TRAFIKVERKET

RAPPORT

# Vägbelysningshandbok

2024

**Trafikverket**

Postadress: 781 89 Borlänge

E-post: trafikverket@trafikverket.se
Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

Konfidentialitetsnivå: 1 Ej känslig
Dokumenttitel: Vägbelysningshandbok 2024
Författare: Gidlund Henrik, UHtel
Dokumentdatum: 2024-12-05
Kontaktperson: Henrik Gidlund, Trafikverket

Publikationsnummer: 2024:175
ISBN 978-91-8045-382-0
Foto: Carina Fors, VTI; Henrik Gidlund Trafikverket
Illustration: Carina Fors, VTI; Henrik Gidlund Trafikverket; Ljusstudion Eklind / Hulusjö

# Innehåll

Revideringsförklaring ..... 6
Referensgrupp ..... 6

**1 Inledning ..... 7**
1.1 Om handboken ..... 7
1.2 Regelverk och standarder ..... 8
1.3 Entreprenad och upphandling ..... 8
1.4 Energi och miljö ..... 9
1.5 Ljusgestaltning och ljusdesign ..... 9

**Del 1 Belysningsteknik ..... 10**

**2 Att se i mörker – vägbelysningens funktion ur ett trafikantperspektiv ..... 11**
2.1 Trafikanters behov av vägbelysning ..... 14
2.2 Vägbelysningens funktion ..... 14
2.3 Adaptionssträcka ..... 15

**3 Vägbelysning: begrepp och definitioner ..... 17**
3.1 Ljusterminologi ..... 17
3.2 Belysningskvalitet ..... 18
3.2.1 Belysningstekniska kvalitetsegenskaper ..... 18
3.2.2 Vägytans egenskaper ..... 21
3.2.3 Ljuskällans och armaturens egenskaper ..... 22
3.3 Belysningsklasser ..... 25
3.3.1 Vägbelysningsklasser ..... 26
3.3.2 Avskärmnings- och bländningsklasser ..... 26

**4 Allmänna principer för vägbelysningsanläggningar ..... 28**
4.1 Anordna belysningen så att den motsvarar trafikanternas behov ..... 28
4.2 Anpassa anläggningen till omgivningen ..... 28
4.3 Anpassa belysningsnivån till omgivningen ..... 29
4.4 Undvik bländning ..... 30
4.5 Minimera mängden ljusföroreningar ..... 31
4.6 Undvik skuggning från träd och andra objekt ..... 32
4.7 Minimera energiförbrukningen ..... 33

4.8 Ta hänsyn till drift och underhåll ..... 33

**Del 2 Utformning av vägbelysning ..... 35**

**5 Utformning av vägbelysningsanläggning ..... 36**

5.1 Belysning eller inte ..... 37
5.2 Särskilda krav eller rekommendationer ..... 37
5.3 Belysningsklass ..... 38
5.4 Anläggningstyp ..... 38
5.5 Ljuspunktsplacering ..... 39
5.6 Stolpplacering ..... 41
5.7 Belysningsstolpar, linor och fundament ..... 43
5.8 Armaturer ..... 45
5.8.1 Armaturer med äldre teknik ..... 47
5.9 Ljuskällor ..... 47
5.9.1 Ljuskällor med äldre teknik ..... 49
5.10 Belysningscentraler ..... 49
5.11 Styrning och övervakning ..... 50
5.12 Belysningstekniska beräkningar ..... 51
5.13 Ekonomiska beräkningar ..... 52

**6 Val av belysningsklass ..... 53**

6.1 Gator och vägar i tätort ..... 53
6.2 Vägar på landsbygd ..... 54
6.3 Korsningar och trafikplatser ..... 56
6.3.1 Korsningar i tätort ..... 57
6.3.2 Korsningar på landsbygd ..... 57
6.3.3 Trafikplatser ..... 58
6.3.4 Cirkulationsplatser ..... 59
6.4 Sidoanläggningar ..... 60
6.4.1 Torg ..... 60
6.4.2 Busshållplatser ..... 60
6.4.3 Spårvagnshållplatser ..... 62
6.4.4 Parkeringsplatser ..... 63
6.4.5 Vändplatser ..... 63
6.4.6 Rastanläggningar ..... 64
6.4.7 Kontrollplatser ..... 64

6.4.8 Broar ... 65
6.4.9 Övergångsställen ... 66
6.5 Gång- och cykelvägar ... 73
6.5.1 Gång- och cykelvägar intill körbanor ... 77

**Bilaga 1 Checklista för projektering ... 80**

**Bilaga 2 – Stolpplacering ... 83**

Cirkulationsplatser ... 83
Korsningar ... 85
Trafikplatser ... 91

**Bilaga 3 – Relaterade publikationer ... 93**

Lagar och förordningar ... 93
Väglag 1971:948 ... 93
Plan och bygglag (PBL) 2010:900 ... 93
Standarder och regelverk ... 94
CEN-standarder: ... 94
ISO-standarder ... 94
Trafikverkets krav: ... 94
Handböcker, rådgivande dokument och rapporter ... 95
Facklitteratur och läroböcker ... 95
Forskning ... 95
Programvara för belysningstekniska beräkningar ... 96
Verktyg för beräkning av livscykelkostnader ... 96

# Revideringsförklaring

Den primära revideringen i version 2024 är att anpassa handboken till den nya kapitelstrukturen i VGU 2024.

Ursprungsförfattare till Vägbelysningshandboken är Carina Fors, VTI.

Handboken har sedan reviderats av Eklind / Hulusjö, Ljusstudion (2022) och internt i Trafikverket (2024) för att följa förändringar av VGU.

# Referensgrupp

Henrik Gidlund, Trafikverket

Petter Hafdell, Trafikverket

Joakim Frank, Trafikverket

# 1 Inledning

Vägbelysningens huvudsakliga funktion är att förbättra synförhållandena i trafiken under dygnets mörka timmar. Väg- och gatubelysning kan bidra till att minska risken för mörkerolyckor, öka komforten, tillgängligheten och framkomligheten, ge en tryggare miljö, motverka brottslighet och skadegörelse, samt skapa trivsel och atmosfär.

Vägbelysning används i huvudsak i områden där trafikmiljön är komplex och där många oskyddade trafikanter vistas. Olycksstatistik och forskning talar för att väg- och gatubelysning förbättrar trafiksäkerheten. Framför allt bidrar belysning till en säkrare och mer framkomlig trafikmiljö för oskyddade trafikanter.

Huvudprincipen är att vägbelysning ska användas där man kan förvänta sig att den fyller en funktion för trafikanterna och kan anordnas till en rimlig kostnad. En annan grundläggande princip är att vägbelysningen ska vara energi- och miljöeffektiv, det vill säga goda synförhållanden ska uppnås med så låg energiåtgång och så liten miljöpåverkan som möjligt.

## 1.1 Om handboken

Vägbelysningshandboken syftar till att komplettera de krav och råd för vägbelysning som ges av Vägars och gators utformning (VGU). Avsikten är att handboken ska fungera som ett stöd vid planering och projektering av vägbelysningsanläggningar, genom att ge kunskap och vägledning som förklarar och konkretiserar de riktlinjer som finns i VGU.

Handbokens första del, som omfattar kapitel 2–4, beskriver vägbelysningens funktion och egenskaper i generella och grundläggande termer. I dessa kapitel beskrivs bland annat mörkerseende, trafikanters behov, definitioner och begrepp, samt allmänna principer för utformning av en vägbelysningsanläggning. Del 1 rekommenderas särskilt till den som efterfrågar grundläggande kunskaper om belysningslära och vägbelysning.

Handbokens andra del inleds med ett kapitel som innehåller generella råd och rekommendationer för utformning av en vägbelysningsanläggning, vad gäller till exempel ljuspunktsplacering, stolpplacering och val av armatur (kapitel 5). Därefter följer tre kapitel med konkreta rekommendationer och förslag till utformning för vägbelysningsanläggningar på landsbygd, i tätort och på GC-vägar (kapitel 6–8). Sist i den andra delen finns en checklista för projekteringen. Del 2 utgör handbokens huvudsakliga innehåll och är avsedd att fungera som ett stöd vid planering och projektering.

En belysningsanläggning kan utformas på många olika sätt. Det finns sällan ett rätt sätt, utan det går ofta att hitta olika lösningar som funktionellt sett är likvärdiga. Många gånger är det platsspecifika faktorer, såsom till exempel tillgängligt utrymme, typ av miljö, befintliga anläggningar eller mängden omgivningsljus som avgör vad som är den mest lämpliga utformningen. Dessutom sker det en ständig teknisk utveckling där nya lösningar och alternativ görs tillgängliga. Handboken innehåller därför inga färdiga typlösningar, utan istället ges generella utformningsförslag på en övergripande nivå. Tanken är att de förslag och råd som ges i handboken ska vara konkreta och tillämpbara, men samtidigt ge projektören utrymme att själv välja den lösning som passar bäst i det specifika fallet. Handboken omfattar väg- och gatubelysning för tätort och landsbygd.

Handboken är inriktad på utformning av väg- och gatubelysning ur ett trafikantperspektiv, utifrån de krav och riktlinjer som finns i VGU. Nedan finns hänvisningar till dokument och publikationer som rör andra aspekter av belysning: standarder, entreprenad och upphandling, energi och miljö samt ljusgestaltning. I Bilaga 3 finns en fullständig litteraturförteckning.

I handboken används begreppen vägbelysning eller belysning, för att beskriva all slags väg- och gatubelysning.

## 1.2 Regelverk och standarder

Svenska krav och råd för vägbelysning ges av VGU. Regelverket är styrande för det statliga vägnätet, det vill säga de vägar Trafikverket ansvarar för.

För att frångå VGU krävs normalt dispens.

För kommunala eller enskilda vägar fungerar VGU som ett rådgivande dokument kring tillämpningen av europastandarden i Sverige.

Utöver VGU har Trafikverket tagit fram separata tekniska kravdokument för vägbelysningsutrustning, till exempel för armaturer, stolpar och styrning.

Riktlinjerna i VGU bygger delvis på internationella standarder framtagna av European Committee for Standardization (CEN). Dessa standarder har anpassats till svenska förhållanden utifrån erfarenhet och tillgänglig kunskap. Regelverken har i vissa fall en direkt och vetenskapligt bevisad koppling till trafiksäkerhet eller andra, för trafikanterna, relevanta aspekter. Dess huvudsakliga syfte är att skapa en enhetlig och konsekvent användning av vägbelysning. Upphandlande enheter som enligt lag ska tillämpa LOU (Lagen om offentlig upphandling) måste tillämpa dessa standarder enligt LOU eller LUF.

Standarder som rör ljus och ljusmätning är i många fall framtagna av Commission Internationale de l'Eclairage (CIE), som är en internationell organisation. CIE arbetar med tekniska och vetenskapliga metoder, standarder och rekommendationer inom ljus- och belysningsområdet.

Nordiskt Möte för Förbättrad vägutrustning (NMF) är ett nordiskt forum för samråd, information och forskning gällande vägutrustning. I nätverket ingår nationella väghållare i Danmark, Norge, Sverige, Finland och Island. De bärande tankarna bakom samarbetet är styrka genom samverkan, hög kvalitet, god relevans och att forskningsprojekt genomförs där bäst förutsättningar finns.

Lagstödet för statliga och kommunala vägar skiljer sig åt. För statliga vägar är det väglagen som styr, med föreskrifter från Transportstyrelsen. För kommunala gator gäller Plan och bygglagen med föreskrifter både från Boverket och Transportstyrelsen.

Boverket ställer också krav på tillgänglighet, vilket inkluderar belysning på både statliga och kommunala allmänna platser.

## 1.3 Entreprenad och upphandling

Sveriges Kommuner och Regioner (SKR) har gett ut en skrift, ”Gatubelysning på entreprenad: Upphandling – uppföljning – utvärdering”, som konkret och detaljerat beskriver hur driftentreprenader för väg- och gatubelysning upphandlas, följs upp och utvärderas. Skriften riktar sig till kommunernas

belysningsansvariga och upphandlare, samt till konsulter och entreprenörer inom området.

## 1.4 Energi och miljö

År 2005 antog EU ekodesigndirektivet, som sätter minimikrav för energiprestanda hos produkter. Det förbjuder i praktiken produkter som är mycket energikrävande.. Från och med 1 september 2021 har en ny ekodesignförordning, för ljuskällor och drivdon, ersatt de tidigare förordningarna.

En följd av ekodesigndirektivet är att många äldre anläggningar eller anläggningsdelar behöver ersättas med nya ljuskällor, komponenter eller armaturer, när äldre typer ljuskällor och andra komponenter inte längre finns på marknaden. Att modernisera anläggningar är givetvis kostsamt, men ger oftast sänkta kostnader på sikt tack vare en lägre energiförbrukning och minskat underhåll.

Mer information om ekodesigndirektivet finns bland annat på Energimyndighetens webbplats.

Förutom ekodesigndirektivet finns också RoHS-direktivets förbud mot kvicksilver som innebär att urladdningslampor kommer att fasas ut från och med 2027. Direktivet tillämpas i Sverige genom Kemikalieinspektionens förordningar.

## 1.5 Ljusgestaltning och ljusdesign

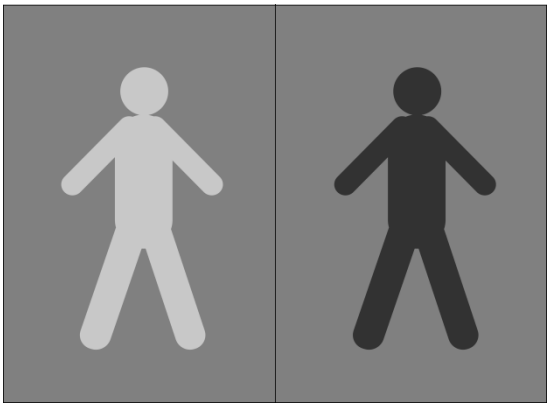
Traditionellt har vägbelysningens funktion varit att förbättra synförhållandena i trafikmiljön. Man har dock alltmer kommit att utnyttja belysning för att skapa atmosfär och trivsel, eller som en del i utsmyckningen av en plats, framför allt i stadsmiljöer. Beroende på valet av till exempel armatur, ljusfördelning, ljusfärg och placering, kan olika effekter uppnås. I många fall utgör vägbelysningen en del av en helhet, där även annan belysning, såsom fasadbelysning, lägre ljuspunkter som pollare eller effektbelysning kan ingå.

Ljusgestaltning berörs endast kortfattat i handboken. Det bör dock poängteras att ljusgestaltning och estetik kan vara av stor betydelse, speciellt i vissa miljöer.

# Del 1 Belysningsteknik

# 2 Att se i mörker – vägbelysningens funktion ur ett trafikantperspektiv

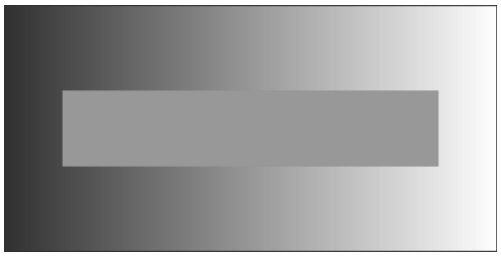
Synsinnets förmåga att se och uppfatta föremål beror på hur mycket föremålet skiljer sig visuellt från omgivningen. Faktorer som bidrar till synbarheten är bland annat luminanskontrast, färgkontrast, storlek och rörelse. I mörkertrafik är det framför allt luminanskontrasten som är av betydelse. Luminanskontrasten beskriver ett föremåls ljushet relativt dess bakgrund. Ju större luminanskontrast, det vill säga ju större skillnad det är i ljushet mellan föremålet och bakgrunden, desto lättare är det att se föremålet. Om föremålet är ljusare än bakgrunden säger man att kontrasten är positiv, medan den är negativ om det omvända förhållandet råder, se Figur 1. Om både föremålet och bakgrunden är homogena kan man beräkna ett mått på luminanskontrasten. I praktiken är dock de flesta föremål och bakgrunder alltför komplexa för att det ska vara meningsfullt att göra sådana beräkningar.



Figur 1: Positiv kontrast (till vänster) och negativ kontrast (till höger).

Ögat uppfattar skillnader i luminans snarare än absoluta luminansvärden. Principen illustreras i Figur 2, där det horisontella fältet i mitten har samma ljushet, men upplevs vara ljusare till vänster än till höger, beroende på det omgivande fältets variation i ljushet. Ett föremåls synbarhet förbättras genom att man förstärker dess kontrast relativt dess bakgrund, antingen genom att belysa föremålet eller genom att belysa bakgrunden. Att belysa både föremål och bakgrund med samma mängd ljus förbättrar oftast inte luminanskontrasten, men kan – om ljuset har tillräcklig intensitet – bidra till att föremålet istället synliggörs genom färgkontrast, textur eller rörelse.

En konsekvens av att ögat främst uppfattar skillnader i luminans är att ljuskällor som har identiska fysikaliska egenskaper, men är placerade i olika omgivningar, av ögat kan uppfattas ge olika ljusförhållanden. I en mörk omgivning kan belysningen uppfattas som mycket ljus, medan den i en ljus omgivning kanske knappt är märkbar. Belysning måste därför anpassas till och samspela med omgivningen för att ögat ska kunna dra nytta av den.



Figur 1: Ögat är bra på att uppfatta skillnader i luminans, men inte absoluta luminansnivåer. Fältet i mitten har samma luminans över hela ytan, men upplevs vara ljusare till vänster än till höger beroende på att det omgivande fältets luminans varierar.

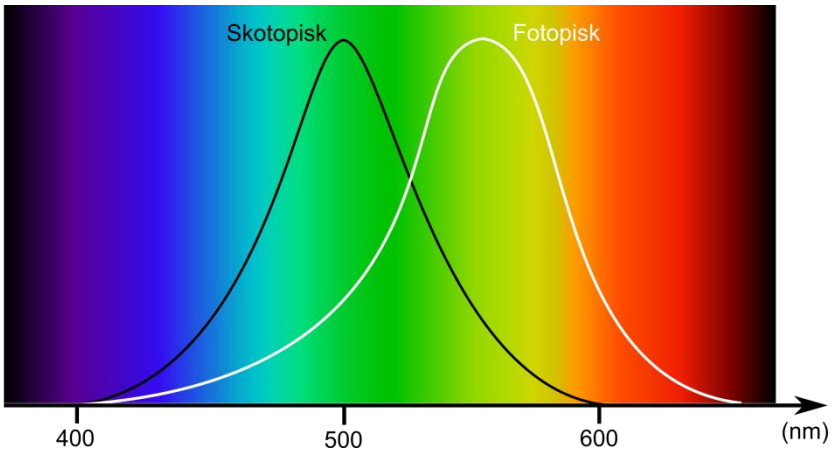
Alltför stora kontraster skapar bländning. I mörkertrafik talar man vanligtvis om obehagsbländning och synnedsättande bländning. ***Obehagsbländning*** uppstår då det finns ett föremål (till exempel en ljuskälla) i synfältet som har en väsentligt högre luminans än omgivningen. Ett sådant föremål orsakar ett visuellt obehag och gör att man gärna vänder bort blicken. Med ***synnedsättande bländning*** menar man en sådan bländning som gör att ljus sprids i ögat, vilket leder till en försämrad kontrastkänslighet och därmed en försämrad synförmåga. Obehagsbländning och synnedsättande bländning kan förekomma samtidigt.

Med ***färgkontrast*** avses färgskillnaden mellan ett föremål och bakgrunden. Med hjälp av färgkontrast kan man skilja på föremål som har samma luminans. Färgkontrast kan ha viss betydelse för synbarheten i mörker, men det krävs givetvis att ljusförhållandena är sådana att det är möjligt att urskilja färger. Färgkontraster förstärks och framhävs framför allt i belysning med vitt ljus.

När man pratar om ett föremåls ***storlek*** syftar man vanligtvis på föremålets rymdvinkel från ögat, det vill säga hur stort det upplevs vara i synfältet. Ju större plats i synfältet ett föremål upptar, desto bättre syns det. ***Rörelse*** hos föremålet kan bidra till att det lättare upptäcks, framför allt om bakgrunden inte rör sig.

Ögat och synsinnet anpassar sig, ***adapterar***, till olika ljusförhållanden. Mängden ljus som når ögat justeras genom att pupillen ändrar storlek, vilket sker snabbt då ljusförhållandena ändras. Dessutom sker en anpassning hos de ljuskänsliga cellerna på näthinnan som registrerar ljuset. Den anpassningen är långsammare. En fullständig mörkeradaptering kan ta upp till 30 min, men sker till största del inom 5–10 min. Ljusadapteringen tar oftast mindre än en minut.

Ögats förmåga att registrera ljus varierar med ljusets färg. I dagsljus kan ögat uppfatta alla färger i hela det synliga spektrat, med högst känslighet för gul-gröna nyanser, se figur 3. Vid mycket låga luminansnivåer (lägre än i månljus) ser ögat omgivningen i en gråskala, men även då varierar känsligheten med färgen på ljuset. Grön-blå nyanser uppfattas som ljusast, medan rött uppfattas som svart. Dagsljusseendet benämns fotopiskt seende och mörkerseendet skotopiskt seende. Ljusförhållandena i mörkertrafik gör att både det fotopiska och det skotopiska seendet bidrar till hur ögat uppfattar ljus. Detta kallas för mesopiskt seende.




Figur 3: Ögats känslighetsfunktion i fotopiska respektive skotopiska förhållanden.

Mörkerseendet försämras med åldern. Mer än hälften av alla personer över 65 år har grumlingar i ögats lins (grå starr). Grumlingarna hindrar en del av det infallande ljuset från att nå näthinnan, vilket gör att synskärpan försämras och behovet av ljus ökar. Grumlingarna leder också till en ökad känslighet för bländning, eftersom ljuset sprids mer i ögat. I undersökningar om äldre och bilkörning pekas mörkerkörning ofta ut som en av de situationer som upplevs som allra mest problematiska. Många äldre undviker att köra när det är mörkt. Olika studier har visat att avståndet på vilket äldre kan se och uppfatta personer, vägmärken och vägmarkeringar är betydligt kortare än hos yngre personer.

## 2.1 Trafikanters behov av vägbelysning

Behovet av vägbelysning skiljer sig åt för olika trafikantgrupper. För fordonsförare utgör vägbelysningen ett komplement till fordonsbelysningen. Vägbelysningen bidrar till att ge visuell ledning och förbättrar synförhållandena i komplexa trafikmiljöer, men oftast är fordonsbelysningen tillräcklig för att föraren ska kunna se vägen och förflytta sig på ett säkert sätt. Däremot är inte alltid fordonsbelysningen tillräcklig för att föraren ska kunna upptäcka objekt på eller intill vägen. I högre hastigheter kan stoppsträckan vara betydligt längre än räckvidden hos halvljusen. Forskning har visat att avsökningsbeteendet tenderar att försämras i mörker, samt att förare inte är riktigt medvetna om i vilken omfattning synförmågan försämras. För fordonsförare är vägbelysning därför särskilt viktig i konfliktzoner och där oskyddade trafikanter kan förväntas befinna sig på vägen. Vägbelysningen kan även hjälpa förare att uppmärksamma till exempel en korsning eller en cirkulationsplats längre fram på vägen.

För cyklister och gående underlättar vägbelysningen att förflytta sig under dygnets mörka timmar, vägbelysningen kan också synliggöra dessa för andra trafikanter.

En god belysning är speciellt viktig för äldre, som ofta har försämrat mörkerseende. Fallolyckor är vanliga bland äldre och det är därför viktigt att kanter, ojämnheter och föremål på vägytan går att upptäcka.

För fotgängare och cyklister bidrar vägbelysningen även till upplevelsen av trygghet. Faktorer som kan påverka upplevelsen av trygghet är bland annat möjligheterna att se och identifiera ansikten, samt möjligheterna att se omgivningen och eventuella personer som kan befinna sig där. En annan trygghetsaspekt rör samspelet med fordonsförare, där belysningen kan bidra till att GC-trafikanter upplever att fordonsförare kan se dem.

## 2.2 Vägbelysningens funktion

Att belysa vägmiljön är resurskrävande. Till skillnad från inomhusmiljöer är ytorna stora och dessutom saknas väggar och tak som kan reflektera ljuset. Det är därför sällan möjligt att uppnå sådana ljusnivåer som ögat behöver för att kunna fungera på ett optimalt sätt. Istället får man sträva efter att arrangera vägbelysningen på ett sådant sätt att den på bästa möjliga vis motsvarar de behov trafikanterna har i varje situation.

På vägar och gator syftar belysningen bland annat till att ge ***visuell ledning***. Detta uppnås genom att vägytan belyses, så att dess sträckning framträder. Även ljuspunkterna kan bidra till den visuella ledningen. I

korsningar, cirkulationsplatser och andra komplexa trafikmiljöer möjliggör belysningen att trafikanterna får en ***överblick av situationen***, till exempel med avseende på körfältens placering och andra trafikanters avsikter. Målet i en sådan miljö är att skapa en god allmänbelysning.

Vid övergångsställen och i vissa vägmiljöer är vägbelysningens uppgift att ***synliggöra oskyddade trafikanter***. Belysningen ska då arrangeras så att kontrasten (luminans- och/eller färgkontrast) mellan fotgängare och bakgrund förstärks. I miljöer med mycket mötande trafik eller störande ljus från omgivningen kan belysningen ***minska problem med bländning***, genom att den ökar adaptationsnivån. Vid korsningar, cirkulationsplatser och trafikplatser kan belysningen fungera som en ***visuell varning***, det vill säga att i god tid uppmärksamma och förvarna trafikanterna om den kommande situationen.

På GC-vägar ska belysningen ***synliggöra vägytan***, inklusive ojämnheter och kanter. En jämn belysningsnivå över ytan ger bra synförhållanden för GC-trafikanter. För att skapa en ***känsla av trygghet*** ska belysningen även lysa upp den närmaste omgivningen intill vägen. För att öka brottspreventionen kan belysningen vara en del genom att bidra till ökad upptäcktsrisk vid brott, då man lättare kan iakttagas. Ett sätt kan vara att göra den utsatta platsen, till exempel en parkeringsplats, betydligt ljusare än omgivningen. På torg, i parker, längs affärsgator och i historiska miljöer kan vägbelysningen bidra till att skapa ***atmosfär***.

## 2.3 Adaptionssträcka

Ögats anpassning från ljus till mörker är förhållandevis långsam. På vägar med hög luminansnivå ska därför en adaptationssträcka anordnas vid övergång från belyst till obelyst vägsträcka, för att ögat ska hinna anpassa sig till den lägre ljusnivån.

Medelluminansen på adaptationssträckan bör vara omkring 15–25% av den belysta vägens medelluminans. Stolphöjd, stolpavstånd och armaturtyp bör om möjligt vara samma på adaptationssträckan som på den belysta sträckan. Där belysningen upphör bör vägen förses med kantstolpar på en sträcka av minst dubbla adaptationssträckan, dock minst 300 m.

I de fall man har en dubbelsidig ljuspunktsplacering kan det vara möjligt att anordna adaptationssträckan genom att låta belysningen övergå i enkelsidig ljuspunktsplacering längs den motsatta körbanan.

Övergång mellan belyst och obelyst väg ska ske där trafikmiljön är okomplicerad, det vill säga på en rak vägsträcka eller i en kurva med stor radie. Om kurvan har liten radie bör adaptationssträckan i första hand avslutas efter kurvan. I andra hand bör adaptationssträckan avslutas på ett avstånd före kurvan som är minst lika med adaptationssträckans längd.

# 3 Vägbelysning: begrepp och definitioner

## 3.1 Ljusterminologi

Egenskaper hos ljus kan beskrivas med ett antal olika parametrar. De som är mest relevanta i vägbelysningssammanhang är:

**Strålningsflöde,** $\Phi$ [W]. Totala effekten av den elektromagnetiska strålning som emitteras från en ljuskälla. Enheten är watt.

**Ljusflöde,** $\Phi_v$ [lm]. Totala strålningsflödet från en ljuskälla viktat med ögats känslighetsfunktion. Det vill säga, ljusflödet är ett mått på mängden ljus som ögat kan uppfatta (det synbara ljuset), till skillnad från strålningsflödet som anger den fysikaliska mängden utstrålat ljus. Enheten för ljusflöde är lumen.

**Ljusstyrka**, $I$ [cd]. Ljusflöde i en viss riktning, per steradian (rymdvinkel). Enheten är candela (1 candela = 1 lumen/steradian). $I = \Phi_v / \Omega$, där $\Omega$ betecknar rymdvinkel.

**Belysningsstyrka**, $E$ [lx]. Infallande ljusflöde per ytenhet. Enheten är lux (1 lux = 1 lumen/m²). $E = \Phi_v / A$, där $A$ betecknar ytans area (m²). 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. I vägbelysningssammanhang använder man ibland indexen $h$ och $v$ för att beteckna horisontell respektive vertikal belysningsstyrka. Belysningsstyrka benämns *illuminance* på engelska. Den försvenskade formen illuminans används ibland som en synonym till belysningsstyrka.

**Luminans**, $L$ [cd/m²]. Ljusflödet ut från en yta, i en viss riktning, dividerat med arean av projektionen av ytan på ett plan vinkelrätt mot ljusflödets riktning (betraktelseriktningen). 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/m², medan ett papper i kontorsbelysning har en luminans på 100–150 cd/m². Vägbelysning ger vanligen en vägyteluminans på ≤ 2 cd/m².

**Speglande spridning/reflexion:** Speglande spridning/reflexion innebär att ljus som infaller mot en yta sprids/reflekteras i en och samma

riktning. Reflexion av ljus i en plan vattenyta kan sägas vara speglande. Spekulär reflexion är en synonym till speglande reflexion.

**Diffus spridning/reflexion:** Diffus spridning eller reflexion uppstår då ljus som infaller mot en yta sprids/reflekteras i olika riktningar. Diffus spridning uppstår till exempel då en ljuskälla placeras bakom vitt eller frostat glas.

Samtliga storheter ovan, förutom strålningsflöde, baseras på ljusflöde vilket är viktat efter ögats känslighetsfunktion. I vägbelysningssammanhang avses i alltid den fotopiska känslighetsfunktionen, se även kapitel 2.

## 3.2 Belysningskvalitet

Kraven i VGU baseras på ett flertal parametrar som beskriver belysningens egenskaper. Det handlar i första hand om krav på vägytans luminans eller krav på belysningsstyrka vid vägytan. Dessutom finns krav som rör bländning och omgivningsljus.

En sammanfattning av de mest relevanta parametrarna och definitionerna ges nedan. Alla belysningstekniska beräkningar görs med datorprogram (till exempel DIALux eller Relux), och man behöver därför inte ha detaljkunskap om definitioner och standarder för att kunna utföra dessa.

### 3.2.1 Belysningstekniska kvalitetsegenskaper

För belysningsstyrka och luminans beräknas värden i ett antal punkter mellan två armaturer. Punkterna är placerade i ett rutnät över körfältet, där avståndet mellan två punkter i longitudinell riktning är ≤ 3 m och i transversell riktning är ≤ 1,5 m, se principskiss i Figur 4 (den exakta placeringen av punkterna beror på körfältets bredd och avståndet mellan armaturerna). De beräknade punktvärdena används sedan för att beräkna medelvärden, jämnhet osv, enligt definitionerna nedan.

Beräkningar ska göras för varje körfält. Samtliga körfält ska uppfylla de krav som ställs på belysningens kvalitetsegenskaper.

Detaljerade definitioner samt beräknings- och mätningsanvisningar av parametrar som beskriver belysningskvaliteten ges av standarderna SS-EN 13201-3 (beräkning) och SS-EN 13201-4 (mätning).

Figur 4: Belysningsstyrka och luminans beräknas i ett antal punkter i körfältet mellan två armaturer. Antalet punkter och dess placering beror på vägens bredd och avståndet mellan armaturerna.

**Medelbelysningsstyrka**, $\bar{E}$ [lx]. Horisontell medelbelysningsstyrka vid körbanan. Beräknas som det aritmetiska medelvärdet av punktvärdena i figur 4.

**Lägsta belysningsstyrka**, $E_{min}$ [lx]. Lägsta horisontella belysningsstyrka vid körbanan (lägsta värdet av punktvärdena).

**Belysningsstyrkejämnhet**, [-]. Beräknas som kvoten mellan det lägsta punktvärdet och medelvärdet av alla punktvärden, det vill säga $E_{min}/\bar{E}$.

**Lägsta vertikala belysningsstyrka**, $E_{v,min}$ [lx]. Lägsta belysningsstyrka för en vertikal plan yta. Beräkningspunkterna placeras 1,5 m över markytan. Vertikalplanets orientering beror på tillämpning. Vid övergångsställen placeras det vinkelrätt mot betraktarens, det vill säga fordonsförarens riktning.

**Medelluminans**, $\bar{L}$ [cd/m²]. Körbanans medelluminans. Beräknas som det aritmetiska medelvärdet av punktvärdena i figur 4. Luminansen beror på belysningsstyrkan vid körbanan, beräkningspunktens position relativt ljuskällan, vägytans reflexionsegenskaper, samt observatörens position. Enligt standarden beräknas luminansen sedd från en observatör som befinner sig mitt i körfältet, 1,5 m över markytan och 60 m från den första ljuskällan i det relevanta området. Luminans kan därför inte användas som mått på belysningskvalitet där siktsträckan är mindre än 60 m (till exempel i cirkulationsplatser) eller där observatörerna har flera olika positioner (till exempel i konfliktzoner där det finns både motorfordonsförare och GC-trafikanter).

**Lägsta luminans**, $L_{min}$ [cd/m²]. Lägsta luminansvärdet av punktvärdena i figur 4.

**Luminansjämnhet**, $U_o$ [-]. Luminansjämnhet på körbanan. Beräknas som kvoten mellan det lägsta punktvärdet och medelvärdet av alla

punktvärden, det vill säga $L_{min}/\bar{L}$. Luminansjämnheten beskriver variationen i luminans och kan sägas vara ett mått på hur väl körbanan utgör en bakgrund till vägmarkeringar och andra föremål i vägmiljön. Indexet *o* står för *overall uniformity*.

**Luminanslikformighet**, $U_l$ [-]. Luminanslikformighet på körbanan definieras som kvoten mellan det lägsta och det högsta punktluminansvärdet i den punktlinje som går längs mitten av körfältet. Om det finns flera körfält beräknas en kvot för varje körfält. Luminanslikformigheten är då den lägsta av dessa kvoter. Luminanslikformigheten är ett mått på det mönster med omväxlande ljusa och mörka fält som skapas på vägytan. Mönstret framträder endast på långa och förhållandevis raka vägar, och det är därför relevant att beräkna luminanslikformigheten endast för sådana vägar. Indexet *l* står för *longitudinal uniformity*.

**Jämnhet min/max** *Ud* [-]. Extrem jämnhet Illuminans- eller luminansjämnhet. Kvoten mellan det lägsta och högsta punktvärdet på en yta. Indexet *d* står för *diversity*.

**Omgivningsljus**, *EIR* [%]. Objekt som befinner sig vid vägkanten ses med vägens sidoområde som bakgrund. Om sidoområdet är belyst blir det lättare att upptäcka dessa objekt. Omgivningsljuset, *EIR*, definieras som den lägsta kvoten (beräkningen görs för vägens båda sidor) mellan medelbelysningsstyrkan på en yta motsvarande körfältets bredd, direkt vid sidan av vägen och medelbelysningsstyrkan för det yttersta körfältet. *EIR* har relevans endast när det inte finns några angränsande trafikerade ytor med egna belysningskrav. Förkortningen *EIR* står för *edge illuminance ratio*.

**Tröskelvärdesökning**, *TI* [%]. Tröskelvärdesökning är ett mått på synnedsättande bländning från vägbelysningens armaturer. Måttet definieras som den procentuella ökningen av kontrasten mellan ett föremål (på vägbanan) och dess bakgrund, som behövs för att föremålet precis ska förbli synligt i närvaro av synnedsättande bländning från armaturerna (jämfört med den kontrasten som behövs för att föremålet precis ska vara synligt då det inte finns någon synnedsättande bländning). Bländning uppkommer framförallt från ljuspunkter i det centrala synfältet. Beräkningen av *TI* baseras på det ljus som kommer från armaturer som befinner sig inom 20 grader från blickriktningen då observatören tittar rakt fram längs vägen. Tröskelvärdesökningen beräknas enligt en standard där observatören antas vara 23 år. Kraven på *TI* måste därför vara högt ställda, för att motsvara behoven även hos äldre personer, som är betydligt mer känsliga för bländning. Beräkningen av *TI*

kräver att vägytans luminans kan beräknas, samt att observatören har en viss position i förhållande till armaturerna. *TI* kan därför inte användas som ett generellt mått på bländning, utan är i huvudsak tillämpbart för att beräkna bländning från vägbelysning på vägar för motorfordon.
Förkortningen *TI* står för *threshold increment*.

**Glare rating**, *GR* [-]. Glare rating är ett mått på synnedsättande 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. 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 (liknande som i figur 4 men med den aktuella ytans geometri), 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).

### 3.2.2 Vägytans egenskaper

För att man ska kunna beräkna de parametrar som beskriver belysningens kvalitet krävs indata bland annat i form av vägens geometri. Vid luminansberäkningar krävs även kunskap om vägytans reflexionsegenskaper, vilka beskrivs i form av ett klassningssystem. Tre olika klassningssystem förekommer: R-, N- och C-klasser (CIE 30:1976; CIE 66:1984). Dessutom finns W-klasserna som beskriver våta vägytors egenskaper. I Sverige tillämpas N- och W-klasserna.
För att förenkla vid beräkning har VGU begränsat vilka N-klasser och luminanskoefficienter som ska användas.

**Väggeometri:** Vägbredd, antal körfält och bredd hos ev. mittremsa.

**N-klasser:** Beskriver torra vägbeläggningars reflexionsegenskaper. Klassningen baseras på stenmaterialets ljushet och ytans speglande egenskaper. Det finns fyra N-klasser, där N1 är ljusast och minst speglande, och N4 mörkast och mest speglande. De allra flesta beläggningstyper som förekommer i Sverige hör till klasserna N2 eller N3.

**W-klasser:** Våta vägytor delas in i fyra beläggningsklasser, W1-W4, där W4 är den mest speglande ytan. Klasserna W2 och W3 beskriver de flesta beläggningstyper som används i Sverige.

**Qo:** Genomsnittlig luminanskoefficient. Beskriver vägytans genomsnittliga ljushetsgrad.

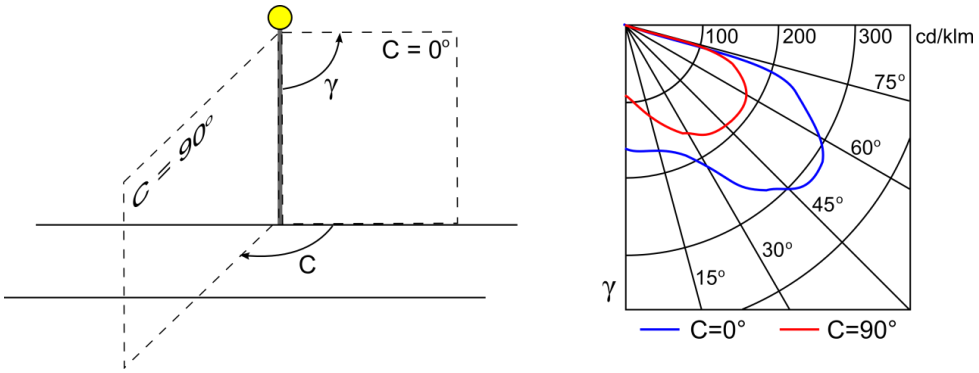
### 3.2.3 Ljuskällans och armaturens egenskaper

**Ljusflöde,** $\Phi_v$ [lm]. Totala strålningsflödet från en ljuskälla viktat med ögats känslighetsfunktion, det vill säga totala mängden synbart ljus.

**Ljusutbyte**, [lm/W]. Anger hur stort ljusflöde som alstras per förbrukad watt. Ljusutbytet är ett mått på ljuskällans energieffektivitet. Enheten är lumen per watt.

**Verkningsgrad**, *LOR* [-]. Beskriver hur stor andel av det totala ljusflödet som strålar ut från armaturen. Det vill säga, *LOR* är ett mått på ljusförluster i armaturen. Förkortningen *LOR* står för *light output ratio*.

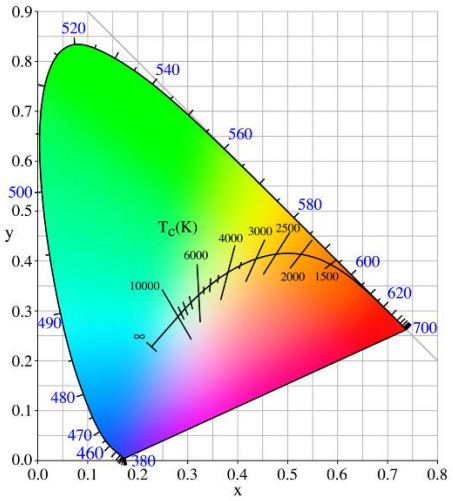
**Ljusfördelningskurva**, - [cd/klm]. Beskriver en armaturs ljusstyrka i olika riktningar. Kurvan är normerad med det totala ljusflödet uttryckt i kilolumen. Ljusfördelningskurvan visas i ett polärdiagram, som motsvarar ljusstyrkan i ett vertikalplan genom armaturens optiska centrum. Om ljusfördelningen är asymmetrisk kan diagrammet innehålla flera kurvor. Vinkeln *C* anges för att beskriva vertikalplanets vinkel relativt vägens riktning. *C* = 0° avser vertikalplanet som är parallellt med vägen medan *C* = 90° avser vertikalplanet som är vinkelrätt mot vägen. Vinkeln *γ* betecknar ljusets riktning relativt lodlinjen. Figur 5 illustrerar hur vinklarna *C* och *γ* definieras, samt visar ett exempel på ljusfördelningskurvor för en asymmetrisk armatur.




Figur 5: Ljusfördelningsdiagram (högra figuren) med olika ljusfördelning i olika vertikalplan (C=0 respektive C=90). Vänstra figuren visar hur vinklarna C och γ definieras.

**Färgtemperatur**, - [K]. Färgtemperatur används för att beskriva nominellt vita ljuskällors färgton. Enheten är Kelvin. Intervallet för vitaktiga toner omfattar ungefär 2700-7500 K, där de lägre värdena motsvarar varmvita, det vill säga gulröda toner och de högre värdena

motsvarar kallvita, det vill säga blåaktiga toner. varmvit har en färgtemperatur på ca 2700-3000 K, vit ca 3000-4000 K och kallvit ca 5000 K. Med vitt ljus avses en sådan spektralfördelning att tillräckligt många färger (våglängder) är inkluderade för att man ska uppleva färger relativt upplevelsen i dagsljus. Färgtemperatur anger en förskjutning/nyansskillnad utmed Plancks kurva.




Figur 6: CIEs färgtriangel med Plancks kurva.

**Ra-index**, - [-]. Beskriver färgåtergivningen hos en ljuskälla relativt en referenskälla, som för färgtemperaturer mindre än 5 000 K är en glödlampa och för färgtemperaturer över 5 000 K är dagsljus. Ra-index anges på en skala från 0 till 100, där 100 motsvarar referenskällans färgåtergivning. Ra-index är ett medelvärde av hur väl ljuskällan återger färgen hos ett antal olika testfärger. Det innebär att två ljuskällor som har samma Ra-index inte nödvändigtvis återger färger på samma sätt.

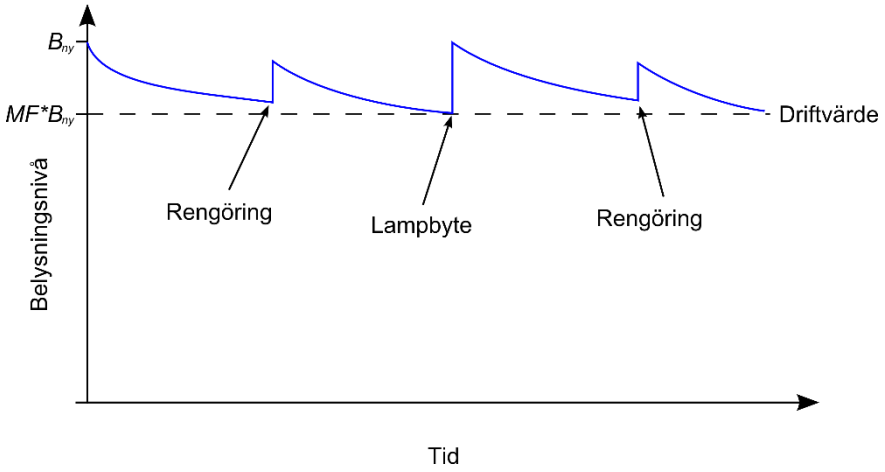
**S/P-kvot**, - [-]. Beskriver en ljuskällas frekvensinnehåll (färgton), som kvoten mellan skotopiskt och fotopiskt ljusutbyte. En högtrycksnatriumlampa har en S/P-kvot på onkring 0,6, medan en metallhalogenlampa har en S/P-kvot på omkring 1,7.

**Användbar livslängd,** - [h]: Användbar livslängd är den tid då ljuskällan är förbrukad utifrån bestämda värden på ljusnedgång och lampbortfall som är satta ur ett underhållsperspektiv. Det finns ljuskällor som kan ge ljus under mycket lång tid utan bortfall men ljusflödet kan då ha minskat till en bråkdel av det initiala värdet. Därför måste användaren bestämma vilken livslängd som är acceptabel utifrån ljusnedgång och hur underhållet planeras. Hur lång den tiden är för olika ljuskällor och anläggningar varierar alltså beroende på hur användaren vill dimensionera och sköta sin anläggning..

**Driftvärde**, - [-]: Driftvärdet är produkten av nyvärdet för någon belysningsteknisk kvalitetsegenskap (medelluminans, medelbelysningsstyrka etc.) och bibehållningsfaktorn, se nedan. Driftvärde syftar på den belysningsnivå en anläggning har när den har åldrats och blivit nedsmutsad.

**Bibehållningsfaktor**, *MF* [-]. Belysningsnivån hos en anläggning är inte konstant, utan avtar med tiden beroende på en nedgång i ljusflöde, nedsmutsning av armaturen och lampbortfall. Bibehållningsfaktorn *MF* definieras som kvoten mellan den luminans/belysningsstyrka (*B*) som anläggningen ger efter en viss tid och den luminans/belysningsstyrka anläggningen ger när den är ny ($B_{ny}$), Figur 7. Förkortningen *MF* står för *Maintenance factor*.

De belysningstekniska krav som ställs (kapitel **Fel! Hittar inte referenskälla.**) avser driftvärden, där driftvärdet är definierat som nyvärde multiplicerat med bibehållningsfaktorn *MF*. Genom att inkludera bibehållningsfaktorn i de belysningstekniska beräkningarna kompenserar man för den försämring i belysningsnivå som sker. I praktiken innebär detta att anläggningen när den är ny kommer att ge mer ljus än vad som krävs. Med tiden kommer nivån att sjunka så att den motsvarar driftvärdet. Vid denna tidpunkt är det dags att genomföra någon underhållsåtgärd, för att inte nivån ska sjunka under kravnivån. Det vill säga, bibehållningsfaktorn har en direkt koppling till underhållsintervallet.



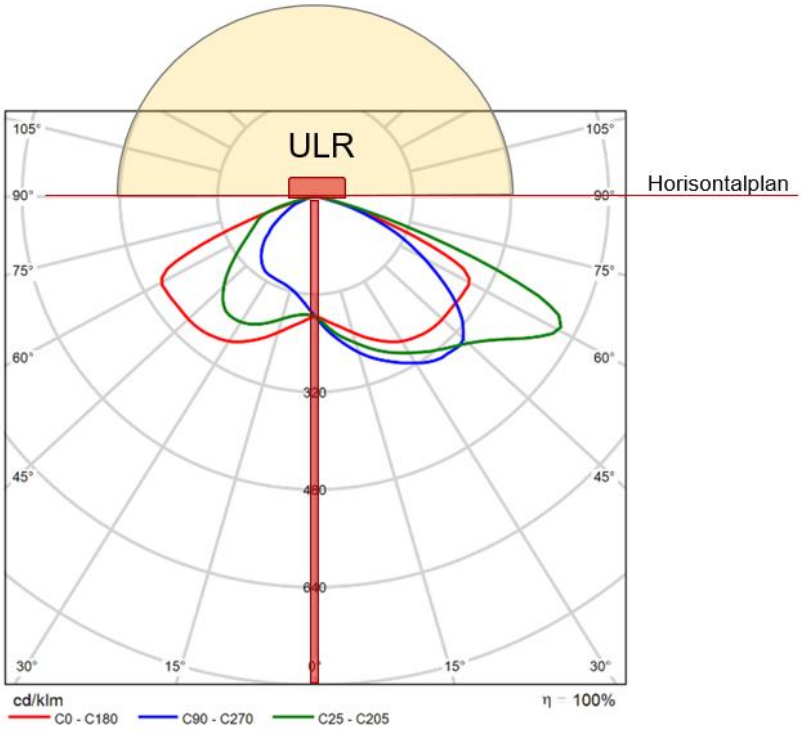

Figur 7: Belysningsnivån minskar över tid till följd av ljusnedgång hos ljuskällan och nedsmutsning. Driftvärdet är nyvärdet Bny multiplicerat med bibehållningsfaktorn MF.

**Constant light output**, *CLO*: är en funktionalitet för att spara energi. Tekniken brukar används i LED-armaturer, där ljuskällan dimras ned till den ljusnivå som armaturen förväntas ha då den användbara livslängden

är uppnådd. I takt med att ljuskällan åldras ökas effekten för att kompensera ljusnedgången.

*CLO* innebär att armaturen kommer att ge samma ljusflöde under hela dess användbara livslängd, till exempel 80% av sitt initiala ljusflöde, vilket medför att överflödigt ljus undviks och energi sparas.

**Upward light ratio (ULR),** är den andel av ljusflödet från en armatur eller installation som strålar ut, vid och över horisontalplanet, då armaturen är installerad (enhet %).




Figur 8: Representation av ULR i en ljusfördelningsdiagram

## 3.3 Belysningsklasser

Kraven på belysningsteknisk kvalitet för olika vägmiljöer beskrivs i form av belysningsklasser, där en klass består av ett eller flera kriterier. Användandet av belysningsklasser förenklar kravformuleringarna samt bidrar till att göra belysningen enhetlig. Belysningsklasserna baseras på en internationell standard, men tillämpningen av dem kan skilja sig åt mellan olika länder. I Sverige används M-klasser, C-klasser och P-klasser. Dessutom finns avskärmningsklasser och bländningsklasser.

### 3.3.1 Vägbelysningsklasser

Varje klasskategori består av 5–7 klasser/nivåer, där klass 1 (0 för C-klasserna) har högst krav. Kraven minskar därefter stegvis för varje klass. Begreppen *"en klass lägre"* eller *"en klass högre"* kan i vissa sammanhang syfta på kravnivån medan de i andra sammanhang syftar på klassens nummer. I det här dokumentet används *högre/lägre* för att beskriva kravnivå. Exempel: klass 2 är högre än klass 4.

Kvalitetskraven som ges av vägbelysningsklasserna avser driftvärden. För att hålla energiförbrukningen så låg som möjligt ska man inte överdimensionera belysningen mer än vad som är nödvändigt för att kompensera för den nedgång i ljusflöde som sker över tiden. Kraven som ges av belysningsklasserna ska ses som målvärden (för driftvärdena), det vill säga driftvärdena ska uppfylla kraven men inte vara högre än så. En metod kan vara att nyttja CLO-teknik.

**M-klasser:** Tillämpas på vägar för motorfordon. Belysningskriterierna för M-klasserna utgörs främst av krav på vägytans luminans. För torra vägbanor ställs krav på lägsta medelluminans, luminansjämnhet och luminanslikformighet, medan kriterierna för våta vägbanor begränsas till krav på luminansjämnhet. M-klasserna omfattar även krav för maximal *TI* och lägsta *EIR*. *(M = motorized vehicles)*

**C-klasser:** Tillämpas i vägmiljöer för motorfordon där vägyteluminansen inte kan definieras eller beräknas (när siktavståndet är kortare än 60 m eller när det finns flera relevanta observatörspositioner), såsom i korsningar eller i cirkulationsplatser. De kan även användas för miljöer med gående och cyklister. C-klassernas kriterier utgörs av krav på lägsta horisontella medelbelysningsstyrka och belysningsstyrkejämnhet. Om synbarheten är viktig tillämpas även krav på maximal *TI*. I detta sammanhang används en modifierad version av *TI*, dels eftersom vägytans luminans inte kan beräknas/definieras, dels eftersom flera observatörspositioner är möjliga. Man måste i detta fall själv avgöra vilken eller vilka observatörspositioner som är relevanta. *(C = conflict areas)*

**P-klasser:** Tillämpas på GC-vägar. Kriterierna utgörs av krav på lägsta horisontella medelbelysningsstyrka och minsta belysningsstyrka. *(P = pedestrians)*

### 3.3.2 Avskärmnings- och bländningsklasser

Avskärmnings- och bländningsklasser används ibland som ett tillägg till belysningsklasserna, när det finns krav på att minimera graden av bländning

**Ljusstyrkeindex (G*-klasser):** Används för att ställa krav på graden av synnedsättande bländning från armaturer. Klasserna benämns G*1-G*6, där kraven är högst för klassen G*6. G*-klasserna tillämpas i känsliga miljöer där man vill minimera störande ljus, samt på GC-vägar, där man vill minimera påverkan på omgivningen. 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.

**Bländningsklasser baserade på GR-index:** Används för att ställa krav på graden av synnedsättande bländning för trafikmiljöer där C-klassen tillämpas, men där ingen motortrafik förekommer. GR-index används även i andra utomhusmiljöer och klasserna är därför indelade i tre områden: trygghet och säkerhet, rörelse och säkerhet, samt arbetsuppgifter. Klasserna anger krav på maximalt GR-index, vilket beräknas för alla möjliga positioner för betraktaren, inom det aktuella området.

**Bländningsklasser baserade på bländtalsindex:** Används för att ställa krav på graden obehagsbländning från armaturer avsedda för GC-vägar. Klasserna benämns D0-D6, där högst krav ställs för klassen D6. Klasserna anger krav på maximalt bländtalsindex, vilket är ett mått på graden av bländning i en riktning av 85 grader från lodlinjen. Om själva ljuskällan är synlig från denna riktning kan inte bländtalsindex beräknas. Sådana armaturer tillhör klassen D0. Indexet är avsett för armaturer med stora opala lysande ytor och är inte helt tillämpligt på dagens LED-matriser.

**Tabell 1: Sammanställning över vägbelysningsklasserna och hur de används tillsammans med avskärmnings- och bländningsklasser.**

| Klass | Belysnings-kvalitet | Bländning | Avskärmnings-/bländningsklass |
|---|---|---|---|
| M-klasser, motorfordon | Luminans | *TI* | G*-klass (känsliga miljöer) |
| C-klasser, motorfordon | Belysningsstyrka | *TI* (approximation) | G*-klass (känsliga miljöer) |
| C-klasser, GC-trafikanter | Belysningsstyrka | - | GR-index |
| P-klasser, GC-trafikanter | Belysningsstyrka | *TI* (approximation) | G*-klass |

# 4 Allmänna principer för vägbelysningsanläggningar

## 4.1 Anordna belysningen så att den motsvarar trafikanternas behov

En grundläggande princip är att utformningen av en belysningsanläggning ska utgå från trafikanternas behov av belysning på den aktuella platsen. Valet av ljuspunktsplacering, armatur och ljuskälla avgörs i hög utsträckning av vilken funktion belysningen ska fylla. Ofta handlar det om att belysningen ska belysa och synliggöra ytor, trafikanter eller föremål. I andra fall kan det handla om att belysningen ska bidra till upplevelsen av en plats. Mer om trafikanternas behov och vägbelysningens funktion i olika trafikmiljöer finns i kapitel **Fel! Hittar inte referenskälla.** och **Fel! Hittar inte referenskälla.**, samt kapitel **Fel! Hittar inte referenskälla.**-8.

## 4.2 Anpassa anläggningen till omgivningen

En vägbelysningsanläggning tar förhållandevis stort visuellt utrymme i väg-eller gaturummet. Den ska därför anpassas till omgivningen så att den på ett så bra sätt som möjligt passar in i miljön.

I dagsljus fyller anläggningen ingen funktion och den ska därför framträda så lite som möjligt, både för de som befinner sig på vägen och för de som befinner sig i omgivningen. Hur framträdande en anläggning är påverkas bland annat av stolpplacering, stolphöjd och typ av armatur. Dessa parametrar ska alltså inte enbart väljas utifrån rent funktionella krav. Att anläggningen får rätt skala och dimension utifrån ett estetiskt perspektiv är viktigt för helhetsintrycket av vägmiljön. Det är bra att sträva efter en enhetlighet hos närliggande anläggningar på samma typ av väg, till exempel med avseende på ljuskälla, armatur, stolphöjd, stolptyp och armlängd.

I mörker är det framför allt ljuspunkterna som är synliga. Från vägen ska de ge trafikanterna en klar bild av vägmiljön och en god visuell ledning. En konsekvent placering av ljuspunkterna bidrar till detta. Från omgivningen ska inte anläggningen upplevas som dominerande eller störande. Ur det perspektivet är nivån på belysningen samt graden av bländning viktiga parametrar.

I vissa fall kan estetiken ha extra stor betydelse. Det kan till exempel handla om att stolpar eller armaturer inte får skymma eller försämra det

visuella intrycket av en betydelsefull plats eller byggnad, att området har ett genomgående tema där belysningen måste passa in (till exempel i en historisk miljö) eller att det förekommer annan ljussättning som ska samspela med vägbelysningen.

Figur 9: Vägbelysningen ska samspela med annan ljussättning i omgivningen. Bild: Katja Kircher, VTI.

## 4.3 Anpassa belysningsnivån till omgivningen

En generell princip är att belysningsnivån ska anpassas till omgivningens ljusförhållanden. Är omgivningen ljus behöver belysningsanläggningen ge mycket ljus för att vägen/platsen inte ska upplevas som mörk. Likaså om det finns ljusstarka objekt (reklamskyltar, skyltfönster) i närheten av vägen blir synbarhetsförhållandena bättre för trafikanterna om vägen har god belysning.

Även ett högt trafikflöde talar för en relativt hög belysningsnivå, eftersom mötande fordons belysning ökar adaptationsnivån och gör att mörkare områden i synfältet, däribland vägen, kan vara svåra att se. Om omgivningen är mörk, vilket oftast gäller till exempel på landsbygden, ska belysningen vara relativt svag för att inte upplevas som bländande, och för att inte skapa alltför stora kontraster mellan den belysta vägen och den obelysta omgivningen.

I många fall ger VGU rekommendationer för vilken nivå på belysningen som är lämplig. Om omgivningsljuset skiljer sig mycket från vad som kan förväntas för en viss vägtyp kan man behöva göra avsteg från rekommendationerna.

## 4.4 Undvik bländning

Bländning skapar obehag och kan i vissa fall ge kraftigt försämrade synbarhetsförhållanden. Bländning uppstår framför allt då ljuskällan är direkt synlig för betraktaren. Grundprincipen för att undvika bländning är därför att sträva efter att alltid skärma av ljuskällan så mycket som möjligt.

Graden av bländning från en anläggning kan till viss del beräknas i samband med de belysningstekniska beräkningar som görs vid projekteringen. De mått på bländning som används – TI, G*-klass, GR-index eller bländtalsindex – ger en indikation på graden av bländning och de bör tillämpas så långt det är möjligt.

- Vägar för motortrafik (M-klasser): se till att kraven på TI uppfylls.
- Trafikmiljöer där C-klasserna tillämpas: använd armaturer med G*-klass G*4, G*5 eller G*6.
- Trafikmiljöer där C-klasser tillämpas men där motortrafik inte förekommer: beräkna GR-index och jämför med GR-klassernas kriterier.
- Vägar och trafikmiljöer för GC-trafikanter: använd armaturer med G*-klass G*4, G*5 eller G*6.

Bländningsberäkningar ger inte ger en fullständig bild av bländningen från en armatur eller en anläggning. Bländning är komplext och beror på många faktorer, däribland ljusstyrka, ljusfördelningskurva, armaturens utformning, betraktarens position i relation till armaturen, omgivningsljus samt betraktarens synstatus och subjektiva upplevelse. Det är därför bra att komplettera de beräknade måtten med någon form av bedömning av potentiella bländningsproblem:

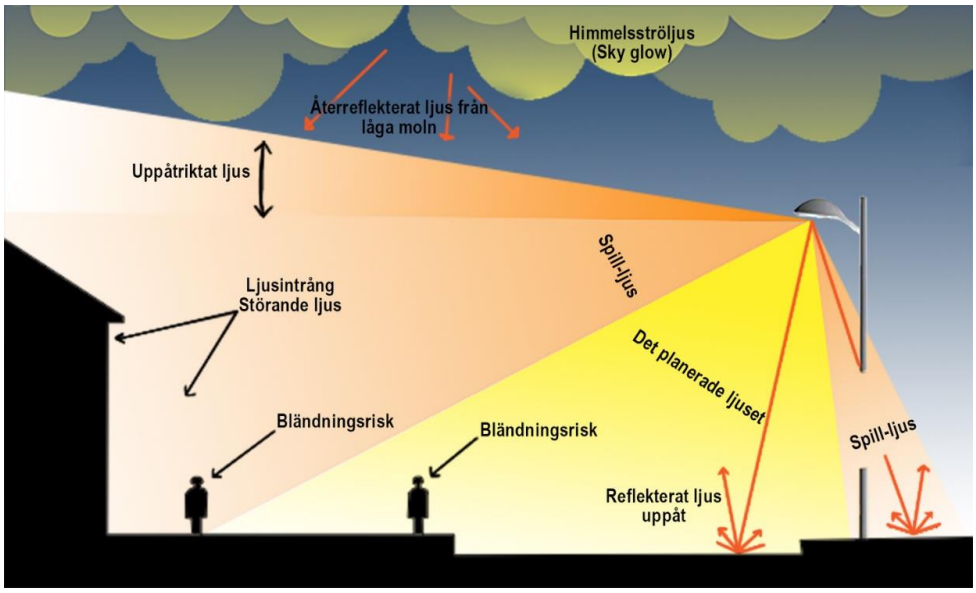
- En anläggning kan vara bländande för andra än dem den primärt är avsedd för. Ett exempel på när armaturer kan orsaka bländning är när de placeras nära fönster i bostadshus. Bländning kan i sådana fall undvikas genom att belysningen skärmas i de riktningar man inte vill ha ljusspridning.
- Ljuspunkter som hamnar i det centrala synfältet vid "normal" betraktelseriktning riskerar att upplevas som bländande. Exempel på sådana ljuspunkter kan vara pollarbelysning, belysning infälld i räcken eller murar, eller låga stolpar i GC-miljöer. Bländningen kan minskas genom att skärma av ljuskällan så att den inte blir synlig, eller genom att använda optik/hölje som ger en diffus

spridning av ljuset. En låg ljusstyrka bidrar också till att minska problemen med bländning.

- Om det är möjligt är det bra att göra en subjektiv bedömning av graden av bländning från den aktuella armaturen och ljuskällan, i den situation den är tänkt att användas eller vid en referensanläggning i liknande miljö. Om ljuset upplevs som obehagligt eller om det gör att man får svårt att se vägen/omgivningen när man har blicken riktad som man förväntar sig att trafikanterna kommer att ha (det vill säga rakt fram om det handlar om en vanlig väg) ska man försöka välja en annan armatur/ljuskälla.

## 4.5 Minimera mängden ljusföroreningar

Internationellt används två uttryck, light pollution och obtrusive light, som på svenska gärna sammanbakas till ljusföroreningar. För mycket ljus eller felriktat ljus skapar ljusföroreningar, som är negativa både ur ett ekologiskt och ur ett ekonomiskt perspektiv. Ljusspridning i riktningar där ljuset inte behövs eller är önskvärt ska därför minimeras. Det är inte bara själva ljuskällan som ger upphov till felaktig ljusspridning, utan även reflexioner bidrar i stor utsträckning.




Figur 10: Ljusets fördelning och ljusföroreningar redovisat med benämning.

Ljusföroreningar är särskilt viktiga att ta hänsyn till i bostadsområden och i känsliga naturområden. För människor kan ljusföroreningar upplevas som störande eller irriterande. Ljusföroreningar kan även ge en störd sömn. Det är känt att natur och djurliv påverkas negativt av artificiellt ljus. I känsliga naturområden kan man överväga att inte använda belysning

alls, eller att släcka ned anläggningen under natten. Vid valet av armatur ska ULR-metoden (se kapitel 3.2.3) användas för att säkerställa att den valda produkten inte ger upphov till något ljus i oönskad riktning.

För att möjliggöra djurs rörelse inom landskapet bör mörka sammanhängande områden eller stråk projekteras.

Många djurarter har syn med hög temporal upplösning, det vill säga att de kan uppfatta flimmer i sådan belysning som för människan upplevs som fast sken. Detta gäller bland annat snabbflygande, dagaktiva insekter och fåglar, och även fiskar i klara vatten. Säkerställ därför att flimmer minimeras genom att välja produkter som uppfyller sådana krav.

## 4.6 Undvik skuggning från träd och andra objekt

Träd och buskar i närheten av ljuspunkterna kan ha en negativ inverkan på ljusspridningen. En trädkrona kan absorbera en stor del av ljuset och ge betydligt sämre luminans på vägytan än vad som var avsett. Förekomst av träd, större buskage och andra objekt som kan skugga eller skymma belysningen är därför av betydelse vid valet av stolpplacering och stolphöjd. Vid nyplantering bör man om möjligt samordna trädplaceringen med stolpplaceringen.

Skyltbryggor, gångbroar och smala viadukter är andra objekt som kan skymma belysningen.

Figur 11: Förekomst av träd är av betydelse vid valet av stolphöjd och stolpplacering. Bild: Lennart Johansson.

## 4.7 Minimera energiförbrukningen

En låg energiförbrukning är fördelaktig både med avseende på driftskostnader och miljöbelastning. Energiförbrukningen kan minskas genom att välja en energieffektiv belysningslösning, reducera effekten nattetid (nattsänkning) och undvika överdimensionering. Teknisk lösning kan vara att använda drivdon med inbyggd nattsänkning samt även CLO. En annan variant kan vara att använda närvarostyrda armaturer.

## 4.8 Ta hänsyn till drift och underhåll

För att minska behovet av underhåll och reparationer bör man i möjligaste mån undvika att placera stolpar och armaturer där de riskerar att bli påkörda eller utsatta för vandalisering. På starkt trafikerade vägar kan det vara svårt att komma åt armaturerna för underhåll.

En väl genomtänkt placering av ljuspunkterna kan underlätta underhållet. Anläggningsdelarnas förväntade livslängd kan också vara en relevant faktor i det här sammanhanget. Om det är svårt eller kostsamt att utföra underhåll kan det vara lämpligt att välja belysningslösning med lång livslängd, även om det kanske innebär en större initial kostnad.

Utöver drift och underhåll av själva belysningsanläggningen bör man även ta hänsyn till hur anläggningen påverkar möjligheterna att utföra annat underhåll av vägen och vägmiljön. Snöröjning och gräsklippning är exempel på arbeten som kan försvåras av att det finns belysningsstolpar i vägmiljön. Det kan vara en god idé att kontakta den ansvarige driftentreprenören för att få synpunkter som berör drift och underhåll.

Figur 12: Vid planering av en belysningsanläggning bör man ta hänsyn även till underhåll som inte är belysningsrelaterat, såsom snöröjning. Här är stolparna placerade med gott om plats för snöplogen. Bild: Henrik Gidlund.

# Del 2 Utformning av vägbelysning

# 5 Utformning av vägbelysningsanläggning

Vid utformning av en vägbelysningsanläggning finns det flera olika faktorer att ta hänsyn till. Grundläggande är att anläggningen ska uppfylla de eventuella krav och riktlinjer som finns. Inom ramen för kraven behöver man göra ett flertal val och avvägningar, vad gäller anläggningens olika delar (armatur, stolpe, etc.), estetik (placering av armatur, helhetsintryck, etc.) och kostnader kontra funktion. Nedanstående frågeställningar kan användas för att ta fram ett underlag för den fortsatta projekteringen.

- Ska vägen/platsen ha belysning eller inte?
- Vilka är vägens/platsens användare och hur ska belysningen stödja dem?
- Finns det särskilda krav eller rekommendationer för vägen/platsen?
- Vilken eller vilka belysningsklasser ska användas?
- Vilken anläggningstyp är lämplig?
- Hur ska ljuspunkterna och stolparna placeras?
- Vilken armaturtyp ska användas?
- Ska anläggningen förses med system för styrning och övervakning?
- Vilka belysningstekniska beräkningar behöver göras?
- Vilka ekonomiska beräkningar behöver göras?

Avsnitten nedan ger en vägledning för hur man kan tänka kring de olika valen man behöver göra.

## 5.1 Belysning eller inte

I vissa fall ställer VGU krav på att belysning ska finnas och i många andra fall finns det rekommendationer för när belysning ska användas. Kommuner kan ha egna belysningsplaner och riktlinjer för hur, var och när belysning ska användas.

För vissa typer av vägar och platser finns ibland inga tydliga riktlinjer. Det kan också vara så att det finns omständigheter som gör att man kan vilja göra avsteg från de rekommendationer som finns. Oavsett om det finns riktlinjer eller inte så kan det vara en god idé att fundera igenom hur vägen/platsen används i mörker och vilken funktion belysningen ska fylla. Frågor som kan vara till hjälp vid beslutet om man ska ha belysning eller inte är till exempel:

- *Vilken funktion ska belysningen fylla?*
  Till exempel: ge visuell ledning, underlätta upptäckande av oskyddade trafikanter, vara brottspreventiv etc.
- *I vilken omfattning används vägen/platsen i mörker?*
  Till exempel: trafikmängd, finns alternativa vägar, etc.
- *Vad finns det för skäl att ha belysning?*
  Till exempel: krav/regler, trafiksäkerhet, olycksstatistik, komfort, framkomlighet, trygghet, trivsel, önskemål från allmänheten, etc.
- *Vad finns det för skäl att inte ha belysning?*
  Till exempel: fyller ingen/liten funktion, hög kostnad, hög energiåtgång, ljusföroreningar, etc.
- *Vad blir konsekvenserna för trafikanterna om man väljer att inte ha belysning?*
- *Hur används belysning på liknande vägar eller i liknande trafikmiljöer?*

## 5.2 Särskilda krav eller rekommendationer

VGU ger i många fall konkreta anvisningar eller rekommendationer för hur vägbelysningen ska utformas i olika vägmiljöer. Kraven och råden handlar i första hand om vilken belysningsklass som är lämplig, men det kan även finnas anvisningar om till exempel ljuspunktsplacering.

Kraven och råden i VGU utgör ett ramverk för utformningen av en belysningsanläggning. Att inhämta information från VGU bör alltid ingå som ett första steg i planeringsarbetet. Senaste versionen av VGU (och även äldre versioner) finns tillgänglig på Trafikverkets webbplats.

## 5.3 Belysningsklass

För de flesta typer av vägar och trafikmiljöer anges lämplig belysningsklass i VGU. I de fall rekommendationer saknas bör belysningsnivån väljas dels utifrån vilken funktion belysningen ska fylla, dels utifrån omgivningsljuset (kapitel 4.3). Rekommendationer för liknande vägtyper eller trafikmiljöer kan ofta också ge en vägledning. Om det finns intilliggande eller anslutande anläggningar bör valet av belysningsklass koordineras med de befintliga anläggningarna. Liknande vägtyper inom samma område bör om möjligt ha samma belysningsklass för att undvika onödiga variationer i belysningsnivå och för att skapa en enhetlig belysning.

I de fall omgivningsljuset skiljer sig från vad som kan förväntas för en viss vägtyp kan det vara motiverat att göra avsteg från de rekommenderade belysningsklasserna. Om omgivningen är mycket ljusare, till exempel beroende på skyltfönster, reklamskyltar eller närliggande belysningsanläggningar kan det vara lämpligt att välja en högre belysningsteknisk kvalitet (en klass högre) än vad som rekommenderas. Om omgivningen är mörkare än vad den vanligtvis är för den aktuella vägtypen kan det vara motiverat att välja en lägre belysningsteknisk kvalitet (en klass lägre) än vad som rekommenderas.

Det kan även finnas anledning av göra avsteg från de rekommenderade belysningsklasserna om det finns särskilda skäl, till exempel för att minimera mängden ljusföroreningar i ett känsligt naturområde (kaptel 4.5).

## 5.4 Anläggningstyp

Vägbelysning kan anordnas med stolpar eller med linor. Anläggningstyp bör väljas med hänsyn till bland annat:

- Belysningsklass
- Vägens typsektion
- Möjligheten att placera stolpar längs med vägen
- Möjligheten att fästa bärlinor eller konsoler i byggnader
- Samordning med befintliga anläggningar
- Drift- och underhållsaspekter
- Estetik och rumslighet

Figur 13: Fasad- eller linmontering kan vara lämpligt i stadsmiljöer. Bild: Henrik Gidlund

## 5.5 Ljuspunktsplacering

Vid placering av ljuspunkterna ska hänsyn tas både till funktion och till estetik. Dessutom ska säkerhetsaspekter beaktas. En grundprincip är att utrustningen ska placeras så att den inte inkräktar på vägens fria rum.:

- Ljuspunktshöjden vid ljuspunktsplacering över vägbana ska vara minst 4,7 m.
- Luftledning över allmän väg ska vara förlagd på sådan höjd att det fria utrymmet över mark blir minst 6 m.

Vad som är lämplig ljuspunktshöjd avgörs främst av hur stor yta varje armatur behöver lysa upp. En högt placerad ljuspunkt kan belysa en större yta än en lägre placerad armatur, utan att orsaka onödig bländning. Ljuspunkshöjden anpassas efter vägtypen och vägrummets karakteristik. Tabell 2 anger lämpliga intervall för olika vägtyper. Inom intervallen väljs höjden så att den passar in i miljön, till exempel så att den överensstämmer med närliggande belysningsanläggningar, eller med avseende till intilliggande byggnader och träd.

När det finns byggnader är det lämpligt att ljuspunkterna i höjdled placeras något under takfoten (förutsatt att rekommendationerna i Tabell 2 uppfylls), eftersom de tenderar att framträda mer om de sticker upp över takfoten. Ljuspunktshöjden kan också påverkas av var det finns möjlighet att fästa linor och konsoler i byggnader.

Figur 14: Ljuspunkternas höjd bör anpassas efter intilliggande byggnaders skala. Bild: Lennart Johansson.

Stolphöjden påverkar hur en plats upplevs. Lågt placerade ljuspunkter gör ofta att en plats eller väg upplevs som trivsam, medan höga stolpar kan göra att en plats upplevs som ödslig. I trafikmiljöer bidrar stolphöjden till trafikanternas förståelse och tolkning av situationen. Höga stolpar signalerar större vägar och högre hastigheter, medan låga stolpar signalerar stadsgata eller GC-väg.

**Tabell 2: Lämplig ljuspunktshöjd för olika vägtyper.**

| **Vägtyp** | **Ljuspunktshöjd** |
|---|---|
| Vägar utanför tätort med mer än två körfält | 10–12 m |
| Tvåfältsväg utanför tätort | 8–12 m |
| Genomfart, infart | 10–12 m |
| Huvudgata | 8–12 m |
| Uppsamlingsgata | 6–10 m |
| Lokalgata | 6–8 m |
| GC-väg | 4–6 m |

Högmastbelysning (13–30 m) kan funktionellt sett vara fördelaktig, eftersom den är synlig på långt håll (visuell varning) och kan belysa ett relativt stort område med ett fåtal stolpar/master. Dock är underhållet av

högmastbelysning ofta komplicerat och dyrt eftersom det krävs en kranbil och uppställningsyta för denna. Högmastbelysning ska därför inte användas annat än i undantagsfall. På Trafikverkets vägar behövs dispens för att använda stolpar högre än 12 m.

De flesta vägbelysningsarmaturer är konstruerade för att sitta på en höjd som är lika med vägbredden, och med ett stolpavstånd som motsvarar 4–6 gånger stolphöjden. En noggrann bestämning av lämpligt avstånd mellan ljuspunkter beräknas fram med programvara för belysningstekniska beräkningar, baserat på belysningsklass, vald ljuspunktshöjd samt armaturernas ljusflöde och ljusfördelningskurva.

## 5.6 Stolpplacering

Belysningsstolpar bör i möjligaste mån placeras så att skadeföljden vid påkörning blir så låg som möjligt. Skadeföljden kan minskas genom användandet av eftergivliga stolpar, detta gäller dock inte för oskyddade trafikanter, framförallt motorcyklister. Det är därför olämpligt att placera stolpar där risken för påkörning är stor. Exempel på platser där stolpar lätt blir påkörda är ytterkurvor, där tung trafik genar i korsningar (refuger och ”hörn”), målade ytor i cirkulationer samt i T-korsningar (mittemot den anslutande vägen).

Vid valet av stolpplacering bör man även beakta estetiska aspekter samt snöröjning och annat underhåll. Belysningsstolparnas placering ska så långt det är möjligt samordnas med andra typer av stolpar.

Stolpplacering utmed kommunala gator och stolpplacering utmed Trafikverkets vägar kan skiljas åt då olika huvudmän arbetar med olika kravställningar. En kommunal gata har ofta fastigheter placerade nära gatan vilken ger andra förutsättningar än för de, i VGU, ställda kraven. Minsta avstånd mellan stolpe och körbanekant kan således vara olika beroende på huvudman.

Principerna för stolpplacering vid körbana visas i figur 15.

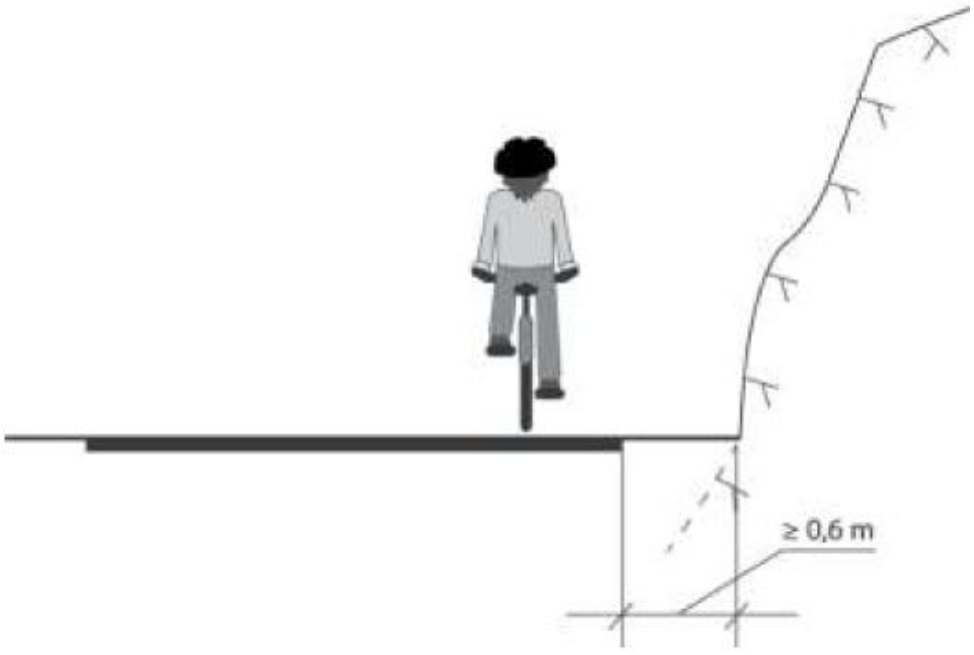
**Fria rummet** anger var det ska vara fri höjd och fri bredd i trafikmiljön. Det betyder att stolpar, armar, armaturer eller linspända armaturer inte ska inkräkta på den volym som fria rummet utgör. I VGU finns det angivet som minsta avstånd från stolpe till körbanekant (≥de). Avståndet är olika beroende på vägtyp, hastighet och trafikmängd.
Även om stolpen kan stå närmare utan att inkräkta på fria rummet ska den på trafikverkets vägar normalt placeras enligt VGUs belysningsdel.

Stolpar inom **säkerhetszonen** ska vara eftergivliga (se kap 5.7) eller placeras bakom räcken. Även här är avståndet olika beroende på vägtyp, hastighet och trafikmängd.

När vägen har räcken ska stolpar alltid placeras bakom räcket och utanför räckets **arbetsbredd**.

Figur 15: Vänster: Hinderfri bredd, eftergivliga stolpar ska placeras på ett avstånd ≥de från körbanekant. Mitten: Oeftergivliga stolpar ska placeras utanför säkerhetszonen. Höger: Om vägen har räcken ska stolpar placeras bakom räcke och utanför räckes arbetsbredd.

På GCM-väg / bana har sidoområdet en **skyddszon** som ska vara fri från uppstickande föremål. Stolpar ska stå minst 0,6 m från GC-banan.




Figur 16: Skyddszon för GC-bana, illustration från VGU

Längs vägsträckor placeras stolpar enligt en av följande principer:

- Enkelsidig placering
- Sicksackplacering
- Dubbelsidig placering
- Mittplacering

I normalfallet bör man sträva efter att välja en sådan placering att endast en rad stolpar krävs, det vill säga enkelsidig placering eller mittplacering. Stolpar bör om möjligt undvikas i ytterkurvor på vägar med högre hastigheter. För väg med mittremsa, på vilken stolpplacering medges, kan stolparna placeras i mittremsan (med en arm över varje körbana), eftersom en sådan placering ger en likvärdig belysning av båda körbanorna. Dock kan placering i mittremsa medföra att underhållet blir komplicerat och kostsamt. Alternativet att ha dubbla stolprader innebär å andra sidan högre investeringskostnader.

En samlad bedömning av kostnader, estetik och andra relevanta faktorer bör ligga till grund för valet av stolpplacering. Förslag på stolpplacering för cirkulationsplatser, korsningar och trafikplatser finns i bilaga 2.

I innerstadsmiljöer kan det vara ont om utrymme och stolpplaceringen kan då kräva lite extra eftertanke. Om det finns byggnader intill gatan kan fasad- eller linmontering väljas istället för stolpar. Infästningar i fasad behöver god framförhållning i planeringen, de ska göras i samråd med fastighetsägaren, normalt skrivs också ett avtal som reglerar kostnader vid skador och underhållsarbete på fasaden.

På GC-vägar placeras stolpar på anpassat avstånd från asfaltkant. Om det finns en trädallé längs med en GC-väg bör stolparna placeras i trädlinjen, förutsatt att trädkronorna inte skuggar belysningen.

## 5.7 Belysningsstolpar, linor och fundament

Med hänsyn till egenskaperna vid påkörning kan belysningsstolpar delas in i dessa kategorier:

- **Oeftergivliga stolpar**: Stolpe som utgör ett i det närmaste fast hinder när den körs på av en personbil.
- **Eftergivliga stolpar:** Stolpe som vid påkörning med personbil inte ger allvarliga personskador. Stolpar betraktas som eftergivliga om krav för skaderiskklass 1 för vald hastighetsklass enligt standarden SS-EN 12767 uppfylls.
  Eftergivliga stolpar delas in i två kategorier:

- **Uppfångande stolpar**: Stolpen deformeras vid påkörning och bromsar upp den påkörande bilen på ett mjukt sätt. Uppfångande stolpar finns i två varianter som benämns High Energy absorbing (HE) och Low Energy absorbing (LE).
- **Icke uppfångande stolpar**: Stolpen går av vid påkörning. Den påkörande bilens hastighet minskas inte i någon större utsträckning av stolpen. Benämns Non Energy absorbing (NE).

Stolpar som placeras inom säkerhetszonen och som ej placeras bakom räcke ska vara eftergivliga samt uppfångande och som minimum anpassade för aktuell hastighetsklass på sträckan (det vill säga stolpens hastighetsklass ska vara lika hög eller högre än sträckans hastighet). Kravet på uppfångande egenskaper gäller inte när stolpen är lägre än 6 m på grund av hur metoden för test ser ut.

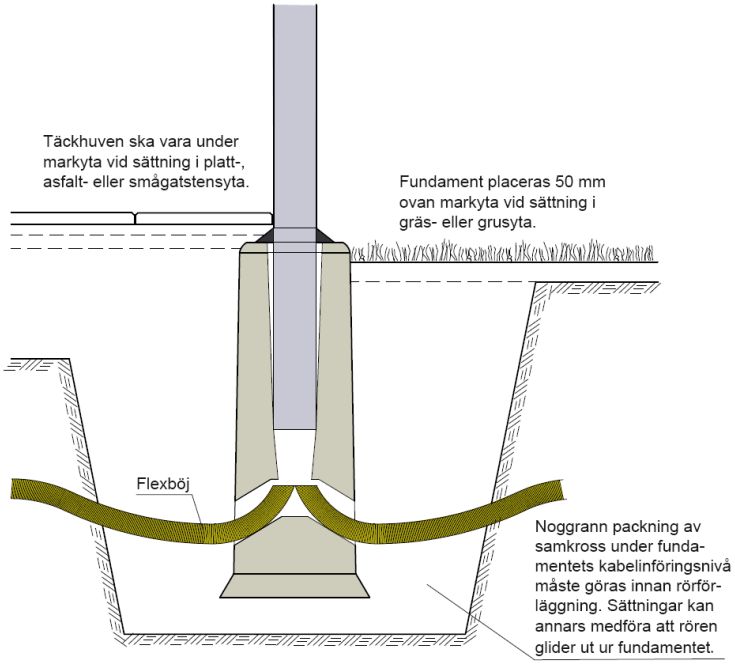
Vid val av stolpar bör följande estetiska aspekter beaktas:

- Kvoten mellan stolpars armlängd och vertikala del bör vara högst 0,25.
- Stolparmar bör normalt luta 2° till maximalt 5° över horisontalplanet.
- Förzinkade stolpar kan i estetiskt känsliga miljöer behöva målas.

Linspänn har använts under lång tid som ett alternativ till stolpe eller arm på vägg för upphängning av armaturer, ibland av utrymmesskäl, ibland av belysningstekniska skäl. Linspännen ger möjlighet till att placera armaturer mitt över gatan vilket kan vara en stor fördel på breda gator. Linspännen kan fästas in på fasad eller på speciellt dimensionerade stolpar.

Stolpar placeras vanligtvis i prefabricerade betongfundament med instick för stolpens bottendel eller bultgrupp för fotplatta. Platsgjutning förekommer men ställer stora krav på materialval och korrosionsskydd. På Trafikverkets vägar kräver användning av platsgjutna fundament dispens. Även placering av stolpar på barriärelement är idag en icke godkänd lösning.

Fundamentet ska ta upp de krafter som uppstår av vind- och egenlaster från stolpe, arm, armatur och eventuella skyltar. Höjden på fundamentet väljs efter omgivande ytor. Placeras fundamentet för lågt så finns risk för korrosion på stolpens bottendel. I figur 17 finns ett exempel på fundamentsplacering från Stockholm stads tekniska handbok.




Figur 17: Exempel på fundamentssättning. Bild: Stockholm stads tekniska handbok.

## 5.8 Armaturer

I moderna belysningsanläggningar används numera LED-armaturer, som består av elektronik (driftdon) som startar, driver och styr ljuskällan, optik som sprider och riktar ljuset samt ett skyddande hölje. Många LED-armaturer är idag modulbaserade där optik, driftdon och ljuskälla är utbytbara.

LED-armaturer skiljer sig från traditionella armaturer då ljuskällan består av ett flertal små lysande punkter, oftast monterade på en platta, till skillnad från äldre typer av armaturer där ljuskroppen består av en rundstrålande glob eller cylinder. Vanligtvis monteras lysdioderna i en matrisform, där varje lysdiod har sin egen optik. Armaturens totala ljusspridning avgörs av de individuella diodernas optik samt deras placering och riktning. Numera ses LED-armaturer som en enhet där armatur och ljuskälla är tätt sammanlänkade och skapar ett system för ljusspridning.

Variationen i utseende är förhållandevis stor när det handlar om LED-armaturer för parkbelysning och estetik och bländningsgrad blir därför ofta en relevant parameter. I många historiska armaturer kan optiken till exempel bestå av en kupa eller skärm av frostat glas, eller ett ”tak” som ger en diffus reflexion av ljuset, Figur 18.

Faktorer som är av betydelse vid valet av armatur är:

- Ljusfördelningskurva
- Verkningsgrad
- Bländningsgrad
- Kapslingsklass
- Vikt och vindyta
- Estetik
- Möjligheterna att utföra underhåll
- Hållbarhet

Andra relevanta aspekter vid valet av armatur är livslängd, ljusutbyte för armaturen (inte bara LED-chipet) och systemeffekt(energiåtgång). Vidare bör man alltid eftersträva en så låg energiförbrukning som möjligt, utan att göra avkall på andra krav på belysningen. På platser där det är svårt att komma åt armaturerna är det lämpligt att välja en armatur med lång livslängd (drivdonet brukar vara den delen med sämst överlevnad hos en LED-armatur).

Trafikverket har ett specifikt kravdokument för armaturer till alla typer av belysningsanläggningar inom väg och järnväg. Dokumentet anger krav på bland annat prestanda, driftegenskaper, elsäkerhet, hållbarhet och skötsel. Kraven gäller för Trafikverkets samtliga anläggningar. För kommuner kan dokumentet användas för vägledning.

För armaturens placering på stolpen/stolparmen gäller följande:

- Armaturen bör följa stolparmens lutning (armaturen ska inte luta mer än stolparmen).
- Armaturen ska inte vinklas efter vägens lutning. Om vägen lutar bör man överväga att ha ett kortare stolpavstånd än vad man skulle ha på en plan väg, för att inte belysningen ska bli ojämn.

Figur 18: historisk armatur. Bild: Henrik Gidlund.

### 5.8.1 Armaturer med äldre teknik

En stor del av vägbelysningsbeståndet i Sverige består av armaturer bestyckade med urladdningslampor. För urladdningslampor krävs att armaturen är försedd med driftdon (även kallade förkopplingsdon eller ballast) som reglerar strömmen och tänder lampan. Olika lampor kräver olika typer av driftdon. Armaturerna har antingen planglas eller kupat glas. Med kupat glas kan ljus i högre utsträckning spridas åt sidorna. Armaturer med planglas har en bättre fysisk avskärmning av ljuskällan och har därför ofta, men inte alltid, bättre avskärmning.

## 5.9 Ljuskällor

I moderna belysningsanläggningar används LED-armaturer. Urladdningsljuskällor och lysrör kommer att fasas ut i och med olika EU förordningar.

Ur ett trafikantperspektiv är färgtemperaturen den mest relevanta faktorn vid valet av prestanda hos LED-armaturen. Vitt ljus ger generellt sett bäst synförhållanden eftersom färger och färgkontraster framträder på ett bra sätt. Därför är vitt ljus lämpligt där det ställs höga krav på

synförhållandena, såsom vid övergångsställen och på GC-vägar. Vitt ljus är också lämpligt i parker och stadsmiljöer där man vill skapa trivsel och trygghet,Figur 19. Neutralvitt eller varmvitt ljus upplevs oftast som mer behagligt och trivsamt än kallvitt ljus.

Figur 19: Vitt ljus ger bra färgåtergivning och en trivsam miljö i parker och stadsmiljöer. Bild: Henrik Gidlund

Vid valet av färgtemperatur bör även helhetsintrycket beaktas. Att blanda olika ljusarmaturer med olika färgtemperatur inom ett och samma område kan fungera bra, men man bör i så fall sträva efter en konsekvent användning, till exempel så att en och samma vägtyp har samma färgtemperatur.

Ljusets kvalitet styrs av ljuskällans färgåtergivning. Färgåtergivningen redovisas i ett RA-index eller CRI (Colour Rendering Index) som det benämns på engelska. För LED anges en korrelerad färgtemperatur då ljuskällan saknar glödtråd. I utomhusmiljöer kan lägre RA användas men miljöer med hög gestaltningsgrad bör ha högre värde.

LED-ljuskällans färgkvalitet är ett mått på spridning i ljusfärg och avvikelse anges med MacAdam-ellipser SDCM (Standard Deviation of Color Matching). Systemet graderar färgkvaliteten på en skala från 0–10 där 0 är den bästa ljuskvaliteten man kan uppnå. I utomhusmiljöer är MacAdam 5 SDCM tillräckligt.

På vägar där det inte finns GC-trafikanter är inte färgtemperatur och färgåtergivning lika viktigt. Istället är ofta driftsäkerhet och effektivitet de mest viktiga faktorerna vid valet av ljuskälla och armatur.

### 5.9.1 Ljuskällor med äldre teknik

I befintligt bestånd kan det finnas ljuskällor som inte längre är möjliga att bygga nya anläggningar med. Nedan ges en kort beskrivning av deras egenskaper.

**Metallhalogenlampor** har ofta en mycket bra färgåtergivning men vissa typer kan ha en kraftig nedgång i ljusstyrka över tid. Det är möjligt att dimra vissa metallhalogenlampor, dock bara till en viss nivå. Vid dimring kan färgtemperaturen ändras och ljusutbytet blir oftast sämre. Metallhalogenlampor var förhållandevis dyra i inköp. Tändningstiden varierar från omkring en halv minut till flera minuter. Lamptypen kommer fasas ut från 2027 på grund av RoHS och Ekodesigndirektivet.

**Högtrycksnatrium** var den vanligaste ljuskällan för vägbelysning. En högtrycksnatriumlampa har ett högt ljusutbyte och är billig i inköp. En ytterligare fördel var att en högtrycksnatriumlampa kan göras förhållandevis liten. Dess främsta nackdel var att färgåtergivningen är dålig jämfört med andra typer av ljuskällor. Högtrycksnatrium går att dimra, men ljusutbytet blir sämre när lampan är dimrad. Tändningstiden för högtrycksnatrium varierar från ett par minuter upp till 10 minuter. Lamptypen kommer fasas ut från 2027 på grund av RoHS och Ekodesigndirektivet.

**Kompaktlysrör och induktionslampor** var mindre vanliga i vägbelysningsanläggningar. Båda typerna går att dimra men för kompaktlysrör kan färgtemperaturen förändras vid dimring. En ytterligare nackdel med dessa ljuskällor är att ljusutbytet kan påverkas märkbart av omgivningstemperaturen. Kompaktlysrör har ett förhållandevis lågt inköpspris, medan induktionslampor var relativt dyra. De senare har dock en lång livslängd och kunde därför vara lämpliga på svåråtkomliga ställen. Både kompaktlysrör och induktionslampor har en tändningstid på omkring en minut. Lamptyperna är utfasade från 2023 på grund av RoHS och Ekodesigndirektivet.

## 5.10 Belysningscentraler

## 5.11 Styrning och övervakning

Dimring, det vill säga nedreglering av belysningsnivån, till exempel under tider med låga trafikflöden, är fördelaktigt av miljö- och kostnadsskäl. Framför allt kan dimring ge en väsentlig energibesparing och dessutom minskar mängden ljusföroreningar.

Dimring kan vara lämpligt på genomfarts-, infarts- och huvudgator som inte används av oskyddade trafikanter. Även belysning på GC-vägar kan dimras. På vägar och platser som i princip inte används nattetid kan belysningen släckas helt, förutsatt att det inte medför några negativa konsekvenser till exempel med avseende på risk för brottslighet. Dimring bör inte ske vid övergångsställen, busshållplatser (åtminstone inte under de tider hållplatsen trafikeras), korsningar eller andra konfliktzoner. I beslutet om huruvida man ska dimra belysningen på en viss plats bör eventuella konsekvenser för synsvaga och äldre beaktas.

Trafikflödet bör avgöra under vilka tider belysningen ska dimras. En ungefärlig rekommendation är mellan kl. 22 och 05. Vid dimring ska samtliga lampor regleras ned lika mycket. Effektreducering av belysning ska inte göras genom att släcka varannan lampa, eftersom det ger en mycket ojämn belysning.

Det finns inga egentliga riktlinjer för hur mycket belysningsnivån ska sänkas vid dimring, men viss vägledning kan ges av de tabeller som anger lämplig belysningsklass för olika vägtyp och ÅDT (årsdygnstrafik). Till exempel kan man, för en väg som betraktas ha svårighetsgraden stor beroende på högt trafikflöde, dimra till den nivå/klass som skulle användas om vägen hade haft ett lågt trafikflöde. En undre rekommenderad gräns för medelluminans vid dimring är 0,5 cd/m2. På GC-vägar bör $E_{min}$ inte underskrida 1 lx när någon nyttjar vägen.

Dimring är förenat med vissa kostnader i form av styrsystem och andra komponenter som krävs för att belysningen ska kunna regleras. För att kunna bedöma om det lönar sig att förse en anläggning med system för dimring behöver man oftast göra en LCC-analys.

Tändning/släckning och dimring styrs vanligtvis utifrån tid på dygnet eller av omgivningsljuset. Med alltmer avancerade styrsystem börjar det bli möjligt att styra belysning även utifrån andra parametrar. Till exempel kan närvarostyrning vara en bra lösning för GC-vägar, där man av trygghetsskäl inte vill dimra belysningen. Andra system kan möjliggöra styrning utifrån väder. Regn, våta vägbanor, snö och dimma kan kraftigt försämra synförhållandena, vilket kan föranleda att man vill kunna förändra belysningsnivån. Det bör dock understrykas att det idag i stor

utsträckning saknas kunskap och riktlinjer för hur belysningen ska anpassas efter väderförhållanden.

Om man väljer att använda någon form av ”intelligent” styrning kan det vara bra att följa upp och utvärdera systemet, för att försäkra sig om att det fungerar som det är tänkt. Belysning som tänds, släcks eller dimras på ett oförutsägbart eller felaktigt sätt skapar osäkerhet och irritation hos trafikanterna.

En form av ljusreglering som finns i nyare elektroniska don är konstant ljusflödesfunktion (CLO). Donet sänker lampans styrka i början för att sedan gradvis öka effekten över tid för att motverka lampans ljusflödesminskning. Resultatet blir att ljuskällan ger ett konstant ljusflöde över livstiden.

I nyare elektroniska don finns även möjlighet till automatisk nattsänkning. Donen är förprogrammerade och kommer att sänka ljusnivån under ett förutbestämt tidsintervall på natten. Vissa don har flera valbara program för nattsänkning. I Trafikverkets armaturkrav finns dimringstabell som beskriver tider och ljusnivåer.

Trafikverkets har ett specifikt kravdokument för styrsystem till belysningsanläggningar. Dokumentet anger krav dels på system för styrning och övervakning, dels på system för effektreducering. Kraven gäller för Trafikverkets samtliga anläggningar. För kommuner kan dokumentet ses som rådgivande.

## 5.12 Belysningstekniska beräkningar

Belysningstekniska beräkningar ska göras för att man ska kunna försäkra sig om att anläggningen uppfyller de förutbestämda kraven på belysningsteknisk kvalitet.

Normalt räknar man på ett teoretiskt vägsnitt där vägbredd och andra relevanta parametrar väljs utifrån den aktuella vägens egenskaper. Beräkningarna ger, förutom värden på de belysningstekniska parametrarna (medelluminans etc.), en bild av ljusets spridning och jämnhet för i huvudsak torra vägbanor.

Däremot är det utifrån beräkningarna svårt att dra slutsatser om hur nivån på belysningen kommer att upplevas på den aktuella platsen. Likaså är det svårt att inkludera effekter från väta, regn och reflexioner.

För vägar och gator görs beräkningarna för ytan mellan två närliggande armaturer (se även kapitel 3.2.1). Med hjälp av beräkningarna bestäms ett lämpligt stolpavstånd för den valda armaturen och stolphöjden. En enkel

tumregel att utgå ifrån är att stolphöjden bör motsvara vägbredden och stolpavståndet bör motsvara 4-6 gånger höjden. Belysningens jämnhet är främst kopplad till stolphöjd och stolpavstånd. Luminansen och belysningsstyrkan är främst kopplade till armaturens ljusflöde.

Vid beräkningarna förutsätts vägsträckan vara rak och ytan horisontell. Om vägen i verkligheten har avsnitt med kraftig kurvatur eller lutning kan stolpavståndet behöva justeras på dessa platser.

De belysningstekniska beräkningarna baseras på standarden SS-EN 13201-3.

## 5.13 Ekonomiska beräkningar

Vägbelysningsanläggningar förväntas ha en lång livslängd. Stolpar och armaturer kan sitta 25–50 år innan utbyte, medan kabel och kanalisation kan ha en livslängd på 50–100 år. Det är viktigt, vid planeringen, att ta hänsyn till anläggningens kostnad under hela livscykeln (LCC), det vill säga förutom investeringskostnaden även kostnaderna för underhåll och energi.

Det finns färdiga mallar till LCC-beräkningar för vägbelysning att hämta från exempelvis Upphandlingsmyndigheten. Tidsspannet för kalkylen bör väljas så att det minst innefattar 20–25 år för att täcka in olika underhållsscenarion.

# 6 Val av belysningsklass

## 6.1 Gator och vägar i tätort

Grundprincipen är att gator inom tätort alltid bör förses med belysning. På glest trafikerade gator i mindre tätorter eller i randbebyggelse kan det dock vara befogat att avstå från att installera belysning.

En tätort definieras som ett område med sammanhängande bebyggelse med minst 200 invånare och med högst 200 m mellan husen. Vid randbebyggelse och i tätortsnära områden kan det uppstå tveksamheter huruvida vägbelysning ska användas eller inte. Faktorer som kan tala för att belysning ska användas är att vägen används av oskyddade trafikanter, att trafikflödet är högt, att det finns flera korsningar eller cirkulationsplatser längs gatan, eller att det finns störande ljus, till exempel från närliggande industrier. Om någon del av vägen i hög utsträckning används av oskyddade trafikanter, till exempel i anslutning till brevlådor eller busshållplatser, kan man överväga att ha belysning vid dessa platser.

Belysningens grundläggande funktion är att göra trafikmiljön säker och trygg att vistas i, men inom tätort bör även estetiska aspekter vägas in. Ett väl genomtänkt val av belysning kan bidra till att förstärka platsens karakteristik, skapa en trivsam atmosfär och öka trygghetskänslan. Vid projektering bör därför belysningens inverkan på helhetsupplevelsen av platsen beaktas. Särskild hänsyn bör tas i känsliga miljöer, till exempel vid unika byggnader eller fasader, vid förekomst av speciell utsmyckning eller i kulturhistoriska miljöer.

Vilken belysningsklass som ska användas i tätort avgörs av trafikmiljöns svårighetsgrad. Trafikmiljöns svårighetsgrad delas in i tre nivåer: stor, normal eller liten.

Det kan vara motiverat att göra avsteg från de rekommenderade belysningsklasserna i vissa fall. Om omgivningen är mycket ljusare än vad som kan betraktas som normalt för den aktuella vägtyper, till exempel beroende på skyltfönster, reklamskyltar eller närliggande belysningsanläggningar kan det vara lämpligt att välja en högre belysningsteknisk kvalitet (en klass högre) än vad som rekommenderas. Om omgivningen är mörkare än vad den vanligtvis är för den aktuella vägtypen kan det vara motiverat att välja en lägre belysningsteknisk kvalitet (en klass lägre) än vad som rekommenderas.

I tätorter ska belysningen bidra till att göra stadsrummet överskådligt, behagligt och trivsamt att vistas i. Den ska också samspela med annan ljussättning. Estetiken är därför särskilt viktig. En bra princip är att eftersträva att anläggningar inom samma område ska ha ett liknande utseende, med avseende på armatur, färgtemperatur, stolphöjd (ska även anpassas efter vägtyp), armlängd och stolpplacering. Belysningen ska också anpassas till gatans karaktär så att belysningen på ett naturligt sätt blir en del av gaturummet. Det kan handla om att anpassa stolphöjden efter byggnader och träd, eller välja armaturer som passar ihop med byggnaders arkitektur, Figur 20

Belysningsanläggningar längs genomfarts-, infarts- och huvudgator kan med fördel dimras ned under natten, för att minska mängden ljusföroreningar och för att spara energi.

Figur 20: Belysningen ska på ett naturligt sätt passa in i gatumiljön. Bild: Lennart Johansson

## 6.2 Vägar på landsbygd

Vägar utanför tätort behöver normalt sett inte förses med vägbelysning. VGU föreskriver dock användning av belysning i vissa fall. I cirkulationsplatser och i signalreglerade korsningar ska vägbelysning alltid användas. Det kan även vara motiverat att ha vägbelysning på vägar med stort trafikflöde, i korsningar och trafikplatser med stor komplexitet, vid övergångsställen med stort antal fotgängare, tillgänglighetsanpassade busshållplatser, på rastplatser och vid vissa speciella anläggningar.

För många trafikmiljöer på landsbygd saknas precisa kriterier för när belysning ska användas. Man måste istället göra en bedömning för det specifika fallet, där nyttan vägs mot kostnaderna. Just kostnaderna spelar ofta en väsentlig roll när det handlar om anläggningar på landsbygden, speciellt vid längre vägsträckor eller i områden där det saknas elnät. Att göra en analys av vilken funktion belysningen ska fylla (se kapitel 2.2), utifrån trafikanternas behov och rörelsemönster i det specifika fallet, ger ett bra underlag för bedömningen.

Ibland kan det vara möjligt att tillgodose trafikanternas behov med andra åtgärder än belysning. Den visuella ledningen kan förbättras med hjälp av kantstolpar, heldragen kantlinje eller vägmärken, samt genom bra underhåll av dessa. Problem med bländning från mötande trafik eller från ljusstarka föremål i omgivningen kan i vissa fall minskas genom att avskärma ljuset, till exempel med skärmar/barriärer eller buskage I korsningar och vid trafikplatser är tydliga och välplacerade vägmärken ofta tillräckliga för att leda trafikanterna rätt.

Huvudprincipen är att vägsträckor på landsbygd inte ska förses med belysning, annat än i undantagsfall. Faktorer och situationer som gör att man bör överväga att ha belysning är:

- **Högt trafikflöde:** Att använda belysning på vägar med höga trafikflöden har två syften, dels att öka adaptationsnivån för att minska problemen med bländning från mötande trafik, dels att göra trafiksituationen lättare att överblicka, till exempel vid köbildning. Bländning från mötande trafik är framför allt ett problem när motgående körfält ligger nära varandra och det inte finns någon form av mittbarriär (till exempel betongbarriär eller buskar).

- **Avsevärt högre andel mörkerolyckor än normalt:** På vägsträckor där man har bedömt att synförhållandena är sådana att de på ett betydande sätt har bidragit till att mörkerolyckor inträffat, bör belysning övervägas. Om olyckorna bedöms bero på bristande visuell ledning bör synförhållandena i första hand förbättras med hjälp av olika skylt- och/eller målningsåtgärder.

- **Störande eller missledande ljus i stor omfattning:** Belysning från mindre bostadsbebyggelse eller närliggande GC-vägar utgör oftast inget problem. Däremot kan förekomst av ljusstarka objekt, till exempel skyltfönster, reklamskyltar eller belysning vid industrier, större idrottsplatser eller annan kommersiell verksamhet nära vägen medföra att en obelyst vägyta upplevs som mycket mörk och svår att se. I sådana situationer kan det vara nödvändigt att belysa vägen för att skapa acceptabla synbarhetsförhållanden.

- **Onormalt stor gång- och cykeltrafik på vägren efter mörkrets inbrott**: GC-trafikanter som befinner sig på vägen är svåra att upptäcka i belysning från enbart halvljus, speciellt om de saknar reflexer eller vid vått väglag. Om vägen i stor utsträckning används av GC-trafikanter kan det därför vara motiverat att belysa vägen. När man väljer att ha belysning på grund av förekomst av GC-trafik bör belysningen arrangeras så att även området närmast vägen blir belyst (kraven på EIR ska vara uppfyllda), eftersom det i huvudsak är det området som kommer att utgöra bakgrund till GC-trafikanterna, vilka då blir synliga i negativ kontrast.

- **Korta avstånd mellan belysta platser**: När tidsavståndet mellan två belysta platser (trafikplatser, cirkulationsplatser, vägsträckor etc.) är mindre än omkring 20 s (motsvarar 500 m då hastighetsbegränsningen är 90 km/h) kan man belysa sträckan mellan trafikplatserna, för att minska variationerna i adaptationsnivå och för att skapa ett bättre helhetsintryck. Även andra faktorer än tidsavståndet bör vägas in i bedömningen, till exempel siktsträcka, omgivning/miljö, vägtyp etc.

När man har bedömt att en vägsträcka på landsbygd ska förses med belysning ska belysningsklass väljas utifrån svårighetsgrad, ÅDT-0 och vägtyp. Trafikmiljöns svårighetsgrad delas in i tre nivåer: stor, normal eller liten

Lämplig stolphöjd är 10–12 m på vägar med mer än två körfält, och 8–12 m på tvåfältsväg. En tumregel är att höjden på stolparna bör vara ungefär lika med vägens bredd. I första hand bör belysningen anordnas med enbart en rad med stolpar – på tvåfältsväg längs med ena vägrenen och, om omständigheterna tillåter, i mittremsan på vägar med separerade körbanor.

Om det inte är möjligt att uppfylla de belysningstekniska kraven med en enda stolprad kan sicksackplacering eller dubbelsidig placering vara nödvändig. Ytterligare detaljer kring stolpplacering ges av kapitel 5.6.

Vid övergång från belysta till obelysta vägsträckor ska det finnas en adaptationssträcka med reducerad belysning för att ögat ska hinna anpassa sig till de förändrade ljusförhållandena.

## 6.3 Korsningar och trafikplatser

Belysning i korsningar och trafikplatser hjälper förare att överblicka trafiksituationen och kan underlätta bedömningen av andra fordons position och hastighet.

Belysning kan även fungera som en visuell varning som uppmärksammar förarna på en annalkande korsning.

Även om anslutande vägar är obelysta kan det finnas anledning att förse korsningen eller trafikplatsen med belysning.

Förslag på stolpplacering finns i bilaga 2.

### 6.3.1 Korsningar i tätort

Belysning i korsningar hjälper trafikanterna att få en överblick av trafiksituationen. Fordonsförare behöver kunna se körfältsmarkeringar, även i riktningar som inte täcks in av fordonsbelysningen. De behöver även kunna upptäcka oskyddade trafikanter som korsar eller avser att korsa gatan i anslutning till korsningen.

Korsningar i tätort ska, liksom vägar och gator i tätort, i allmänhet vara belysta. Den belysningstekniska kvaliteten ska i korsningen vara minst lika hög som på den dimensionerande gatan. Som dimensionerande gata räknas den anslutande gata som har högst belysningstekniska kvalitet (högst belysningsklass). Om det finns övergångsställen eller cykelöverfarter i anslutning till korsningen bör man om möjligt placera stolparna så att ljus faller mot de oskyddade trafikanterna, sett från motortrafikens riktning.

Korsningar bör i normalfallet förses med samma typ av belysning som de anslutande vägarna, men extra ljuspunkter kan behövas för att uppfylla kraven på belysningsteknisk kvalitet. Förslag på stolpplacering i korsningar finns i Bilaga 2.

### 6.3.2 Korsningar på landsbygd

Korsningar med ett litet antal svängande fordon, samt korsningar med låg grad av komplexitet behöver inte belysas.

Vid korsningar på belysta vägar ska man normalt använda samma anläggningstyp som på primärvägen.

Om korsning vid obelysta anslutande primärvägar ska belysas bör belysningsanläggningen utföras så att trafikanter på primärvägen får tillfredsställande synbetingelser.

Stor komplexitet som nämns i kraven kan vara:

- Högt trafikflöde med stor andel svängande fordon. Med mer trafik, desto mer komplex tenderar trafiksituationen att bli. Både flödet på primärvägen och på sekundärvägen är relevant vid bedömningen.

- En korsning, som trots adekvat markering med vägmärken och vägmarkeringar, är svår att upptäcka, förstå eller överblicka i mörker, eller om den är olycksdrabbad i mörker.
- Korsningar med flera körfält. När någon av de anslutande vägarna har mer än två körfält vid själva korsningspunkten kan belysning göra att trafikanterna lättare kan överblicka situationen och planera sin körning. Till den här kategorin räknas i första hand korsningar av C-typ, där det finns separata körfält för vänstersvängande fordon. Även vid korsningar av typen "ögla" (spansk sväng) där vänstersvängande fordon leds in på en separat väg kan belysning fylla en funktion, åtminstone om antalet svängande är stort. De visuella förhållandena och trafikflödet bör vägas in i bedömningen av huruvida en korsning med flera körfält ska belysas.

När enbart korsningen är belyst behövs vanligtvis ingen adaptationssträcka. Stolphöjden bestäms utifrån förhållandena på platsen.

### 6.3.3 Trafikplatser

Trafikplatser bör belysas efter samma principer vad gäller anläggningstyp och anläggningsgeometri, som gäller för i trafikplatsen ingående vägsträckor och korsningar.

Belysningsanläggning för avfartsramper och påfartsramper bör inom samma trafikplats utformas på likartat sätt. För att särskilja ramper, speciellt avfarter, kan man välja att använda en lägre stolpe för att tydliggöra förändringen i trafiksituationen. En lägre stolpe ger känslan av ett mindre vägrum där hastigheterna är lägre.

Om primärvägen är obelyst behöver trafikplatsens ramper inte belysas, såvida det råder stor komplexitet som till exempel.:

- Högt trafikflöde med stor andel avfart-/påfartstrafik: Ju mer trafik, desto mer komplex tenderar trafiksituationen att bli. Både flödet på primärvägen och på sekundärvägen är relevant vid bedömningen.
- Trafikplatser med svåra visuella förhållanden: Om en trafikplats, trots adekvat markering med vägmärken och vägmarkeringar, är svår att upptäcka, förstå eller överblicka i mörker, eller om den är olycksdrabbad i mörker, bör belysning övervägas.
- Risk för köbildning på ramperna: Om det finns risk för köbildning eller stillastående trafik på ramperna, till exempel beroende på

trafiksignaler i anslutning till sekundärvägen, kan det vara lämpligt att belysa trafikplatsen.

- Trafikplats med stor andel anslutande, avvikande, stillastående och växlande trafik i mörker samt där bilförarna utsätts för störande ljus i stor omfattning.

Om man väljer att ha belysning är det lämpligt att belysa påfarter/avfarter, ramper och korsningar med sekundärvägen. Primärvägen behöver inte belysas.

Korsningar där ramperna ansluter till sekundärvägen bör belysas om de visuella förhållandena är dåliga.

Om man vid påfarter/avfarter på obelysta vägar väljer att belysa påfarter/avfarter, bör hela påfarten/avfarten belysas. Att belysa en påfart/avfart med enstaka stolpar rekommenderas inte, Detta eftersom vägen bakom den belysta ytan, där det ofta är en kurva, blir mörk och syns dåligt.

Att använda lågt placerade ljuspunkter, så kallat ledljus eller positionsljus, för att ge visuell ledning genom trafikplatsen rekommenderas inte. Dels är det olämpligt av drifttekniska skäl, dels kan sådan belysning ge problem med bländning. På Trafikverkets vägar är den typen av belysning inte tillåten.

Förslag på stolpplacering för trafikplatser finns i bilaga 2.

### 6.3.4 Cirkulationsplatser

Cirkulationsplatser ska alltid förses med belysning, oavsett om anslutande vägar är belysta eller inte. Ljuspunktsplaceringen beror på cirkulationsplatsens storlek, men en bra princip är att sträva efter så få stolpar som möjligt för att minska mängden ljusföroreningar, samt att placera ljuspunkterna så att cirkulationsplatsen blir synlig på avstånd (visuell varning).

Vid obelyst väg ska belysningen i cirkulationsplatsen synliggöra till- och frånfarter. Hur lång sträcka av de anslutande vägarna som ska belysas måste avgöras från fall till fall. Vid höga trafikflöden, framför allt på vägar med högre hastigheter, kan det vara lämpligt att belysa några hundra meter av de anslutande vägarna, för att förbättra synförhållandena vid köbildning. I annat fall kan det vara tillräckligt med några få stolpar.

Stolpar inom cirkulationsplatser blir ofta påkörda varför man måste vara extra noggrann vid val av placering.

I cirkulationsplatser ska den belysningstekniska kvaliteten vara en belysningsklass högre än den högsta av de anslutande vägarnas. I cirkulationsplats används C-klassernas kriterier, det vill säga horisontell medelbelysningsstyrka och belysningsstyrkejämnhet.

Belysningen vid cirkulationsplatser kan gärna avvika något från de anslutande gatornas belysning, till exempel med avseende på stolpplacering, armaturtyp eller stolphöjd, för att trafikanterna lättare ska uppmärksamma cirkulationsplatsen. Förslag på stolpplacering finns i Bilaga 2.

Om det finns övergångsställen och cykelöverfarter i anslutning till cirkulationsplatsen bör man lägga stor vikt vid att belysningen anordnas så att GC-trafikanter synliggörs. Man bör sträva efter en hög vertikal belysningsstyrka (sett från fordonstrafikanternas position) både vid själva överfarten och vid sidan av vägen samt vid eventuella refuger där oskyddade trafikanter kan befinna sig. Se även avsnitt om belysning till övergångsställen och Bilaga 2 stolpplacering.

I små cirkulationsplatser (minirondeller) som kan vara svåra att upptäcka, bör om möjligt stolparna placeras så att cirkulationsplatsens runda form framhävs. Stolparna ska stå i cirkulationens ytterkant. Belysningsstyrkan på körbanan bör vara jämn runt hela cirkulationen.

Förslag på stolpplacering finns i Bilaga 2.

## 6.4 Sidoanläggningar

### 6.4.1 Torg

På torg kan belysningen i stor utsträckning bidra till hur platsen upplevs. Särskilt vikt bör därför läggas vid att anordna belysningen så att den passar in, framhäver platsens karaktär och skapar trivsel. Speciellt viktigt är det att ljussättningen görs med varsamhet om miljön är känslig, det vill säga om det till exempel finns unika fasader eller speciell utsmyckning.

Graden av bländning bör beaktas. För öppna ytor såsom torg är GR-index tillämpbart.

### 6.4.2 Busshållplatser

Belysning vid busshållplatser ska i första hand utformas efter de väntande resenärernas behov. Belysningen ska bidra till att busshållplatsen upplevs som trygg och trivsam, samt göra det möjligt att läsa tidtabeller och se markytan vid av- och påstigning. Bra belysning vid busshållplatser kan

även underlätta för bussförare att upptäcka väntande passagerare. Vid bussterminaler, där oskyddade trafikanter kan röra sig över körbanorna, är det viktigt med bra allmänbelysning.

#### 6.4.2.1 Busshållplats på belyst väg

För busshållplatser i tätort används samma belysningsklasser som för gatan i övrigt.

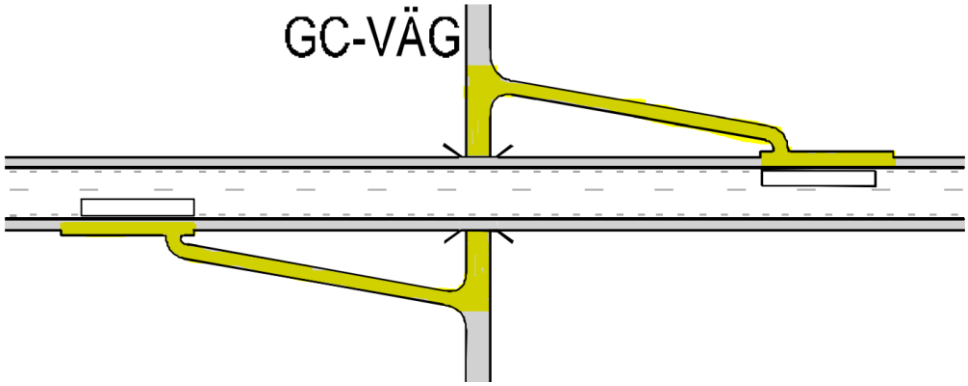
För belysta vägar på landbygd anordnas vägbelysningen så att även hållplatsen blir belyst.

Belysning vid busshållplatser kan anordnas med gatans ordinarie belysning. Dock bör man försäkra sig om ljuspunkterna är placerade så att markytan där passagerare stiger av och på blir belyst, det vill säga bussen eller ett eventuellt väderskydd ska inte skugga belysningen. Om belysningsstolparna är placerade på motsatt sida om vägen, eller om de har en lång arm så att ljuspunkten hamnar ovanför eller till vänster om bussen bör man överväga en eller flera extra ljuspunkter vid hållplatsen. Stolpar vid hållplatser ska placeras minst 1 m från vägbanekanten (asfaltskant).

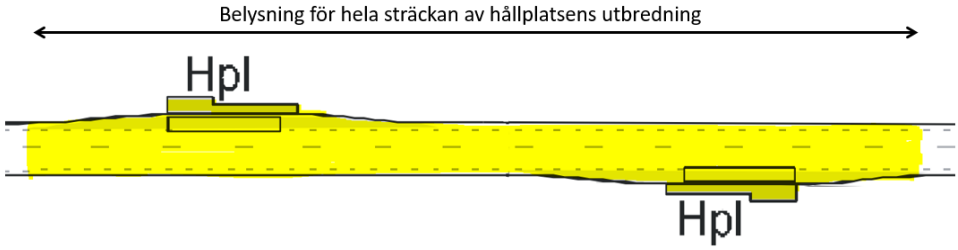
#### 6.4.2.2 Busshållplats på obelyst väg

För busshållplatser på obelysta vägar är endast tillgänglighetsanpassade hållplatser med plattform aktuella att belysa. Av praktiska eller kostnadsmässiga skäl är det dock inte möjligt eller rimligt att ha belysning på alla hållplatser med plattform och man måste därför också kontrollera mot ÅDT och antalet bussavgångar vid maxtimmar. Belysningskravet är från och med VGU 2020 också kopplat till möjligheten att få el till hållplatsens belysningscentral. Finns elnätägarens anslutningspunkt inom 199 m kommer kostnaden för elanslutningen bli rimlig i förhållande till nyttan.

Vid belysning av busshållplats på en i övrigt obelyst väg blir belysningslösningen olika om passage sker i plan eller planskilt (tunnel eller bro). Vid planskild passage koncentreras ljuset till gångytor och plattform, Armaturer ska vara avskärmade och sitta på förhållandevis låga stolpar. Belysningen utformas för att göra det attraktivt att använda den planskilda passagen.




Figur 21: Belyst yta vid hållplats med planskild passage av obelyst väg. Endast gångytor på hälllplats och anslutande gångpassager är belysta.




Figur 22: Belyst yta vid hållplats med passage i plan av obelyst väg. Belysningen täcker både kör- och gångytor längs hållplatsens utbredning.

Vid passage i plan ska ljuset även skapa goda synförhållanden för fordonsförare att se trafikanter som passerar över eller rör sig invid vägen mellan plattformarna.

Belysningen kan släckas ner eller dämpas nattetid, under den tidsperiod då inga bussar trafikerar hållplatsen. Lågt utnyttjade anläggningar kan med fördel närvarostyras.

Solcellsdrivna anläggningar har visat sig ha för låg tillförlitlighet och ses inte längre som ett realistiskt alternativ utifrån nytta kontra kostnad.

### 6.4.3 Spårvagnshållplatser

Belysning vid spårvagnshållplatser ska i första hand utformas efter de väntande resenärernas behov. Belysningen ska bidra till att hållplatsen upplevs som trygg och trivsam, samt göra det möjligt att läsa tidtabeller och se markytan vid av- och påstigning. Bra belysning vid busshållplatser kan även underlätta för bussförare att upptäcka väntande passagerare. Spårvagnstrafik har skilda belysningskrav från vägtrafik, belysningsnivå och övriga krav måste därför uppfylla relevanta krav i standarden för belysning av arbetsplatser utomhus.

### 6.4.4 Parkeringsplatser

På parkeringsplatser delas utrymmet av fordon och oskyddade trafikanter. Fordonstrafikanter behöver kunna se och upptäcka fotgängare och andra fordon både framför, bakom och vid sidan av det egna fordonet. Parkeringsplatser behöver därför ha en bra allmänbelysning. Vidare kan belysningen bidra till upplevelsen av trygghet och till bättre övervakning av platsen. Parkeringsplatser, speciellt sådana som är fria från insyn eller ligger lite avskilt till, kan ofta vara brottsutsatta.

Där behovet av god belysning är särskilt stort, till exempel på grund av stor trafik i mörker (centrumanläggningar, köpcentrum) väljs högre ljusnivå. På parkeringsplatser där behovet av belysning är litet (få fordon, låg användningsgrad i mörker) kan lägre ljusnivå användas. Stolphöjden anpassas efter platsens karakteristik (storlek, höjd på träd och byggnader, osv.).

Vid brottsutsatta parkeringsplatser bör belysningsnivån vara minst lika hög eller högre än i omgivningen. Det gör att parkeringsplatsen upplevs som övervakad och iögonfallande, och mindre attraktiv för brottslig verksamhet.

På stora parkeringsplatser som i princip inte används nattetid (till exempel vid arbetsplatser där inte skiftarbete förekommer) kan belysningen dimras eller släckas ned. Vid behov kan man bibehålla den ordinarie belysningsnivån på ett mindre område närmast bebyggelsen.

Även vid obelysta vägar kan det finnas anledning att belysa parkeringsplatser, till exempel för infartsparkeringar vid bussbytesplatser. Armaturerna bör då ha minst avskärmningsklass G6.

Kravet i VGU gäller parkeringsplatser som är en del av väganläggningen. För parkeringsplatser till arbetsplatser, handelsplatser och andra liknande anläggningar kan krav och rekommendationer i standard för belysning av arbetsplatser utomhus användas.

### 6.4.5 Vändplatser

Vändplatsers belysningsnivå anpassas till anslutande väg.

På obelysta vägar är normalt inte heller vändplanen belyst. Om vändplatsen ändå ska belysas anpassa ljusnivån så att den inte bländar eller skapar problem med adaption för ankommande trafik.

### 6.4.6 Rastanläggningar

Rastanläggningar är samlingsbegreppet för rastficka, rastplats och uppställningsplats för tung trafik. Rastficka är en enklare sidoanordning med plats för uppställning av fordon i direkt anslutning till väg. Om inte vägen är belyst är normalt inte rastfickan det heller.

Rastplats är en större anordnad yta, ofta skild från vägen, med toalett, sittgrupper, parkeringsplatser, sopkärl och informationstavlor. Rastplatsen är normalt belyst. Belysningen ska bidra till att rastplatsen upplevs som trygg och trivsam, vilket är viktigt för att trafikanterna ska vilja använda den. Belysningen ska också förbättra tillgängligheten till toaletter och annan service. Belysningen ska inte störa eller blända den omgivande trafiken vilket är extra viktigt om anslutande väg är obelyst. Belysningen ska vara väl avskärmad från vägen och i första hand koncentreras till uppställningsplatser, centrala gångvägar, bänkar/bord, toaletter och andra byggnader.

En bra och tillräcklig belysning är en förutsättning för att rastplatsen ska upplevas tillgänglig och inbjudande oavsett årstid och tid på dygnet. En väl belyst rastplats känns välkomnande och trygg. Belysningen ska koncentreras till rastplatsens grundfunktioner. Belysningsklass enligt VGU gäller om inte särskilda krav ställs. Belysning ska planeras så att ytan mellan körbana och byggnad samt närområdet inte lämnas obelyst eller upplevs som ett svart hål vilket kan skapa otrygghet.

Uppställningsplats för tung trafik ordnas ofta i samband med rastplatser för att utnyttja gemensamma sopkärl och servicehus. Uppställningsplatsen ska förutom samma saker som en rastplats också ha parkeringsplatser för lastbil. För att minska risken för inbrott är det viktigt med belysning som inte skymms eller skuggas av lasbilarna. Höjd och stolpplacering ska anpassas efter lastbilsfickornas placering.

Både rastplatsens och uppställningsplatsens belysning ska närvarostyras, belysningen ligger normalt på en nerdimmad nivå och går upp till fullt ljus vid närvaro på någon del av ytan.

### 6.4.7 Kontrollplatser

Kontrollplatser är en fast ordnat plats som används av polis, tull eller väginspektörer för att kontrollera vägfordon.

### 6.4.8 Broar

Om vägen är belyst används samma typ av belysning på bron. Stolpplaceringen kan dock behöva anpassas efter brons geometri. Om vägen är obelyst behöver bron i normalfallet inte förses med belysning. Ibland kan det emellertid vara motiverat att överväga belysning av broar på i övrigt obelysta vägar, till exempel om bron i stor utsträckning används av GC-trafikanter. Om vägen på bron dessutom saknar vägren eller är smal ökar behovet av belysning. Det kan också vara motiverat att ha belysning om det finns faktorer som gör synförhållandena svåra, till exempel när det finns störande eller missledande ljus i stor omfattning.

I de fall man har belysning på en bro som går över en annan väg, över en järnväg eller över en farled för sjöfart bör man välja armaturer med minimal ljusspridning utanför körbanan, så att det inte uppstår störande skuggor för trafiken under bron. Även bländning bör beaktas. Men det är oftast ett mindre problem då ljuspunkterna är placerade relativt högt över trafiken under bron, samt har sin huvudsakliga spridningsriktning parallellt med bron.

Rörliga broar bör alltid förses med belysning. På svängbroar och lyftbroar kan belysningsstolpar normalt placeras på bron. Däremot får inte stolpar placeras på rörliga delar på klaffbroar eller rullbroar. Stolparna får istället placeras på brons fasta delar eller på fast mark.

Figur 23: Störande och missledande ljus, till exempel från industrier, kan vara ett skäl till att belysa broar. Bild: Katja Kircher, VTI.

Fasadbelysning av en bro kan både bidra till att bron blir ett vackert inslag i stadsmiljön, och till att den visuella ledningen förbättras för de

trafikanter som passerar under bron. Ljuset riskerar dock också att skapa ljusföroreningar och negativ påverkan av djurlivet i omgivningen, till exempel störa fåglars migrationsmönster eller ändra vattenlevande organismers förutsättningar. Belysnings på broar ska alltid riskbedömas utifrån belysningens nytta kontra skada.

Om det finns en underliggande farled har Transportstyrelsen krav på utmärkning och belysnings för farledens behov. Höga broar behöver också följa Transportstyrelsens krav kring hinderutmärkning för flygtrafik.

Figur 24: Effektbelysning av bro. Bild: Katja Kircher, VTI.

### 6.4.9 Övergångsställen

Belysningens funktioner vid övergångsställen – att synliggöra fotgängare för fordonstrafikanter samt att synliggöra vägytan för fotgängare – är självklara och viktiga, men i praktiken är det många gånger svårt att anordna belysning vid övergångsställen så att trafikanternas behov helt tillgodoses. De visuella förhållandena är ofta komplexa (Figur 25) där möjligheterna att upptäcka en fotgängare beror på ett flertal faktorer, däribland fotgängarens storlek och kontrast mot bakgrunden (luminans och färg), samt fordonsförarens position och synförmåga. Med belysning kan man i viss mån påverka luminans- och/eller färgkontrast mellan fotgängare och bakgrund. Hur belysningen ska anordnas för att uppnå största möjliga kontraster är till stor del beroende av hur bakgrunden ser ut. Det finns därför ingen standardlösning för utformning av belysning vid övergångsställen, utan belysningen måste anpassas efter förhållandena på platsen.

Figur 25: I tätortsmiljöer är bakgrunden ofta visuellt komplex, vilket gör att fotgängaren framträder dåligt. Bild: Sara Nygårdhs, VTI.

Trafikförordningen föreskriver att förare har väjningsplikt mot gående som gått ut på eller just ska gå ut på övergångsstället ("zebralagen"). Det innebär att belysningen bör anordnas så att fotgängare synliggörs både när de befinner sig på vägen och när de står intill vägen med avsikt att gå över.

Även vid andra typer övergångsställen, till exempel vid skolor eller där många fotgängare passerar, kan det vara motiverat att eftersträva särskilt god synbarhet. I VGU ges riktlinjer för belysning vid övergångsställen i form av vägens belysningsklass. Att öka den allmänna ljusnivån vid ett övergångsställe är bra, om inte annat för att fotgängarna ska kunna se vägytan på ett bra sätt, men för att belysningen ska förbättra möjligheterna att upptäcka en fotgängare krävs ofta en del eftertanke kring placeringen av ljuspunkterna. Avsnitten nedan beskriver principer för att förbättra synbarheten vid övergångsställen i olika typer av visuella miljöer, både med hjälp av belysning och genom andra åtgärder.

Synbarhetsförbättrande åtgärder vid övergångsställe

En bra grundprincip när man vill förbättra synbarheten vid ett övergångsställe är att börja med att se över de visuella förhållandena på ett generellt plan:

- Ta om möjligt bort eller flytta träd, buskar, skyltar eller andra föremål som kan skymma en fotgängare som väntar på att passera gatan. Sikten mot fotgängaren bör vara fri när fordonsföraren befinner sig inom det avstånd från övergångsstället som motsvarar dubbla stoppsikten.
- Se till att utmärkningen av övergångsstället är tydlig och i bra skick. Vägmärken för övergångsställe bör placeras nära körbanan,

strax ovanför huvudhöjd, så att de inte skymmer, men samtidigt syns bra i halvljus. Stolpar till vägmärkena kan gärna förses med blåvit stolpreflex för att förstärka synbarheten.

Bakgrunden har stor betydelse för möjligheterna att upptäcka en fotgängare. I tätortsmiljöer består bakgrunden för en väntande fotgängare ofta av en blandning av trottoar/GC-väg, vegetation, byggnader, skyltar och ljuspunkter. Ett sätt att skapa en mer homogen bakgrund är att förse övergångsstället med en insnävning, så att den belysta vägytan bakom övergångsstället utgör bakgrund. Den förhållandevis ljusa vägytan gör att fotgängaren framträder i negativ kontrast och syns på ett bra sätt. Förutsatt att vägens kurvatur och lutning är sådan att vägen utgör en bakgrund till fotgängaren, är en insnävning är ett mycket bra sätt att förbättra synbarheten av väntande fotgängare på belysta vägar.

Figur 26: En insnävning gör att bakgrunden till stor del utgörs av den belysta vägytan bakom övergångsstället, vilket gör att åtminstone halva fotgängaren framträder i negativ kontrast. Övergångsstället på bilden är dessutom försett med extra belysning som framhäver fotgängarens huvud och överkropp mot den mörka vegetationen i bakgrunden. Bild: Sara Nygårdhs, VTI.

#### 6.4.9.1 Belysning med ordinarie vägbelysning

Vid övergångsställen där inte gångtrafiken är särskilt stor, eller där man redan har tillfredsställande visuella förhållanden, kan övergångsstället belysas med den ordinarie vägbelysningen. Genom valet av stolpplacering kan man i viss mån påverka hur fotgängare syns. Figur 27 visar hur fotgängaren framträder då belysningsstolpen står strax framför respektive strax bakom övergångsstället. När belysningsstolpen står framför övergångsstället faller ljus på fotgängaren, vilket gör att färger och

strukturer synliggörs. När belysningsstolpen står bakom övergångsstället syns fotgängaren som en mörk silhuett. I exemplet är synbarheten ungefär lika i de två fallen, men om bakgrunden hade varit mörk hade sannolikt fotgängaren i den vänstra figuren synts bättre.

Figur 27: Fotgängaren framträder på olika sätt beroende på om belysningsstolpen står framför (vänstra bilden) eller bakom (högra bilden) övergångsstället. Bild: Joel Rosdahl.

Vilken stolpplacering som är bäst beror på förhållandena på platsen, men i allmänhet är det en bra princip att placera stolpen strax framför övergångsstället så att ljus faller vertikalt på fotgängaren. Om vägen har dubbla stolprader kan man placera stolparna diagonalt vid övergångsstället, så att ljus faller på fotgängaren i båda körriktningarna. Om vägen har en stolprad får man göra en bedömning av vilken placering som är mest fördelaktig. Ett alternativ kan vara att sätta upp en extra stolpe på den motsatta sidan av vägen. Att placera stolparna så att övergångsstället hamnar långt ifrån ljuspunkterna är mindre lämpligt eftersom en sådan placering gör att vägytan blir förhållandevis mörk för fotgängaren.

#### 6.4.9.2 Separatbelysning (Intensivbelysning)

Förstärkt belysning, eller så kallad separatbelysning, vid övergångsställen används ofta för att förbättra synbarheten. Många olika varianter förekommer, där en eller flera extra ljuspunkter placeras över eller i nära anslutning till övergångsstället.

Att separatbelysa ett övergångsställe med en armatur som placeras rakt ovanför övergångsstället synliggör vägytan för fotgängarna och kan på så

sätt skapa trygghet, framför allt för äldre som kan ha svårt att se ojämnheter och kanter. Om ljuspunkten avviker från gatans övriga belysning, med avseende på färg eller höjd, kan den också fungera som en visuell varning för fordonstrafikanter, förutsatt att inte omgivningen är alltför visuellt komplex. Däremot är det inte säkert att en sådan belysning på ett väsentligt sätt bidrar till att synliggöra fotgängaren.

Separatbelysning kan ha mycket god effekt på synbarheten där bakgrunden är förhållandevis mörk, förutsatt att ljuspunkterna placeras på ett adekvat sätt (se avsnitt nedan). I mycket ljusa miljöer, å andra sidan, fyller separatbelysning oftast ingen större funktion. Separatbelysning av ett övergångsställe medför att områdena närmast bakom och vid sidan om övergångsstället kan upplevas som mycket mörka. Separatbelysning bör därför inte användas där fotgängare kan förväntas snedda över vägen framför eller bakom övergångsstället.

När man väljer att förstärka belysningen vid ett övergångsställe, gäller följande grundprinciper:

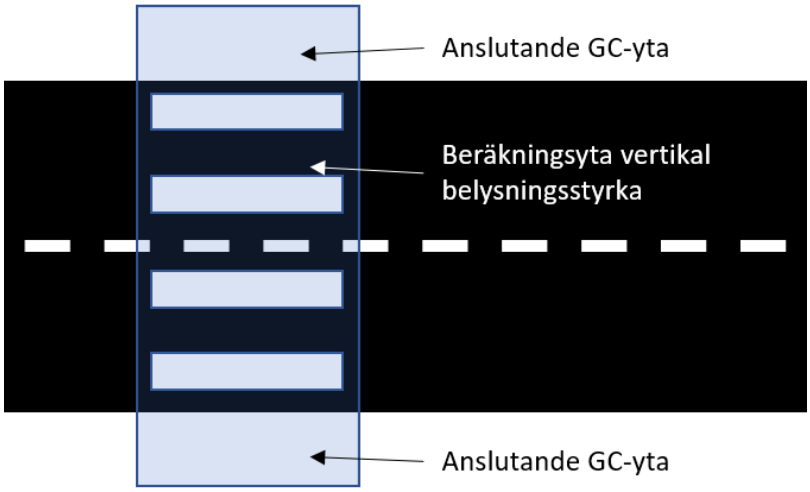
- Eftersträva hög vertikal belysningsstyrka, det vill säga se till att ljus faller på fotgängaren snett ovanifrån, från den sida av övergångsstället fordonstrafiken kommer.
- Använd vitt ljus med en ljusfärg som skiljer från vägbelysningen.
- Belys även det område där fotgängaren står och väntar på att kunna gå över gatan.

Sedd mot en mörk bakgrund syns en fotgängare ofta dåligt, även då vägen är försedd med belysning. Genom att belysa den sida av fotgängaren som är riktad mot trafiken (det vill säga eftersträva hög vertikal belysningsstyrka), utan att belysa bakgrunden, kommer fotgängaren framträda i positiv kontrast.

Separatbelysning kan medföra att vägen bakom övergångsstället upplevs som mycket mörk, och det kan därför vara svårt att upptäcka oskyddade trafikanter som befinner sig där. Separatbelysning är därför olämplig att använda där fotgängare kan förväntas gena bakom övergångsstället.

Figur 30: Om bakgrunden är mörk syns en väntande fotgängare dåligt. Bild: Sara Nygårdhs, VTI.

Ljuspunktshöjd, stolpplacering och armaturtyp bestäms med hjälp av belysningstekniska beräkningar. En skiss över placeringen av beräkningsfältet för EV-klass finns i figur 31. Det är lämpligt att använda specialarmaturer med asymmetrisk ljusfördelning. Bländning bör beaktas vid val av armatur och ljuspunktsplacering.




Figur 31 Beräkningsfält för vertikal belysningsstyrka i relation till övergångsställe

Figur 32 Exempel på asymmetriskt placerad separatbelysning i en förhållandevis mörk miljö. Både en ljusklädd och en mörkklädd fotgängare blir synlig mot den mörka bakgrunden.

#### 6.4.9.3 Övergångsställen med visuellt komplex bakgrund

I bebyggda områden och vid korsningar och cirkulationsplatser är bakgrunden ofta visuellt komplex, med både ljusa och mörka områden i form av fasader, växtlighet, skyltar, ljuspunkter, människor, fordon och andra föremål. Mot en sådan bakgrund är det svårt att synliggöra en fotgängare enbart genom luminanskontrast. Istället får man sträva efter att öka den generella belysningsnivån så att fotgängaren blir synlig med hjälp av färg, textur eller rörelse, samt se över andra möjligheter att förbättra synbarheten.

Om omständigheterna tillåter är separatbelysning i kombination med insnävning förmodligen den allra bästa utformningen för övergångsställen i visuellt komplexa miljöer. Insnävningen gör att en väntande fotgängare åtminstone delvis framträder i negativ kontrast. Separatbelysningen gör att fotgängarens övre del tydligare framträder mot den komplexa bakgrunden.

Oavsett om övergångsstället förses med insnävning eller ej, bör man eftersträva en hög vertikal belysningsstyrka mot fotgängaren, antingen med den ordinarie vägbelysningen eller genom extra ljuspunkter.

Om omgivningen i huvudsak är mycket ljus kan det vara bättre att sträva efter att förstärka fotgängarens negativa kontrast mot bakgrunden, istället för att rikta ljus mot fotgängaren.

Eftersom det i visuellt komplexa miljöer kan vara svårt att skapa bra visuella förhållanden enbart med hjälp av belysning bör man även i möjligaste mån sträva efter att framhäva och tydliggöra själva övergångsstället på ett bra sätt. Exempel på åtgärder kan vara att måla om slitna vägmarkeringar, använda annan vägbeläggning, ta bort vegetation eller andra skymmande föremål, belysa en del av GC-vägen om den är obelyst, samt se över placeringen av vägmärken, speciellt i anslutning till

korsningar och cirkulationsplatser där vägmärken måste vara synliga även för svängande fordonstrafikanter.

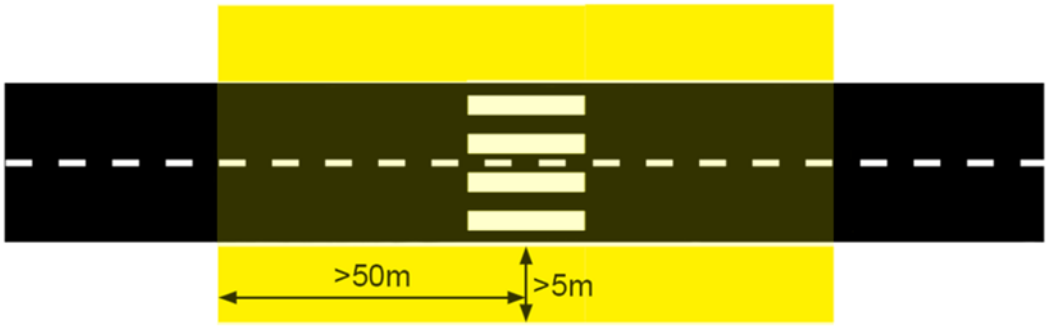
I visuellt komplexa miljöer bör man ta extra hänsyn till helhetsintrycket när man planerar belysning eller andra åtgärder för att förbättra synbarheten. Ytterligare ljuspunkter eller annan vägutrustning ska passa in i den befintliga miljön.

### 6.4.9.4 Belysning av övergångsställen på obelysta gator

Att belysa övergångsställen på obelysta vägar kan vara lämpligt när:

- Fordon på den väg man korsar ska väja för GCM-trafik som korsar vägen.
- Övergångsstället har avsmalningar, refuger, gupp eller förhöjning och vägbelysning behövs för att synliggöra dessa.
- Gångvägen som leder fram till övergångsstället är belyst.

Rekommendationen är att man belyser omkring 50 m före och 50 m efter övergångsstället, samt om möjligt 5 m av vardera sidan av körbanan. En sådan belysning uppmärksammar fordonstrafikanterna på att något "händer" i trafikmiljön, den ökar adaptationsnivån vilket minskar synbarhetsproblem till följd av bländning från mötande fordon, samt gör att åtminstone en del av fotgängaren framträder i negativ kontrast.




Figur 33: Förtydligande vilken yta som belyses vid övergångsställe på obelyst gata.

## 6.5 Gång- och cykelvägar

Gång- och cykelvägsbelysning underlättar för fotgängare och cyklister att kunna förflytta sig under dygnets mörka timmar. Belysningen ska göra det möjligt för trafikanterna att se gångytan och eventuella ojämnheter, kanter och hål. Den ska synliggöra andra trafikanter, skyltar och vägens sträckning.

Belysning i GC-miljöer är dessutom viktig för att skapa en känsla av trygghet.

Belysning bör finnas på GC-vägar i större tätorter. För GC-vägar utanför större tätorter får man göra en bedömning från fall till fall, utifrån nyttan för trafikanterna i förhållande till kostnaderna. Skäl som talar för att ha belysning på GC-vägar utanför större tätorter kan till exempel vara att vägen används för cykelpendling till och från arbetet, att den används av barn på väg till och från skolan, eller att den ligger i anslutning till någon serviceinrättning eller fritidsverksamhet som besöks av GC-trafikanter under den mörka delen av dygnet.

Av miljöhänsyn finns det skäl till att avstå från att använda belysning på GC-vägar. Dels kan det handla om känsliga miljöer där djur och natur riskerar att störas. Dels kan det handla om vägar där nyttan är tveksam i förhållande till energiåtgången och kostnaden. Ett sådant exempel är gångvägar som inte ligger i nära anslutning till bebyggelse, och som i huvudsak används för rekreation och inte för förflyttning mellan två punkter. Även med belysning är det sannolikt att en sådan väg inte upplevs som särskilt attraktiv att använda i mörker, och det kan därför vara motiverat att avstå från belysning.

Vid utformning av belysningsanläggningar för GC-vägar bör man eftersträva följande principer och egenskaper:

**God belysning av vägytan:** God synbarhet av vägytan uppnås genom lämpligt val av belysningsklass (se nedan), samt genom att eftersträva en god belysningsjämnhet.

**God belysning av den närmaste omgivningen:** Att omgivningen är belyst bidrar till känslan av trygghet. VGU anger att minst 2 m av området närmast vägen ska vara belyst. Särskilt viktigt är detta i parkmiljöer och där det inte finns bostadshus i direkt anslutning till vägen, figur 34.

**God belysningsjämnhet inom området:** Att anläggningar inom samma område har ungefär samma belysningsnivå skapar enhetlighet, samt bra och stabila synförhållanden, eftersom ögat kan bibehålla samma adaptationsnivå.

**Vitt ljus:** Vitt ljus ger bra färgåtergivning, vilket har flera positiva effekter. Omgivningen framträder tydligare och det blir lättare att se ansikten. Belysning på GC-vägar bör alltid ha ett Ra-index på minst 70. Vitt eller varmvitt ljus upplevs som trivsammare och är därför att föredra före kallvitt ljus.

**Låga stolpar:** Låga stolpar bidrar till en trivsam känsla. Stolphöjden på GC-vägar bör vara 4–6 m och väljas så att den överensstämmer med platsens skala, det vill säga den ska anpassas efter vägens egenskaper, samt till eventuella byggnader, träd eller andra objekt som bidrar till platsens karaktär.

**Genomtänkt stolpplacering:** Belysning längs GC-vägar bör placeras enkelsidigt. Stolpavståndet bör aldrig vara större än att man vid varje stolpe kan se nästa ljuspunkt. Vid korsningar eller andra platser där vägen ändrar karaktär är det extra viktigt med god belysning. Vid sådana platser kan man behöva minska ner stolpavståndet, eller komplettera med ytterligare stolpar. Förekomst av träd och annan vegetation ställer vissa krav på stolpplaceringen. Om det finns en trädallé intill GC-vägen är rekommendationen att placera stolparna i trädlinjen, av estetiska skäl. Samtidigt får inte träden skugga belysningen. Problem med skuggning från trädgrenar kan i bästa fall minimeras genom att man redan vid projekteringen av grönytor väljer sådana trädsorter och en sådan trädplacering att inte belysningen påverkas negativt. Om det redan finns träd på platsen kan man minska problem med skuggningen genom att undvika att placera stolpar nära intill träd, samt genom att anpassa höjden på stolparna efter trädens höjd. Viktigt att tänka på är att trädens höjd och utbredning ofta förändras över tid.

**Låg grad av bländning:** Belysning på GC-vägar ska ha väl avskärmade armaturer, speciellt i känsliga miljöer. I de fall man vill minimera graden av bländning kan det vara lämpligt att välja avskärmningsklass G*6. Samtidigt ska man komma ihåg att bländning är komplext, att göra en subjektiv bedömning av graden av bländning, till exempel genom platsbesök vid referensanläggningar, är ett bra alternativ eller komplement till bländningsberäkningar.

**Robust mot vandalisering:** Att belysningen fungerar och är fri från klotter eller annan skadegörelse bidrar till att skapa en känsla av trygghet. I särskilt utsatta miljöer bör man balansera intrycket av armaturen. Då robusta lösningar behövs bör man välja robusta armaturer som inte ger ett negativt intryck av platsen. Exempelviskan armatur med gallerskydd ge intryck av otrygg miljö. Armaturer ska placeras på en sådan höjd eller plats att de inte är lätt åtkomliga.

**Enkel att underhålla:** Trasiga armaturer, defekta ljuskällor eller skadegörelse såsom klotter bör åtgärdas så snart som möjligt. Att ljuskällor och armaturer går att byta på ett enkelt sätt samt att reservdelar finns tillgängliga, även på längre sikt, är viktigt för att anläggningen ska kunna hållas i bra skick.

Figur 34: Belysning av GC-vägar ska av trygghetsskäl även omfatta området intill vägen. Bild: Lennart Johansson.

Belysning på GC-vägar kan dimras nattetid, men bör inte släckas ned helt. Nivån kan behöva anpassas efter platsen. Ett alternativ till att dimra belysningen vissa tider är att förse anläggningen med närvarostyrning, det vill säga att belysningen dimras ned när ingen trafikant finns i närheten. Vid närvarostyrning bör ett förhållandevis stort/långt område kring trafikanten tändas upp – omkring 3 stolpar i vardera riktningen är rimligt. Genom att tända upp flera ljuspunkter blir det knappt märkbart för trafikanten att anläggningen är närvarostyrd, samtidigt som trafikanten inte blir så exponerad mot omgivningen (om endast en ljuspunkt belyser trafikanten ser andra personer trafikanten, men trafikanten kan inte se någon). Ljuspunkterna bör vara tända en stund efter att trafikanten passerat, innan de dimras ned igen. Det kan vara lämpligt att inte dimra ned "ändarna" på GC-vägar med närvarostyrd belysning, eftersom vägen då kan upplevas som mörk och otrygg av den som närmar sig.

Lågt placerade ljuspunkter, i form av pollarbelysning eller belysning infälld i murar eller räcken, används ibland i GC-miljöer, antingen som komplement till en vanlig vägbelysningsanläggning eller som enda ljuskälla. En sådan belysning används ofta för att skapa effekter och en trivsam atmosfär. En lågt placerad belysning som är väl avskärmad kan ge en mycket bra synbarhet av vägytan. Den ger också betydligt mindre ljusföroreningar än en konventionell anläggning. Däremot syns ansikten dåligt i en sådan belysning. Pollarbelysning och infälld belysning som inte är avskärmad kan skapa stora problem med bländning, eftersom ljuspunkterna tenderar att hamna i det centrala synfältet. En lågt placerad

belysning som är bländande gör att vägytan blir mycket svår att se. Användandet av pollarbelysning eller infälld belysning kräver därför en del eftertanke. Utöver synbarhetsaspekter bör man även beakta risken för vandalisering.

Figur 35: Belysning infälld i broräcken på GC-väg. Bild: Henrik Gidlund.

Det är inte lämpligt att, av kostnadsskäl eller miljöskäl, använda positionsljus (det vill säga ljuspunkter som markerar vägens sträckning) istället för konventionell vägbelysning på GC-vägar. Positionsljus bidrar i mycket begränsad utsträckning till att uppfylla GC-trafikanters behov av belysning.

### 6.5.1 Gång- och cykelvägar intill körbanor

I tätortsmiljöer, där både körbana och GC-väg i normalfallet förses med belysning, kan anläggningen utformas enligt tre principer:

- Belysningen placeras längs med körbanan, men anordnas så att även GC-vägen blir belyst med lämplig belysningsklass.
- Belysningen placeras längs med GC-vägen, men anordnas så att även körbanan blir belyst med lämplig belysningsklass.
- Separata anläggningar placeras längs med körbanan respektive längs med GC-vägen.

Vilken utformning som är mest lämplig beror på förhållandena på platsen. Av underhåll, estetiska och miljömässiga skäl är det givetvis en fördel om körbanan och GC-vägen kan förses med en gemensam anläggning, men om vägen består av flera körfält och/eller om avståndet mellan körbana

och GC-väg är stort är det inte alltid möjligt. Likaså om det finns träd, större buskage eller andra objekt mellan körbana och GC-väg kan det vara nödvändigt med separata anläggningar. Ett alternativ till separata anläggningar vid förekomst av träd är att använda gemensamma stolpar men placera armaturerna på olika höjd för GC-väg respektive för körbana. På så vis undviker man att träden skuggar belysningen på GC-vägen. Belysningsklasser väljs enligt rekommendationer för respektive vägtyp.

Figur 36: Stolpar med olika höjd för armaturerna över GC-väg respektive körbana. Bild: Joel Rosdahl.

Det kan ibland finnas skäl till att belysa GC-vägar som går längs med körbanor som inte är belysta. Ett exempel är där en GC-väg går parallellt med en körbana som leder till ett bostadsområde en bit utanför en tätort. Om man vill möjliggöra eller uppmuntra till att en sådan GC-väg används även under dygnets mörka timmar, till exempel av cyklister för resor till och från jobbet, behöver den förses med belysning.

Att belysa GC-vägen kan medföra att synbarhetsförhållandena för fordonsförare försämras något. Dels kan GC-vägens belysning göra att körbanan och omgivningen uppfattas som mörkare (ögat adapterar till GC-vägens belysning), dels kan den visuella ledningen från ljuspunkterna eventuellt uppfattas som förvirrande om de inte följer körbanans sträckning. Samtidigt innebär en belyst GC-väg att risken för att GC-trafikanter befinner sig på körbanan minskar.

Det är därför godtagbart att enbart belysa GC-vägen om den är skild från vägbanan, till exempel med en grönremsa, möbleringszon eller liknande.

Lösningen är inte lämplig när det finns GC-trafikanter på motsatt sida om vägen.

För att skapa bästa möjliga synbarhetsförhållanden för fordonsförarna ska GC-vägen ha väl avskärmade armaturer, avskärmningsklass G*6, samt en låg belysningsnivå. Kantlinjer och kantstolpar bör hållas i bra skick. Det kan vara lämpligt att ha heldragen kantlinje längs körbanan eftersom den tydligare än en intermittent kantlinje framhäver vägens sträckning.

Att enbart belysa körbanan när det finns en GC-väg intill är mindre lämpligt, eftersom man då riskerar att GC-trafikanterna använder körbanan istället för GC-vägen.

Figur 37: Belyst GC-väg intill obelyst körbana. Bild: Joel Rosdahl.

# Bilaga 1 Checklista för projektering

Beslut om anläggning

- Beslut om huruvida platsen ska förses med belysning eller ej.
- Anläggningstillhörighet: vem ska äga? Klargörande av gränsdragningar.

Utformning av anläggning

- Inhämtande av information från platsen genom platsbesök:
- Omgivningar, omgivningsljus
- Förekomst av träd eller andra skymmande/skuggande objekt
- Förekomst av skyltar, övergångsställen etc.
- Förekomst av infarter, entréer, fönster, balkonger etc.
- Inhämtande av dokumentation om platsen:
- Ritningar
- Anslutande/intilliggande anläggningar (belysningsklass, armatur etc.)
- Samlingskarta ledningar
- Beläggningstyp (relevant för M-klasserna)
- Inhämtande av information från regelverk och riktlinjer:
- VGU
- Trafikverkets tekniska kravdokument (TDOK, TRVINFRA, TRV Publ)
- Vägbelysningshandboken del 2
- Övriga relevanta riktlinjer (hänvisningar finns i Bilaga 3)
- Dimensionering av belysningssystem
- Val av belysningsklass
- Val av placeringsprincip (enkel/dubbel/mitt/sicksack)
- Stolpavstånd (valfritt av leverantör eller bestämt av beställare)
- Armaturhöjd (valfritt av leverantör eller bestämt av beställare)
- Överhäng/tiltning (valfritt av leverantör eller bestämt av beställare)
- Övrigt formspråk
- System för styrning (CLO, dimring/nattsänkning)
- Belysningstekniska beräkningar
- LCC-kalkyl

Plan för besiktning

- Skall-krav inför besiktning (beräkningar, mätningar, egenkontroller mm)

Plan för förvaltning

- Anvisningar för hur uppdatering av anläggningsuppgifter för förvaltning av anläggning ska ske (det vill säga vad ska ingå i entreprenörens åtagande att redovisa till upphandlande enhet)
- Samråd med förvaltningsorganisation över materialval, gränsdragningar befintliga anläggningar osv.

# Bilaga 2 – Stolpplacering

Specifika anvisningar för stolpplacering i cirkulationsplatser, korsningar och trafikplatser ges nedan.

## Cirkulationsplatser

Stolpar ska i mindre och medelstora cirkulationsplatser i första hand placeras runt cirkulationens yttersida. En sådan placering gör att ljus faller på de fordon som befinner sig i cirkulationen, sett från de fordon som befinner sig på tillfarterna. Dessutom faller ljus på rondellytans kant, vilket tydliggör körbanans kurvatur. Det kan vara mindre lämpligt att placera stolpar längs cirkulationens innersida (det vill säga i ytterkanten av rondellen) i mindre rondeller, dels eftersom de riskerar att bli påkörda, dels för att de kan skymma sikten eller ge en felaktiga visuell ledning. Om man ändå väljer att placera stolpar i rondellen, till exempel som en del i utsmyckningen av cirkulationsplatsen, bör stolphöjd och armaturtyp avvika från belysningen på anslutande vägar.

I mycket stora cirkulationsplatser (rondelldiameter omkring 80 m eller mer), där hastigheten kan förväntas vara lite högre, kan det vara lämpligt att ha stolparna längs cirkulationens innersida, enligt grundprincipen att stolpar ska undvikas i ytterkurvor. Om man väljer en sådan stolpplacering bör stolparna i rondellen skilja sig från tillfartsvägarnas stolpar, till exempel genom att vara högre eller ha ett annat antal armaturer, för att undvika felaktig visuell ledning.

Man bör eftersträva en stolpplacering som matchar cirkulationsplatsens och de anslutande vägarnas geometri och storlek. Stolpar kan, förutom att placeras längs cirkulationens ytterkant, placeras på refuger vid cirkulationens till- och frånfarter, förutsatt att refugerna är tillräckligt stora. Om man har möjlighet är det dock bra att undvika refugplacering, eftersom sådana stolpar tenderar att bli påkörda oftare än stolpar i cirkulationens ytterkant. Stolpar ska inte placeras på målade trafiköar.

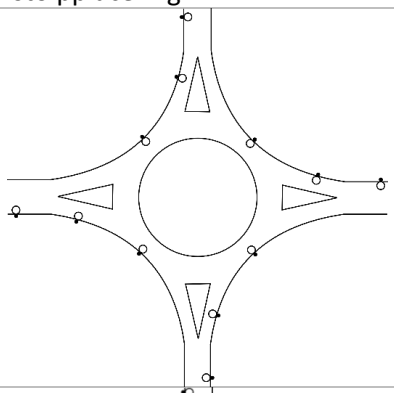
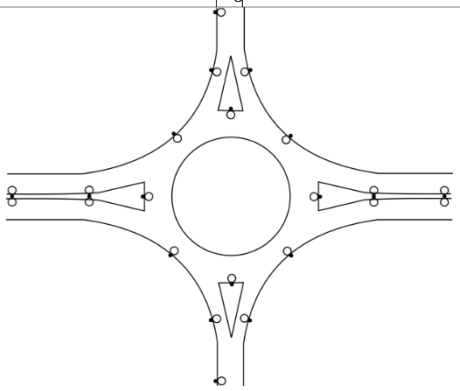
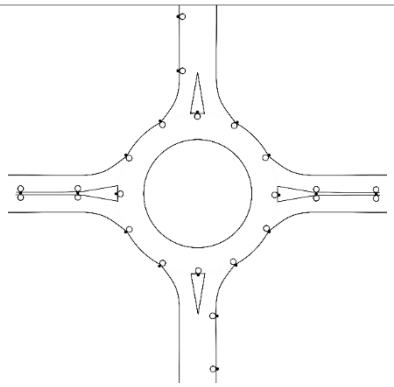
Belysningen bör arrangeras med så få stolpar som möjligt, för att undvika ett visuellt rörigt intryck. Ett sätt att minimera antalet stolpar är att ha flera armaturer på en och samma stolpe. Armaturerna ska monteras direkt på stolpen eller sitta på en kort arm. Stolparna bör ha samma höjd eller vara högre än stolparna på anslutande vägar.

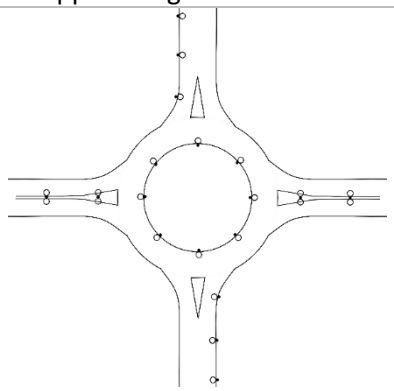
Oeftergivliga stolpar får inte placeras inom det sidoområde som motsvarar primärvägens säkerhetszon. I rondellen får oeftergivliga stolpar placeras endast om det finns refuger i samtliga tillfarter som framtvingar

riktningsförändring, och placering får då endast ske i specifika ytor i rondellen. Dock är placering av stolpar i rondellens mitt inte bra ur underhållsaspekt då omledning av trafiken ofta krävs för service av armaturer.

Tabell 4 visar olika principer för stolpplacering i cirkulationsplatser. Den exakta stolpplaceringen och stolphöjden för en specifik rondell tas fram med hjälp av belysningstekniska beräkningar.

**Tabell 4: Principer för stolpplacering i cirkulationsplatser**

| Figur stolpplacering | Beskrivning |
|---|---|
|  | I mindre cirkulationsplatser går det ofta att arrangera adekvat belysning med åtta stolpar: en stolpe vid varje infart samt fyra stolpar längs med cirkulationens yttersida.<br><br>Om de anslutande vägarna är belysta kan man låta stolparna vid in- och utfart placeras enligt de anslutande vägarnas stolpplacering. |
|  | Stolpar kan placeras på refugerna, såvida de är tillräckligt stora. Om man har möjlighet är det dock bra att undvika refugplacering på grund av risken för påkörning.<br><br>Om körbanan är bred vid in- och utfarterna, så att inte adekvat belysningsstyrka uppnås för båda körfälten med en armatur, kan stolpar placeras vid både in- och utfart. |
|  | I stora cirkulationsplatser kan det behövas flera stolpar längs med cirkulationens ytterkant.<br><br>Ett alternativ till att ha flera stolpar är att ha flera armaturer på varje stolpe. |

| Figur stolpplacering | Beskrivning |
|---|---|
|  | I mycket stora cirkulationsplatser (rondelldiameter > 80 m) med lite högre hastigheter, kan man placera stolparna längs cirkulationens innerkant, enligt principen för stolpplacering i kurvor.<br>Antalet stolpar avgörs av rondellens storlek. |

Om det finns övergångsställen vid cirkulationsplatsens in- och utfarter är det om möjligt bra att arrangera belysningen så att ljus faller på fotgängaren från den riktning fordonstrafiken kommer. Eftersom det område som utgör bakgrund till fotgängaren vid en cirkulationsplats ofta är visuellt komplext med både ljusa och mörka områden är det svårt att få fotgängaren att framträda i positiv eller negativ kontrast. Istället får man sträva efter att synliggöra fotgängaren med hjälp av färgkontrast eller rörelse, genom att rikta ljus mot den sida av fotgängaren som är vänd mot trafiken.

## Korsningar

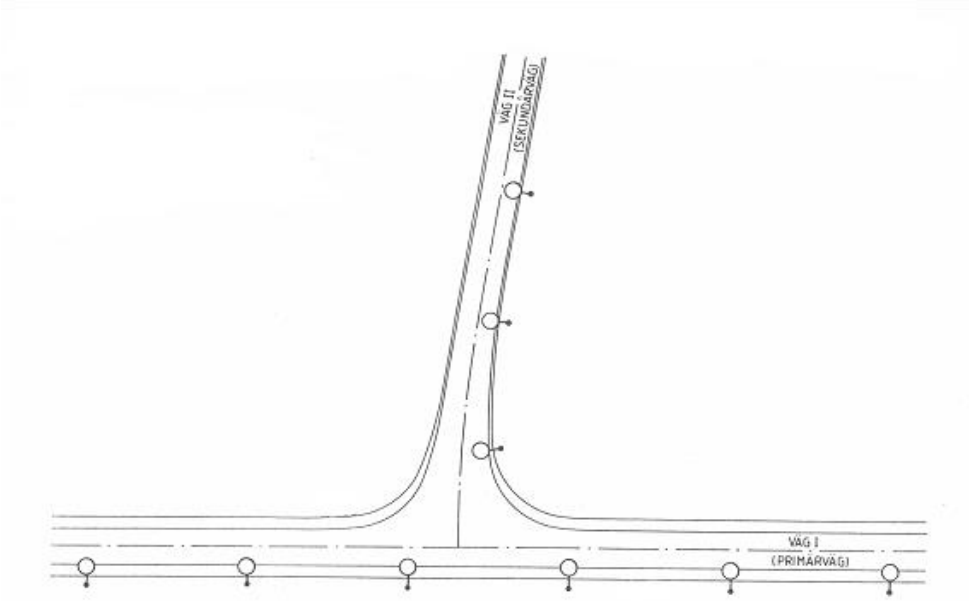
Följande exempel ger vägledning för hur stolpar kan placeras i olika typer av korsningar. Skisserna visar olika principer för stolpplacering. Exakt stolpplacering för en specifik korsning tas fram med hjälp av belysningstekniska beräkningar.

En generell princip är att stolpar inte ska placeras där de riskerar att bli påkörda:

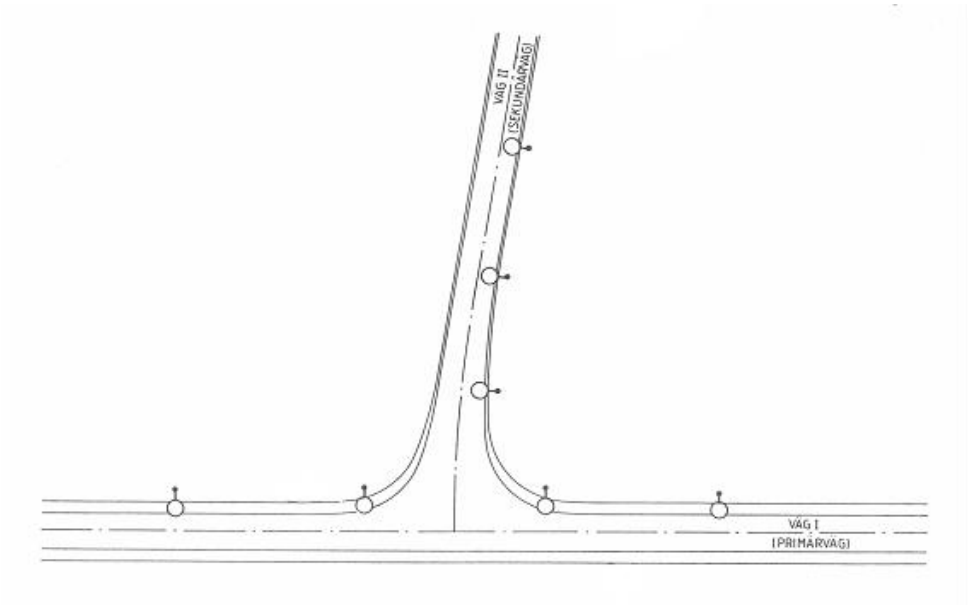
- Nära svängande fordons körspår, till exempel nära kanten på refuger eller i innerkurvan vid högersväng.
- Mittemot den anslutande vägen i T-korsningar

Teckenförklaring:

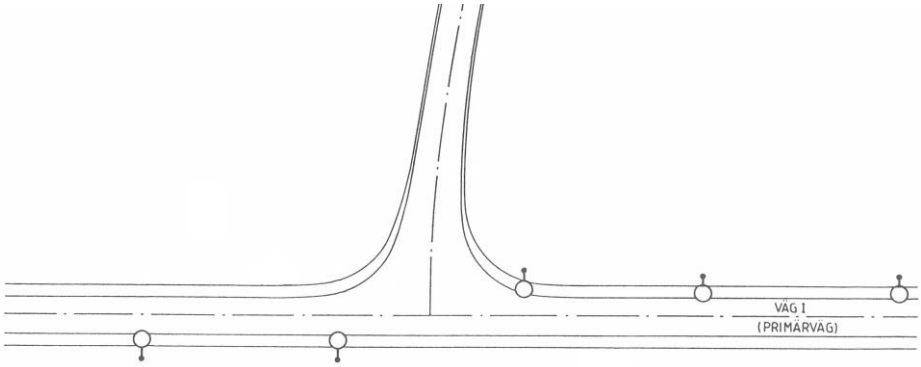
= stolpe med armatur



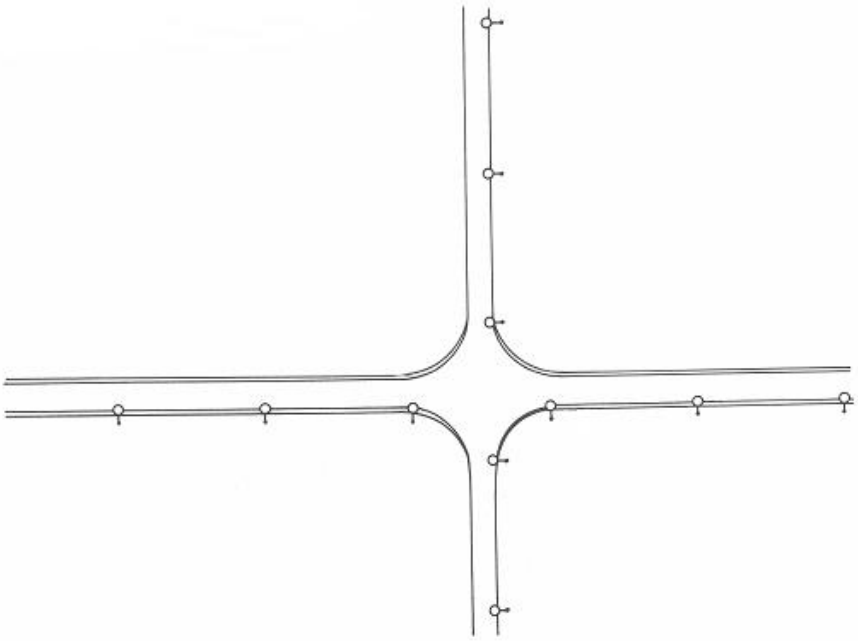

Figur 38: Stolpplacering i T-korsning: Vid T-korsning bör stolpar inte placeras mitt för T-anslutningen på grund av påkörningsrisken.



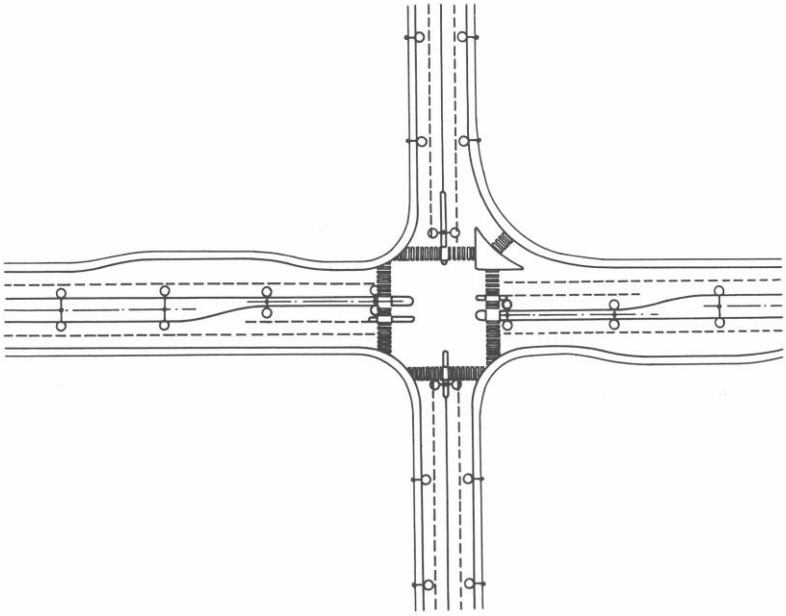

Figur 39: Stolpplacering i T-korsning: Vid T-korsning bör stolpar inte placeras mitt för T-anslutningen på grund av påkörningsrisken.



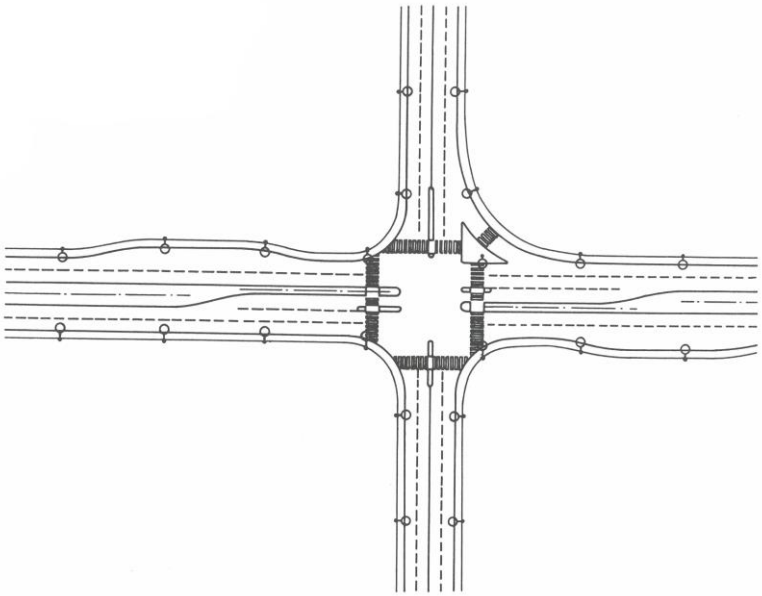

Figur 40: Vid belysning av korsning på obelyst väg kan man placera stolparna längs med de körfält som leder mot korsningen. På så vis skapas en adaptationssträcka för de körfält som leder från korsningen. Fördelen med detta måste vägas mot kostnaden för att trycka eller gräva sig över primärvägen.



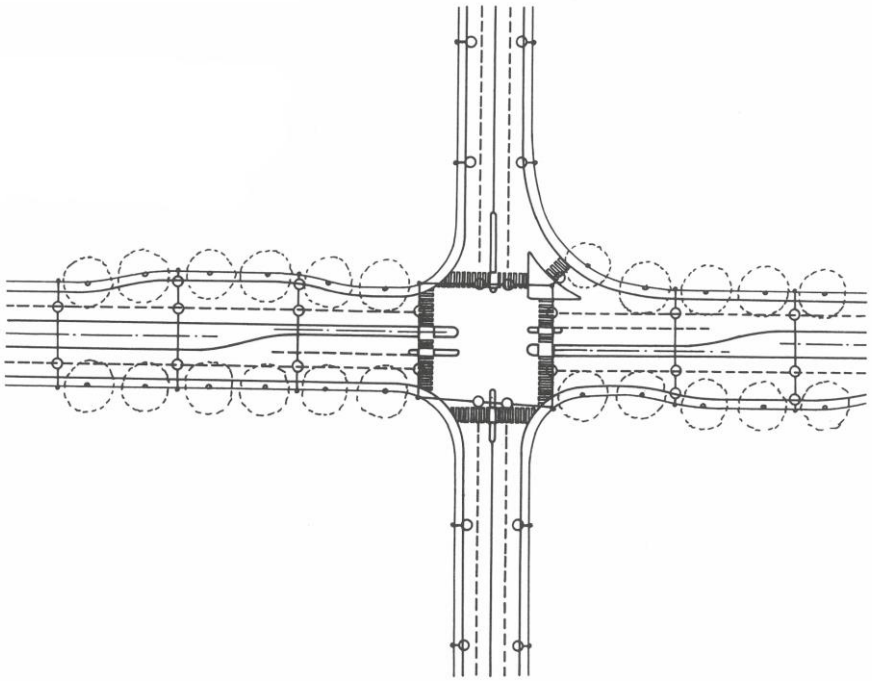
Figur 41: Stolpplacering i enkel okanaliserad fyrvägskorsning.



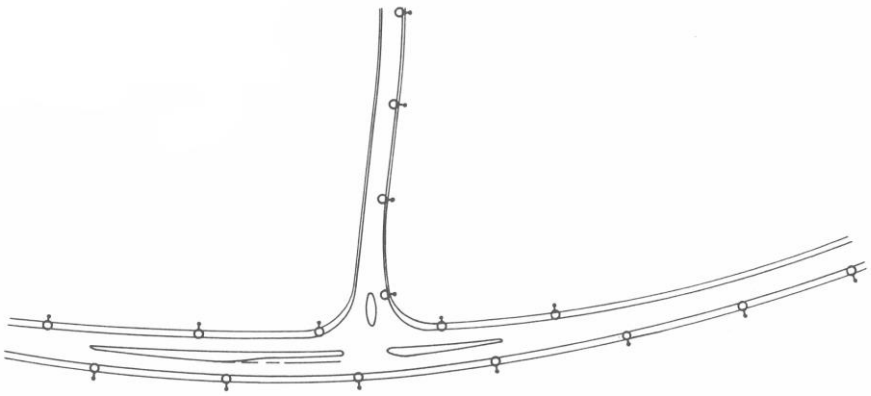
Figur 42: Stolpplacering i korsningar där de anslutande till- och frånfarterna har flera körfält. Om mittplacerade stolpar placeras långt fram mot korsningens mittpunkt, blir själva korsningen effektivt upplyst. Stolpar ska dock inte stå så nära mittpunkten att de riskerar att bli påkörda.



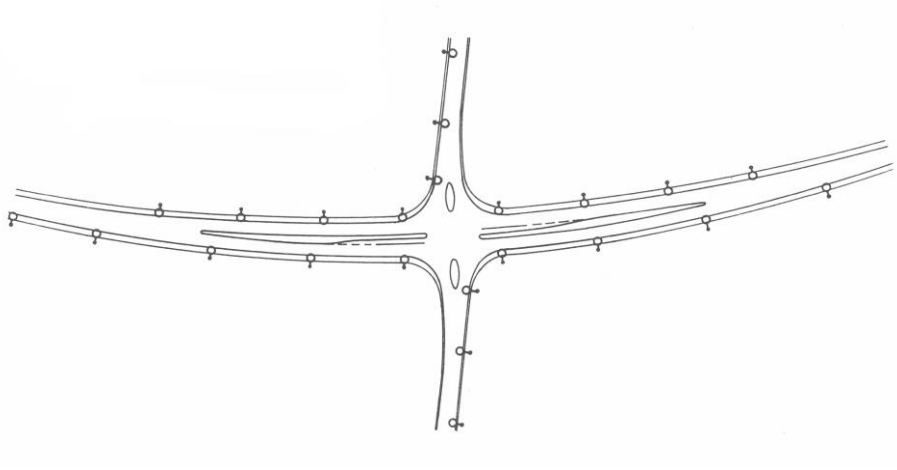
Figur 43: Stolpplacering i korsningar där de anslutande till- och frånfarterna har flera körfält. Vid korsningar där stolpar inte kan placeras på refugerna kan dubbelsidig placering väljas. I det här exemplet har man valt att ha längre arm vid busshållplatserna.



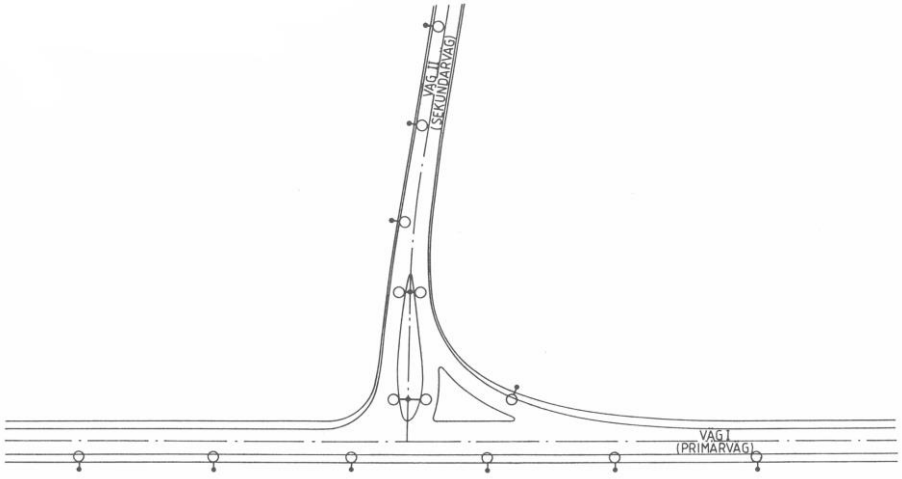
Figur 44: Vid vägar med träd och gator med smala trottoarer kan linspänn vara ett lämpligt alternativ.



Figur 45: Stolpplacering i trevägskorsning med breddad sektion. Enkelsidig placering kan i korsningen övergå i sicksackplacering med successiv anpassning av ljuspunktsavstånden.

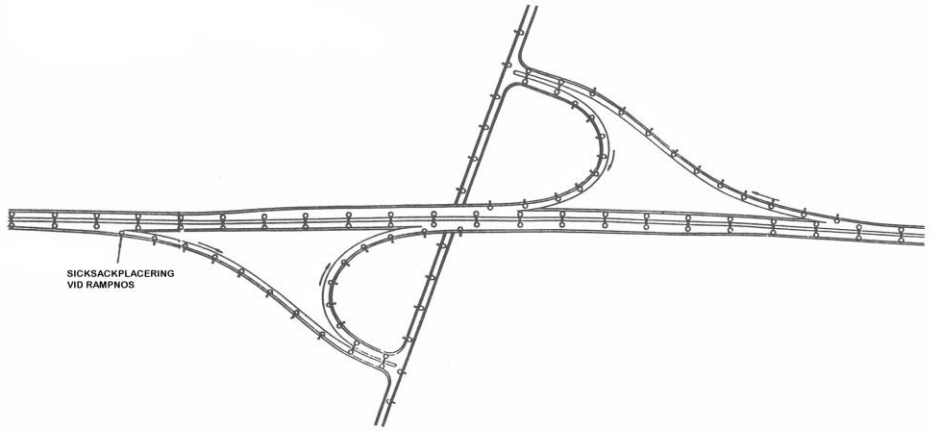


Figur 45: Stolpplacering i fyrvägskorsning med breddad sektion. Enkelsidig placering kan övergå i sicksackplacering och därefter dubbelsidig placering.

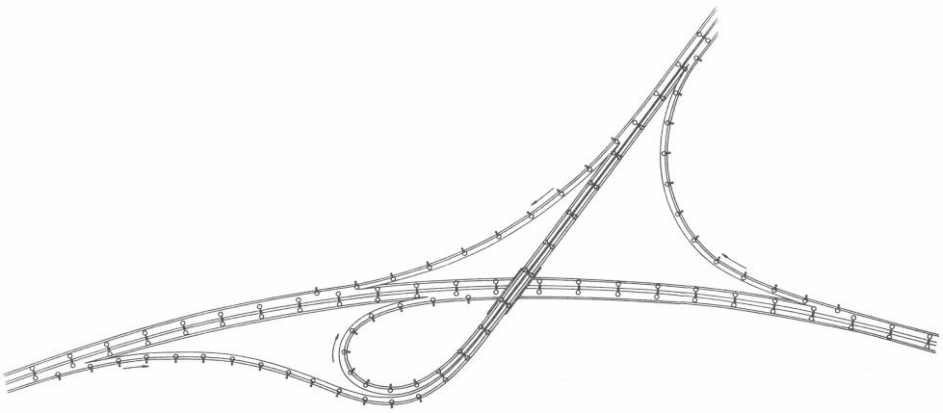



Figur 46: I kanaliserade korsningar med stora refuger kan dessa ibland utnyttjas för stolpplacering.

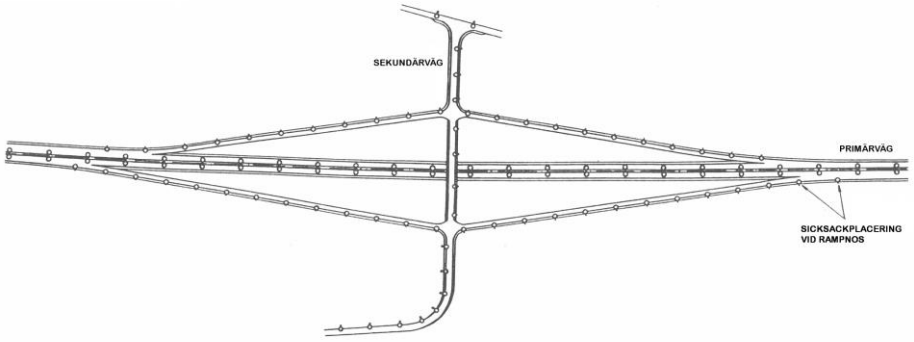
## Trafikplatser




Figur 47: Stolpplacering vid trafikplats av klövertyp. Stolpar bör placeras i innerkurva.



Figur 48: Stolpplacering vid trafikplats av trumpettyp. Stolpar bör placeras i innerkurva.




Figur 49: Stolpplacering vid trafikplats av rutertyp. Ljuspunkter och stolpar bör placeras med obrutna ljuspunktslinjer utefter rampernas utsidor.

# Bilaga 3 – Relaterade publikationer

## Lagar och förordningar

### EU-direktiv:

**Ekodesigndirektivet**

Information tillhandahålls av Energimyndigheten.

**Reach-förordningen**

Information tillhandahålls av Kemikalieinspektionen.

## Väglag 1971:948

### Transportstyrelsens förskrifter:

- Vägsäkerhetsförordningen, TSFS 2021:123
- Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om egenskapskrav för vägar, gator, spårvägar och tunnelbanor, TSFS 2021:122

## Plan och bygglag (PBL) 2010:900

### Boverkets föreskrifter:

- Boverkets konstruktionsregler EKS (Eurokod)
- Boverkets byggregler BBR, BFS2011:6
- Boverkets föreskrifter och allmänna råd om tillgänglighet och användbarhet för personer med nedsatt rörelse- eller orienteringsförmåga på allmänna platser och inom områden för andra anläggningar än byggnader, BFS 2011:5 ALM 2.
- Boverkets föreskrifter och allmänna råd om avhjälpande av enkelt avhjälpta hinder till och i lokaler dit allmänheten har tillträde och på allmänna platser, BFS 2013:9 - HIN 3.

# Standarder och regelverk

## CEN-standarder:

- Vägbelysning, SS-EN 13201 serien
- Belysning av arbetsplatser – Part 2: Arbetsplatser utomhus, SS-EN 12464-2
- Belysningsstolpar, SS-EN40 serien
- Vägutrustning - Eftergivlighet hos bärare av vägutrustning - Krav och provningsmetoder, SS-EN12767

## ISO-standarder

- Light and lighting – maintenance factor determination – Way of working ISO/CIE TS 22012:2019

# Trafikverkets krav:

- Vägar och gators utformning VGU (TRVINFRA-00396)
- Stolpar för belysning i vägområdet (TRVINFRA-00159)
- LED-armaturer (TRVINFRA-00145)
- Trafikkontrollplats (TRVINFRA-00258)
- Styrsystem för belysningsanläggningar för väg (TRVINFRA-00409)
- Trafikverkets ändringar och tillägg i AMA-El 22 (TDOK2022:0324)
- Anvisning för elsäkert arbete inom Trafikverkets väganläggningar (TDOK 2021:0428)
- Separering av sammatade elnät för vägbelysning an anslutning av elnät där abonnemang saknas (TDOK2020:0259)
- Kompetenskrav för personer som arbetar på eller nära Trafikverkets starkströmsanläggningar (TDOK2014:0994)
- Belysning av cykelnät utanför tätort (TDOK2014:0286)
- Elkraftanläggningar. Styrsystem för belysningsanläggningar för väg (TDOK2013:0580)
- Hantering av belysning på det lågtrafikerade vägnätet TRV2021/143730

## Handböcker, rådgivande dokument och rapporter

- Gatubelysning på entreprenad. Upphandling – uppföljning – utvärdering. Utgiven av SKL Kommentus Media AB och Sveriges Kommuner och Landsting, 2012.
- Nattens ljus. Belysningsstrategier i tätort – från vision till verklighet. Utgiven av Sveriges Kommuner och Landsting, 2005.
- Plats för trygghet. Inspiration för stadsutveckling. Utgiven av Boverket, 2010.
- Träds inverkan på belysningseffekt på gång- och cykelvägar. VTI rapport 723.
- LED-belysningens effekter på djur och natur med rekommendationer: Fokus på nordiska förhållanden och känsliga arter och grupper. Rapport författad av Calluna AB.
- Vägledning för miljöanpassad utomhusbelysning. Utgiven av Miljöstyrningsrådet, 2009.

## Facklitteratur och läroböcker

- Van Bommel, W. Road Lighting. Utgiven av Springer International Publishing, Switzerland, 2015.
- Boyce, P. Lighting for driving. Roads, vehicles, signs, and signals. Utgiven av CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 2009.
- Schreduer, D. Outdoor Lighting: Physics, Vision and Perception. Utgiven av Springer förlag, 2008.
- Sørensen, K. Road lighting. Utgiven av Nordiskt möte för förbättrad vägutrustning (NMF), 2013.

## Forskning

- Centrum för energieffektiv belysning (CEEBEL): Tillhandahåller information om pågående forskning och utveckling av energieffektiv belysning. Webbplats: www.ceebel.se.
- Portalen för transportforskning: www.transportportal.se.
- Nordiskt möte för förbättrad vägutrustning (NMF): Tillhandahåller nordiska rapporter och artiklar inom vägbelysningsområdet. Webbplats: www.nmfv.dk.

## Programvara för belysningstekniska beräkningar

- DIALux
- Relux

## Verktyg för beräkning av livscykelkostnader

- Upphandlingsmyndighetens LCC-kalkyl för utomhusbelysning.

Trafikverket, 781 89 Borlänge. Besöksadress: Röda vägen 1
Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00
**trafikverket.se**