

# Vägledning för bedömning av risker med optisk strålning från varma material

## Inledning

Alla varma material och källor avger optisk strålning som vid höga nivåer och/eller långvarig exponering riskerar att överstiga gällande gränsvärden enligt AFS 2009:7 – Artificiell Optisk Strålning. Branscher och arbeten där höga nivåer av strålning, huvudsakligen i form av värmestrålning ("infrarött ljus", IR-strålning), ofta förekommer är t ex:

- Gjuterier (exponering från smält metall från smältugnar, vid gjutning och heta ämnen)
- Stålverk (som för gjuterier)
- Glasbruk (exponering från glasugnar och smält/upphettat glas)
- Smedjor (exponering från ugnar och heta ämnen)

Vid arbete i anslutning till värmekällor enligt ovan krävs oftast att personalen använder effektiva ögonskydd eller begränsar exponeringen till väldigt korta tider för att undvika att gränsvärden överskrids. Det är värt att notera att gränsvärdet vanligtvis sätts av nivån på den strålning som når arbetstagarens ögon. Det är därför inte nödvändigt att man stirrar in i värmekällan utan det räcker att strålningen på något sätt når ögat.

Detta dokument ger en praktisk vägledning för att säkerställa att aktuella gränsvärden inte överskrids vid olika kritiska arbetsmoment, samt informerar om egenskaper för olika typer av ögonskydd.

## Gränsvärden för värmestrålning (IRA, IRB)

Gränsvärden för olika typer av optisk strålning finns angivna i AFS 2009:7 (tabell 1.1 i bilaga 1). Nedan anges de tre exponeringsfall som huvudsakligen gäller för strålning från varma ugnar, heta ämnen, smältor och liknande. **För en fördjupning i området hänvisas den intresserade direkt till AFS 2009:7 men notera att detta inte är nödvändigt för att nyttja denna vägledning!**

**Tabell 1.** Gränsvärden för våglängdsområdet 780 nm – 3000 nm (IRA och IRB). Utdrag ur AFS 2009:7.

Exponeringstid $t$	Gränsvärde	Risk
$t \leq 1000$ s	$E_{IR} = 18000 \cdot t^{-0,75}$ [W/m <sup>2</sup> ]	Ögon – brännskada på hornhinnan samt katarakt
$t > 1000$ s	$E_{IR} = 100$ [W/m <sup>2</sup> ]	
$t < 10$ s	$H_{skin} = 20000 \cdot t^{0,25}$ [J/m <sup>2</sup> ]	Hud - brännskada

I praktiken kommer strålningsnivån som en arbetstagare utsätts för till stor del bero på följande tre faktorer:

1. Storleken (ytan) på värmekällan – strålningen är proportionell mot arean
2. Temperaturen på källan – strålningen är proportionell mot temperaturen upphöjt till fyra
3. Avståndet till källan – strålningen är omvänt proportionell mot avståndet i kvadrat

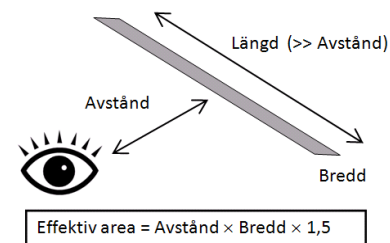
Genom att mäta eller uppskatta värden på ovanstående tre faktorer kan man bestämma ungefär vilken strålningsnivå som föreligger<sup>1</sup> vid ett visst arbetsmoment och utifrån denna komma fram till vilken exponeringstid som är tillåten, alternativt hur mycket strålningen måste dämpas med ögonskydd för att inga gränsvärden skall överskridas.

<sup>1</sup> För strålningen från en ideal svartkropp och punktkälla gäller att irradiansen  $E = (A \cdot \sigma \cdot T^4) / (\pi r^2)$  [Wm<sup>-2</sup>], där A = area hos svartkroppen [m<sup>2</sup>],  $\sigma$  = Stefan-Boltzmanns konstant  $\approx 5,67 \cdot 10^{-8}$  [Wm<sup>-2</sup>K<sup>-4</sup>], T = svartkroppens temperatur [K] och r = avståndet från svartkroppen [m]. I detta dokument har diagram 1 baserats direkt på detta samband, medan det i diagram 2 antagits en emissivitet på 0,5.

## Uppskattning av strålningsnivåer och exponeringstider

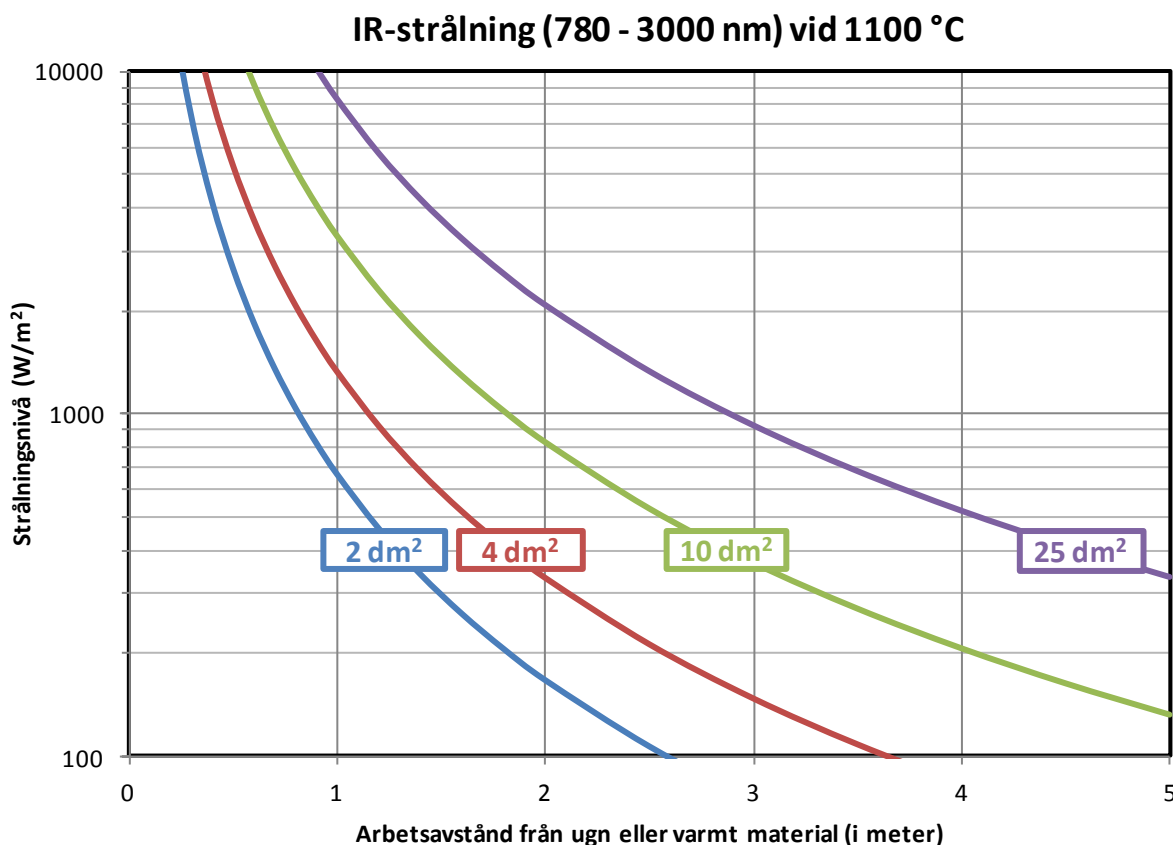
Med viss kännedom om förutsättningar enligt tidigare avsnitt kan man med hjälp av följande tre diagram komma fram till goda uppskattningar om strålningsnivåer och gränsvärden för en viss typ av verksamhet eller ett visst arbetsmoment. Om skyddsbehov föreligger, dvs. gränsvärden överskrids, kan informationen om olika typer av skyddsglasögon användas för att välja lämpliga ögonskydd som dämpar strålningen till acceptabla nivåer. Se även exempel på nästa sida. Gör så här:

1. **Uppskatta ytan på aktuellt ämne, ugn eller smälta.** Här avses den "effektiva" arean, dvs. den del som projiceras mot operatörens ögon. För långsmala ämnen (rör, valsämnen och liknande) där längden på ämnet är betydligt större än arbetsavståndet, kan den effektiva arean uppskattas enligt vidstående figur.

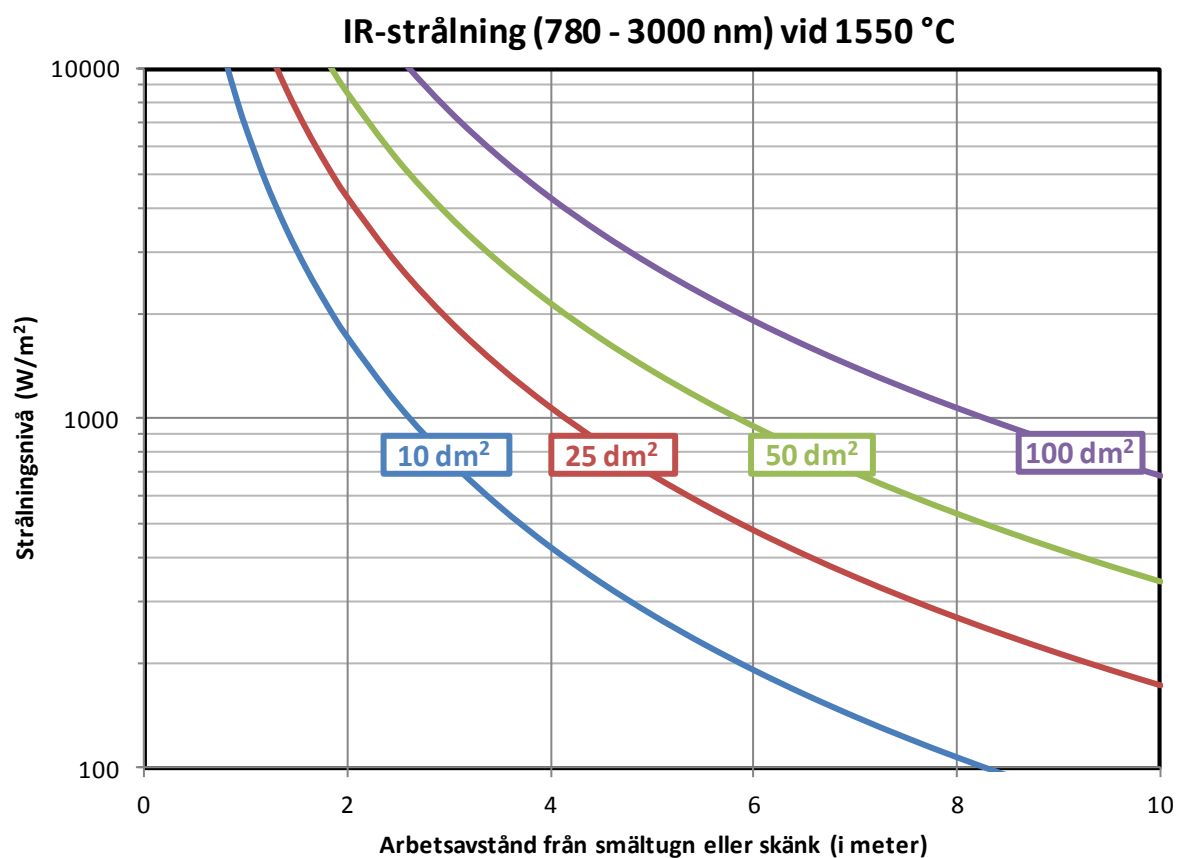


2. **Bestäm genomsnittligt arbetsavstånd och exponeringstid.** Exponeringstiden är den totala tiden ett visst arbetsmoment utförs under en arbetsdag och där operatören är vänd mot värmekällan.
3. Baserat på area och avstånd, **läs av strålningsnivå** i det diagram (1 eller 2) som ligger närmast aktuell temperatur.
4. Utgående från avläst strålningsnivå, **läs av diagram 3 över gränsvärden** och bestäm den exponeringstid som svarar mot aktuell strålningsnivå.
5. Om den avlästa tiden är mindre än uppskattade exponeringstid/dag måste lämpliga ögonskydd användas för att minska strålningen till godkänd nivå.

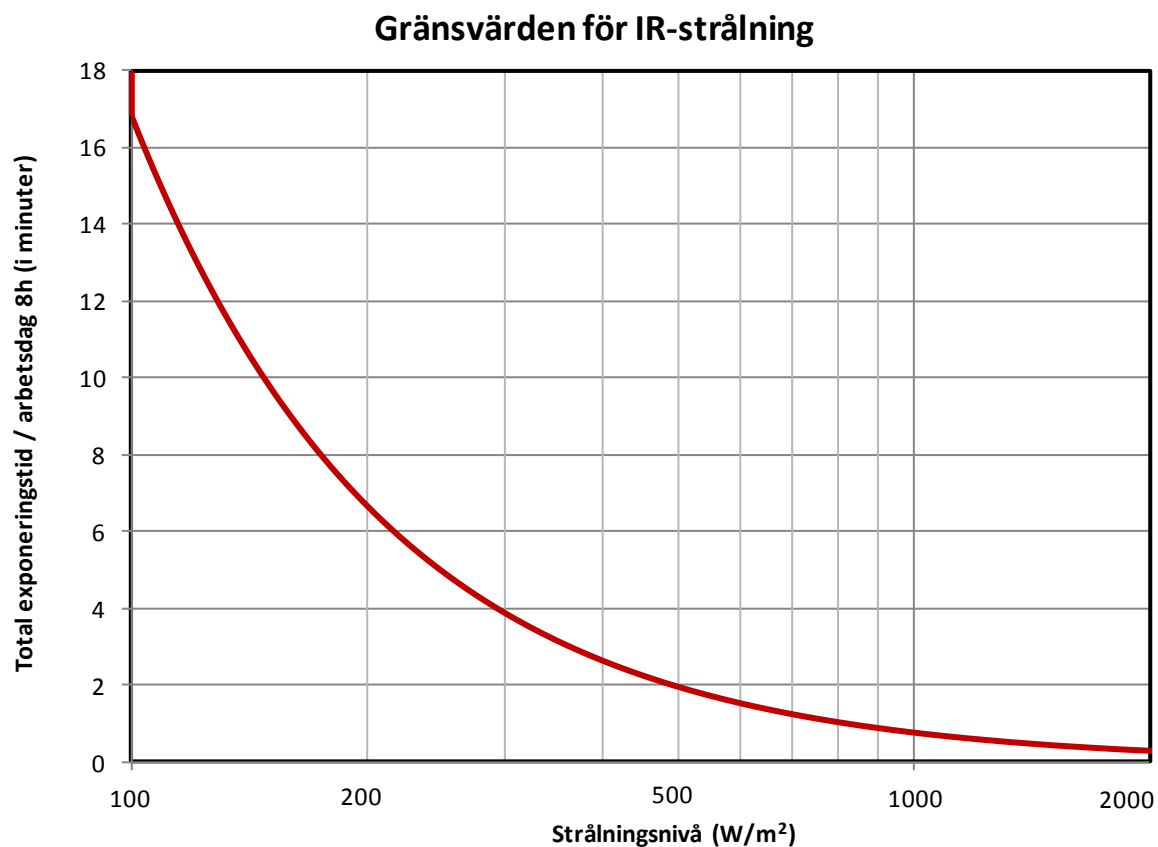
**Diagram 1.** Strålning från källa med temperaturen 1100 °C (ex. glasugn, glödgad metall mm).



**Diagram 2.** Strålning från smälta med temperaturen 1550 °C (typiskt smält järn eller stål).



**Diagram 3.** Tillåten exponeringstid enligt AFS 2009:7 vid viss strålningsnivå. För tider längre än 17 minuter (1000 s) gäller gränsvärdet 100 W/m<sup>2</sup>.

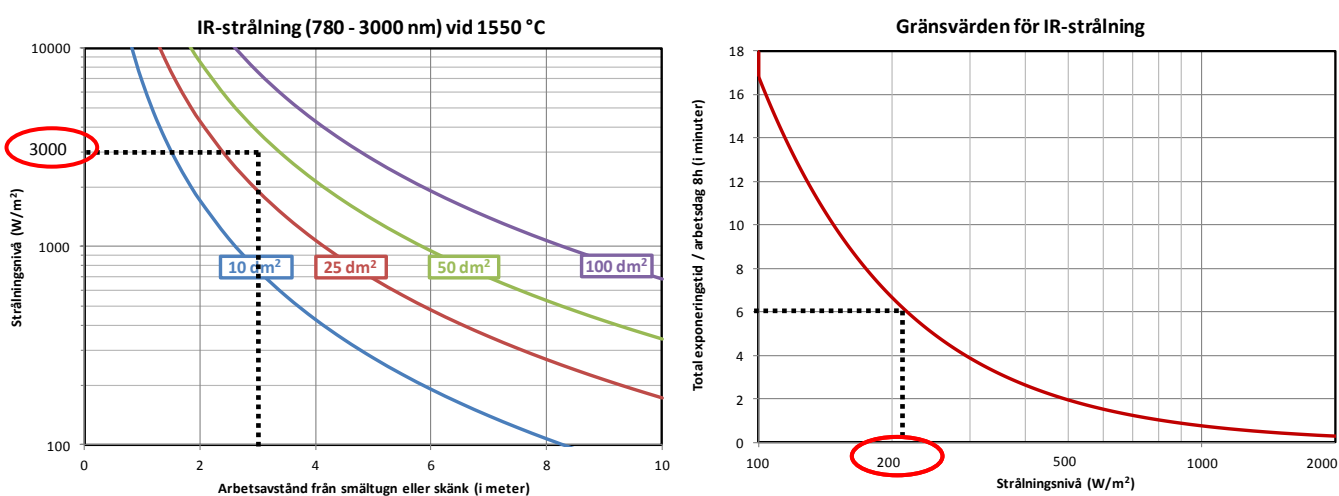


**Exempel 1.** Manuell slagging av gjutjärn, 3 tons skänk, arbetsavstånd 3 m, järntemperatur 1500 °C.

Skänken har en diameter på 8 dm och lutas ca 45° under slagningen. Den effektiva arean av smält järn som personalen exponeras från blir därför något mindre än skänkens area och uppskattas i detta fallet till 40 dm<sup>2</sup>. Slagningen görs 3 gånger per dag och pågår ca 2 minuter varje gång.

**Riskanalys:** Se nedanstående figurer. Från diagram 2 kan ungefärlig strålningsnivå på 3 meters avstånd läsas av till ca 3000 W/m<sup>2</sup> genom att ta värdet mellan röd och grön kurva vid 3 meter (motsvarande aktuell skänkarea).

Ur diagram 3 kan man avläsa gränsvärdet för den totala exponeringstiden (6 minuter per arbetsdag) som är drygt 200 W/m<sup>2</sup>. Man behöver alltså dämpa strålningen minst 15 gånger, från 3000 till 200 W/m<sup>2</sup>, för att inte överskrida gränsvärdet. Med tanke på arbetets art rekommenderas guldpläterade visir eller annat visir med täthetsgrad 4 eller mer (se följande stycke om personlig skyddsutrustning).

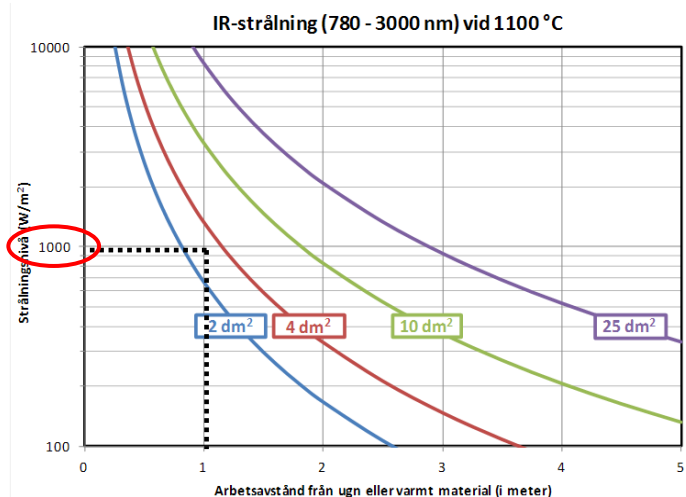


**Exempel 2.** Arbeta i anslutning till varm ugn med i- och urplockning av detaljer för glödning

Ugnen är 1100 °C och har en öppningsarea på 3 dm<sup>2</sup>. Varje dag hanteras över 500 detaljer av samma operatör och varje detalj medför en ögonexponering av värme-strålning från ugnen under 4 sekunder på avståndet 1 meter från ugnöppningen.

**Riskanalys:** Från diagram 1 (se vidstående figur) kan strålningsnivån på det aktuella arbetsavståndet uppskattas till ca 1000 W/m<sup>2</sup> genom att läsa av värdet mellan blå och röd kurva vid 1 meter (motsvarande aktuell ugnöppning).


I exemplet är den totala exponeringstiden under en arbetsdag 2000 s och från diagram 3 (och tillhörande diagramtext) framgår att gränsvärdet är 100 W/m<sup>2</sup> för alla tider längre än 1000 s. Operatören behöver därför använda ögonskydd som tar bort minst 90 % av värme-strålningen, t.ex. svetsfilter med täthetsgrad 3 eller mer.



## Skyddsutrustning

För att inte överskrida gränsvärden behöver personal som arbetar i direkt närhet av kraftigt upphettade material, smältor eller ugnar i de allra flesta fall använda ögonskydd som effektivt dämpar värmestrålningen. Undantag kan gälla för mycket små objekt, långa avstånd eller mycket korta exponeringstider men oftast krävs någon form av skydd. Det är också värt att notera att verksamheten ofta ställer krav på annan typ av skyddsutrustning, t.ex. flamsäkra kläder och hörselskydd. Generellt gäller att utrustningen ska vara CE-märkt och i övrigt korrekt märkt enligt gängse normer (skyddsgrad, tillverkare etc.) samt i gott skick.

**Tabell 2.** Standarder för olika typer av skyddsutrustning (gjuterier och liknande verksamheter).

Skyddskläder	EN ISO 116 12 	Skyddskläder för användning vid gjuteriarbete Klass A: Begränsad flamspridning Klass B: Värmegenomgång vid påverkan av flamma Klass C: Strålningsvärme Klass D: Stänk av smält aluminium Klass E: Stänk av smält järn
Ögonskydd	EN 166 EN 169 EN 171	Skyddsglasögon allmänna specifikationer Svetsfilter Filter för skydd mot IR-strålning
Handskar	EN 388 EN 407	Mekanisk risk, Prestandanivåer 1-4 Termisk risk, Prestandanivåer 1-4
Skyddsskor	EN ISO 20345	Högsta skyddsklass S3, värmetålig sula (HRO) Metalliserade damasker
Skyddshjälm	EN 397	Finns med skydd mot smält metall (MM) och värmetålighet (+150 °C)
Andningsskydd	EN 143 EN 12941	Partikelfilter, klass P1, P2 och P3 Fläktassisterade filterskydd, klass TH1, TH2 och TH3
Hörselskydd	EN 352	Kåpor eller proppar

När det gäller ögonskydd är det tyvärr i många fall svårt att veta hur väl en viss typ av skyddsglasögon eller visir skyddar mot värmestrålning eftersom de standarder som finns för ögonskydd (främst EN 169 för svetsfilter och EN 171 för IR-filter) ännu inte harmoniserar helt med AFS 2009:7 när det gäller våglängdsområden. Uppgifterna i tabell 3 nedan och efterföljande rekommendationer baseras på mätningar på ett stort antal skydd som för närvarande används i industrin och som finns tillgängliga på marknaden. Det är dock värt att notera att det kan förekomma andra motsvarande typer av ögonskydd med delvis annan prestanda, så vid kritiska moment eller specifika krav bör skyddsgraden utredas vidare genom t.ex. kontakter med tillverkare.

**Tabell 3.** Sammanfattning av uppmätt skyddsgrad för olika typer av ögonskydd<sup>2</sup>

Typ av skydd	Andel värmestrålning resp. synligt ljus som går igenom (%)		
	Vid 1100°C	Vid 1550°C	Synligt ljus
Guldvisir	0	0	1-9
Svetsglas täthet 1.7	4-12	7-10	42-50
Svetsglas täthet 3	1-9	2-8	8-13
Svetsglas täthet 5	0-4	0-3	1-2
Svetsglas täthet 6-8	0-3	0-3	0-1
Laserskydd IR	0	0	67-70
Klara polykarbonat	42	54	86

<sup>2</sup> Notera att angivna intervall baseras på uppmätta värden på stickprov av ögonskydd från olika tillverkare och inte nödvändigtvis överensstämmer med de gränser och intervall som anges i standarderna för svetsfilter och IR-filter. Det finns heller inga garantier att ögonskydd från andra tillverkare uppfyller dessa värden.

### ***Guldbelagda visir***

Ger ett närmast hundra procentigt skydd mot värmestrålning och rekommenderas för de flesta tillämpningar där man arbetar under kraftig hetta. Visiren tar också bort en stor del av det synliga ljuset (ofta 98–99 %) och kan därför upplevas som väl mörka i vissa situationer, men guldvisir klassade enligt EN 171 med filterbeteckningen 4 - 4 kan släppa igenom upp till ca 8 % och ändå ge fullgott skydd mot värmestrålning.

### ***Svetsglas***

Svetsglas med tillräcklig täthetsgrad kan i många fall ge ett bra skydd även mot värmestrålning men relativt stora individuella variationer finns mellan olika tillverkare och filtertyper. En högre täthetsgrad upplevs som mörkare men behöver nödvändigtvis inte ge bättre skydd mot värmestrålning än ett med lägre täthetsgrad. Dock har samtliga undersökta skydd med täthetsgrad 4 eller högre visat sig vara mycket effektiva mot värmestrålning.

### ***Laserskyddsglasögon***

Vid vissa arbetsmoment kan det krävas hög ljusgenomsläpplighet med ändå en mycket hög dämpning av värmestrålningen. Detta kan gälla t.ex. kontrollmätningar på större glödgade detaljer eller liknande arbetsmoment som kräver goda ljusförhållanden. I dessa fall finns s.k. laserskyddsglasögon att tillgå med hundra procentigt skydd mot värmestrålning men med en ljusgenomsläpplighet på ca 70 %. Exempel på tillverkare som har detta i sitt sortiment är Laservision (filter TK205), Thorlabs (filter LG11) och Honeywell (filter 96).

### ***Övriga ögonskydd***

Klara polykarbonatvisir, solglasögon och andra typer av färgade, tonade eller klara omärkta plastglas ger alltid ett visst skydd mot aktuell värmestrålning (minst ca 50 %) men eftersom det inte går att bedöma hur effektivt skyddet är utifrån hur mörkt glaset är rekommenderas normalt inte denna typ av filter mot värmestrålning.

## **Referenser**

AFS 2009:7 – Artificiell optisk strålning  
([http://www.av.se/dokument/afs/afs2009\\_07.pdf](http://www.av.se/dokument/afs/afs2009_07.pdf))

EU-guide - Icke-bindande handbok för god praxis avseende tillämpningen av direktiv 2006/25/EG  
([http://www.av.se/dokument/Lag\\_ratt/Optisk\\_stralning\\_sv.pdf](http://www.av.se/dokument/Lag_ratt/Optisk_stralning_sv.pdf))

Checklista - Riskbedömning optisk strålning  
(<http://www.prevent.se/artificielloptiskstralning>)

AFS 2001:3 – Användning av personlig skyddsutrustning  
([http://www.av.se/dokument/afs/afs2001\\_03.pdf](http://www.av.se/dokument/afs/afs2001_03.pdf))

Din personliga skyddsutrustning, Arbetsmiljöverket (H349)

SP rapport 2013:36 – Artificiell optisk strålning i svensk industri  
(<http://www.sp.se/sv/publications/Sidor/Publikationer.aspx>)