

**Memo****Titel**

Guldberg Skole, Københavns Kommune

**Dato**

20. april 2009

**Til**

T.E.M.A

**Kopi****Fra**

Karsten I. Jensen

COWI A/S

Parallelvej 2  
2800 Kongens LyngbyTelefon 45 97 22 11  
Telefax 45 97 22 12  
www.cowi.dk

## 1 Indledning

Der er foretaget beregning af termiske karakteristika ved etablering af solafskærmning i form af screen (eller rullegardin) af typen Soltis LowE 92-2061 på Guldberg Skole i Københavns Kommune. Der ses både på en placering i bygningen (indenfor vinduerne) og på en placering udvendigt, dvs. på facaden. Beregningerne er foretaget med simuleringsprogrammet WIS (Window Information System), som er udviklet af Windat-gruppen ([www.windat.org](http://www.windat.org)) under EU's forskningsprogram.

På baggrund af de termiske karakteristika er der beregnet effekt af solafskærmning i sommerhalvåret. Desuden er der foretaget beregning af reduktion af varmetab i fyringssæsonen.

## 2 Beskrivelse af solafskærmning og eksisterende vinduer

Den foreslåede screen har en solenergitransmittans på 0,04, en reflektans på 0,70 og en absorptans på 0,26. Screenen har en metallisk overflade på den ene side, som er lav-emitterende (lav-e) med en emittans på 0,35. Den anden side er hvid, og regnes for at have en emittans på cirka 0,80. I alle de følgende beregninger af termiske karakteristika, regnes der med, at den metalliske overflade er vendt mod omgivelserne for at opnå størst mulig effekt.

Ved en indvendig placering af screening, regnes der med en afstand til ruden på 20 mm. Endvidere regnes der med en åbning på 20 mm i bredden i siderne og forneden. Herved er mellemrummet mellem screen og vindue frit ventileret.

Ved en udvendig placering, regnes der med en afstand på 50 mm mellem screen og rude.

Den eksisterende facade på Guldberg Skole er af ældre dato, og det samme ser ud til at gælde for vinduerne. Ruderne i vinduerne menes at være termoruder fra omkring 1988 og af typen; 4-12-4, dvs. ruderne er opbygget af 4 mm glas, 12 mm luftfyldt hulrum og 4 mm glas. Vinduerne er 1,55 m x 2,80 m, og glasandelen antages at være cirka 66 %. Termoruderne har således en center varmetabskoefficient (U-værdi) på 2,7 W/m<sup>2</sup> K samt en total solenergitransmittans (g-

værdi) på 0,75. Vinduets ramme-/karmsystem udgør følgelig cirka 34 % af vinduet, er af typisk konstruktion og har en U-værdi på cirka 1,7 W/m<sup>2</sup> K.

Den totale U-værdi for de eksisterende vinduer er omkring 2,5 W/m<sup>2</sup> K, og g-værdien for vinduet er cirka 0,49.

### 3 Termiske karakteristika

#### 3.1 Indvendig placering

Den resulterende g-værdi for rude og screen er beregnet til 0,34. I forhold til eksisterende forhold er det en reduktion på 54 %, dvs. over en halvering af solindfaldet.

Den resulterende g-værdi for vinduet og screen er beregnet til 0,22. Og i forhold til eksisterende forhold, er det selvfølgelig også en reduktion på 54 %.

Hvad angår center U-værdien for rude og screen, så er den beregnet til 1,81 W/m<sup>2</sup> K, hvilket er en reduktion på 33 %. Den relativt store reduktion skyldes den høje U-værdi på ruden alene, hvorfor lav-e belægning på screenen gør en relativ stor forskel.

Den totale U-værdi for vinduet er beregnet til 2,0 W/m<sup>2</sup> K. I forhold til eksisterende forhold er det en reduktion på 20 %. At reduktionen er mindre end for ruden alene, skyldes, at screenens lav-e belægning ikke har nogen effekt for den del af vinduet, som ramme-/karmsystemet udgør.

#### 3.2 Udvendig placering

Den resulterende g-værdi for rude og screen ved en udvendig placering af sidstnævnte er beregnet til 0,11. I forhold til eksisterende forhold er det en reduktion på 85 %. Der er ingen tvivl om placeringen af screenen, hvis det kun drejer sig om begrænsning af solindfaldet.

Den resulterende g-værdi for vinduet er beregnet til 0,07. Og i forhold til eksisterende forhold, så er det også en reduktion på 85 %.

For såvidt angår U-værdien, så bliver størrelsen påvirket af, om hulrummet mellem vindue og screen er delvist eller frit ventileret. Screenen har nogle få procents, små åbninger, som umuliggør, at vindpåvirkning kan skabe stor ventilation af hulrummet. Desuden vil screenen være fikseret i siderne via "glidse-systemet". Derfor er der beregnet flere tilfælde af hulrummets ventilationsgrad. I den ene ende, er hulrummet regnet som fuldstændigt lukket, og i den anden ende er hele bunden af hulrummet regnet for åbent.

Det viser sig, at det er stort set uden betydning om bunden af hulrummet er åbent eller lukket. I begge tilfælde bliver vinduets totale U-værdi 1,9 W/m<sup>2</sup> K, hvilket er en reduktion på 23 % i forhold til eksisterende forhold.

#### **4 Vurdering af effekt for solafskærmning**

Den foreslåede screen vil kunne reducere uønsket solindstråling med 54 % og 85 % ved indvendig hhv. udvendig placering i forhold til eksisterende forhold. På grund af den sydøstlige orientering af den ene store facade vil der kunne være betydelig problemer med overtemperaturer i de bagvedliggende rum i løbet af skoledagen. Screenen vil effektivt reducere opvarmningen i skoletiden. Screen vil også kunne afskærme mod den diffuse solstråling, der godt kan være betydelig. Hvor meget temperaturen reduceres kommer dog også an på den interne varmebelastning, rumdybde, ventilationsgrad, etc.

#### **5 Vurdering af effekt for varmetab**

På grund af den forbedrede U-værdi når screenen er aktiveret vil den kunne benyttes til at reducere varmetabet i løbet af natten og weekend når skolen ikke er i brug. Ved brug af programmet Bsim er det beregnet at varmetabet gennem et vindue i sydøstfacaden i fyringssæsonen kan reduceres med 12 %, hvis screenen er aktiveret om natten. Det svarer til at opvarmningsbehovet reduceres med ca. 13 kWh pr kvadratmeter vindue eller omkring 56 kWh/vindue. Ved en udbygget styring af screenen vil besparelse kunne øges.

#### **6 Konklusion**

Etablering af indvendig solafskærmning i form af automatisk styret rullegardin af typen som Soltis LowE 92 eller tilsvarende vurderes at være effektivt til at reducere solindfaldet og dermed undgå overtemperaturproblemer i de bagvedliggende rum.

Desuden vil solafskærmningen kunne benyttes til at reducere opvarmningsbehovet i fyringssæsonen.

Karsten I. Jensen  
Seniorfagleder, civilingeniør, ph.d.

COWI