

Praktisk användning av Parasol & LCC-kalkyl

Påvisande av ekonomiska & miljömässiga vinster vid solskyddsinvestering

(Arbetet är en del i kursen Diplomerad Solskyddstekniker)

Christian Westberg & Jim Eriksson

2012-03-02

1. Innehållsförteckning

1. Innehållsförteckning.....	sid 1
2. Inledning.....	sid 2
3. Tillvägagångssätt.....	sid 3-6
3.1. Nödvändig data	
3.2. Lokalen	
3.3. Simulering	
3.4. LCC-kalkyl	
4. Sammanfattning.....	sid 7-8
4.1. Resultatet	
4.2. Essensen	
4.3. Tankar om framtiden och ”optimala kyl/värme-system”	
5. Källor.....	sid 9

2. Inledning

Arbetet undersöker möjligheterna att med hjälp av Parasol och LCC-kalkylen, avseende energi, termiskt inneklimat och ekonomi motivera en solskyddsinvestering, främst i kontorsmiljö. Kalkylen baseras på investering, underhåll och energikostnad och beräknas utifrån en befintlig miljö i vilken egna beräkningar utförs.

Energibesparing genom reglerad solinstrålning kan eventuellt ge både ekonomiska och miljömässiga fördelar.

I syfte att förstå olika solskydds inverkan på termiskt inneklimat och arbetsmiljö granskas dessa i Parasol. Utvalda solskydds egenskaper visar på förändringarna i ett specifikt kontorslandskap, där även fönstertyperna förändras.

Beräkningarna baseras på en modell tagen från verkligheten. De enda parametrar som ändras är fönstertyp och solskydd. Energiåtgång beräknas från luftflöden och kylning. Värdena appliceras i en LCC-kalkyl för att påvisa eventuella ekonomiska fördelar.

Arbetet belyser vilka för- och nackdelar som finns i arbetet med Parasol.

3. Tillvägagångssätt

Centralt för detta arbete är att basera samtliga beräkningar utifrån ett verkligt scenario. Rätt data är också kritisk. Därefter utförs beräkningarna med hjälp av Parasol och LCC-kalkyl.

3.1 Nödvändig data

Första steget är således att ta reda på vilken data som behövs för att utföra beräkningarna. I Parasol finns möjlighet att ställa in många parametrar och göra simuleringen väldigt lik verkligheten. Nedan listas de viktigaste parametrarna och en kort förklaring ges varför dem behövs.

1. Rummets geometri, orientering och geografisk position
2. Fönstertyp – g-värde och U-värde
3. Ventilation – flöden samt driftstyrning
4. Intern värmelast – värmetillskott från personer och elektronisk utrustning

Parasol tar hänsyn till rummets utformning och geografiska position, olika väderstreck ger olika mycket solinstrålning. Fönstertypen, ventilationen och den interna värmelasten är andra grundparametrar som starkt påverkar vilket kyl-/värmebehov lokalen har. Med dessa fasta indata går det att testa systemet med olika typer av solskydd och jämföra vilket som ger bäst effekt.

3.2 Lokalen

Därefter skall ett lämpligt objekt hittas. Utgångspunkten var att hitta ett objekt med ett befintligt värmeproblem, vilket också gjordes. Dock uppstod problem som rörde insamlingen av information. Kontakt togs med både driftpersonal och hyresvärd som var angelägna att få hjälp med detta men trots det rann tiden iväg när nödvändig information ej var möjlig att få fram i tid. Istället för att fabricera värden valde riktaren arbetet in sig på ett annat objekt.

Arbetet utgår från ett kontor där alla väsentliga indata finns tillgängliga. Den enda faktor som avvek från utgångsläget var att det inte fanns något konkret värmeproblem. Inriktningen blev således att undersöka hur mycket kylbehovet i lokalen kan sänkas med ett bra solskydds-system och om det går att motivera investeringen rent ekonomiskt.

Utvalda solskydd simuleras i Parasol. För att få djupare förståelse testades också olika glasningars beskaffenhet.

Lokalens invärden

Bredd	Djup	Höjd
18m	5,5m	2,5m

Tilluft dagtid (7-19)	Tilluft natt	Temperatur
216 l/s	35 l/s	20-25 °C

Fönster (12st)	Fönstertyp	Intern värmelast
1,5x1,4m = 25,2m ²	Energiglas (2+1)	48W/m ²

Tabell 3.1 – Lokalens specifikationer. Intern värmelast beräknas på 21 personer och 21 datorer.

Variabler

Fönstertyp	U-värde	g-värde
2-glas (1+1)	2,81	0,77
Energiglas (3-glas)	0,70	0,43
Sol + Energiglas (1+3-glas)	0,50	0,11

Solskydd	Väv
Utvändig screen svart	Dickson SWK X391
Utvändig screen vit	Dickson SWK M005
Invändig screen metaliserad	Verosol SilverScreen Vit
Invändig screen svart	Dickson SWK X391

Tabell 3.2 – Glasningar och solskydd.

Samtliga värden har hämtats från Parasol. Den befintliga fönstertypen har värden som befinner sig mellan 2-glas och Energiglas. Solskydd och fönster är valda för att visa på många olika scenarion. U- och g-värdena visar fönstrens beskaffenhet att isolera från värmeläckage samt att släppa igenom solinstrålning i form av värme. Arbetet baseras på ett normalår i Stockholm i söderläge. Det lägsta g-värdet, 0,11, tas med som referens för "lägst möjliga g-värde", dock ej troligt att återfinna i verkligheten.

3.3 Simulering

Efter att ha kört alla simuleringar plockades väsentliga data ut som visas i nedanstående tabeller. Ju mindre g-värde desto mindre värmeförlust genom solinstrålning.

g-värde		Tvåglas	Energiglas	Sol + energiglas
		(1+1)	(3-glas)	(3-glas)
Utan solskydd		0,65	0,36	0,09
Utvändigt	Svart screen	0,08	0,04	0,02
	Vit screen	0,19	0,12	0,03
Invändigt	Verosol	0,27	0,26	0,07
	Svart screen	0,60	0,36	0,09

Tabell 3.3 – Totala g-värden för glasning och solskydd.

Detta leder till ett minskat kylbehov och sparade kilowattimmar.

Kyleffekt (kWh)		Tvåglas	Energiglas	Sol + energiglas
		(1+1)	(3-glas)	(3-glas)
Utan solskydd		5100	4500	2800
Utvändigt	Svart screen	-3500	-2200	-500
	Vit screen	-2900	-1600	-370
Invändigt	Verosol	-2300	-650	-100
	Svart screen	150	0	0

Tabell 3.4 – Sparade kWh som resultat av minskat g-värde.

Procentuellt sett minskar g-värdet likvärdigt för de två glasningarna utan solfilm. Då fönstret har ett lågt g-värde från början blir besparingen i kWh marginell. Besparingen blir alltså mindre ju lägre g-värdet är i utgångsläget. Tydligt är också att den största besparingen görs med ett yttre solskydd.

En LCC-kalkyl görs därför för att se om investeringen går att motivera rent ekonomiskt. Detta är också den mest kostsamma lösningen, därför undersöks även en invändig lösning. Verosol-gardinen visar på väsentliga sänkningar av kylbehovet så en kalkyl görs även för en sådan lösning.

Beräkningar har gjorts på de scenarion där den största besparingen i kWh kan påvisas.

3.4 LCC-kalkyl

En lång återbetalningsperiod kan göra kalkylen ointressant för slutkunden. Därför sätts kalkyltiden till 5 år. Anläggningen håller längre än så men för att motivera ett köp bör inte kalkyltiden vara för lång.

LCC-kalkyl		• Tvåglas • Utvändig svart screen	
Investering		Besparing för minskat kylbehov	
Kalkyltid	5 år	Pris/kWh	1 kr
Kalkylränta	6%	Minskad effekt	3 500 kWh
Investeringskostnad	50 740 kr		
Underhållskostnad	9 000 kr		
Nuvärdeskostnad	60 850 kr		
Årskostnad	14 435 kr	Minskad kostnad	3 500 kr

Tabell 3.5 – LCC-kalkyl för tvåglasfönster med utvändig svart screen, baserat på värden från tabell 3.4 (en del av beräkningen i Parasol)

LCC-Kalkyl		• Tvåglas • Invändig verosol	
Investering		Besparing för minskat kylbehov	
Kalkyltid	5 år	Pris/kWh	1 kr
Kalkylränta	6%	Minskad effekt	2 300 kWh
Investeringskostnad	15 400 kr		
Underhållskostnad	2 000 kr		
Nuvärdeskostnad	17 085 kr		
Årskostnad	4 056 kr	Minskad kostnad	2 300 kr

Tabell 3.6 – LCC-kalkyl för tvåglasfönster med invändig verosol.

I det första scenariot måste kalkyltiden ökas till närmare 20 år för att investeringen ska börja ge ekonomisk vinst. Scenario två ger vinst redan efter 10 år. Det bör påpekas att den invändiga lösningen är en manuell lösning som förutsätter korrekt och aktiv användning av solskydden.

4. Sammanfattning

I projektets tidiga stadium undersöktes möjligheten för fördjupning i ett område som bör kunna appliceras direkt i solskyddsspecialistens dagliga arbete. Drömscenariot var en kontorslokal med ett specifikt värmeproblem, för mycket solsintrålning i lokalen som ger ett varmt och ostadigt inneklimat. För att göra beräkningarna med korrekta indata letades ett objekt upp och tillsammans med lämplig driftpersonal ska detta inte vara något problem att ta fram. Detta visade sig dra ut på tiden och uppgiften att få fram information i tid visade sig övermäktig. På grund av tidspress återgick arbetet till sin ursprungliga plan.

Objektet ändrades till en lokal med mer lättillgänglig information. Där fanns tillgång till ventilationsritningar och hjälpsam personal. Vissa grunddata är enkla att få fram själv, tex rummets geometri och orientering, andra visade sig kräva lite mer jobb. I *kontoret* som har ett väl fungerande ventilations- och kylsystem är luftflöden och driftstyrning viktiga parametrar. Även den interna värmelasten måste tas noggrann hänsyn till. Dessa uppgifter skall finnas i väl skrivna luftflödesprotokoll, vilket återfanns i detta fall. Glasningens g- och U-värden är också av största betydelse. Här kan också uppskattningar göras utifrån Parasol beroende på vilken konfiguration glasningen har. Det optimala är förstås om uppgifter kan hämtas från exempelvis tillverkare eller leverantör.

Uppgifterna är viktiga eftersom dem i stor utsträckning påverkar inneklimatet och kyleffekten i lokalen. De kan också vara svåra att uppskatta. Den interna värmelasten påverkas av antalet personer som vistas i lokalen och vilken typ av aktivitet de ägnar sig åt samt av rummets belysning, datorer och övriga maskiner. Det är en diger lista som estimeras i Parasol utifrån antalet personer och datorer som finns i lokalen. Det går även att ändra parametrar för rummets allmänna energieffektivitet som påverkar tex värmealstring från belysning och spillvatten. Nästa uppskattning kommer av Parasols beräkningar av kyl- och värmeeffekt. Konkreta uppgifter på kylsystemets energieffektivitet och förbrukning fanns ej utan här används förprogrammeringar i Parasol.

Värden för uteklimat baseras på ett normalår hämtat från klimatfil med geografisk placering i Stockholm och orientering åt söder.

4.1 Resultatet

I simuleringarna visas de olika solskyddens egenskaper och hur de påverkar lokalen i samverkan med fönster och ventilation. Beräkningar gjordes på dem två bästa scenariorna, ett utvändigt och ett invändigt solskydd, för att försöka motivera investeringen ekonomiskt, vilket visade sig vara svårt. Kyleffekten minskade men inte så mycket som det hade behövts för att kunna räkna hem investeringen på lämplig tid. Detta gäller såklart inte i samtliga byggnader, det finns säkert exempel där man kan visa bättre resultat. För den här typen av beräkningar finns det naturligtvis ett antal osäkra faktorer. En osäker faktor är ju det framtida energipriset, och det är ju en väldigt viktig faktor när man räknar på ekonomin under ganska många år framöver. Ett väsentligt högre framtida energipris kan ju medföra att avskrivningstiden för en investering för att spara energi blir betydligt kortare. Även mjukare värden såsom förbättrad arbetsmiljö

och allmän miljöeffektivitet kan hjälpa till att motivera en investering i en funktionell solskyddslösning.

4.2 Essensen

Värt att belysa är begränsningarna som finns i detta projekt.

Noggrannheten i kalkylen måste starkt ifrågasättas. Som beskrivet ovan är många parametrar uppskattade. En bedömning bör göras för hur starkt man vågar lite på beräkningarna. Hur väl återspeglas verkligheten? Verkligheten innefattar ju inte bara teknik utan även brukarvanor såsom elanvändning, fönstervädning och manuell reglering av solskydd.

Vidare till det positiva.

Med hjälp av denna metod går det att *påvisa solskyddets inverkan på inneklimatet och ekonomin*. Dels som en extra morot för fastighetsägare eller hyresvärdar att investera i solskydd, men kanske till största delen som en hjälp i entreprenörens arbete att hitta bra lösningar. *Jämförelsen mellan olika solskydd är relativt noggrann*. När endast en parameter ändras i Parasol syns tydligt olika lösningars effekt i det givna rummet. Användning av verktyget på detta sätt bör kunna användas med förlitlighet.

4.3 Tankar om framtiden och ”optimala kyl/värme-system”

Ett naturligt steg under arbetets gång var att fundera över hur ny kunskap kan appliceras i framtiden. Således har vi fört diskussioner kring det optimala kyl/värme-systemet. Hur kan det tänkas se ut? Vem kommer göra verklighet av det? Hur ser man på ekonomin med köpt kyla i form av kylmaskiner eller fjärrkyla å ena sidan, och frikyla via nattluft eller från marken å andra sidan? Hur ser man på en möjlig framtid där den passiva värmen i t ex kontor faktiskt kan minska betydligt om den framtida eleffektiviteten är mycket bättre både genom eleffektiva belysning och apparater och genom effektiv behovsstyrning?

I princip alla kontorslokaler behöver ventilationssystem med integrerad värme och kyla. Borde inte då ett bra ventilationssystem användas i harmoni med ett bra solskyddssystem? Stora besparingar bör kunna hittas om kylbehovet av solinstrålningen kan begränsas.

Tänk er det mest energieffektiva och miljömässigt fördelaktiga system ni kan komma på. Det innefattar temperturgivare inomhus, solsensor utomhus, tidstyrning samt en koppling mellan ventilation och solskydd. Primärt styrs inneklimatet via solskydden. När innetemperaturen överstiger exempelvis 20°C **och** solinstrålningen står för en betydande del av värmeöverskottet (styrs via solsensorn), går de yttre solskydden ned. Detta gör att temperaturen hålls på en rimlig nivå. Vid låg solinstrålning gör solskydden mindre skillnad och dagsljusinfallet kan prioriteras. När temperaturen på grund av den interna värmelasten överstiger 23°C så går kylsystemet igång.

Under vinterhalvåret kan solinstrålningen hjälpa till att värma upp byggnaden. Tidsstyrningar kan användas så att yttre solskydd inte går ner trots hög solinstrålning. Gardiner eller andra manuellt reglerbara inre solskydd ger personalen möjlighet att reglera för eventuell bländning.

Tänk vidare. En kombination av utvändigt och invändigt solskydd. Under stor del av året vill vi bevara värmen i lokalen under nattetid. Värmesystemet har arbetat under dagen och temperaturen håller en behaglig nivå. När personalen gått hem körs ett invändigt solskydd ned, som markant förbättrar fönstrets U-värde. På så vis isoleras byggnaden ännu effektivare och mindre värme behöver tillföras för att hålla en behaglig temperatur när personalen anländer på morgonen. Ett invändigt solskydd med svart baksida skulle vara optimalt för att ge ett maximalt solvärmestillskott under dagtid. Om värmebehov finns kan solskyddet avlasta den centrala uppvärmningen. Det kan också verka i avbländande syfte. Yttre solskydd kan användas ytterst sparsamt under vintertid.

Tillsammans verkar de båda systemen för ett optimalt inneklimat med mindre energiåtgång som resultat.

Allt högre krav ställs på både företag och privatpersoner att minska energiförbrukningen. Det är inte omöjligt att VVS-ingenjörer i framtiden kommer räkna på och rita upp bättre integrerade system. För vi tror att det är där det måste ske, i planeringsstadiet. Det kanske finns en öppning för kunnigt branschfolk även från solskyddssidan, att samarbeta med ingenjörer som konsulter. Än så länge är nog inte fördelarna med effektiva solskyddssystem alltför väl etablerade utanför vår bransch.

Källor

Parasol

Luftflödesprotokoll från befintlig lokal