergiåtgång. Observera dock att i detta fall har samtliga byggnader exakt samma effektförlust oavsett fönsterarea. Dvs större fönster kompenseras med bättre isolering etc tills samma förlusteffekt erhållits. Om däremot fönsterarean ökar i ett i övrigt identiskt hus så ökar också förlusterna och årsvärmeenergin.

2.2.2. Parameter 2 – Horisontalvinkelns påverkan på värmebehovet.

Årsenergi för värme som funktion av horisontalvinkel (0 – 65 grader), för en byggnad med 18 % glasandel, men med olika fönsterorienteringar (A-D) enligt tabell 1 redovisas i figur 2.



Figur 2. Årsenergi för värme som funktion av horisontalvinkel (grader), för byggnad med 18% fönsterandel och med olika fönsterorienteringar.

Av figuren framgår att ett punkthus och ett lamellhus orienterat med fönsterareorna huvudsakligen i väst – östlig riktning får ungefär samma uppvärmningsbehov.

Det söderorienterade lamellhuset ligger ca 10 % lägre i energiåtgång. För denna byggnad har också horisontalavskärmningen störst betydelse, +/- 20 %.

Det är inte sannolikt att man kan bygga nya hus ute på en öppen äng och om det görs kommer snart kringliggande byggnader etableras. En horisontalvinkel till skuggande omgivning på minst 15 grader är därför rimlig. I innerstadsområden blir skuggningen ännu mer påtaglig och ett schablonvärde på 30 graders avskärmning vore rimlig. Dessa antaganden ger en avskärmning på 10 respektive 20 %.

För beräkningsprogram som inte kan räkna med horisontalavskärmning kan alltså ett avdrag på 10, respektive 20% av infallande solenergi vara ett alternativ. Om energikravet kopplas till en typisk byggnad ska också beaktas den solavskärmning som kan förväntas, dvs ett avdrag av infallande solenergi med 10% för horisontalavskärmningen vara lämpligt. Fortsättningsvis studeras därför en byggnad med 15 graders horisontalvinkel (A-15).

2.2.5. Spillvärme och lägenhetsstorlek

Redovisningen ovan baseras på en byggnad med relativt stora lägenheter, vilket påverkar persontäthet och därmed spillvärme från apparater och personer. I alternativ 1 – 3 nedan redovisas tre alternativ med olika lägenhetstäthet, där alternativ 1 är det alternativ som de tidigare analyserna baserades på.

	Alt 1	Alt 2	Alt 3
Spillvärme (W/m ²)	3,4	4,1	4,5
A _{temp} /lgh	109	71	59
Antal lgh	15	23	28
kWh/Atemp	24,0	22,7	21,8

Tabell 2. Årsenergi för värme i byggnad (B-15) med 18 % fönsterarea (jfr A_{temp}), som funktion av lägenheternas storlek (Alt. 1 – 3).

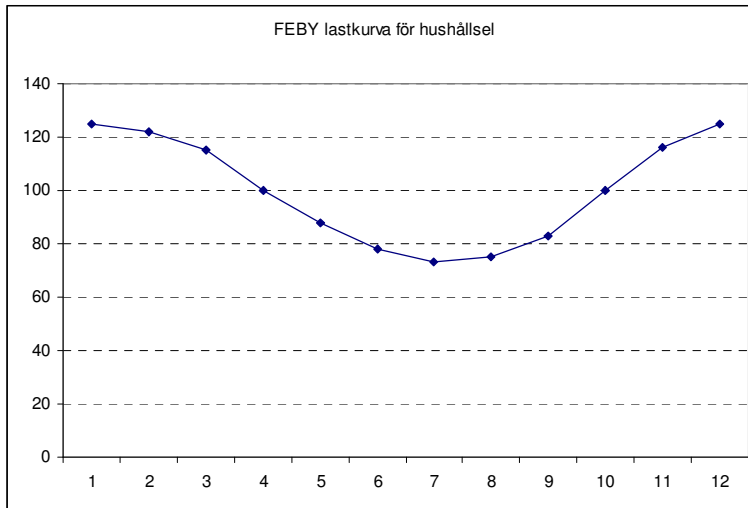
Ökad persontäthet ger mer spillvärme och lägre värmeåtgång, men skillnaden är inte stor, endast någon kWh/m² (dvs < +/-5 % i dessa alternativ). I vår analys ingår också antaganden om vädringsförluster proportionella mot antal lägenheter (2,3 l/s,lgh) vilket alltså delvis motverkar sänkningen av värmebehovet.

2.2.6 Vädring

I kalkylerna har en schablon på 2,3 l/s,lgh antagits (enligt rekommendationer i SVEBY utkast). Om lägenheterna i byggnaden enligt alternativ 2 i tabellen inte vädrade alls, skulle värmebehovet sjunka med 16 % till 19 kWh/m². Man kan se ett sådant resultat som utfallet om en perfekt värmereglering gör vädring onödig.

2.2.7 Hushållsel

Om hushållselanvändningen varierar med +/-25 % under året enligt följande lastkurva visar sig värmebehovet sjunka med 1,6 kWh/m².



Figur 3. Antagen lastkurva för hushållsel

2.2.8 Spillvärme från BIA

En ny kravspecifikation, där BIA inte ansätts ngn spillvärme, innebär att effektkravet skärps med 4 % för en byggnad med 15 % BIA.

2.3. Referenshus anpassat till utkast till kravspecifikationen

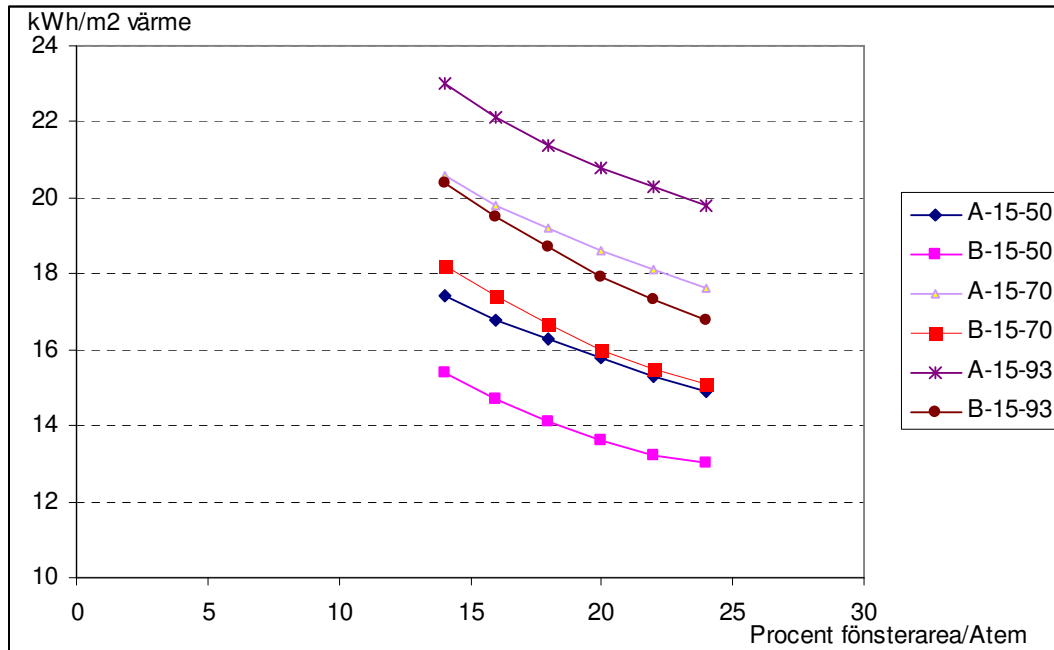
Utifrån ovan redovisade analyser väljs följande parametervärden ut som nytt referensvärde.

- Andel BOA/ A_{temp} : 85 %
- Vädringsflöde: 0 (l/s)
- Hushållselens årsvariation: +/-25 %
- Andel spillvärme: 80 %
- Rörliga solskydd på vinter: ingen avskärmning
- Horisontalavskärmning: 15 grader
- Reglerförluster 0 %
- VVC-förluster: 250 kWh/år, lgh
- Glasandel: 70 %
- Fast solavskärmning, mm: 0,7
- G-värde: 0,5

De följande analyserna avser:

- Tre lägenhetsstorlekar: stor (93 m² BOA), medel (70m² BOA) och liten (50 m² BOA). Lägenhetsstorleken påverkar indirekt spillvärme från personer och hushållsel, men också VVC-förluster.
- Två byggnadstyper (A och B)
- Varierande fönsterstorlek, men konstant förlusteffekt vid DUT (alla klarar precis PH-kravet 10 W/m²).

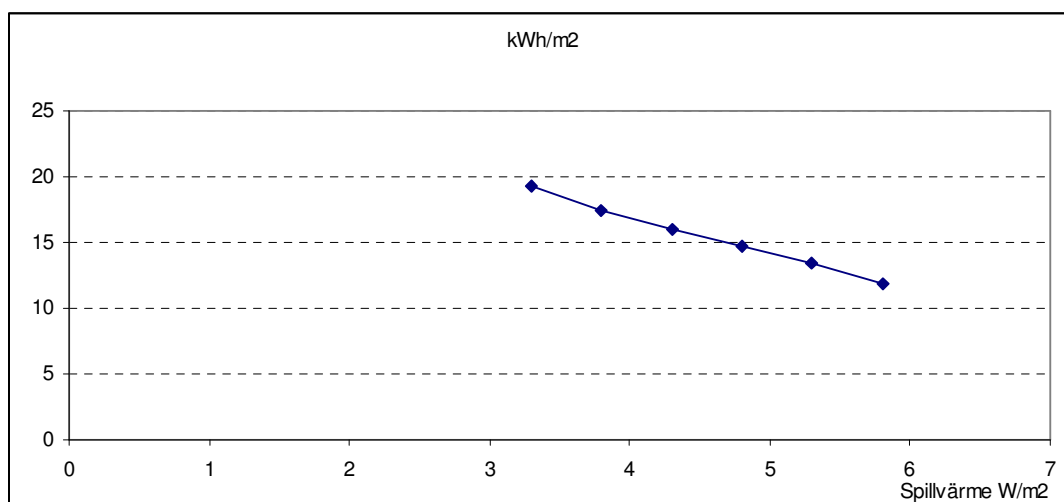
Resultaten framgår av figur 4.



Figur 4. Årsenergi för värme som funktion av fönsterarea (fönsterarea/Atemp), för byggnader med olika lägenhetsstorlekar och söderorienteringar. B-15-50, betyder byggnadstyp B-15 med 50 m² BOA/lgh.

Av figuren framgår att sambandet mellan fönsterarea och värmeåtgången inte är helt linjärt, men för en byggnad med 18 % fönsterarea så påverkas energianvändningen med ungefär 0,32 kWh/procent ökad/minskad fönsterarea. Byggnadens söderorientering påverkar energianvändningen mellan 2,1 – 2,8 kWh/m².

Eftersom det inte är lägenhetsstorleken som primärt påverkar energianvändningen utan spillvärmerna från personer och apparater, har dess samband studerats separat vilket redovisas i figur 5.



Figur 5. Årsenergi för värme som funktion av spillvärme för B-15 och BOA 70m² per lgh.

I detta beräkningsexempel gav en byggnad (B-15, med 18 % fönsterarea) med genomsnittlig lägenhetsstorlek på 70 m² BOA ca 4,5 W/m² som spillvärme, men detta påverkas också av en rad andra faktorer, som spillvärme från fastighetsel (0,25 W/m² i detta exempel), VVC-förluster,

fläktarnas elåtgång, mm. Sambandet mellan spillvärme och värmeåtgång blir för denna byggnad: - 3 kWh/W spillvärme.

Beräkningen av antalet personer blev relativt konstant för samma byggnad oavsett lägenhetsstorlek, följande exempel användes:

BOA/lgh	50 m ²	70 m ²	93 m ²
Antal lgh	28	20	15
Antal personer	43	42	40
BOA/person	33	33	35

Konceptet att använda lägenheternas rumsfördelningar som grund för att beräkna antal personer kan ifrågasättas, då statistik för detta i småhus och för nyproduktion ändå saknas.

2.4. Modell för förenklad energiberäkning

Kan en förenklad kalkyl baseras på ett enkelt samband mellan effektförlust och energiåtgång för en typbyggnad, där vissa korrigeringar sedan görs beroende på byggnadens fönsterarea, spillvärmeeffekt och solorientering?

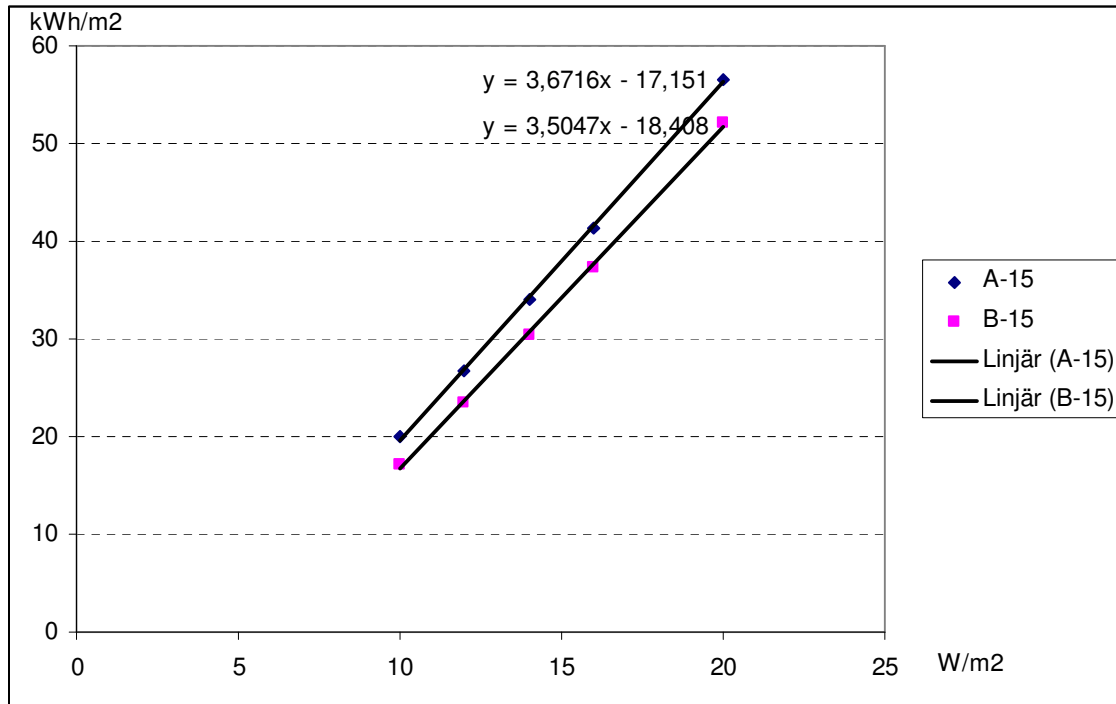
Skillnaden i utfall beroende på solorientering för två byggnader (B-15 och A-15) har redovisats mer ingående ovan, medan byggnad av typ A och C endast redovisats översiktligt i figur 1.

En lämplig typbyggnad kan vara ett punkthus med lika fördelning av fönsterareor i alla vädersträck och med en horisontalavskärmning på 15 grader (byggnad A-15). Följande data har varit utgångspunkten:

- Byggnadens tidskonstant: 300 h
- BOA/lgh: 70 m²
- 41 m² BOA/person
- Andel BOA:85 %
- Forceringsventilation i spiskåpa: nej
- Hushållsel: + 15 % under uppvärmningsperioden (månadsdata används)
- Andel spillvärme: 80 %
- Reglerförluster: 0 %
- VVC-förluster: 250 kWh/år,lgh
- Summa spillvärme: 3,85 W/m² Atemp
- Glasandel 0,7
- Skuggning: 0,67 (inklusive horisontalavskärmning)
- G-värde: 0,5
- Ort: Stockholm

För ett passivhus med förlust effekt 10 W/m² med lika fördelning av soltransmissionsarea i alla vädersträck (A-15) ger ett energibehov på ca 19,2 kWh/m².

Effekt-energi-relationen för byggnader med lika orientering av fönstren (A-15), respektive söderorienterad byggnad (B-15) visas i figur 6. Av figuren framgår ett nära linjärt samband mellan effektförlust vid DUT och energibehov, men påverkas också av fönsterorienteringen.



Figur 6. Årsenergi för värme som funktion av byggnadens effektföruster vid DUT för byggnader med lika orienterad glasning (A-15) och söderorienterad glasning (B-15).

Fönstrens söderorientering kan också beskrivas med en formel som viktar upp glasareornas söderorienteringen (G_{orient}) med:

$$G_{orient} = (2 \times G_{Syd} + G_{Öst} + G_{Väst} + 0,5 \times G_{Norr}) \times 4 / 4,5.$$

Detta påverkar hur mycket solvärme som kommer in i byggnaden under uppvärmningssäsongen.

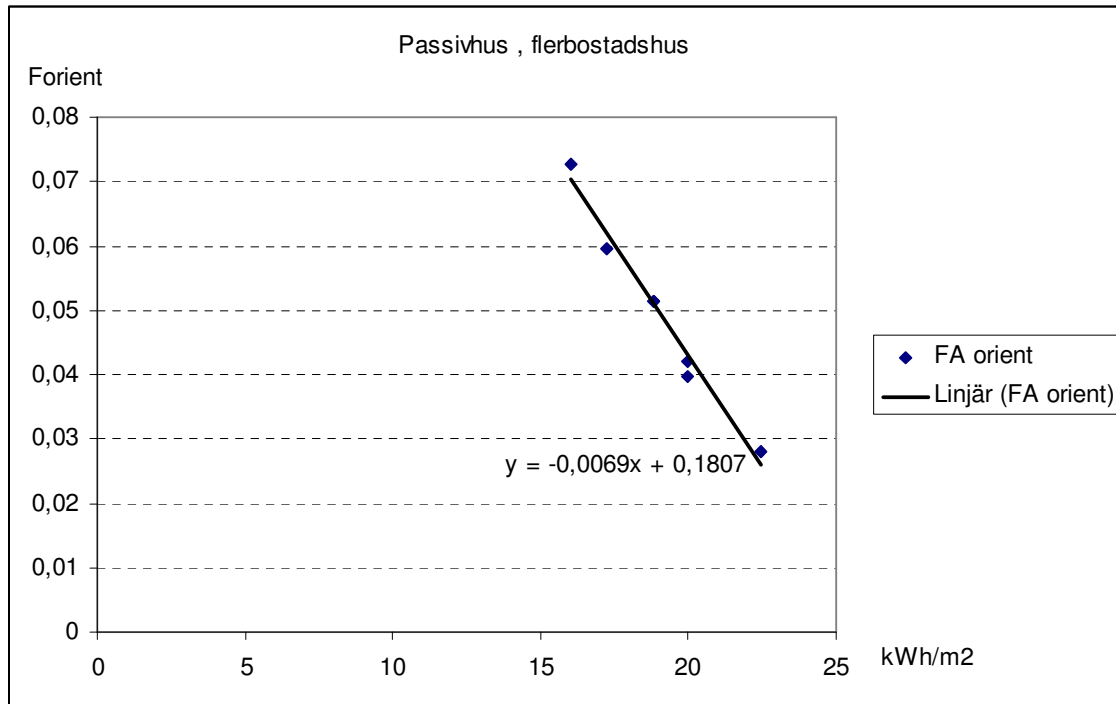
Men även den totala fönsterarean påverkar energibehovet. Ju större fönster ju större förlusteffekter. Men om större fönsterareor kompenseras med bättre U-värden och bättre glas, så att samma effektförlust erhålles vid DUT så kommer den större fönsterarean att släppa in mer solvärme. Positivt på vintern och negativt på sommaren.

Genom att istället beräkna soltransmissionsarean i respektive vädersträck, vikta den enligt ekvationen ovan och sedan dividera summan med A_{temp} erhålles ett nytt godhetstal, här kallat F_{orient} och som tar hänsyn till soltransmissionsareor och dess orientering.

$$F_{orient} = (2 \times F_{Syd} + F_{Öst} + F_{Väst} + 0,5 \times F_{Norr}) \times 4 / 4,5 / A_{temp}.$$

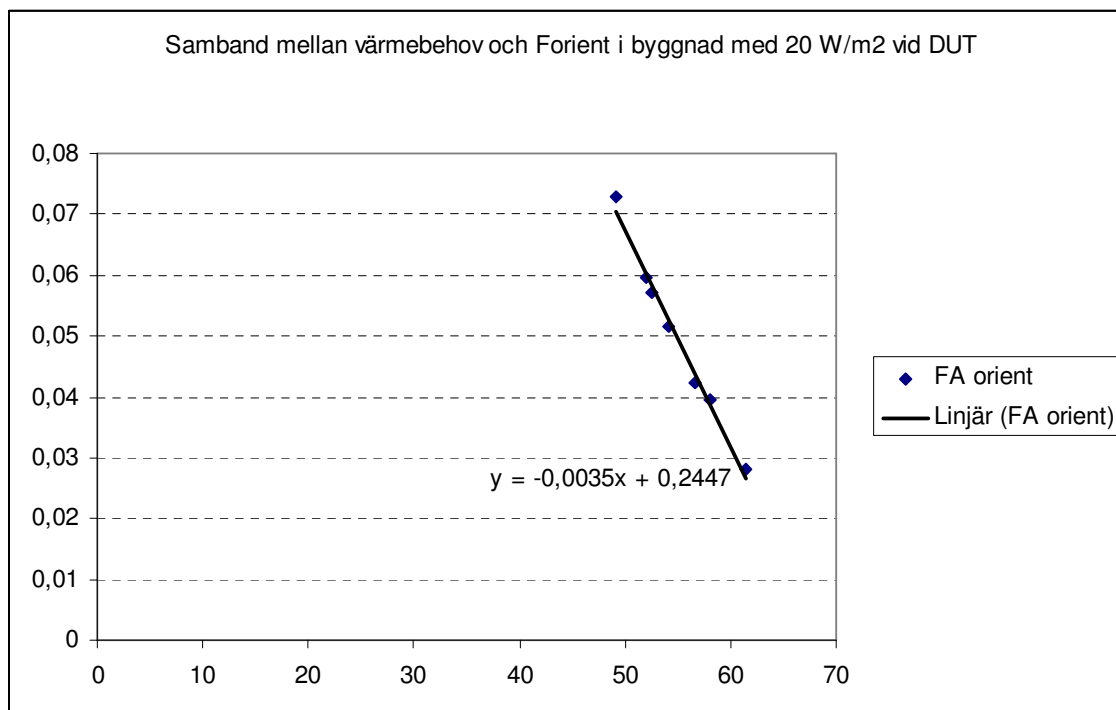
Soltransmissionsarean i respektive vädersträck definieras enligt avsnitt 1.6.8.

För en byggnad med en effektförlust på 10 W/m^2 (passivhus) erhålles ett samband mellan F_{orient} och byggnadens värmeenergi enligt figur 7.



Figur 6. Samband mellan en byggnads söderorientering (F_{orient}) och värmeenergibehov för en passivhusbyggnad.

För en byggnad med förlusten 20 W/m2 blir motsvarande samband enligt figur 7.



Figur 7. Samband mellan en byggnads söderorientering (F_{orient}) och värmeenergibehov för en lågenergibyggnad.

Här påverkas värmeåtgången mer i absoluta tal, men också här med ett ganska linjärt samband.

Ett bättre samband erhålls därför procentuellt i relation till uppvärmningsbehovet enligt ekvationen:

$$E = P \times (0,07 \times F_{orient} - 0,002954)$$

Effektbehovet P bestäms utifrån beräknade värmeeffektförbrukningar vid dimensionerande utetemperatur, med hänsyn taget till spillvärme, forceringsluftflöden i kök, etc.

Samtliga värden ovan avser nettovärmebehov, därmed tillkommer värme för distributionsförluster inom byggnaden. Dessa bedöms som relativt försumbara om alla dragningar sker inom klimatskalet. Vidare tillkommer reglerineffektivitet ”reglerförluster”, dvs förluster som uppstår genom att temperaturnivån avviker från önskad temperatur vilket ger upphov till vädringsförluster. Istället för schabloner på vädring, föreslås att lämpliga värden för reglerförluster väljs utifrån valda regleringssystem.

2.4.1 Känslighetsanalyser.

Vad analyserna nu redovisat så förefaller det finns goda möjligheter att förenkla beräkningen av en byggnads värmebehov utgående från byggnadens effektbehov vid DUT. Det starka och relativt linjära sambandet mellan effektförbrukningar och värmeenergi ger en grund för att användas som huvudparameter, där sedan värdena korrigeras med avseende på byggnadens uppglasning (fönsterandel), solenergiinflöde (avskuggning), solorientering och spillvärmeeffekter inom byggnaden. Observera att sambanden endast gäller för en annan byggnad som har samma tidskonstant, dvs som dimensioneras utifrån samma förutsättningar vad avser effektförbrukningarna vid DUT.

Det finns dock skäl att testa modellen på några byggnader, med relativt stora avvikelser vilket gjorts och redovisas i tabell 3:

Watt/m ²	Forient	Model	verklig	Avvikelse
10	0,042	20,1	20,0	1%
10	0,060	17,7	17,2	3%
10	0,028	22,1	22,4	-1%
10	0,073	15,8	16,0	-1%
16	0,060	37,0	37,3	-1%
16	0,042	42,2	41,3	2%
20	0,042	56,8	56,6	1%
20	0,060	49,9	52,1	-4%
20	0,057	50,9	52,5	-3%
20	0,028	62,5	61,5	2%
			Medelavvikelse	1,8%

Tabell 3. Jämförelse mellan beräkningsresultat för en förenklad modell jämfört med en dynamisk timvärdesberäkning, för byggnader med förlusteffekter inom intervallet 10 – 20% och med fönsterareor inom intervallet 12 – 22%. I tabellen redovisas dock endast den beräknade parametern F_{orient} .

Av tabellen framgår att avvikelserna i dessa körningar är mindre än +/- 4 % och med en avvikelse på mindre än 2 % sett till den enskilda byggnaden.

3 - Inneklimatberäkning sommarperioden

Önskade och tänkbara indata beskrivs i detta PM med huvudsaklig inriktning på en utveckling av ParaSol så den blir användbar för solenergianalyser i nya energieffektiva byggnader. Indata som programmet redan hanterar på lämplig sätt beskrivs därför inte. Om dessa anvisningar ska användas till annan programvara, bör detta PM läsas avstämt med hur respektive område hanteras i Parasol, som är en fri programvara (www.parasol.se). Där värden på inmatning inte angivits, antas dessa kunna tas fram i den process som kopplas till programutvecklingen, eftersom t.ex. känslighetsanalyser med den tänkta programvara då krävs.

3.1. Krav på inneklimat

Inneklimatkravet under sommarperioden kan formuleras på olika sätt, t.ex. kyleffektbehov vid temperatur över 26 grader, eller kanske lämpligare enligt:

”Innetemperatur under perioden april – sept bör inte överstiga 26 grader mer än högst 10% av tiden under denna period”.

Innetemperaturen behöver då bestämmas för varje timma under den aktuella perioden och fastställs i en energibalans med hänsyn till byggnadens konstruktioner (isolering och värmekapacitet), intern spillvärme, solinstrålning, kylning via ventilation och vädring.

Detta är en komplicerad kalkyl som kräver mycket indata och anpassat program. Detta PM redovisar vilka indata som är relevanta och på vilken detaljeringsnivå som det kan vara rimligt att ligga för att kunna tillämpa kalkylen i byggprocessen. Förhoppningsvis kan dessa sedan implementeras i en revidering och anpassning av ParaSol till att passa även bostadsbyggnadernas situation.

En annan utväg är att minimera antalet mer komplicerade kalkyler genom att utveckla ett godhetsvärde, gränsvärde, för den inkommande solbelastningen där man vet av erfarenhet att inneklimatet blivit bra under normala väderförhållanden. Krav på att redovisa specifika inneklimatanalyser behövs då bara för byggnader som överträder det satta godhetstalet. En sådan utväg, eller komplement till en omarbetad Parasoll redovisas i avsnitt 1.7.

3.2. Indatabehov

Plats

I ParaSol finns bara fyra orter (Stockholm, Gbg, Malmö, Luleå). Åtminstone bör någon inlandsort, (t.ex. Örebro) också vara representerad.

Geometri

Fönster i 3 vädersträck bör kunna hanteras. En typisk bostadssituation har två vädersträck, men hörnlägenhet kan vara de mest solutsatta. Helst ska alla 4 sidor (småhus) kunna hanteras.

Väggar

U-värde: fritt valbart för ytterväggar.

Klimatskal	Area	U-värde	Konstruktion
Byggnadsdel	m²	W/(m²K)	L/M/T
Yttervägg			
Innervägg			
Lägenhetsskiljande vägg			
Tak mot uteluft			
Tak mot granne			
Golv mot mark			
Golv mot granne			

Värme kapacitet konstruktion: lätt (L), mellan (M), tung (T) (definieras)

Lägg därtill värme kapacitet för en typisk boendeinredning, alternativt valbarhet: bostad, skola, kontor.

Köldbryggor: (psivärde + antal meter)

Köldbryggor

	Längd L	□
	m	W/(mK)
Bottenbjälkslag		
Fönster o dörrar		
Mellanbjälkslag		
Balkonginfästningar		
ytterhörn		

Hjälptabell med schabloner på Psi-värden.

Det vore bra med en möjlighet att välja en totalschablon för köldbryggor, som option.

Förslag: 20% av totala transmissionsförlusterna inkl fönster, om felet blir stort vid +/- detta antagande bör värdet studeras närmre.

Fönster och glasade altandörrar

Solens transmissionsvärme (T) definieras på följande sätt:

$T = (\sum \text{Fönsterarea} \times \text{Glasandel} \times \text{g-glas} \times \text{g-konstruktion} \times \text{g-skuggning} \times \text{g-solskydd})$
där

g-glas, är glasets soltransmission

Denna är vanligen 0 då kalkylen avser den mest solutsatta lägenheten eller översta planet.

g-solskydd avser rörliga solskydd som mellanliggande persienner eller utanpåliggande rörliga solskydd (manuella eller automatiserade). Som indata används leverantörsdata.

Inmatningsdata:

- Fönsterarea per vädersträck
- g-konstruktion, avser skuggning från byggnad (karm, båge, mm), även fasta solskydd eller utskjutande balkonger och takdelar som ger påtaglig skuggning sommarperioden.
- g-skuggning, avser skuggning från horisontalavskärmning. (andra byggnader, träd, etc). Alternativt anges skuggningsvinkeln, antal grader horisontalavskärmning.
- g-solskydd avser rörliga solskydd som förinstallerade mellanliggande persienner eller utanpåliggande rörliga solskydd (persienn, markis, rörliga skärmar), se nedan.
- Glasandel, hjälptabell med typvärde
- g-glas, är glasets soltransmission

Glasandel, hjälpinformation

Fa, Glasandel, anger fönstrets glasarea dividerat med fönstrets totala area (från karmyttermått).

Glasandel varierar mycket beroende på fönstrets storlek och karm/båge. För stora fönster kan glasandelen vara 80 %, för normala fönster ca 70 % och för små 60 % och lägre. För att bestämma glasandelen måste man veta dimensioner på fönster och karm/båge.

Detta kan mätas eller bestämmas via schablonvärden för olika fönstertyper, t.ex. enligt exemplet i tabellen.

Bredd (mm)	Höjd(mm)	Fa (%)
600	600	59
600	1400	69
600	1700	70
1000	1400	77
1000	1700	79

Hjälptabell

G-värde

G-värde, är fönstrets solenergitransmittans. Ett mått på hur mycket av solens värme som kommer in genom fönstret. Typiskt värde är 0,5 – 0,55, men kan vara lägre om solskyddsglas väljs. G-värdet inkluderar även glasets reflektans.

g-konstruktion

Byggnadens/bostadens/fönstrets skuggfaktor under sommarperioden i form av:

- A. Karm- och fönsternischens skuggningar
- B. Fasta sido- och överhängsavs-kärmningar
- C. Fasta solskydd

Metodalternativ:

1. Övergripande schablonvärde baserat på typutförning, t.ex:

- a. Standardfönster, ingen sido- eller överhängsavs-kärmning från byggnaden (ingen balkong för planet ovanför).
- b. Takfotsöverhäng om x – x meter, eller överliggande balkong om minst x% av fönsterarean i riktning SV, S, SÖ.
- c. a eller b ovan + fasta solskydd över fönster i riktning SV, S, SÖ. Sol-skyddet sträcker sig minst 1,5 m ut från vägg.

2. Detaljerad inmatning (option), t.ex enligt följande.

A. Karm och fönsternischens skuggningar.

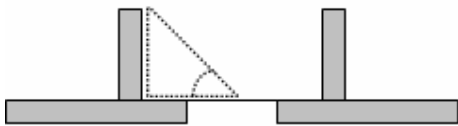
Schablonvärde för

- fasta fönster < 1,5 m²
- fasta fönster > 1,5 m²
- öppningsbara fönster < 1,5 m²
- öppningsbara fönster > 1,5 m²

B. Fasta sido- och överhängsavs-kärmningar

Sidoavs-kärmning

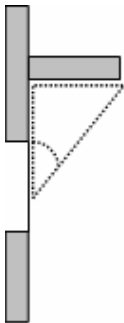
Antingen anges vinkel, eller avstånd och utskjutande längd för avskärmningen och programmet beräknar skuggningseffekten (mest korrekt), eller också redovisas följande hjälptabell för att ange avskärmningsfaktorn, som dock också ska beakta eventuell överhängsavs-kärmning, liksom vilken avskärmning som redan beaktats utifrån karmens skuggningseffekter.



Sidovinkel	Solavskärmningsfaktor (60° N latitud, genomsnitt för Sverige)		
	Söder	Öster/Väster	Norr
0°	1	1	1
30°	0,94	0,91	0,99
45°	0,86	0,83	0,99
60°	0,74	0,74	0,99

Överhängsavskärmning

Följande tabell ger ett exempel (EN 13790), men värdena avser uppvärmningsperioden och kan därför inte användas.



Överhängsvinkel	Solavskärmningsfaktor (60° N latitud, genomsnitt för Sverige)		
	Söder	Öster/Väster	Norr
0°	1	1	1
30°	0,94	0,92	0,91
45°	0,83	0,8	0,8
60°	0,63	0,63	0,66

C. Fasta solskydd

Jfr överhängsavskärmning enligt ovan.

g-skuggning

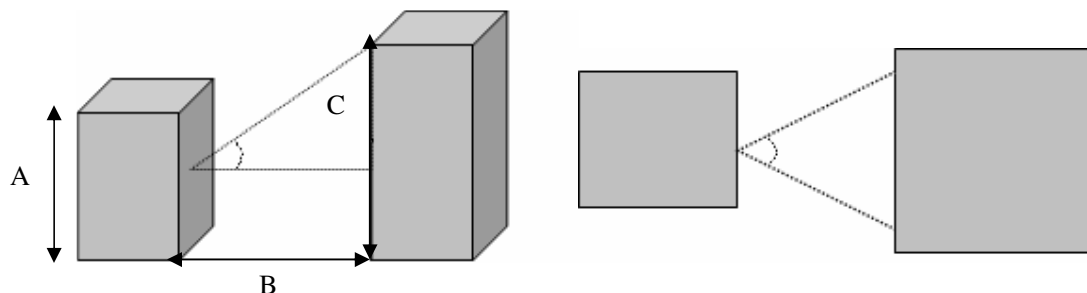
Skuggfaktor från horisontalavskärmningen (andra byggnader, träd, etc)

Solskyddseffekten beräknas bäst genom att hänsyn tas till horisontalavskärmningen timme för timme, respektive månad.

Om detta inte är möjligt är nästa alternativ att använda ett typvärde för solavskärmningen under hela sommarperioden. Följande tabell ger ett exempel, men värdena avser uppvärmningsperioden och kan därför inte användas.

Horisontell avskärmning

(A-C)/B	Horisontell vinkel	Solavskärmningsfaktor (60° N latitud, genomsnitt för Sverige)		
		Söder	Öster/Väster	Norr
0	0°	1	1	1
0,18	10°	0,9	0,91	0,98
0,36	20°	0,63	0,72	0,94
0,58	30°	0,45	0,58	0,91
0,84	40°	0,35	0,53	0,87



Yttre avskärmning enligt metodik i prEN13790. Är horisontalvinkeln svår att uppskatta kan höjd- och avståndsbedömningarna A, B och C vara enklare att uppskatta och ge en vägledning enligt tabellen. Solavskärmningsfaktorn för horisontalavskärmningen viktas om i förhållande till den del inom siktinkeln (90 graders siktinkel) som det skymmande objektet täcker.

g-solskydd

Skuggfaktor från rörliga solskydd som förinstallerade mellanliggande persienner eller utanpåliggande rörliga solskydd (persienn, markis, rörliga skärmar).

Observera att eftermontage av utanpåliggande eller mellanliggande persienner kommer ge för stora otätheter genom fönstren.

Om innanpåliggande solskydd ska vara ett alternativ kan diskuteras. I så fall ska kalkylen utgå från att installerade fönster har solvärmereflekterande skikt som håller långvågig strålning kvar inne i byggnaden.

Schablonvärden för några typiska solskydd bör finnas, där detaljkunskaper om solskydden inte ska krävas. Man ska alltså kunna ange t.ex mellanliggande persienner, mellanliggande solskyddsfilm av typ, utanpåliggande fönsterluckor, utanpåliggande persienner av typ, utanpåliggande solskyddsduk av typ, utan att behöva ange mer detaljerade data.

Rörliga solskydd som hanteras av de boende är en beteendefråga. Man kan kalkylera effekten utifrån en optimal användning. För persienner innebär det att persiennerna är nere och vertikaltställda under hela perioden övertemperatur råder. Detta är en mindre sannolik användning. Kanske ska man testa ett värde motsvarande 50% av optimal användning och i en känslighetskalkyl redovisa ett alternativvärde vid optimal användning, för att få en känsla av hur nära man är målet.

I SVEBY-projektet som just nu pågår föreslås en faktor 0,71 för den beteendemässiga solavskärmningen (g-solskydd i detta PM).

3.3. Ventilationsförluster

Kylning via luftflödet beräknas utifrån klimatdata för utetemperatur, luftflöde och temperaturverkningsgrad.

Temperaturverkningsgraden antas till noll under sommarperioden, dvs ingen återvinning. För centrala ventilationssystem kan dock finnas värmebehov i vissa lägenheter och kylningsbehov i andra. Ingen hänsyn tas till detta i denna förenklade analys.

Luftflöde, anges som indata: l/s.

Utöver det styrda luftflödet finns också ett läckflöde. Läckflöde anges som indata: l/s och hämtas från energikalkyler för uppvärmningssäsongen.

3.4. Vädring

Vädring kan ge betydande kylningseffekter och bör därför kunna ingå i klimatsimuleringen. I samband med sådana kalkyler kan följande schablonvärde för vädring under sommarperioden användas:

Fönster/dörr i ett plan och i en riktning: $A \times X$ l/gh.

Fönster/dörr i två plan och i en riktning: $B \times X$ l/gh.

Fönster/dörr i ett plan och i en genomgående eller hörnplacerad lägenhet $C \times X$ l/gh.

$X = zz$ för sido- eller glidhängda fönster och yy för fönster med Dreh-Kip eller Kip-Dreh-hantag.

Schablonvärden får hämtas från annan kalkylsimulering, t.ex från PHPP, men kräver en konsensus över vilket vädringsbeteende som vi kan förvänta oss som rimligt. T.ex. att alla fönster är stängda under natten 22.00 – 0.7.00 för att undvika utomhusbuller.

Att alla fönster och dörrar är stängda vardagar mellan 08.00 – 17.00 (inbrottsrisk, regnskyfall, etc) om inte särskilda vädringsbeslag valts, som Dreh-Kip eller Kip-Dreh.

Vädringsantaganden: Balkong: öppet 1 h per vardag + 3 timmar heldagar.

Fönstervädring: x timmar per vardag och y timmar per helgdag, med xx (20??) cm öppningsyta. (kan behöva litteratursökas för att få bättre indata. Studier i andra länder?)

3.5. Internvärme

Spillvärmeeffekten från personer och apparater enligt indatamall för värme. Möjligen kan ett schablonvärde på 4 W/m^2 , övervägas, om detta värde har en underordnad betydelse. Om stor betydelse kan en reducering av spillvärmens övervägas, då belysning inte är på i samma utsträckning.



Ytterligare rapporter från Forum för energieffektiva byggande finns på
<http://www.energieffektivabyggnader.se/>