

## RAPPORT

### Lövsta ljusutredning

*Rapporten är framtagen som ett underlag för att påvisa problem och risker samt lösningar för ljusstörningar från skidbacke, idrottsområde och övrig belysning som kan påverka kommande nybyggnadsområdet.*

*Rapporten är i första hand en utredning på störande ljus (obstrusive light) och inte en ljusförorenings (light pollution) utredning. Den syftar till att säkerställa att framtida boende och verksamhet inte får för stora störningar i den visuella upplevelsen av det artificiella ljuset nattetid.*

*Östersunds kommun har tagit fram ett planprogram för området kring Lövsta idrottsplats. I planprogrammet föreslås en blandning av radhus och flerfamiljshus i upp till 6 våningar på ytan för det tidigare kommunförrådet. Även en fastighet intill kommunförrådet kan vara aktuell att omvandla till bostäder. Planprogrammet fungerar som underlag för arbetet med att ta fram en ny detaljplan för området.*

*I planprogrammet identifieras att risk för störningar i form av ljud och ljus som kan påverka de nya bostäderna behöver utredas vidare. Bullerstörningar har utretts separat. Denna utredning utreder risk för ljusstörningar från befintlig belysning inom idrottsplatsen och från befintlig skidbacke vid Ladängen. Utredningen tar även höjd för tillkommande belysning vid en tänkbar framtida utveckling av idrott och rekreation i närområdet. Samhällsbyggnad har tillsammans med Kultur- och Fritidsförvaltningen identifierat att utvecklingen kan innebära att ytterligare en idrottsplan i form av till exempel en 9-mannaplan för fotboll anläggs inom idrottsplatsen och att den planerade skidbacken norr om området byggs ut.*

2020-04-22

## Innehållsförteckning

Inledning	3
Resultat	4
Lösningar	6
Rekommendationer	6
Beräkningar	8
Regler och standarder	11
Störningar	12
Bländning	13
Ljusfördelning, jämnhet	13
Begrepp	14
Glare rating, GR	14
Ljusstyrka, I [cd].	14
Luminans, L [cd/m <sup>2</sup> ].	15
Avskärmning G-klass	15

### Arbetsgrupp:

Johan Röklander Ljusdesigner, TRS Consulting  
Tel: +46 (0)70 207 13 93  
Johan@trsconsulting.se

Sara Andersson Planarkitekt, Östersunds kommun

Johan Persson Miljöinspektör, Östersunds kommun

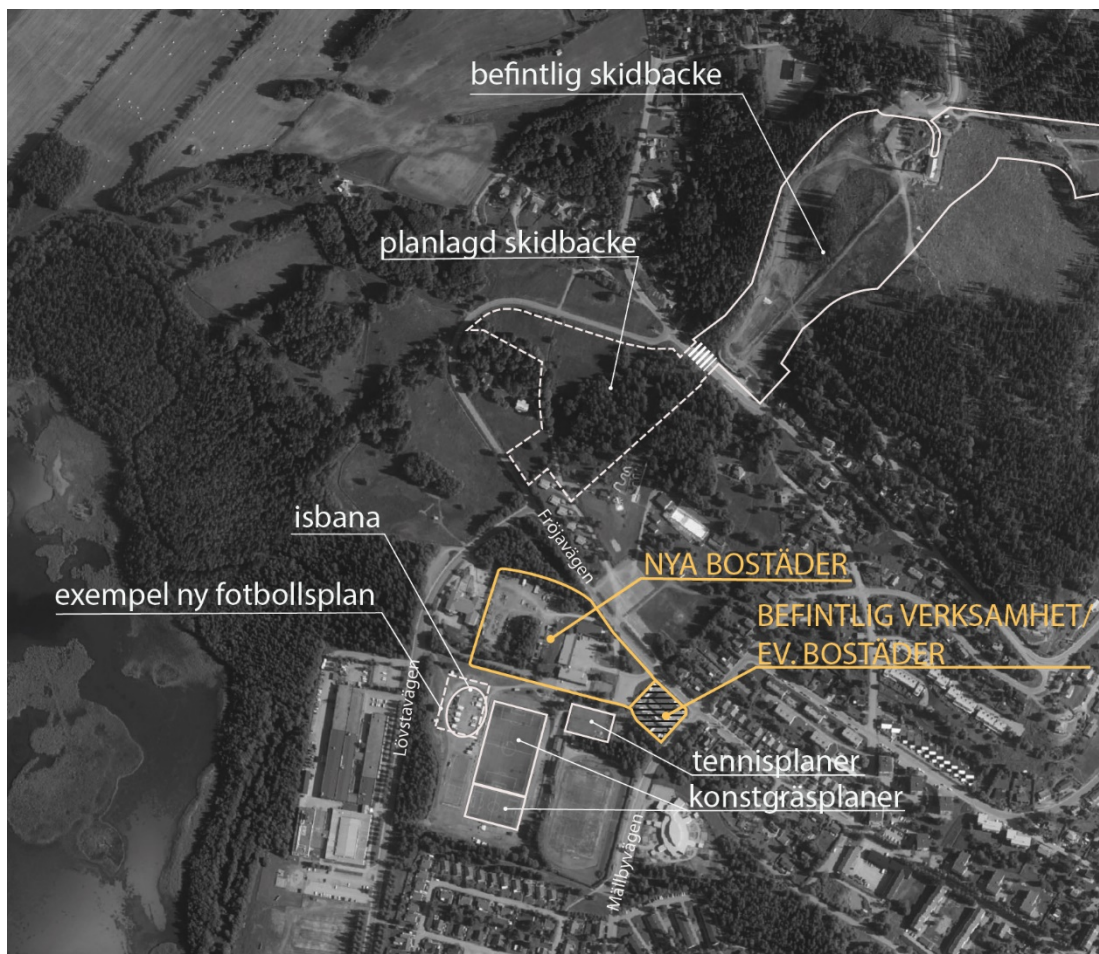
## Inledning

Området som undersökts i denna rapport är ett utbyggnadsområde i Lövsta. På figur 1 nedan markerat som Nya Bostäder samt Befintlig Verksamhet ev bostäder.

Resultatet av denna utredning utgår från en beräkningsmodell som gjorts över hela området. Skidbacke, idrottsplaner och gatubelysning har byggts upp ljusmässigt i en 3d modell över hela området. I modellen ligger också med en framtida utbyggnad av skidbacken och en utbyggnad av idrottsplatsen. Ljus från fastigheter, eventuella skyltar och den belysning som inte finns på kommunal mark i övrigt är inte medtagen i modellen.

Utifrån 3d modellen har en beräkning gjorts på hur ljuset fördelar sig i området. Härifrån har vi sedan tagit värden och jämfört med de olika standarder och rekommendationer som är applicerbara i detta projekt. Beräkningarna har gjorts på två scenarior. Det ena har utgått från hur belysningen är i dag med tillägget att skidbacke byggs ut och en utökning av idrottsplatsen görs. Detta har gett hur en nulägesituation är. Det andra scenariot har prövat hur det blir om idrottsplatsen byggs om och en ny typ av belysningslösning görs i skidbacken.

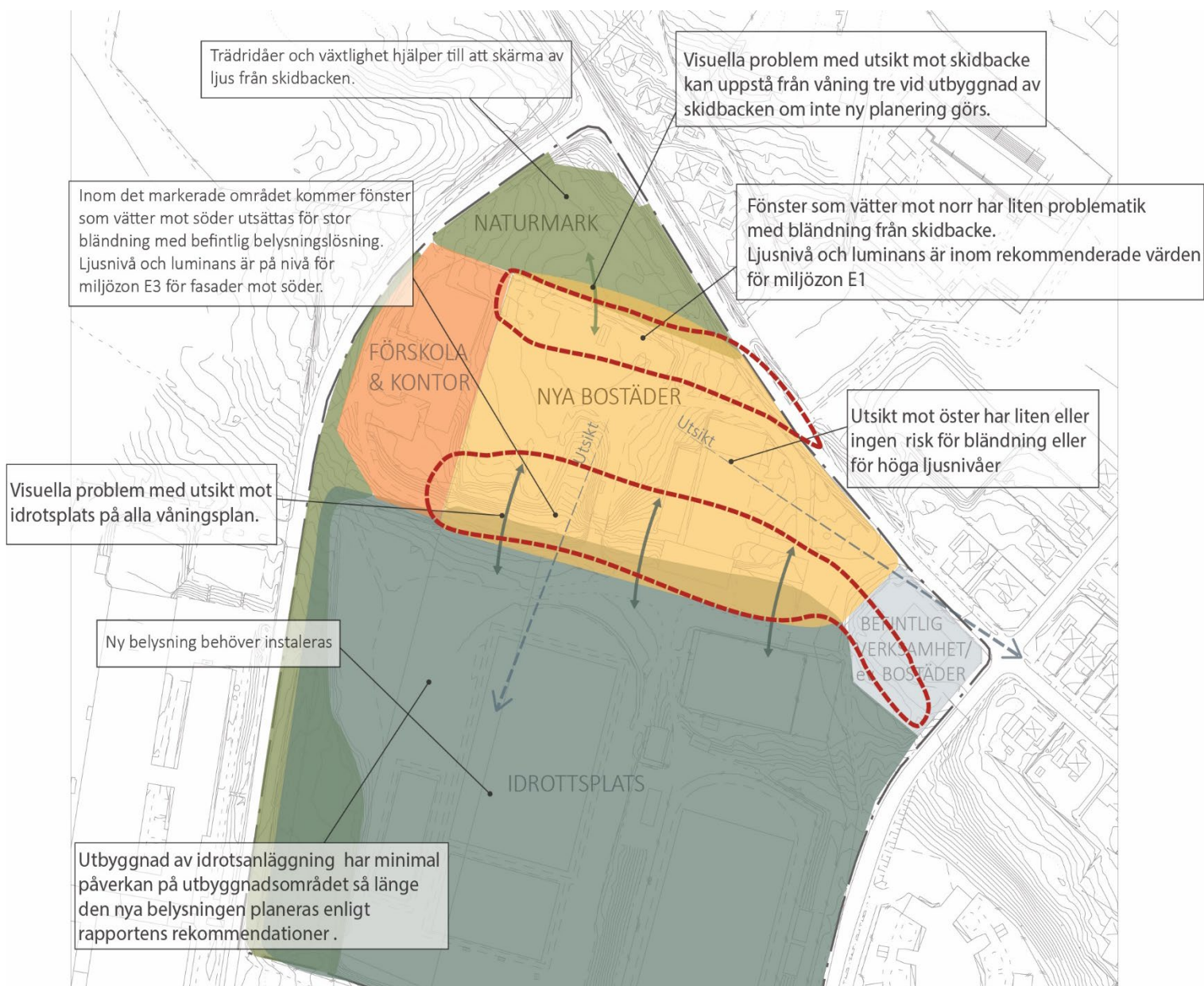
Modellen finns tillgänglig och kan användas i programmet Dialux Evo. Den heter ”Lövsta\_ljusutredning.evo” och finns som kopia både hos Utredaren samt hos Östersunds kommun.



Figur 1

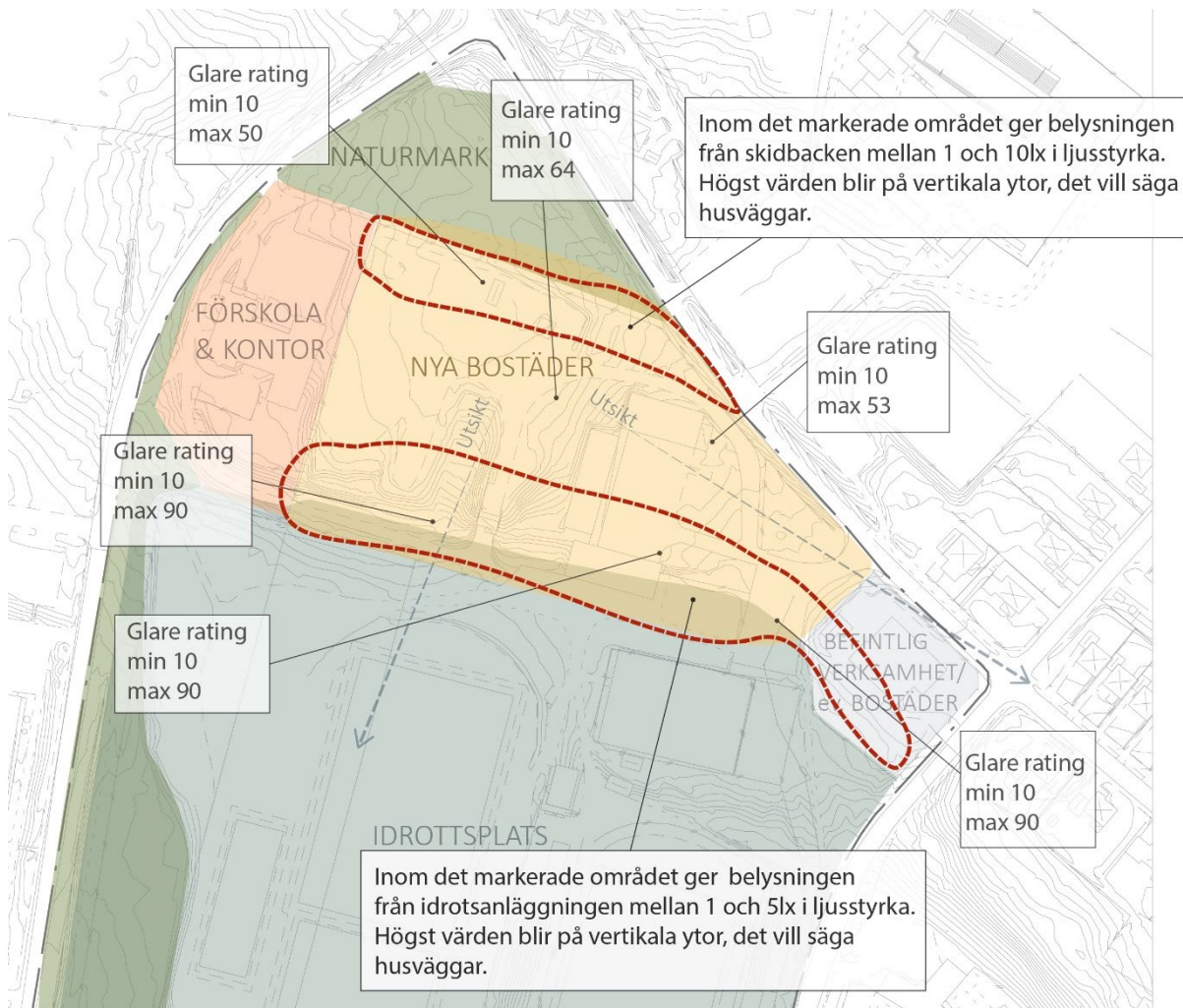
## Resultat

Resultatet av beräkningarna gjort på befintlig belysningsanläggning runt området, samt tillagt en utbyggd skidbacke och utveckling av idrottsanläggningen, visar på ett stort problem när det gäller bländning. Framförallt gäller det den störning som kommer från belysning på idrottsanläggningen. Problematiken är betydligt mildare från skidbacken och är egentligen bara ett problem om utbyggnaden sker med samma standard och belysningsprincip som i den redan utbyggda skidbacken. Detta kommer sig av att den är av gammal teknik på belysningsanläggningarna och att den är planerad utifrån förhållanden som var planerade utifrån den tidens standard.



Figur 2

Resultatet av beräkningarna visar att det finns en liten risk för att det blir för höga ljusnivåer på och runt byggnaderna med dagens belysningsanläggning. Det vill säga att den ljusmängd som kommer av befintlig anläggning. Det är alltså ett mindre problem i området. Värdena från beräkningarna håller sig under de rekommenderade värden som finns i SS-EN standarder i större delar av ombyggnadsområdet. (se Figur 9)



Figur 3

Kartan i figur 3 visar sex av de mätpunkterna som använts i beräkningsmodellen vad det gäller bländningstal. Alla Gr-maxvärden är i riktning mot idrottsplatsen. Min värdena är i riktning mot nordväst samt mot sydöst

Den visar också områden där ljusnivåer blir högst utifrån en nulägesituation. Risken för höga ljusnivåer på byggnader och höga luminansnivåer på fasad är störst i norra delen av området och gäller framförallt de hus som kommer ha fasader mot skidbacken. Värdena kommer upp i miljözons E3s standard (se Figur 9) Det betyder att det är accepterbara nivåer när det kommer till nybyggnation.

Det blir tydligt att det just är bländningsproblematiken som behöver åtgärdas för att bebyggelse ska kunna ha drägliga visuella förhållanden.

## Lösningar

Det finns fyra områden som behöver beaktas när det kommer till områdets belysning.

1. Belysningen på idrottsanläggningen måste byggas om, det vill säga högmast-belysningen runt konstgräsplanerna. Det kommer inte i dagsläget gå att ha bostäder i området utan att få störningar av befintlig ljustanläggning. Det är inte bara visuella vinster som kommer av en ombyggnad. I dagsläget är den installerade effekten så hög att det går med stor sannolikhet att göra betydande energibesparingar i och med en ombyggnad.
2. Belysningen i den befintliga delen av skidbacken behöver inte bytas för att klara god visuell standard för boendesituationen. Den kan dock bytas och i så fall också planeras om för att ytterligare förbättra villkoren för den kommande byggnationen. Med fördel görs det när en eventuell utbyggnad vidtas.
3. Ska skidbacken byggas ut är det viktigt att den får en ny typ av belysning och inte planeras på samma sätt som befintlig backe. Detta för att belysningen är närmare den nya bebyggelsen. Även för att det blir helt andra vinklar in mot fönster och fasader. Men byggs ny belysning efter högre standarder och krav så kan backen byggas ut utan problem för boendet.
4. Utbyggnaden av idrottsanläggningen kan också göras utan för stora störningar. Även detta behöver göras efter högre standarder än som befintlig anläggning i dag är planerad efter.

De träridåer som finns mellan skidbacken och utbyggnadsområdet i dag hjälper till att skärma av det mesta av problematiken av skidbacken. Det är bra om det även i fortsättningen kan finnas träridåer som avskärmning.

Hur byggnation placeras inom området påverkar också hur ljusproblem kan avvärras. Blickriktningar ut från fönster och hur hus skymmer/skuggar varandra avhjälpes utblick mot störande ljus.

De tester som gjorts med alternativ belysningslösning på idrottsplatsen och i skidbacken visar att det går att göra en belysningsanläggning som inte sprider in direktljus till byggnation i området. Beräkningen är bara preliminär och kan inte användas som underlag för projektering. För det krävs en mer ingående definition av krav och behov på de olika delarna. Däremot pekar både de initiala beräkningarna och tidigare erfarenheter från anläggningar som Jägersro galoppbana och liknande projekt som redan är gjorda att detta är högst görbart.

## Rekommendationer

För framtida projektering och ombyggnad eller ändring av belysningsanläggning i området ska följande värden ställas som krav. Dessa värden nedanför är endast de som påverkar ljusintrånget mot framtida fastigheter. Det är inte en heltäckande lista på alla värden så som effekt, IP klass och många fler som ska tas med vid planering och uppköp av belysning. De är medtagna för de är relevanta för denna utredning.

Belysningen runt utbyggnadsområdet ska planeras efter kriterier från Miljözon E2 i (Figur 9)

Belysningen runt utbyggnadsområdet ska planeras så Glare rating (GR) blir under 45 (Figur 11) beräknat ifrån betraktningpunkter där de nya byggnaderna ska stå.

Armaturer ska använda sig av avskärmningsklass G4 (Figur 12)

Armaturerna som används på idrottsanläggningen och skidbacke ska vara asymmetriska, planglas eller på annat sätt med nedåtriktad ljusöppning eller avskärmade för att inte kunna se in i ljuskällan från nybyggnadsområdet.

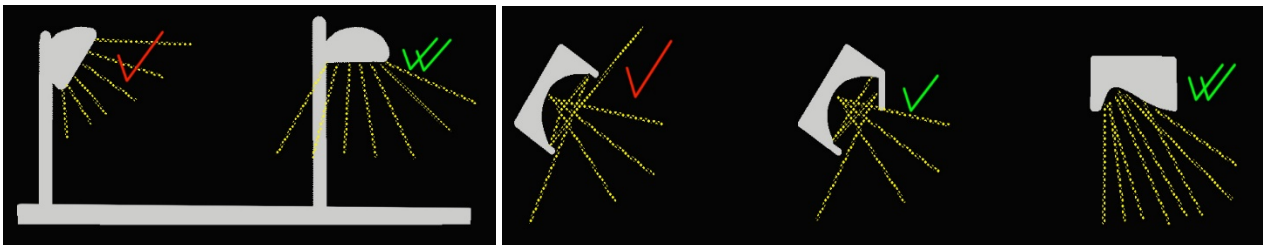


Figur 4 Traditionell strålkastare



Asymmetrisk strålkastare

Skillnaden på en mer traditionell strålkastare och en asymmetrisk är att den senare har sin ljusöppning nedåt. Detta gör det lättare att styra ljuset dit det behövs och därigenom minska risken för störande spill ljus och bländning.



Figur 5

Generella råd när det kommer till byggnation, för att minimera ljusstörningar är att aktivt jobba med husutformning och placering av byggnaderna i förhållande till varandra och till artificiell belysning.

Placera byggnation så dess balkonger eller fönster vetter bort från platser med stark belysning.

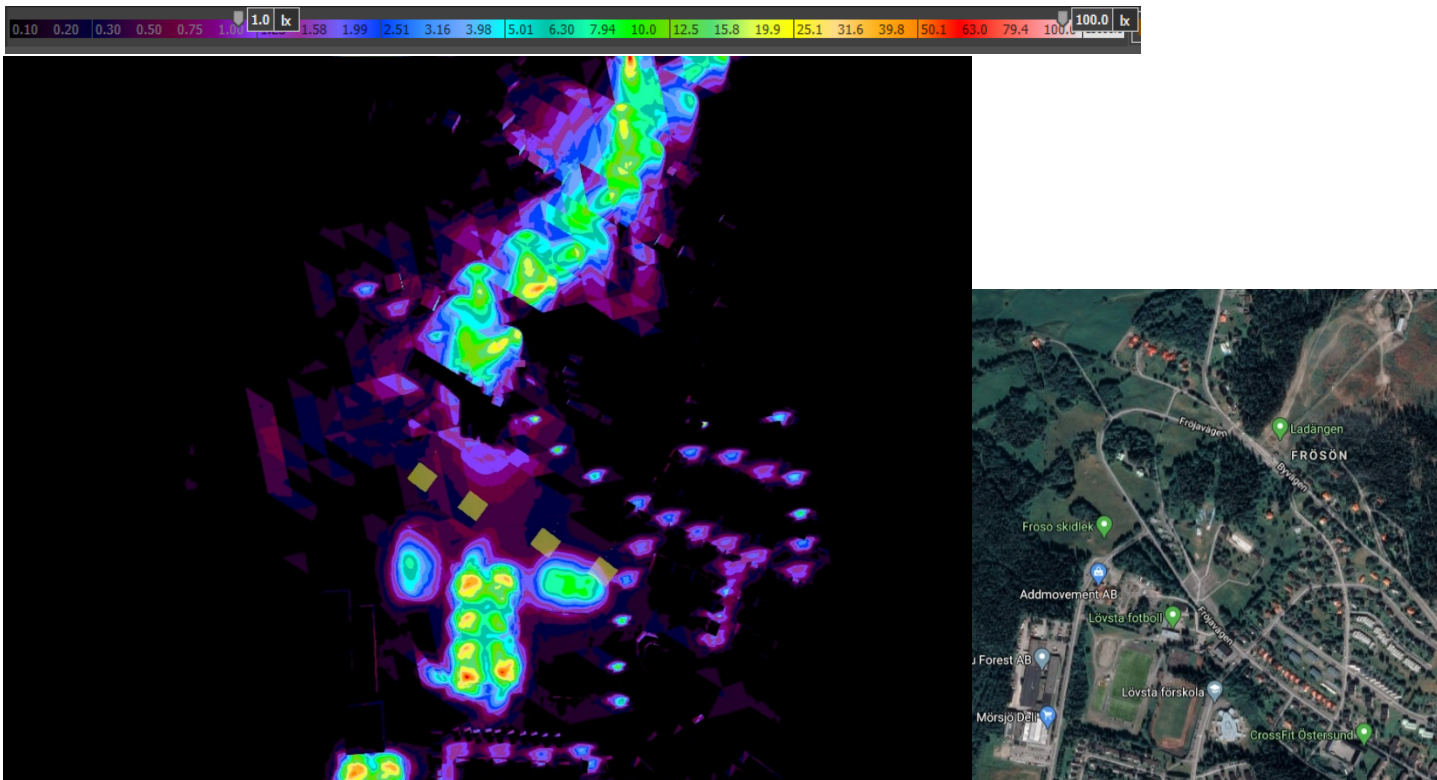
Skapa avskärmningar likt solavskärmningslösningar vid lågt stående sol eller andra lamell lösningar som skärmar bort all direkt visuell kontakt mot belysningsmasterna. Kan leda till att dagsljuskraven blir svårare att uppfylla.

För mer ingående beskrivningar och tips om placeringar av byggnader hänvisas till boken Ljus i bebyggelsen, om stadsplanering och arkitektonisk utformning av Bengt Sundborg

## Beräkningar

Beräkningarna är gjorda i programmet Dialux Evo där en 3d markmodell använts för att skapa rätt höjder och där även byggnader är medtagna. Nybyggnadsområdet har försetts med simulerad bebyggelse i form av stora huskroppar motsvarande sex-vånings hus. Gatubelysning, skidbackens belysning och idrottsanläggning är uppbyggda efter hur det är i dagsläget. Men även medtagen belysning för framtida utbyggnad av skidbacke och idrottsanläggning. Den projektering som då fått uppskattats har utgått från hur anläggningen planerats i dag och de nivåer som använts.

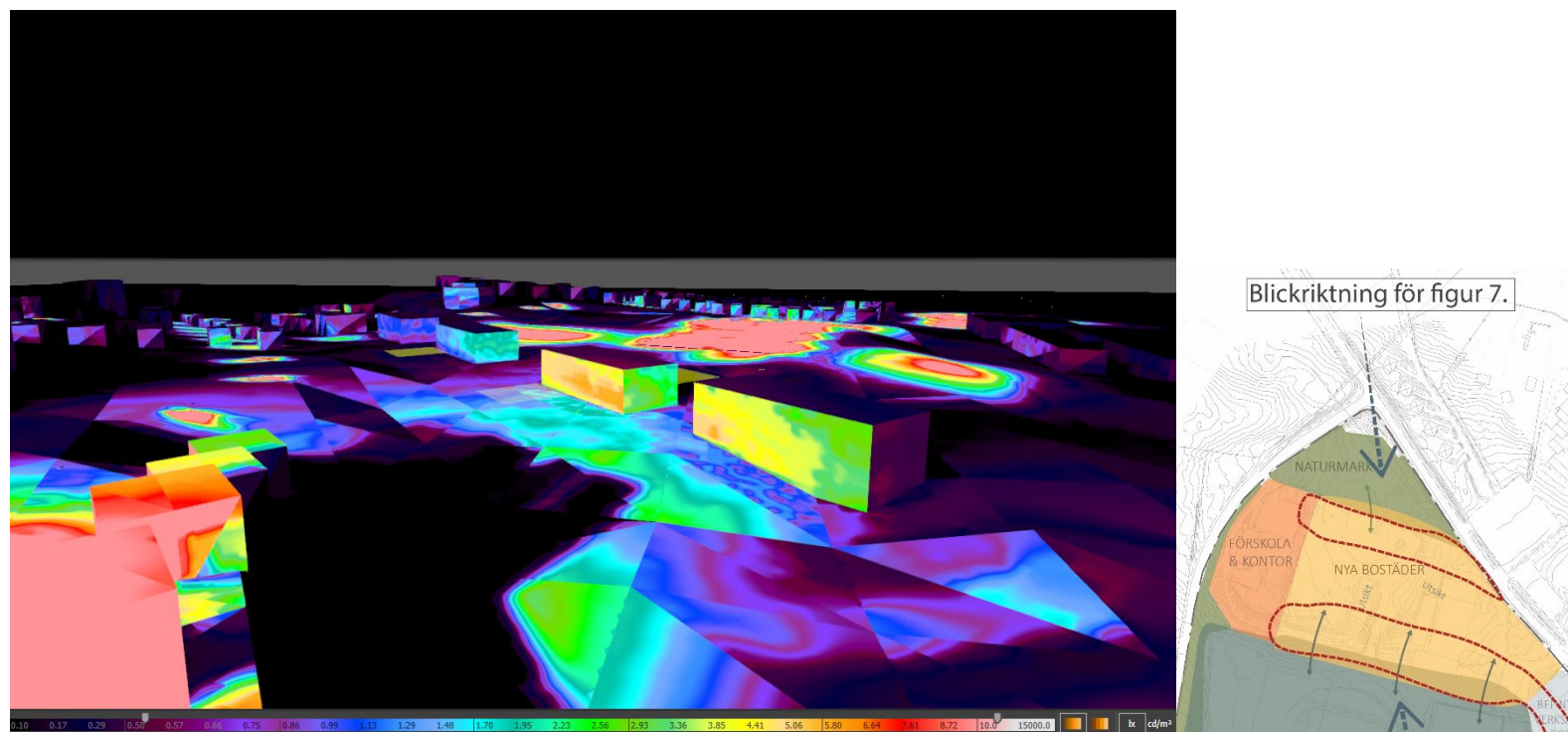
Bilderna visar hur ljuset fördelas från det artificiella ljuset. De olika färgerna visar olika ljusnivåer och hur intensivt ljuset är i de fälten. Färgskalan visar hur många lux (Se rubrik Ljusstyrka, I [cd].) de olika färgerna representerar. De gula områdena är olika beräkningsytor varifrån värden hämtas. De simulerar tänkt bebyggelse för att ha något att mäta på. De är placerade på olika höjder och är kompletterade med beräkningspunkter på olika platser. Detta ger en rad olika värden på bländtal, ljus nivå, luminans och glare rating. (se rubrik Begrepp)



Figur 6 Vy över idrottsanläggning, utbyggnadsområde och skidstadion. Motsvarar området på översikt bilden bredvid.

Bild i figur 6 visar hur ljusnivån blir i området utifrån hur belysningen är i dag samt utbyggd skidbacke. Med en tilltänkt utbyggnad av skidbacken klarar eventuella bostäder miljözon E3 om med övrig belysning oförändrad. Det hänvisar till tabell i figur 9 som har rekommendationer för de olika miljözonerna.

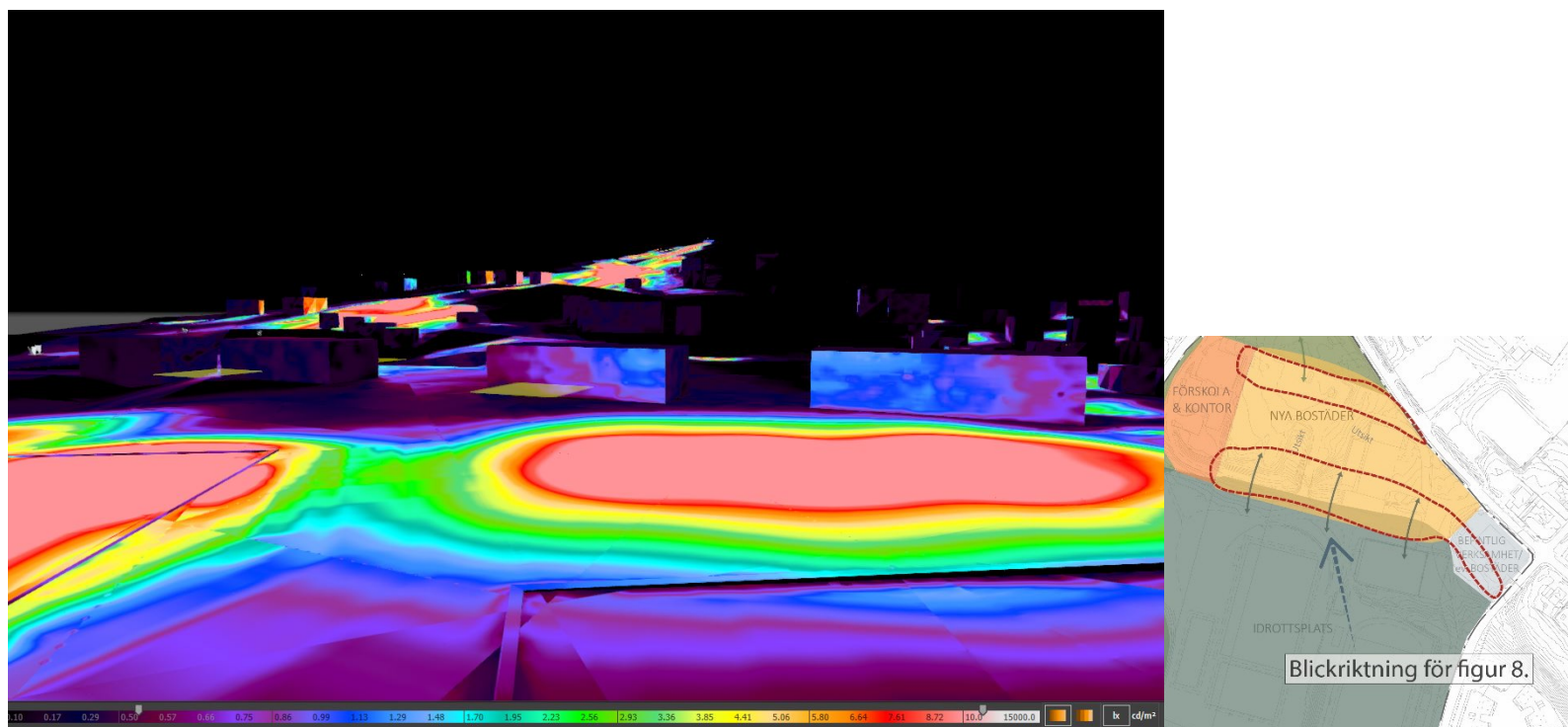




Figur 7

Figur 7 visar samma sak som figur 6 fast sett från skidbackens håll och in mot tilltänkta byggnader. Det vill säga hur ljusnivåerna faller på mark och byggnader. Observera att skalan på färgfördelningen är annorlunda än i figur 6. Här klarar byggnation av klassen E3. Ljusnivåerna är i paritet med de ljusnivåer som blir på byggnader i en stadskärna. I beräkningen har det tagits hänsyn till att marken kan vara snöbetäckt och därmed reflektera mer ljus än barmark.

Risken för att få direktbländning från armaturer i skidbacken finns. Speciellt blir det påtagligt från våning 3 och uppåt på eventuella byggnader. De kommer över vissa trädridåers höjder och även andra byggnationers hustak. Därmed finns risken för bländning vid utblick från boendes fönster mot skidbackens håll i nuläget. Denna är dock liten och bedöms som accepterar i nuläget. En utbyggnad av skidbacken är möjlig med bibehållen ljusmiljö om rätt belysningsteknik och planering används.



Figur 8

Figur 8 visar ljusnivåerna på tänkta byggnadsfasader sett från idrottsanläggningen Här klarar byggnation av klassen E1 när det gäller ljusnivå och luminans. Däremot är problemetiken med direktbländning från armaturer betydlig värre här.

Beräkningarna innehåller vissa felkällor som inte går att undvika i dagläget. Dels har vissa ljusdatafiler fått användas som inte tillhör den exakta armatur som sitter där i dag. Detta på grund av att det inte finns tillräckliga data på befintlig armatur för att kunna få fram rätt armaturdatafil. Detta är ett marginellt fel då ljusflöde, spridningsvinklar och riktning till största del har gått att verifiera. Sen finns det en osäkerhet exakta installationsvinklar som i stället fått utgå från situationsbilder och hur måttboken anger standard. Modellen har, där osäkerhet uppstått, använt sig av snällaste möjliga inriktning för att inte förvärpa utfallet. Den sista felkällan är de områden som inte är planerade än. Där har modellen fått anpassats till en tänkt framtid som är trolig enligt de standarder som finns i dag.

Sammanfattningsvis är modellen relativt nära en sanning med den verklighet som råder i dag. Det kan det slås fast att varken ljusnivå eller luminans på fasader är ett större problem och kan hanteras som vilket byggnationsområde som helst inom en urban miljö. Däremot är bländningen från armaturer runt om området så stor att ombyggnad av befintliga belysningsanläggningar måste vidtas för att säkerställa god boendemiljö.

## Regler och standarder

Det finns i dagsläget inga lagar som reglerar hur mycket ljus som får finnas i ett bostadsområde. Däremot finns det rekommendationer och standarder att luta sig mot. Definition, riktlinjer och standarder härrör från CIE 150-2003 Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installations och CIE 126-1997 Guidelines for minimizing sky glow. Värden från SS-EN 12464-2 samt värden från VGU (vägar och gators utformning) är det som finns att luta sig på i denna fråga.

Europa-standard om ljusföroreningsklasser. SS-EN 12464-2. Dessa klasser avser ljusstörning för människor och natur i fyra olika miljözoner:

E1: utgörs av mörka områden, som landsbygdsområde eller nationalparker och andra skyddade områden med inget eller väldigt svagt omgivningsljus

E2: utgörs av områden med allmänt svagt omgivningsljus, såsom industri- eller bostadsområden på landsbygden

E3: utgörs av områden med medelstarkt omgivningsljus, till exempel samhällen, industri- eller bostadsområden i förorter

E4: utgörs av områden med starkt omgivningsljus, såsom stadskärnor och handelsområden

Miljözon	Belysningsstyrka på fastigheter		Ljusstyrka från ljuskälla		Uppåtriktat ljus	Fasadluminans	Skyltluminans
	$E_v$		$I$		$ULR$	$L_b$	$L_s$
	[max]	[rek.]	[max]	[rek.]	[max]	[max]	[max]
E1	2	0	2500	0	0	0	50
E2	5	1	7500	500	5	5	400
E3	10	2	10000	1000	15	10	800
E4	25	5	25000	2500	25	25	1000

Figur 9

För vertikal belysningsstyrka och ljusstyrka från ljuskälla anges både ett maxvärde och ett rekommenderat gränsvärde. För uppåtriktat ljus, fasadluminans och skyltluminans anges maxvärden.

Maximala värden för störande ljus. För belysningsstyrka på egendom ( $E_v$ ) och ljusstyrka från ljuskälla ( $I$ ) anges även rekommenderade gränsvärden

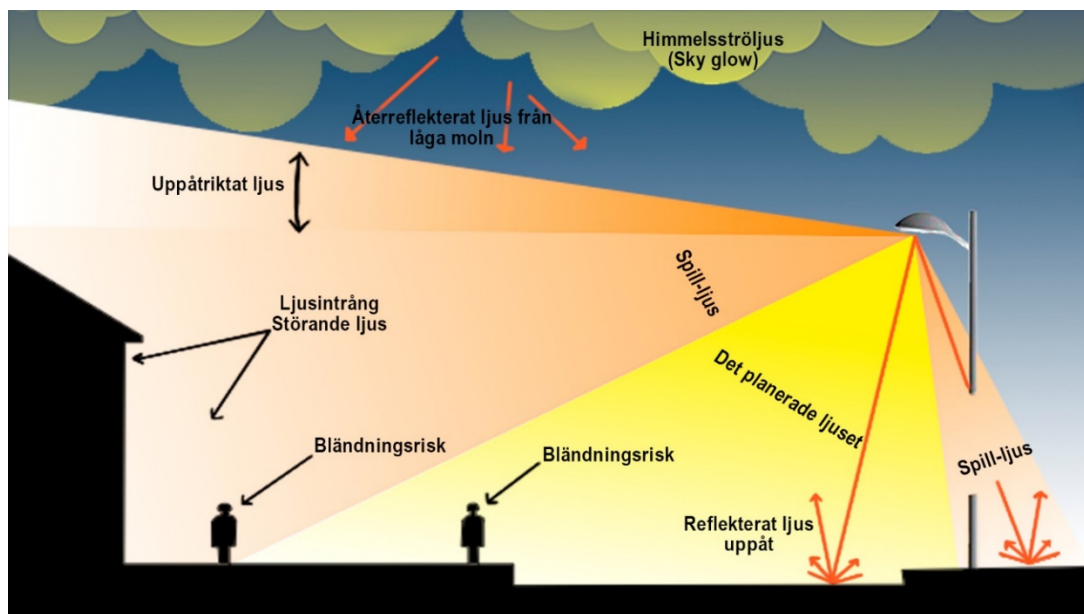
## Störningar

Det finns några olika problem som kan uppkomma med ljuset från belysningen i skidbacke, idrottsanläggning och även från annan artificiell belysning. Dels är det bländning från att se rakt in i ljuskällan som är den primära störningsorsaken. Dels kan det vara ljus som riktas dit det inte ska. Det kan också vara ljusnivån som är för hög eller reflektioner i material som blänker och skapar irritation.

Ljus från en armatur ska sända sitt ljus till en avsedd yta. Det planerade ljuset ska hamna på en fotbollsplan, en väg eller en skidbacke. Ibland blir det också spill ljus som kommer hamna utanför det planerade området. Detta kan bero på ett dåligt val av armatur eller felinriktad anläggning. Men ibland behövs det också en del spill ljus för att skapa en bra övergång mellan ljus och mörker. Men när spill ljuset kommer på helt fel ytor uppstår problem. Exempelvis att ljuset kommer in genom ett sovrumsfönster.

I stort sett alltid är det uppåtriktade ljuset ett icke önskat ljus. Allt ljus över horisontalplan är slöseri med energi. Några undantag finns. Fast i detta sammanhang ska det helt elimineras.

Från dessa anläggningar kommer det alltid uppstå ett himmelsströljus (sky glow) Ett fenomen som uppstår av att ljus träffar låg liggande moln och reflekteras tillbaka. Detta uppkommer dels av uppåtriktat ljus men mest från reflekterat ljus som stutsar i marken. Detta är ett problem som inte drabbar detta område specifikt och inte heller går att åtgärda på ett enkelt sätt. Det ska heller inte anses vara en störning som påverkar byggnation och boende i detta område.



Figur 10

## Bländning

Bländning uppstår när någon del av ytor i synfältet är märkbart ljusare än ytors ljushet i allmänhet. Ögonen utsätts i detta läge för ett starkare ljus än vad de normalt är adapterade för. De vanligaste orsakerna till bländning är armaturer och belysta ytor som upplevs direkt eller via reflexer inom det normala synfältet. Detta är ett av de största problemen vi har i våra utomhusmiljöer vad gäller störande ljus.

Direktbländning är när en person kan se rakt in mot de olika armaturernas ljuskällor eller armaturernas glänsande reflektorer. Bländning kan uppkomma både i områden med det planerade ljuset och i områden med spill ljus. Det är viktigt med en god ljusbehandling i armaturerna och att de är planerade och installerade rätt. Inriktning är mycket viktig.

Det kan även uppstå blänk och reflektioner i material så som fönster, släta tak och väg ytor. Detta kan uppstå i alla blanka ytor eller släta ytor som kan bli våta. Detta kan också uppstå på isig mark eller där det är nysnö. Därför är det också viktigt att tänka till hur ljuset riktas så dessa blänk minimeras.

## Ljusfördelning, jämnhet

Människan kan se i både ljus och mörker. Ögats förmåga att anpassa sig till olika ljusförhållanden kallas för adaptation. Det är nästan aldrig så mörkt att du inte kan orientera dig i eller uppfatta omgivningen, även om du inte kan se detaljer och färger. Däremot om vi går från ett relativt ljust förhållande in mot mörker tar det tid innan vi ser i mörkret igen. Blir kontrasterna för stora kan vi slå ut seendet tillfälligt. Som när du går från en solbelyst trädgård in till ett mörkare rum. Det tar tid innan vi adapterar och kan se igen. Därför är det också viktigt att det inte skapas allt för mycket ljus i vår utomhusmiljö, då kommer mörkret runt omkring framstå än mörkare.

## Begrepp

Det finns två olika aspekter att ha med vid framtida projektering och ombyggnad av anläggning. Dels är det placering och riktning där det går att beräkna olika aspekter av ljusets påverkan i form av luminans och ljusstyrka etc. Dels finns det värden som bör beaktas vid valet av armatur. Dessa olika värden presenteras här nedan.

### Glare rating, GR

Glare rating är ett mått på synnedsettande bländning, baserat på den slöjluminans som belysningen och omgivningen ger upphov till i betraktarens öga. GR är framtaget för att kunna tillämpas på till exempel utomhusarenor för sport. I trafiksammanhang används GR för att beskriva bländning i miljöer där ingen motortrafik förekommer. Värdena får då inte överskrida de värden i tabellen nedan.

Ljus för		GR max
Trygghet och säkerhet	Låg risk	55
	Medel risk	50
	Hög risk	45
Rörelse och säkerhet	Endast gående	55
	Långsamtgående trafik	50
	Normal trafik	45
Arbetsuppgifter (*)	Mycket grov	55
	Medelgrov	50
	Medelgrov	45

Figur 11

Tabell 6.1 i CIE 112:1994, *Glare evaluation system for use within outdoor sports and area lighting*.

(\*) För synuppgift av avgörande betydelse kan det vara lämpligt att använda 5 enheter lägre än det maximala bländningsvärdets klass (Grmax)

Graden av bländning beror på till stor del på betraktarens position i relation till ljuskällan. GR beräknas därför i ett antal punkter på den aktuella ytan, 1,5 m över markytan och för samtliga riktningar i horisontalplanet i steg om 45 grader. Det beräknade värdet på GR är ett tal i intervallet 10-90, 10 motsvarar ej märkbar bländning och 90 motsvarar outhärdlig bländning. Detaljer finns i publikationen *Glare evaluation system for use within outdoor sports and area lighting* (CIE112:1994).

### Ljusstyrka, I [cd].

Ljusstyrkans beteckning är lx och enheten är lux. En lux är definierad som en lumen per kvadratmeter. Det är hur mycket ljus som faller på en yta. I dagsljus varierar belysningsstyrkan från ca 1000 lx (mulet) till över 100000 lx (solljus). Vanlig inomhusbelysning ger en belysningsstyrka i intervallet 100–1000 lx, medan vägbelysning ger ca 1–50 lx.

### Luminans, L [cd/m<sup>2</sup>].

Luminansen är beroende av betraktningvinkeln. Också med vilken riktning som ljuset träffar en yta eller strålar från en yta/ljuskälla. Beteckningen är L, (Lv). Enhet: candela per kvadratmeter, cd/m<sup>2</sup>. Enklare uttryckt kan man säga att luminansen beskriver ytans ljushet, sedd från en viss vinkel. Luminansen beror både på hur mycket ljus som infaller på ytan och på ytans reflekterande egenskaper. Enheten är candela per kvadratmeter. En gräsyta har i solljus en luminans på 2000–3000 cd/m<sup>2</sup>, medan ett papper i kontorsbelysning har en luminans på 100–150 cd/m<sup>2</sup>.

### Avskärmning G-klass

Används för att ställa krav på graden av synneddande bländning från armaturer. Klasserna benämns G1-G6, där kraven är högst för klassen G6. G-klassernas kriterier utgörs av krav på maximal ljusintensitet, uttryckt i cd/klm (fås från armaturens ljusfördelningskurva), i riktningarna 70, 80 och 90 grader från lodlinjen

Där armaturerna är placerade i känslig miljö och där störande ljus inte bör förekomma, ska avskärmningsklassen G4-G5 väljas. På platser där armaturens lysande yta inte får synas, ska avskärmningsklassen vara G6.

Klass	Maximal Ljusintensitet i cd/klm			Andra krav
	vid 70° <sup>1)</sup>	vid 80° <sup>1)</sup>	vid 90° <sup>1)</sup>	
G1		200	50	Inga
G2		150	30	Inga
G3		100	20	Inga
G4	500	100	10	Ljusintensiteter över 95° <sup>1)</sup> blir noll
G5	350	100	10	Ljusintensiteter över 95° <sup>1)</sup> blir noll
G6	350	100	0	Ljusintensiteter över 90° <sup>1)</sup> blir noll

Figur 12

<sup>1)</sup> Avser alla riktningar från lodlinjen.