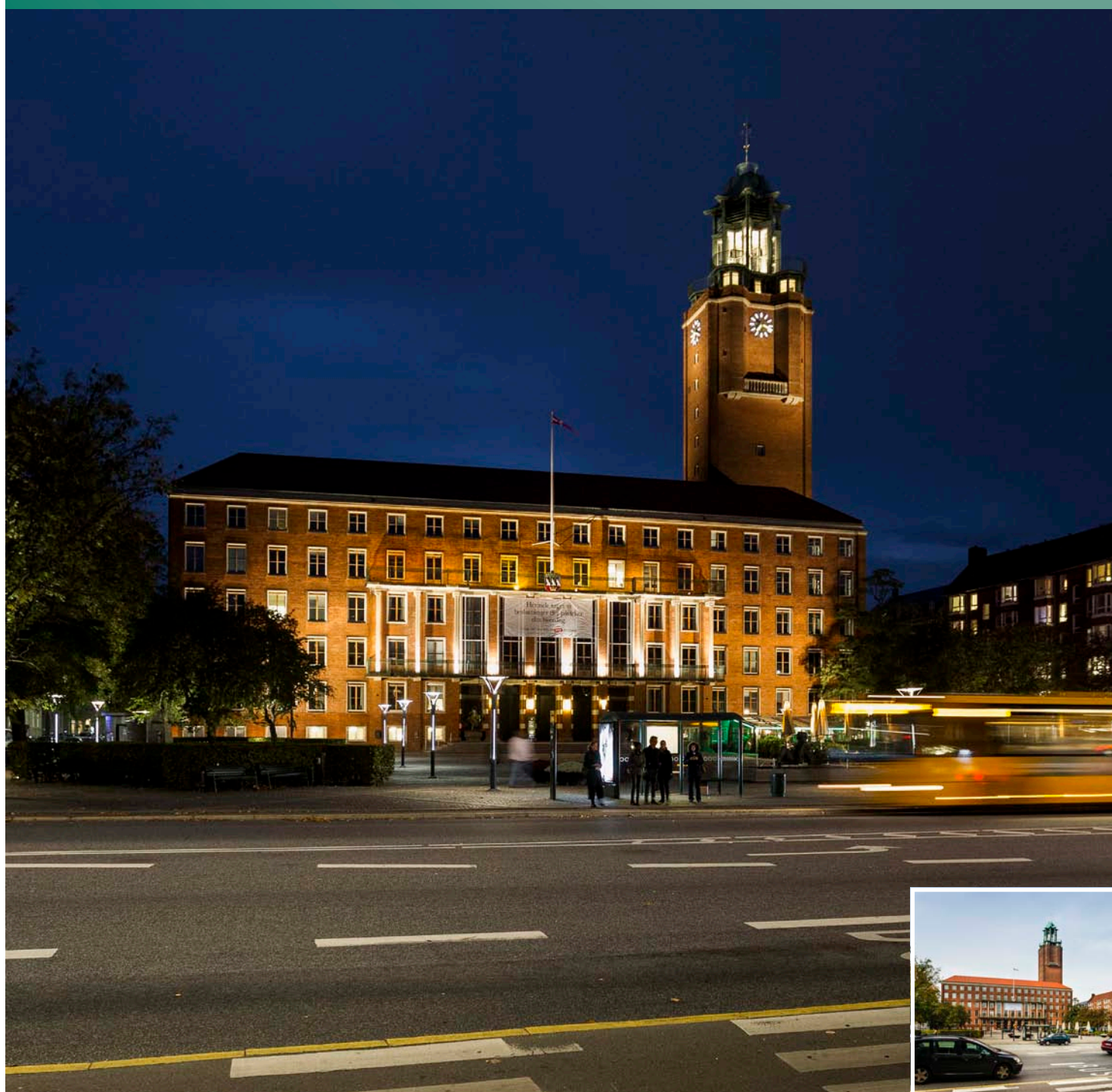




# BELYSNINGSSTRATEGI

for Frederiksberg Kommune



**Belysningsstrategi**

Belysning af veje og byrum i Frederiksberg Kommune

**Udgivet af:**

Frederiksberg Kommune  
By- og Miljøområdet  
Frederiksberg Rådhus  
2000 Frederiksberg  
vejogpark@frederiksberg.dk  
www.frederiksberg.dk

**Udarbejdet af:**

ÅF Lighting i samarbejde med Frederiksberg Kommune

**Grafisk design/layout:**

ÅF Lighting

**Foto:**

Lars Bahl, Vagn Guldbrandsen, ÅF Lighting, Torben Petersen, Claus Løgstrup, Philips Lighting og Karsten Klintø.





# Indledning

## Borgmester og udvalgsformand:

- Layout og foto tilpasses efter tekstmængden

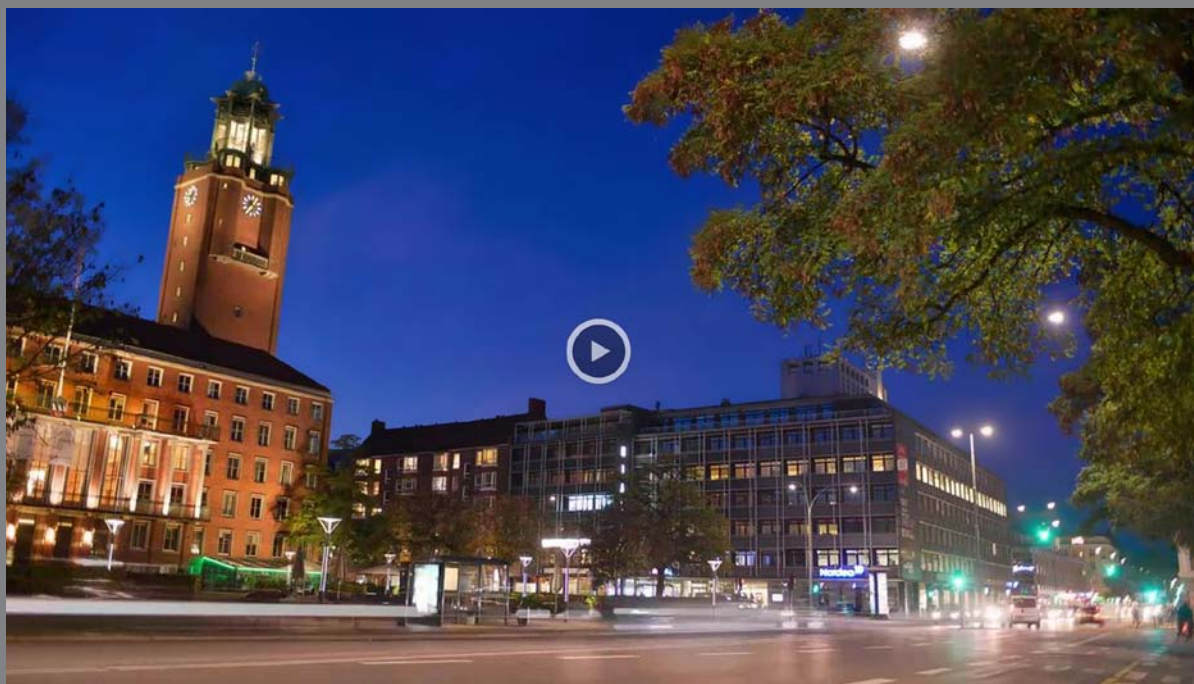
Ex explabo remque veliqui officiis sam quam sapidebis dolupic tem eaquas sument.

Natquo vellores seque reriorum id quis iuris sed et que nobisim usantio reribus aut excessume el imus aut aut raturiae et eiciusda derem. Occum qui con cum harciet veriaspe es alignam explabo. Nam atis et explign atibustrumet laces audae nis quoditatus modit estrum quia nossime nihil imet quis num quunt labo. Tatiaes diae con commossum, untora nossinum adi blatquid ut rere ped ut adisqui andi voluptium quat latias sunt a dem fugit, tem aliquibus estis exerciis rem eos sandit labo. Itat.

Es ratis debis nus milique cor solore re accuptas essi cum aut fugia volore, sum rent il et voluptatur rerum ullenis et evenectia id minis

adit quod quossintis as aut explique expelli qui del maio idellesequi repelli quis perspiet omnihictae omnistion earum qui simendi tatur?

Tiosam, con cuptatus corrum vitatur rescient, vit autem. Delitiam saperatia vent quam faccabo remporporest acest, corero velecupti nem facider ovitam aut quamusanimus voluptatur, que id et ex escipsanda saecaestibus molendi cilisint harum et odi dem et perapratam expeditam volore voluptatet ad maio venem et, et et int dion nulparum aliquas velis modignam sit provitatem as nobitatur aut elest autetus antiur, commoluptam ium noste vit, eatquae ctotatias naturepudis simporioris sed magnimil ipsus, tempedit earume voluptati volo et dolecae coreius rempe doluptas none et enis niminci enimpero mossi optam et voluptatem volorum harum num et, core



Lyset tændes på Frederiksberg - se udviklingen fra dag til mørke

Belysningsstrategien for Frederiksberg Kommune er et konkret redskab, der skal bruges af planlæggere, projekterende og beslutningstagere. Belysningsstrategien skal anvendes hver gang der foretages renovering af eksisterende anlæg eller når der planlægges og projekteres ny belysning i og ved det offentlige rum. Strategien omfatter en beskrivelse af kommunens belysningspolitik med retningslinjer for god

belysning samt en områdeanalyse med retningslinjer for valg af belysningsmateriel.

Belysningsstrategien er udarbejdet af Frederiksberg Kommune, Vej- og Parkafdelingen i samarbejde med belysningsrådgiver ÅF Lighting



SIDE 8	<b>Introduktionen</b> beskriver baggrunden for og formålet med at udfærdige en belysningsstrategi for Frederiksberg Kommune ligesom strategiens grænseflader afklares.
SIDE 14	<b>Kapitel 1</b> består af en belysningspolitik, der beskriver vision og målsætninger og dermed sætter rammerne for den fremtidige belysning i Frederiksberg Kommune.
SIDE 26	<b>Kapitel 2</b> er en gennemgang af belysningsstrategiens idégrundlag, hvor principper og metoder for god belysning gennemgås.
SIDE 38	<b>Kapitel 3</b> er en beskrivelse af og retningslinjer for de anvendte belysningsteknologier herunder status for opmærksomhedspunkter samt retningslinjer for valg af LED.
SIDE 56	<b>Kapitel 4</b> er en gennemgang af Trafikministeriets Vejregler for vejbelysning i Danmark og belysningsklasser i Frederiksberg Kommune.
SIDE 62	<b>Kapitel 5</b> definerer Frederiksbergs belysningskategorier og -typer samt belysningsmateriellets formsprog.
SIDE 76	<b>Kapitel 6</b> består af en analyse af Frederiksbergs vej- og fokusområder med retningslinjer for de fremtidige belysningsanlæg. Kapitlet omfatter anbefalinger til privat udendørs belysning og funderes på en status over kommunens eksisterende belysningsanlæg.
SIDE 118	<b>Bilag A</b> består af en begrebsafklaring i form af et lille opslagsværk, der kan hjælpe læseren til at blive klogere på de vigtigste lystermer.  <b>Bilag B</b> oplister de hovedelementer en belysningsprojektering som minimum skal indeholde.  <b>Bilag C</b> indeholder kort over belysnings- og hastighedsklasser i Frederiksberg Kommune.





# O INTRODUKTION

**Introduktionen af LED-lyskilder i den offentlige belysning er i fuld gang og betyder ikke kun et skift af teknologi, men også et forestående paradigmeskift inden for drift og vedligehold.**

## 0.1 INDLEDNING

I disse år foregår planlægningen af fremtidens belysningsløsninger under hensyn til ønsket om at skabe attraktive bymiljøer, der inviterer til øget brug af byens offentlige rum. Samtidig skal belysningsløsningerne leve op til de nødvendige krav om energibesparelser, der drives af de globale klimaudfordringer og det stigende energiforbrug. Udover at arbejde og bo i byen, benytter vi byens offentlige rum til ophold, aktivitet og rekreation. Dette er traditionelt foregået i dagtimerne, men i dag benytter vi i stigende omfang de offentlige uderum efter mørkets frembrud. Denne udvikling stiller kvalitativt nye krav til belysningen, som i dag ikke blot kan iagttages som en teknikalitet,

men er en vigtig parameter i skabelsen af livskvalitet og bymiljøer, der sætter menneskers liv og behov i centrum.

Ydermere står vi midt i et paradigmeskift indenfor lysteknologi. Grundet politiske beslutninger, samt ønsket om at lægge pres på udviklingen af effektive lyskilder, udfases i disse år en række af de teknologier, der har været standard i den offentlige belysning.

I den forbindelse er introduktionen af LED-lyskilder i den offentlige belysning i fuld gang og betyder ikke kun et skift af teknologi, men også et forestående paradigmeskift inden for drift og vedligehold.





Danmark har en mangeårig tradition for veltilpassede og effektive belysningsanlæg. Den danske offentlige vejbelysning er sandsynligvis verdens mest effektive og er udtryk for en forskningsbaseret tilgang til at skabe et optimalt forhold mellem vejbelysningens nytteværdi og anlæggenes forbrug og omkostninger.

Med introduktionen af nye teknologier er det derfor vigtigt at bygge videre på de mange års optimering af lysfordeling og visuel kvalitet og dertil lægge de nye teknologiers muligheder, således at de fremtidige anlæg bliver mere effektive, har en bedre lyskvalitet og udnytter de nye teknologier på deres egne præmisser.

Frederiksberg Kommune har med den hidtil gældende belysningsplan i 2005 iværksat en strategisk indsats for at sikre en helhedsorienteret planlægning af kommunens belysningsanlæg og infrastruktur. Dette følges der med nærværende belysningsstrategi op på for at imødegå de kommende års udfordringer med udfasning af forældet belysningsmateriel, samt test og implementering af nye teknologier. Belysningsstrategien giver Frederiksberg en klart formuleret belysningspolitik, der kan bidrage til at sikre en langsigtet planlægning og muliggøre at opnå de bedst mulige og mest æstetiske belysningsanlæg for de investerede midler.



# O

## INTRODUKTION

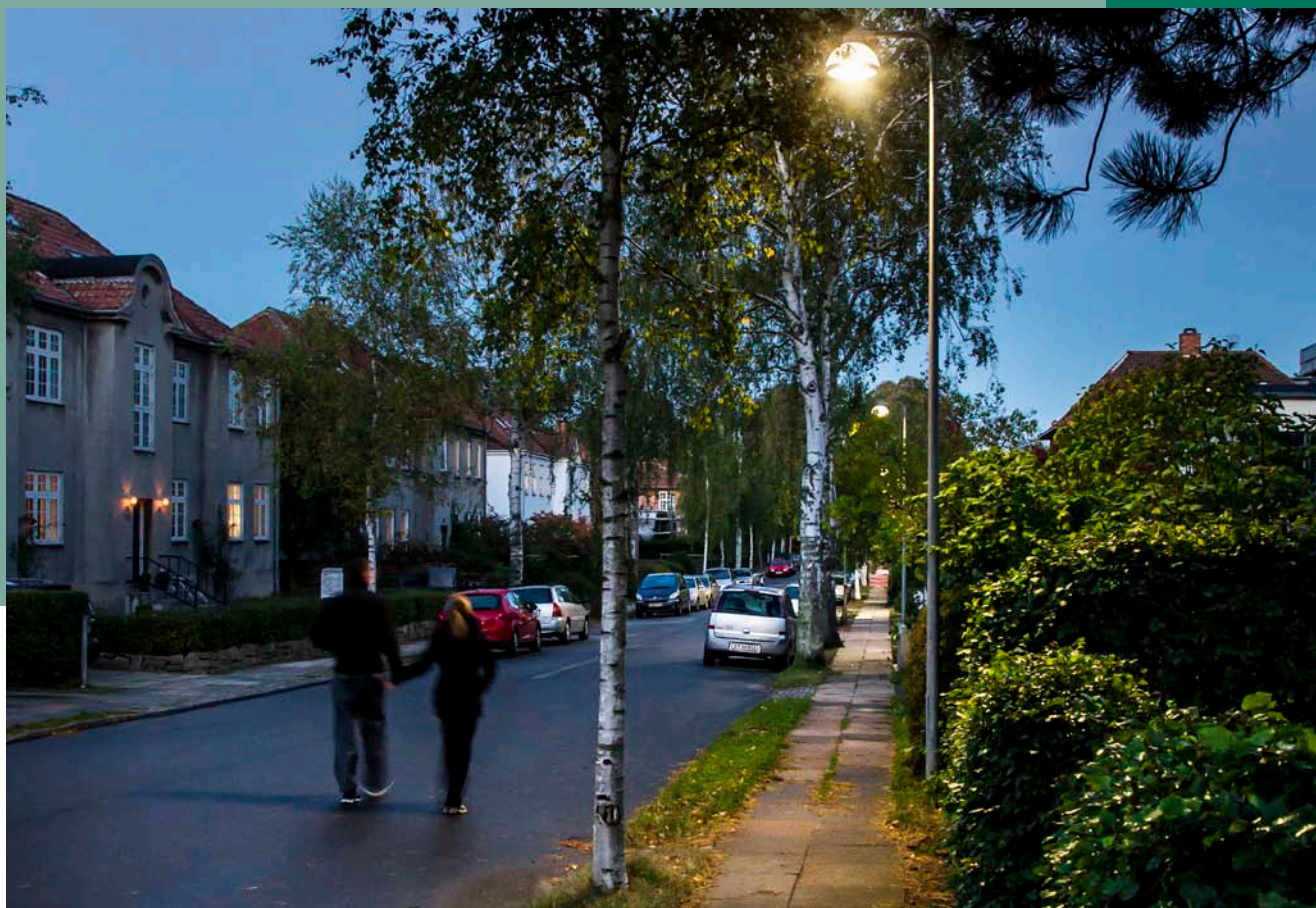
### 0.2 BELYSNINGSSTRATEGIENS FORMÅL

---

Belysningsanlæg har traditionelt set været etableret med et funktionelt formål med fokus på vej-belysning. I de senere år er der kommet et øget fokus på, hvilken betydning belysning har for, hvordan vi oplever vore omgivelser i døgnets mørke timer, og hvordan vore omgivelser påvirker os. Samtidig er der flere, der vælger at benytte æstetiske og karakterskabende belysninger i udvalgte byområder til at skabe indbydende og attraktive byrum, der inviterer til at bruge byen på nye måder i de mørke timer. Belysningsstrategien afspejler disse tendenser og er således en overordnet strategi, der omfatter både vej- og øvrig funktionsbelysning såvel som karakterskabende belysning.

Belysningsstrategiens formål er at sætte rammerne for eksisterende og fremtidige anlæg og strategien giver konkrete anvisninger til belysningen i Frederiksberg Kommune, der understøtter de belysningsmæssige visioner og målsætninger. Udgangspunktet er en nordisk forståelse af lys og æstetik samt et stærkt fokus på energi- og driftseffektivitet.

Intentionen er, at alle kommunale belysningsanlæg fremover planlægges, projekteres og renoveres ud fra en helhedsorienteret tilgang med en afstemt vægtning mellem funktion, æstetik og miljøpåvirkning.



**Belysningen tjener en række formål – dels funktions- og strukturmæssige, dels rum- og karakterskabende. Disse formål skal medtænkes, prioriteres og indgå i projekteringen af såvel vej- og øvrig funktionsbelysning samt karakterskabende belysningsanlæg:**

## BELYSNINGENS FORMÅL

FUNKTION	RUM	KARAKTER	STRUKTUR
			
Øge trafiksikkerhed og tryghed	Skabe visuelle dybdevirkninger	Skabe atmosfære og stemning	Fremhæve landskabelige og arkitektoniske kendetegn
Skabe fremkommelighed	Definere og fremhæve rumlige strukturer og rammer	Skabe smukke tableauer	Skabe identitet og hierarki
Synliggøre retning og øge visuel orientering		Skabe visuelle fortællinger, oplevelser og overraskelser	Definere funktion og betydning
Styrke forbindelser		Skabe atmosfære og stemning	Øge læsbarhed



# O INTRODUKTION

## 0.3 AFGRÆNSNING

Belysningsstrategien vedrører udendørs kommunal belysning i Frederiksberg Kommune. Frederiksberg er en af de få kommuner, der ikke blev påvirket af kommunesammenlægningen i 2009, hvorfor kommunen har et fint afsæt for at følge op på belysningsplanen fra 2005.

Belysningsstrategien omfatter den kommunale vejbelysning på offentlige veje og stier, private fællesveje, hvor kommunen er vejbestyrelse, funktionsbelysning ved offentlige ejendomme samt offentlig karakterskabende belysning.

Belysningsstrategien giver principper og retningslinjer for vejbelysning, øvrig funktionsbelysning (eksempelvis af indgange og trapper) og karakterskabende belysninger (eksempelvis af træer, skulpturer med videre). **Se i øvrigt kapitel 5.1.** Analysen omfatter vejtyper, udvalgte fokusområder samt Frederiksbergs "hemmelige" steder:

- Vejbelysning på trafikveje, lokalveje, grønne anlæg, stier og pladser
- Udvalgte fokusområder som skoleområder, veje med begrønning, Frederiksberg Allé og privat belysning
- Byens Hemmelige Steder som facader, hegn, bygningsværker, rumdannelser, skulpturer og porte på Frederiksberg, hvor lyssætning er hensigtsmæssig.

Undervejs giver belysningsstrategien anbefalinger til funktionsbelysning hos private ejerforeninger og erhvervsdrivende, så deres belysning kan være i overensstemmelse med kommunens belysningspolitik og retningslinjer for god belysning.



#### **0.4 Erfaringsgrundlag**

Til grund for belysningsstrategien ligger Kommuneplan 2013, Frederiksbergstrategien 2012, CO<sub>2</sub> handlingsplanen, 2009-2012, Frederiksberg Belysningsstrategi 2005, besigtigelser samt workshops med teknikere og planlæggere fra Frederiksberg Kommune.

#### **0.5 Grænseflader**

Belysningsstrategien grænser op til Frederiksbergs Trafik- og Mobilitetsplan samt Klimatilpasningsplan fra 2012.



# 1 BELYSNINGSPOLITIK

## 1.1 FREDERIKSBERG: DESTINATIONEN I HOVEDSTADEN

---

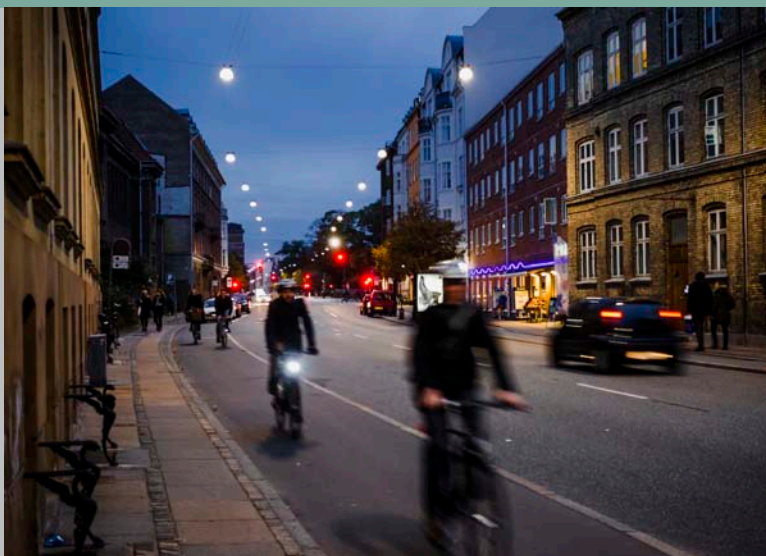
Frederiksberg Kommune er udpræget bykommune, der er beliggende i hjertet af hovedstaden. Frederiksberg Kommune består primært af boligbebyggelse og befolkningstætheden er med sine 11.028 pr km<sup>2</sup> landets ubetinget højeste.

Frederiksberg Kommune har en høj tiltrækningsværdi for mange mennesker. Kommunen har tradition for at have såvel mange kulturelle, uddannelsesmæssige som handelsmæssige tilbud, mens der kun i ringe omfang er industri og tungt erhverv på Frederiksberg. Kommunen har, i forhold til sin lille geografiske udstrækning på knap 9 km<sup>2</sup>, store og velkendte grønne arealer: Stats haverne, Frederiksberg Have og Søndermarken samt kommunale parker som Lindevangsparken,

Grøndalen og Solbjerg Parkkirkegård. Ligeledes har kommunen mange skoler, uddannelsesinstitutioner og flere kommunale sportsanlæg. Byplanmæssigt har kommunen nogle hovedakser bestående af primære centerstrøg og klassiske kulturstrøg, der løber gennem og knytter lokalområderne sammen.

I det meste af Frederiksberg Kommune hersker der en særlig identitet, der kommer til udtryk i smukt udførte arkitektoniske detaljer, der går igen i såvel etageboliger som villaer, på kommunale anlæg og veje samt i kommunens parkanlæg.

Denne identitet skaber en klassisk atmosfære, der indbyder til ro og fordybelse. Sammen med



**Høj belysningsmæssig kvalitet, moderne og æstetisk tilpassede belysningsanlæg samt unikke karakter-  
skabende lysoplevelser vil bidrage  
til at få den lokale beboer, den han-  
delsdrivende og gæsten til at opleve  
kommunen som en attraktion - som  
en pulserende by.**

de mange rekreative, handelsmæssige og arkitektoniske værdier har Frederiksbergs særlige identitet stor betydning for borgeren, erhvervslivet og ikke mindst den rejsende. Sandsynligvis er denne identitet medvirkende til valget af Frederiksberg, som destination i Hovedstaden.

Høj belysningsmæssig kvalitet, moderne og æstetisk tilpassede belysningsanlæg samt unikke karakterskabende lysoplevelser vil bidrage til at få den lokale beboer, den handelsdrivende og gæsten til at opleve kommunen som en attraktion - som en pulserende by.

Med Frederiksbergstrategien 2012 defineres kommunens fremtidige fokusområder: Klimabyen for fremtiden, Vidensby, Destination i Hovedstaden og Livskvalitet i hverdagen. Disse fokusområder vil hver især udnytte Frederiksbergs unikke kvaliteter, der leder til nedenstående vision, som også er vision for belysningen og danner afsæt for en række konkrete målsætninger.



# 1 BELYSNINGSPOLITIK

## 1.2 VISION: AT STYRKE DEN SUNDE, PULSERENDE OG GRØNNE BY



Frederiksberg Kommune har i 2005 udfærdiget og vedtaget en Belysningsplan, der prioriterer belysningsanlæggenes funktion og æstetik. Dette værktøj har givet et væsentligt afsæt til, at belysningen kan bidrage til at styrke kommunens fokusområder. Belysningen skal samtidig medvirke til at indfri kommunens vision om at styrke den sunde, pulserende og grønne by, og gøre Frederiksberg til en destination i hovedstaden.

En indfrielse af denne vision kan nås ad mange veje. På Frederiksberg har der, af hensyn til miljøet, været stort fokus på udfasning af kviksløvluskilder som en reaktion på EUs ECO-design-direktiv. Direktivets formål er at udfase de mindst energieffektive produkter med henblik på at nedbringe CO2-forbruget. Udfasningen af kviksløvluskilder på Frederiks-

berg er afsluttet. Derfor flytter fokus sig til andre områder. I nærværende strategi redegøres for potentialer og udfordringer i indfasning af LED-teknologien.

For at styrke kommunens grønne og sunde elementer er det centralt at tage stilling til belysningsanlæg eller fraværet af samme i kommunens grønne og rekreative områder, der også indbefatter stisystemerne. Der skal lægges en strategi for, hvordan man via belysningsanlæggenes fortsat bidrager til at inspirere borgerne til at værne om deres sundhed ved eksempelvis at benytte kommunens motionsfaciliteter. Ligeledes er det afgørende at skabe en balance mellem lys og mørke i kommunens grønne områder, så eventuel belysning er i harmoni med det omgivende mørke. Kommunens belysningsanlæg skal sammen med





## 1.3 MÅLSÆTNINGER

I tillæg til visionen har Frederiksberg Kommune seks målsætninger for kommunens fremtidige belysningsanlæg. Målsætningerne er konkrete mål, der bidrager til at udmønte visionen om at gøre Frederiksberg til en sund, grøn og pulserende destination i Hovedstaden.

byinventar og de øvrige elementer i gadebilledet medvirke til at styrke kommunens puls, så kommunen fortsat fremstår som en levende by såvel dag som nat. I tillæg til en optimering af den funktionelle belysning af vejnettet kan pulsen styrkes via karakterskabende lyssætninger i områder, der er unikke for Frederiksberg Kommune. De fremtidige belysningsanlæg på Frederiksberg skal desuden bidrage til at indfri kommunens målsætninger:

### Målsætningerne med den fremtidige belysning er at:

- Skabe attraktive, levende bymiljøer
- Styrke kommunens identitet og infrastruktur
- Øge trafikssikkerhed og tryghed
- Øge fremkommelighed for gående, cyklister og kollektiv trafik
- Øge energi- og driftseffektivitet
- Facilitere aktivitet, sundhed, rekreation og ophold i byens rum.



# 1.3 MÅLSÆTNINGER



## 1.3.1 SKABE ATTRAKTIVE, LEVENDE BYMILJØER

Kommunens belysningsanlæg skal bidrage til at skabe attraktive og levende bymiljøer.

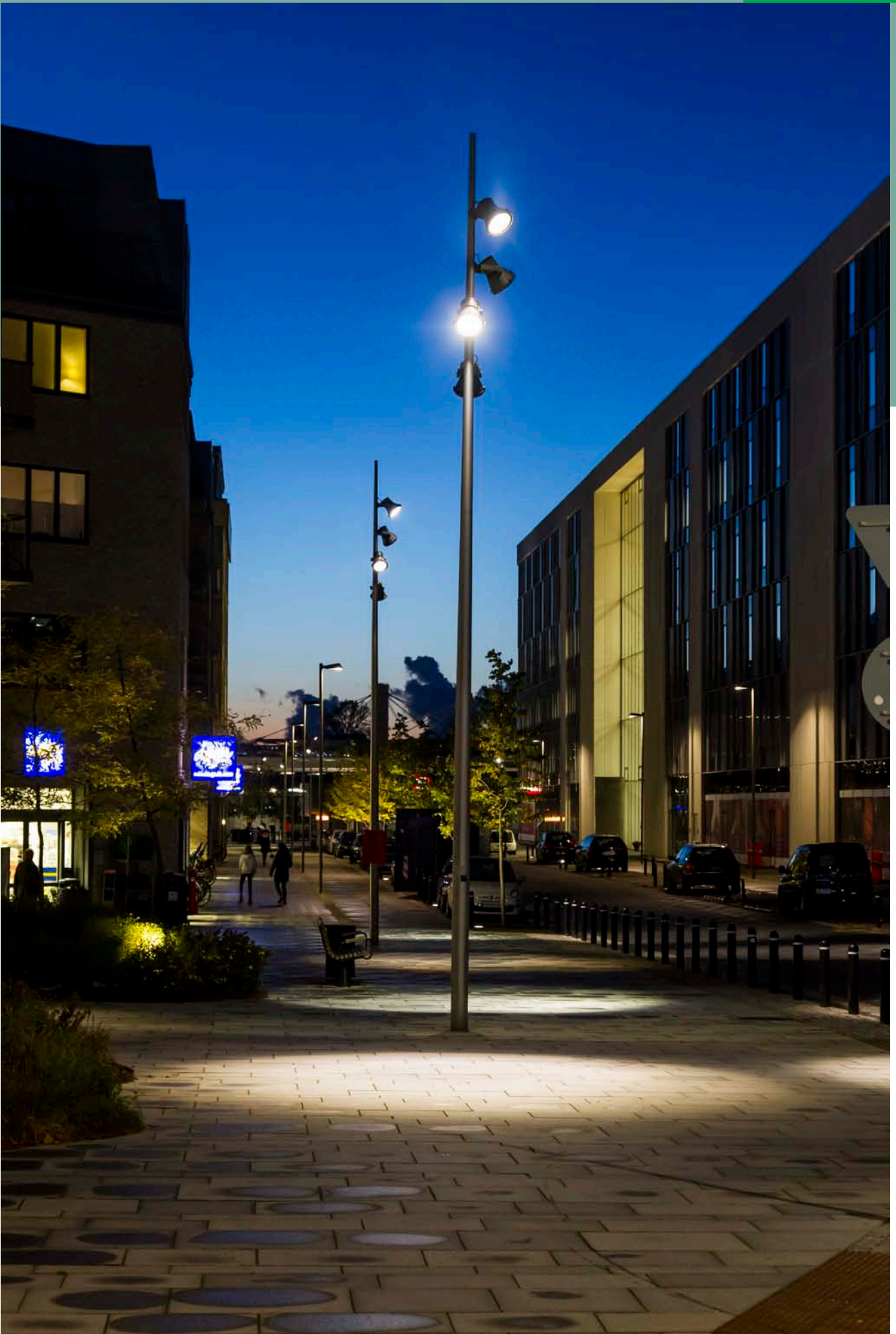
Det er målet i Frederiksberg Kommune, at såvel funktionsbelysning som karakterskabende belysning bidrager til at skabe attraktive byrum og veje. Dette kan eksempelvis ske ved at have funktionsbelysningsanlæg med et æstetisk formsprog, og armaturer der værner om den visuelle komfort og lyskilder med en god farvegengivelse. I tilslutning til dette kan der skabes visuelle lysoplevelser via karakterskabende belysninger, der fremhæver lokale kendetegn af særlig arkitektonisk og social kvalitet.



## 1.3.2 STYRKE KOMMUNENS VISUELLE IDENTITET OG INFRASTRUKTUR

Hermed kan belysningsanlæggene øge livskvaliteten i hverdagen og skabe levende bymiljøer og oplevelser ved at invitere borgerne til også at benytte byen i de mørke timer af døgnet.

Frederiksberg Kommune består af syv kvarterer med forskellig funktion, arkitektur og alder. Kommunen knyttes sammen af en række veje, hovedstrøg, byrum og grønne anlæg. Ved at give vejtyper og fokusområder deres unikke belysningsmæssige formsprog og identitet, kan forbindelserne på tværs af kommunen styrkes, så der skabes en rød tråd gennem Frederiksberg Kommune.





# 1.3 MÅLSÆTNINGER

## 1.3.3 ØGE TRAFIKSIKKERHED OG TRYGHED



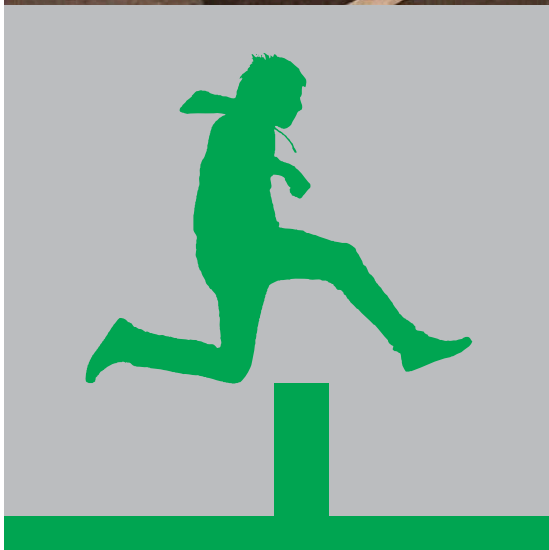
At øge trafikikkerheden og trygheden er udgangspunktet for enhver renovering af eksisterende belysningsanlæg eller projektering af nye.

Frederiksberg har nået sin målsætning om at reducere antallet af dræbte, alvorligt tilskadekomne og lettere tilskadekomne med 40% i perioden 2005 til 2012. Imidlertid skal trafikikkerheden fortsat øges i henhold til den nye trafikikkerhedsplan fra 2013, hvor målsætningen er, at: "Antallet af dræbte og tilskadekomne skal reduceres med mindst 50 % på de kommunale veje og stier, frem til 2020 i forhold til antallet af politiregistrerede uheld i 2010". Trafikkerikkerhed og tryghed handler også om en tidssvarende vejbelysning og at skabe gode synsforhold for alle trafikanter, når de færdes ude efter mørkets frembrud. Dette betyder, at både de hårde og bløde trafikanter skal kunne

overskue forløb af veje, cykelstier, fortove, pladser med videre og skal kunne vurdere genstande og forhindringer på trafikarealet i passende afstand. Desuden skal krydsende trafikanter, både bilister, cyklister og fodgængere, have særlig opmærksomhed, hvorfor de fremhæves eksplicit i belysningen.

En god belysning vil derudover særligt støtte de bløde trafikanter og styrke deres tryghedsoplevelse i trafikken, fordi de er mere synlige for den motoriserede trafik.

Gennem anvendelse af armaturer af god kvalitet, lyskilder med en god farvegengivelse og et passende belysningsniveau, skal der i fremtiden sikres en tilstrækkelig belysning for alle trafikantgrupper i Frederiksberg Kommune.



God, afskærmet og tilpasset belysning af vejnettet og diskret, harmonisk belysning ud til mørke parkområder vil værne om den visuelle komfort samtidig med, at den styrker forbindelserne ud til parkområderne.

Endvidere vil karakterskabende belysninger af eksempelvis pladser og bygninger med høje æstetiske værdier bidrage til at skabe stemning i byrummet, så en eventuel utryghed afløses af en god oplevelse.

### 1.3.4 ØGE FREMKOMMELIGHED OG TILGÆNGELIGHED

---

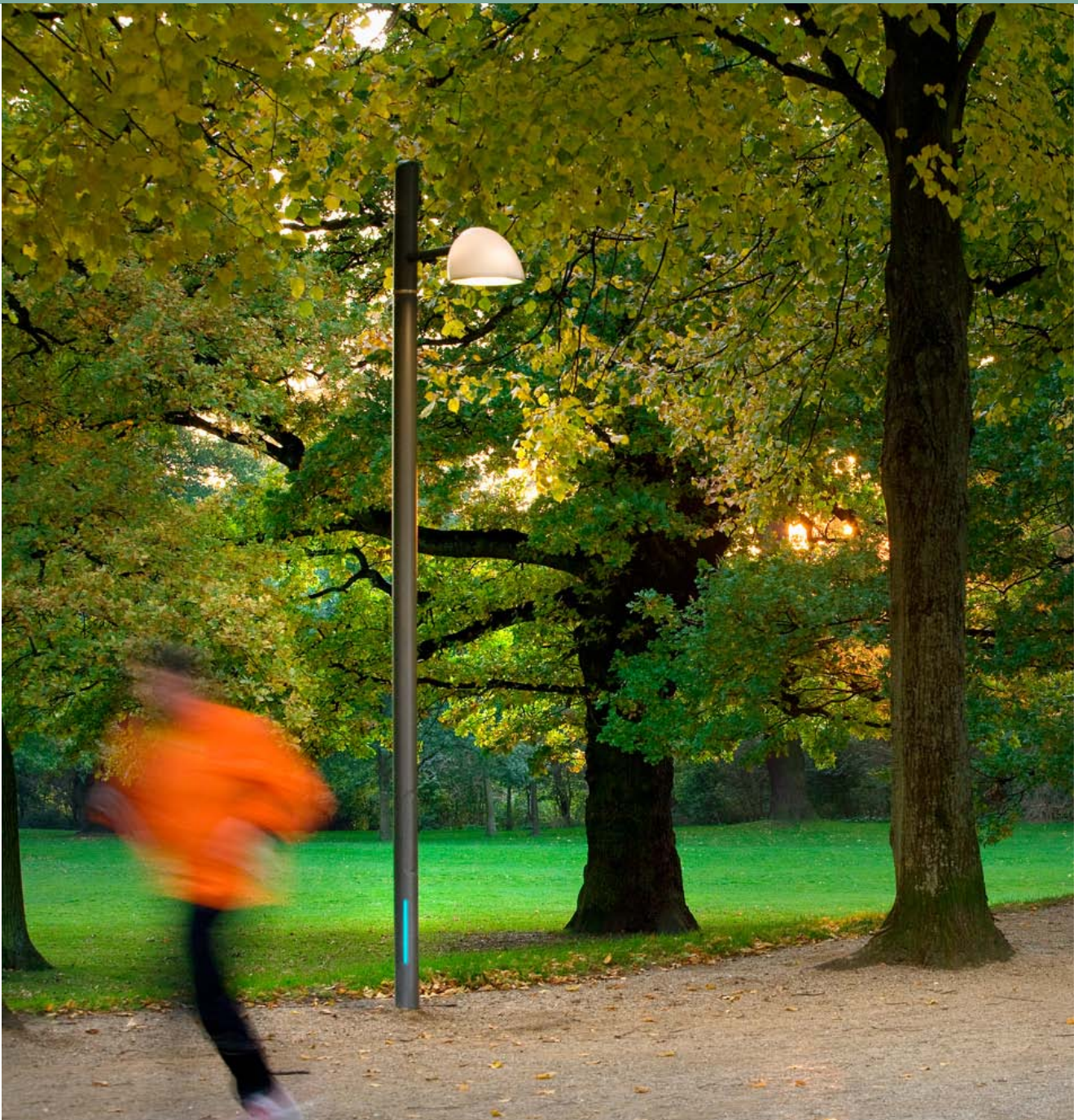
I henhold til Kommuneplan 2013 har Frederiksberg Kommune som målsætning at øge fremkommeligheden på kommunens sti- og vejnet.

Velvalgt belysning af et område kan øge komforten, give overblik og gøre det lettere at orientere sig, så tilgængeligheden til området forbedres og fremkommeligheden øges.

Frederiksberg satser på en udvidelse af cykelstinet med supercykelstier samt en udbygning af den offentlige transport med nye metrolinjer og vil i den forbindelse prioritere god og professionel belysning.



# 1.3 MÅLSÆTNINGER



### 1.3.5 ØGE ENERGI- OG DRIFTSEFFEKTIVITET



Frederiksberg Kommune ønsker en bæredygtig udvikling, og belysningsanlæggene i kommunen skal derfor være både drifts- og energieffektive. Frederiksberg Kommune har som mål at reducere energiforbruget til belysning og bidrage til at reducere miljøbelastningen og dermed CO<sub>2</sub>-udledningen. Dette kan gøres både ved opsætning af nye og effektive belysningsanlæg samt ved den almindelige drift og vedligeholdelse.

Frederiksberg Kommune lægger vægt på at anvende den bedst tilgængelige teknologi, der løser belysningsopgaven mest ideelt under hensyntagen til områdets særlige karakter og funktion og tester derfor løbende nyt materiel for potentialer og udfordringer. Energieffektivitet vægtes højt samtidig med at belysningens funktion og udtryk altid vægtes højest.

For at indfri målet om at øge energi- og driftseffektivitet har Frederiksberg Kommune valgt at introducere LED samt et nyt system til styring af kommunens belysningsanlæg med henblik på at udnytte LED-teknologiens dæmpningspotentiale.

Introduktion af LED-teknologi kan bidrage til at karakterskabende belysningsanlæg bliver nemmere at drifte end tidligere og dermed mere økonomisk realiserbare og rentable.



# 1.3 MÅLSÆTNINGER

## 1.3.6 FACILITERE AKTIVITET, SUNDHED, REKREATION OG OPHOLD I BYENS RUM

Mennesket og den sociale funktion er i centrum i Frederiksberg Kommunes belysningsstrategi. Karakterskabende belysninger af pladser og parker kan i tillæg til god vej- og øvrig funktionsbelysning inspirere til ophold og leg også i de mørke timer – og dermed udvide åbningstiden for det offentlige rum.

God belysning af veje samt af gang- og cykelstinet prioriteres højt, idet Frederiksberg vil gøre det mere attraktivt at tage cyklen, at gå eller løbe en tur.

God og spændende belysning af sportsarealer og andre rum, der inviterer til aktiv udfoldelse vil kunne animere til bevægelse, leg og sport. På udvalgte steder og bygninger med høj social eller arkitektonisk betydning implementeres karakterskabende belysning eller forfinede funktionsbelysninger, der inviterer til ophold. Karakterskabende belysninger kan prioriteres mange steder og bør

have særligt fokus ved rekreative arealer såsom parker, pladser, stier og i byens hemmelige steder. Ved at indlægge særlige oplevelser disse steder, inviterer kommunen borgerne til aktivitet og sundhed, rekreation og ophold.

Belysningspolitikken skal understøtte visionen og de overordnede målsætninger for udviklingen af Frederiksberg Kommune. Belysningspolitikken tager afsæt i idégrundlaget, der hviler på fire ben:

- Nordisk forståelse af lys og æstetik
- Ønsket om at skabe identitet via belysningen
- Kravet om at have en høj visuel sikkerhed og komfort
- Intentionen om at skabe belysning for alle.

Sigtet med de fire ben er at skabe belysningsløsninger, der sætter menneskers liv og behov i centrum.









## 2 IDÉGRUNDLAG





## 2.1 NORDISK LYSFORSTÅELSE

Himmellyset i de nordiske lande har en særlig karakter, som har formet den måde vi opfatter og læser vores omverden på og har derigennem haft stor indflydelse på den generelle æstetiske forståelse og den skandinaviske arkitektur- og designtradition.

Det nordiske himmellys har en blød og varm karakter kendetegnet ved mange nuancer, diffuse skygger og store årstidsvariationer. Dagene om vinteren er korte, mens det i sommertiden næsten er lyst døgnet rundt. Til sammenligning er Sydeuropas lys stærkt med skarpe skygger og hurtige skift mellem dag og nat.

### **Nordisk æstetik**

Hvor den sydeuropæiske belysning ofte er dramatisk med hårde kontraster, er den nordiske enkel, uden blænding og tro mod stedets eget udtryk. Det nordiske lys er karakteriseret ved en større

variation i lysets karakter i løbet af døgnet, blandt andet ved lange solnedgange og solopgange med stærke farver og himmellys og de heraf følgende langstrakte skygger fra den lavtstående sol. Ydermere har det relativt kolde klima medvirket til, at vi i vores nordiske omgivelser har søgt varme og intimitet - engang i kraft af ildstedet og i dag via en udpræget brug af lys i varme farvetoner. Dette skaber tilsammen fundamentet for vores nordiske lysforståelse.

Hvor dramatiske kontraster mellem stærkt lys og skygge giver mening i sydligere lande, vil det ofte virke teateragtigt og forceret i de nordiske lande, hvis belysningen ikke skabes med omhu. I Norden vil et blødere lys med mindre kontrast generelt falde mere naturligt ind i omgivelserne. Stærke kontraster mellem lys og skygge bør udelukkende bruges, hvor det har et særligt formål og bidrager til byens identitet.



## 2 IDÉGRUNDLAG

### 2.2 IDENTITET VIA BELYSNING



Belysningen skal understrege og respektere kommunens forskelligartede kvaliteter i dagslys og i mørke. Til trods for at kommunens syv kvarterer alle er bymæssige, har Frederiksberg store forskelle, der kan understreges via en gennemarbejdet belysningsstrategi.

En velplanlagt og veludført belysning vil styrke kommunens identitet og forbindelser, så borgere og gæster erkender, at de befinder sig i Frederiksberg Kommune – eller nu er ved at køre ud af den. Dette eksempelvis ved at vælge belysningsmateriel hvis formsprog er ensartet og tilpasset omgivelserne samt det øvrige belysningsudstyr og byinventar.

Ligeledes skal der bygges videre på og hentes inspiration i de fine anstrøg, der er i store dele af Frederiksberg Kommunes nuværende belys-

ning. Belysning kan tilpasses omgivelsernes alder og formsprog i kvarterer, der er udpræget ved i forvejen at have en stærk identitet, for eksempel Frederiksberg Allé, Flintholm og Søndermarken. Identiteten understøttes eksempelvis via formsprog og indfarvning på belysningsmateriellet. Ligeledes kan der installeres stedsspecifikke karkerskabende lysinstallationer, der understreger byens/ kommunens "hemmelige" steder.

I både mørke og lys skal belysningsudstyret og lyskvaliteten styrke og binde kommunen sammen. Belysningen skal bidrage til, at Frederiksberg fremstår som en oplevelsesrig og attraktiv destination i Hovedstaden med et visuelt miljø i høj kvalitet. Udover dette er belysningen en vigtig faktor til at understøtte stedets særlige karakter samt invitere til ophold, bevægelse eller rekreation.



## 2.3 VISUEL SIKKERHED OG KOMFORT

Alle belysningsanlæg skal give en høj visuel sikkerhed og komfort. Grundig projektering kan sikre, at der skabes en komfortabel, velafskærmet belysning af professionel kvalitet, som giver gode visuelle forhold, sikrer let orientering og som respekterer et givnet områdes kvaliteter. Dette gøres ved at skabe balance mellem lys og mørke samt sikre afstemte belysningsniveauer og tilpassede lysretninger. Det er vigtigt, at øjet ikke "stresses" af høje luminanser og stærke kontraster.

Der tages højde for belysningsstrategiens principper og retningslinjer, når der projekteres og opsættes udendørs lys, så følgende potentielle gener fra belysningen undgås eller minimeres.

**Både ved offentlig vej- og i øvrig funktionsbelysning, samt ved karakterskabende belysning, skal man undgå:**

- **Negativ fjernvirkning:** Lyspunkter der fejlagtigt kan ses på lang afstand og forstyrrer helhedsoplevelsen af aftenomgivelserne. Fjernvirkning opstår eksempelvis fra dårligt afskærmede eller for højt placerede armaturer.
- **Barrierevirkning:** Lyspunkter bremser blikket og forstyrrer oplevelsen af de bagvedliggende områder. Derfor bør der rettes særligt fokus på overgangen mellem det belyste bymiljø og mørke områder såsom parker og mellem belyste og ikke-belyste elementer i det enkelte byrum.
- **Blænding:** Blænding opstår som oftest, når kontrasten mellem lys og mørke er for stor, typisk når lyskilden eller stærkt lysende armaturdele er synlige indenfor normale synsretninger. Det slører synligheden af gaden (synsnedsættende blænding) eller er stærkt generende (ubehagsblænding).
- **Lysforurening:** Lysforurening er spildlys fra eksempelvis dårligt afskærmede armaturer. Lysforurening har en lang række negative konsekvenser for blandt andet oplevelsen af nattehimmelen og mørke parkområder.



## 2 IDÉGRUNDLAG



### 2.4 BELYSNING FOR ALLE

Belysningsanlæggene i Frederiksberg Kommune skal i så høj grad som muligt give egnede forhold for orienteringshæmmede.

I første instans tænkes der på svagtseende, som er direkte berørt af belysningens styrke og kvalitet. I næste instans tænkes der på forhold for andre bevægelseshæmmede, der berøres af masteplacering og andre fysiske forhold.

Der er en række belysningsmæssige forhold, der har betydning for, at orienteringshæmmede kan navigere i byrummet, herunder belysningsstyrken, lysets farvegengivelse, retning, kontrast/skyggevirkning, blænding med videre.

De vigtigste hensyn er at minimere blænding og refleksion fra armaturerne, at skabe klare, kontrast-

fulde overgange mellem lys og skygge, skabe en god og jævn belysning af de vigtigste ganglinjer og prioritere valg af lyskilder med god farvegengivelse.

For at svagtseendes synsrest udnyttes optimalt kræves en jævn almen belysning og accenter med lys på specielle steder, som for eksempel indgangspartier, for at skabe lysende pejlemærker.

For at yderligere at styrke forholdene for orienteringshæmmede kan niveauforskelle i belægninger gøres synlige.

En fornuftig placering af belysningsmaster i forhold til gangarealer og en omhyggelig planlægning af belysningen i henhold til de retningslinjer, der er angivet i nærværende belysningsstrategi, vil i reglen give gode forhold for orienteringshæmmede.

## 2.5 PRINCIPPER

**Frederiksbergs belysningsanlæg tager afsæt i følgende belysningsprincipper:**

---

### 2.5.1 Humanisering

Belysningsanlæg har, uanset om det er vej- og øvrig funktionsbelysning eller karakterskabende belysninger, indvirkning på de mennesker, der bruger stedet. Belysningen har betydning for, hvilken type aktivitet borgerne kan udfolde og hvilken stemning der skabes. Særligt i karakterskabende belysninger prioriteres de humane og sociale aspekter højt. En flot fremhævelse af en betydningsfuld bygning, en poetisk belysning af et springvand eller en lysinstallation på det centrale torv kan give stedet identitet og gøre stedet til en attraktion, der tiltrækker borgere fra nær og fjern. Samtidig kan karakterskabende belysninger give alternative løsninger på traditionelle funktionelle lysproblematikker, som for eksempel at give borgeren orienteringslys eller små lommer til ophold.

### 2.5.2 Harmonisering

Belysningsanlæggenes udtryk og dimensioner skal være i harmoni med omgivelsernes karakter og skala og de enkelte områders unikke kvaliteter og identitet. Armaturerne skal kun belyse det, de er opsat for. Belysning der utilsigtet spildes til omgivelserne (private grunde, bygninger med

videre) skal minimeres, ligesom der skal tages hensyn til nattehimmelen. Anlægsudformning, master, armaturer, lyskilder og lysfarve skal tilpasses det enkelte områdes karakter og anvendelse således, at belysningsanlæggene fremtræder smukke og tilpassede også i dagtimerne.

### 2.5.3 Sammenhæng

I områder der visuelt, arkitektonisk og funktionsmæssigt hører sammen vælges et indbyrdes sammenhængende formsprog på anlæg og materiel i den almene vejbelysning. Det kan for eksempel være en gennemgående armaturserie og maste serie fra hvilke der anvendes forskellige udgaver og størrelser efter det lokale behov. Endvidere kan formsproget videreføres i såvel øvrig funktionsbelysning som i den karakterskabende belysning.

### 2.5.4 Differentiering og kodning

Belysningsmateriellets layout og formsprog differentieres i forhold til lokalområdets betydning så både belysnings- og udstyrsniveauet anvendes til at signalere stedets betydning og hierarkiske status i Frederiksberg Kommune.



## 2.6 METODE

### 2.6.1 HOLISTISK LYSPLANLÆGNING

---

**Belysningsanlæggene i Frederiksberg Kommune skal anlægges ud fra en helhedsorienteret vægtning mellem funktionelle, æstetiske, miljømæssige og økonomiske aspekter:**

**2.6.1.1 De funktionelle aspekter** dækker over, hvilken opgave belysningen skal løse samt de tekniske krav til udstyret, der anvendes. Belysningsanlægget skal opfylde en række lystekniske krav, herunder belysningsklasse og krav til udformning og funktion af master, armaturer, lyskilder samt forsynings- og styringsforhold. De forskellige krav varierer afhængigt af, hvilken type vej og område belysningsanlægget etableres i.

**2.6.1.2 De æstetiske aspekter** gælder udover belysningsanlæggets eget formsprog de kvalitative værdier af belysningens udtryk samt dens indvirkning på omgivelserne. Det vil sige, hvilke rumlige, strukturerende, scenografiske, sociale og stemningsmæssige funktioner belysningen skal understøtte. Det æstetiske aspekt giver et vigtigt bidrag til at skabe sammenhæng og identitet og dermed til at styrke forbindelser.

**2.6.1.3 De miljømæssige aspekter** dækker over belysningsanlæggets driftsegnethed og livscyklusomkostninger. Gennem en løbende renovering og udskiftning vil fremtidens belysning i Frederiksberg Kommune i langt højere grad end den nuværende være optimeret med hensyn til energiforbrug, drift, vedligehold og holdbarhed.

**2.6.1.4 De økonomiske aspekter** består af anlægsøkonomi og driftsøkonomi, som ikke bør adskilles. Selv om økonomien normalt deles i en anlægsdel og en driftsdel, er det vigtigt at se på Total Cost of Ownership (TCO), som er totaludgifterne i hele anlæggets levetid. Ved at tage hensyn til TCO sikres der, at der kan tages mere langsigtede beslutninger, der eventuelt kan resultere i en højere anlægsudgift, men til gengæld kan reducere drifts- og energiomkostningerne.



I henhold til ovenstående helhedsorienterede planlægning skal belysningsanlæggene altid tilpasses den konkrete belysningsopgave og de konkrete omgivelser.





## 2.6 METODE

Bedst Tilgængelige Teknologi er et engelsk begreb – Best Available Technology - og forkortes derfor BAT.

### 2.6.2 BEDST TILGÆNGELIGE TEKNOLOGI (BAT)

---

For hver belysning i Frederiksberg Kommune vælges den teknologi, der bedst og mest effektivt løser den konkrete belysningsopgave i en afstemt vægtning mellem funktion, æstetik og energieffektivitet.

I den forbindelse er en opfyldelse af belysningens funktion hovedelementet. De æstetiske og energimæssige aspekter skal altid optimeres mest muligt under hensyn til belysningens funktion. Disse faktorer kan have meget forskellig vægtning afhængig af anlæggets omfang og det omgivende miljøes status og karakter. For eksempel vil vægtningen være meget forskellig for henholdsvis en trafikvej uden tilstødende boligbyggerier og en pladsdannelse i en ældre bydel.



## 2.6.3 EU-ECO-DESIGN-DIREKTIVET

---

I EU's Eco-design-direktiv, som blev vedtaget i 2005, fremsættes krav til en række produkter, herunder lyskilders energieffektivitet. Kravene betyder, at de mindst effektive lyskilder og forkoblinger udfases over en årrække. Det betyder blandt andet, at kviksølvlysninger skal udfases senest fra 2015, mens lysstofrør af 1-pulvertypen allerede er udfaset.

I Frederiksberg Kommune er kviksølvlysninger allerede udfaset.

Ved fremtidige valg af lyskilder og udskiftning af gamle belysningsanlæg i Frederiksberg Kommune skal der også fremover tages hensyn til kravene i EU-ECO-design-direktivet.



# 2.6 METODE

## 2.6.4 CO<sub>2</sub> REGNSKAB

---

En besparelse på energiforbruget medfører potentielt set en formindskelse af CO<sub>2</sub>-udslippet. Med til regnskabet hører også energiforbrug ved installation, fremstilling og bortskaffelse af belysningsudstyret samt eventuelt forøget vedligehold. I den samlede miljøpåvirkning fra et armatur, der dækker over materiale-, produktions-, transport-, brugs- og bortskaffelsesfasen, udgør brugsfasen mellem 96 og 99 % af den totale miljøpåvirkning. Energiforbruget i brugsfasen udgør den dominerende del af miljøpåvirkningen. Med andre ord kan en energieffektivisering af kommunens be-

lysningsanlæg ses som en direkte besparelse på kommunens CO<sub>2</sub>-regnskab. I en økonomisk optik bør en potentiel energibesparelse og CO<sub>2</sub>-reduktion sammenholdes med de eventuelle forøgede udgifter til anlæg og drift. I en miljømæssig optik bør energibesparelse sammenholdes med eventuelt forøgede miljøomkostninger til anlæg og drift. Den forøgede råstofanvendelse ved nyanlæg har således lille betydning, da kun 1-4 % af de samlede miljøomkostninger stammer fra produktion og råstofanvendelse.





# 3

## BELYSNINGSTEKNOLOGI OG RETNINGSLINJER

### BAGGRUND - BELYSNINGSTEKNOLOGI

---

En af de største udfordringer for byplanlægning er det stigende fokus på miljøregulering. At agere ansvarligt overfor omverden betyder at finde den rette balance mellem at opfylde byens energibesparelser og CO2-reduktionsmål og levere den høje kvalitetsbelysning, der kan forbedre det moderne byliv.

Udviklingen inden for lysteknologi sker så hurtigt, at det er svært at holde trit, og det er derfor vigtigt at vælge belysningsproducenter som investerer i og sætter fremtidens standard samt leverer materiel der kan kommunikere med systemer fra andre producenter. En mulighed er, at søge mod intelligente løsninger.

I dag er LED en stærk løsning takket være deres høje energieffektivitet og lange levetid. Men, når der opgraderes til LED er det afgørende at vælge fremtidssikrede løsninger, som kan hjælpe Frederiksberg Kommune til at yderligere besparelser på energi og vedligeholdelse. Ved at udnytte det elektroniske medie (driveren) i armaturerne opnås

der interessante muligheder for at styre, regulere og overvåge de enkelte armaturer med stor præcision.

Derved kan der skabes trygge og indbydende belysningsmiljøer, der understøtter den moderne by. Udfordringen er at kunne give lys, der passer til hver enkelt zone/bydel, fra boligområder og offentlige rum til travle trafikveje og handeleggader. Lys, når og hvor du har brug for det, i de rigtige niveauer for at gøre byen mere sikker for bilister, fodgængere og beboere.

At skabe belysning er ikke et kortsigtet projekt. Efterhånden som flere mennesker og virksomheder flytter ind, skal der tilføjes ekstra kapacitet, nye kvarterer eller forretningsområder til Frederiksberg Kommune. Udfordringen er at vælge en løsning, der ikke forældes for hurtigt og kan tilpasses til byens skiftende behov løbende. Med andre ord en løsning der kan udvikles, er fremtidssikret og som kan skræddersys til Frederiksberg Kommunes behov.

# 3.1

## LYSKILDER



Det grundlæggende valg af lyskildetype, hvad enten der er tale om LED eller konventionelle lyskilder, skal altid ske efter en afvejning af lyskildernes virkning på det visuelle miljø, behov for begrænsning af blænding og fjernvirkning, driftsomkostninger, energiforbrug og efter en samlet planlægning af det område, der skal belyses.

Traditionelle lyskilder findes i faste wattager, hvor springet i lysstrøm (lyskildens lysmængde) kan være stort. Med LED kan lysstrømmen og dermed energiforbruget vælges mere præcist til forholdene, ofte med besparelser på energiforbrug til følge. Ligeledes kan LED'en dæmpes og farvetemperaturen og farvegengivelsen kan varieres.

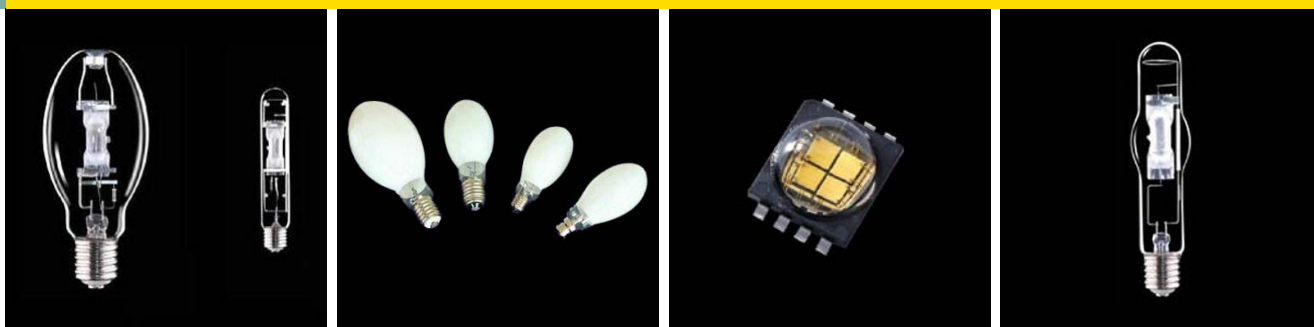
Ved planlægning og projektering af belysningsanlæg er det vigtigt, at lyskildevælget er tilpas-

set formålet. Herudover skal der vælges korrekt wattage, optik og lysstrøm for at undgå unødigt energiforbrug, dog uden at gå på kompromis med farveegenskaber og tilpasning til områdets karakter og funktion.

På sigt vil stort set alle de eksisterende lyskilder, der idag anvendes i Frederiksberg Kommune blive udskiftet til LED. Overgangen til LED vil ske i forbindelse med renovering af eksisterende anlæg eller ved implementering af nye anlæg. Der vil imidlertid kun blive anvendt LED, såfremt denne lyskilde opfylder Frederiksberg Kommunes krav, retningslinjer, mål og såfremt LED-teknologien totalt set er den bedst tilgængelige teknologi. Derfor omfatter dette afsnit både LED og de konventionelle lyskilder som vil være relevante i en årrække.



Lysets farvetemperatur er uafhængig af farvegengivelsen og angiver om lyset opleves "koldt", "neutralt" eller "varmt". Lysets farvetemperatur måles i Kelvin (K). Jo højere Kelvin, des mere "koldt" og blått lys, jo lavere Kelvin, des mere "varmt" og rødt lys. Hvide lyskilder har et spænd mellem 2.700 K (glødepære) og 10.000 K (de koldeste LED-lyskilder). **Se mere i Bilag A.**



### I Frederiksberg Kommune anvendes primært følgende lyskilder:

- LED, Light Emitting Diode, kan anvendes både til hvidt og farvet lys. I Frederiksberg kommune anvendes primært varmt hvidt lys (3.000 K). På trafikveje, hvor energieffektiviteten vægtes højest kan neutralt hvidt lys (4.000 K) anvendes. LED har en lang levetid – på ca. 50.000-100.000 timer og lysudbyttet af LED-lyskilden er ca. 120 lm/W i 2013.

Lysstrømmen fra LED kan desuden reguleres trinløst, når driveren er indrettet til det, hvilket giver mulighed for dæmpning i trafiksvage perioder eller i udvalgte tidsintervaller.

Lysudbyttet af LED forventes at stige markant igennem en årrække og forventes at nå mere end 200 lm/W i 2020.

### Sekundært anvendes følgende lyskilder:

- Metalhalogenlyskilder med mat kolbe har et lysudbytte på ca. 100 lm/W. De kan anvendes til større og trafikerede gader i alle områdetyper. De kan også anvendes, hvor lyskilden er synlig i armaturet, eksempelvis vejbelysningsarmaturer monteret i højder under seks meter.
- Kompaktlysrør, som giver hvidt lys og har et lysudbytte på omkring 75 lm/W. Kompaktlysrør anvendes, hvor lyskilden er synlig i armaturet og hvor lyspunkthøjden er seks meter eller lavere. Kan benyttes i boligområder.
- "White SON" er en speciel højtryksnatriumlampe, der har god farvegengivelse og er god til at fremhæve røde og gule nuancer, for eksempel murstensfacaders og gulkalkede bygninger. Lysudbyttet er 40-50 lm/W og ikke nær så høj som metalhalogen eller LED. Derfor anbefales den kun til karacterskabende belysninger på facader og lignende, hvor dens farvegengivende egenskaber er eftertragtede.





Effektiviteten af en lyskilde kaldes lysudbytte og måleenheden er  $lm/W$ , som angiver forholdet mellem den udsendte lysstrøm (lumen) og den anvendte effekt (watt). I det endelige lysudbytte for et armatur medregnes også effektforbrug i driver og lystab i armaturets optik mm. Jo højere lysudbytte (effektivitet), des mere lys får man "for pengene". Desværre har de mest energieffektive lyskilder ofte ringe farvegengivelse og lyskvalitet, så træd varsomt. **Se mere i Bilag A.**

### 3.1.1 Retningslinjer for valg af lyskilder

- Ved udskiftning anvendes der fortrinsvis LED og alternativt metalhalogen og kompaktlysrør.
- Til funktionsbelysning på Frederiksberg Kommunes vejnet anvendes generelt varme hvide lyskilder med en farvetemperatur på omkring 3.000 K for at bidrage til at skabe en inviterende, hyggelig stemning i de mørke timer.
- På decentrale trafikveje hvor boligerne er trukket tilbage fra vejen, som eksempelvis Roskildevej, og hvor energieffektivitet prioriteres over æstetik og inviterende stemning, kan der undtagelsesvis anvendes en farvetemperatur på 4.000 K og Ra-værdi på minimum 70.
- Der benyttes kvalitetslyskilder med farvegengivelse (Ra-værdi) på minimum 80 for at omgivelserne gengives naturligt, og det er behageligt at opholde sig her.
- Der skal altid anvendes samme type lyskilde indenfor en sammenhængende vejstrækning. Lysmængden varieres i forhold til lokale forhold og krav til belysningsklasse.
- Til karakterskabende belysning kan der både anvendes farvet og hvidt lys.
- I særlige belysninger må man indrette lysets egenskaber efter de farver, der skal belyses, for eksempel grøn bevoksning, røde eller hvide mure.

RA-værdi er lyskildens farvegengivelse og angives på en skala fra 0 til 100; jo tættere Ra-værdien er på 100, desto bedre farvegengivelse. Se mere i Bilag A, om farvegengivelse. Lysstrøm er "mængden af lys" som en lyskilde udstråler i alle retninger. Den måles i lumen og enheden forkortes lm.



## 3.2 BAGGRUNDSVIDEN OM LED

### 3.2.1 STATUS LED

---

Udviklingen af LED-teknologien er idag nået så langt, at der findes LED-armaturer på markedet, der opfylder de danske vejbelysningsregler og har en god lyskvalitet. Frederiksberg Kommune har igennem de seneste år testet en del af disse og besluttet, at LED-teknologien skal være den fremherskende fremover, såfremt det er den bedst tilgængelige teknologi, der samtidig lever op til kommunens målsætninger om visuel kvalitet og komfort. Det er afgørende, at alle armaturer, der anvendes i kommunen, hvad enten det er LED-armaturer eller traditionelle armaturer, lever op til samme krav til professionel vejbelysning, hvad angår faktorer som lysniveau, blænding og lyskvalitet, levetid, økonomi, drift og vedligehold. LED-teknologien er imidlertid fortsat i udvikling og driftserfaringerne med LED er stadig relativt begrænsede.

Frederiksberg Kommune vil med sin gradvise implementering af LED-teknologien øge driftserfaringerne og kunne bruge det i sine fremtidige investeringer.

I det følgende redegøres for de potentialer, udfordringer og opmærksomhedspunkter, der er for LED-teknologier. En række af disse opmærksomhedspunkter gælder for implementering af en hvilken som helst belysningsteknologi, men overses ofte i skiftet til LED.



## 3.2.2 LED: FLERE FRIHEDSGRADER - FLERE VALG

Anlæg med korrekt anvendt LED-teknologi har i lysfordeling, energiforbrug samt mastefastande og mastehøjder flere potentielle fordele i forhold til konventionelle armaturer og lyskilder.

For at afklare og udnytte disse potentielle fordele fuldt ud, skal der foretages en projektering efter de lokale forhold, ligesom det også gælder ved anlæg af nye anlæg med konventionelle armaturer og lyskilder.

LED-armaturer tilbydes i dag med præcist styrede lysfordelinger, og der vil på nogle vejtyper kunne opnås en bedre udnyttelse af lyset og mulighed for øgede lyspunktsafstande i forhold til konventionelle lyskilder. Dette medfører mulighed for lavere anlægsomkostninger og energiforbrug. Imidlertid er der risiko for blænding fra mange LED-armaturer og skal der kompenseres for dette, kan det medføre nedsættelse af den potentielle energibesparelse.

Ved 1:1-udskiftning hvor armaturer på eksisterende master skiftes, vil mastefastanden ikke blive ændret og derfor kan LED'ens fulde potentiale ikke altid udnyttes, fordi der er flere armaturer end nødvendigt. Endelig findes der også LED-

armaturer, der ikke kan levere det nødvendige belysningsniveau eller leve op til retningslinjerne i vejbelysningsreglerne. Denne problematik er særligt udtalt på trafikveje.

For at afdække besparelspotentialet ved omlægning til LED, skal der udover elforbrug indregnes:

- afskrivning af anlægsomkostninger, der som udgangspunkt er væsentligt højere end ved anvendelse af konventionelle lyskilder
- driftsudgifter til lyskildeudskiftning, der er noget lavere end for konventionelle anlæg
- øvrigt vedligehold.

Analyse af besparelspotentialet kan foretages for forskellige armaturer og standard vejgeometrier fra stier og lokalveje til mindre og større trafikveje.

På Frederiksberg tages afsæt i de erfaringer, der er gjort rundt om i kommunen, hvor der allerede i flere områder og på flere enkeltstående veje er implementeret de senest udviklede LED-armaturer til danske forhold.



## 3.3 OPMÆRKSOMHEDSPUNKTER LED

Ved indførelse af LED-teknologi bør man sikre sig dokumentation for den lovede energieffektivitet og garantier for driftssikkerheden. Troværdigheden til leverandørernes data skal efterprøves, da der er få eller ingen drifterfaringer i forhold til de lovede levetider på 50-100.000 timer. Samtidig bør man sikre sig, at belysningsanlæggene lever op til almene lystekniske krav og den æstetiske kvalitet som ønskes i kommunen. Særligt er blænding og fjernvirkning nogle af de udfordringer som producenterne bør arbejde på at forbedre i LED-teknologien og som man skal være opmærksom på, når man vælger LED. Normalt skyldes blænding og fjernvirkning, at der er direkte indkig til lyskilden, fordi lyskilden er trukket for langt ud mod armaturafskærmningen, at armaturet ikke har plan afskærmning eller at armaturet ikke er beregnet til at sidde plant. Disse grundlæggende forhold skal være løst ved de armaturer, der vælges.

En vigtig pointe i forbindelse med udskiftning til LED-teknologi i vejbelysningen er, at den nye teknologi også kræver en ny driftsstruktur. Driften af de traditionelle vejbelysningsanlæg er kendetegnet ved billige reservedele og lyskilder, som skiftes relativt ofte, hvorimod en driftsstruktur baseret på LED vil medføre dyrere reservedele,

men en længere udskiftningscyklus. Internationale driftserfaringer med LED peger på, at man bør have sin opmærksomhed rettet mod netop denne problematik, således at Frederiksberg Kommune ikke risikerer, at udgifterne til drift og vedligehold stiger voldsomt og overstiger den forventede besparelse og miljøgevinst.

Et andet vigtigt forhold er at vurdere den trafiksituation som vejbelysningen skal understøtte. En samordning med eventuelle lokal- og trafikplaner for specifikke områder i Frederiksberg Kommune skal foretages for at sikre, at belysningsanlægget kan understøtte trafiksituationen de næste 25-40 år.

Ved reovering skal det vurderes om trafiksituationen har ændret sig siden belysningsanlægget blev etableret, således at belysningsklassen bør ændres.

Frederiksberg Kommunes har allerede en række driftserfaringer med LED-armaturer, som stort set ikke viser udfald af lyskilderne eller nye vedligeholdelsesopgaver. Da LED er ny en teknologi, der stadig er i kraftig udvikling, er der følgende generelle opmærksomhedspunkter, som skal tages i betragtning i processen med at vælge LED-armaturer:



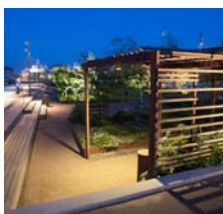
**Blænding** LED-teknologiens akilleshæl. Vær opmærksom på blændingstal og afskærmningsklasse og vurder armaturerne i prøveanlæg i de reelle omgivelser.



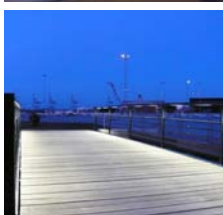
**Fjernvirkning** Vælg armaturer med plan lysåbning og tilbagetrukne/afskærmede lyskilder.



**Armaturdesign** Mange armaturer til LED er skabt i en sydeuropæisk eller asiatisk stil, der ikke er i tråd med en nordisk forståelse af design.



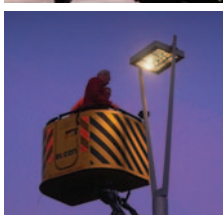
**Lyskvalitet** Lyskildernes Ra-værdi og farvetemperatur er blandt de vigtigste parametre for oplevelsen af lysets virkning. Farvetemperaturen skal være tilpasset det omgivende miljø, og lyskildernes farvegengivende egenskaber skal sikre en naturlig gengivelse af det, der belyses.



**Tilpasset lysfordeling** Det er afgørende, at armaturernes lysfordeling er tilpasset det der belyses, således at krav og retningslinjer kan opfyldes og lys ikke spildes unødigt til omgivelserne.



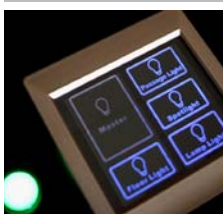
**Drift og vedligehold** Armaturerne skal kunne indgå i en normal professionel driftsprocedure. Man skal i løbet af hele belysningsanlæggets forventede levetid kunne indkøbe de nødvendige reservedele og som minimum have det energiforbrug, der blev forudsat da teknologien blev valgt.



**Optikindstilling** De bedste vejbellysningsarmaturer har mulighed for individuel indstilling af optikken eller er udstyret med forskellige optikker eksempelvis rundsymmetrisk og asymmetrisk, så lyset kan tilpasses det der belyses.



**Vejbellysningsreglerne** Der findes i dag ganske få LED-armaturer, der kan opfylde de danske vejbellysningsregler for alle vejtyper.



**Styring** Med LED-armaturer er det muligt at styre og dæmpe belysningen mere raffineret end hvad der er tilfældet for armaturer med konventionelle lyskilder. Dette giver mulighed for en større energibesparelse. Styringsteknologien er ligesom resten af teknologien under fortsat udvikling.



## 3.4 RETNINGSLINJER FOR VALG AF LED

I det følgende gives nogle generelle specifikationer og retningslinjer for implementering af LED-teknologi til vejbelysning i Frederiksberg Kommune. Retningslinjerne tager udgangspunkt i opmærksomhedspunkterne og skal sikre, at implementeringen sker på et velovervejede grundlag.

Introduktionen af ny teknologi vil i starten altid være forbundet med større investeringsomkostninger end anlæg med konventionel teknologi. Det skal ikke hindre, at der foretages investeringer. Gennem evaluering på kommunens LED-anlæg og et fortsat øget erfaringsgrundlag, skal det sikres, at der ikke kommer store følgeomkostninger, for eksempel på drift og vedligehold.

### 3.4.1 Bedst Tilgængelige Teknologi (BAT)

Der skal anvendes Bedst Tilgængelige Teknologi (BAT) hvilket betyder, at der benyttes den teknologi eller løsning, som er mest egnet til opgaven set ud fra et helhedssyn omfattende krav til både økonomi, energieffektivitet, funktion og æstetik. Dette medfører blandt andet at ny teknologi først implementeres i forbindelse med større anlægsinvesteringer, når den er afprøvet og undersøgt og når der foreligger dokumentation for, at den lever op til den lovede energieffektivitet samt kommunens krav til lysteknik, økonomi og æstetik. Den Bedst Tilgængelige Teknologi er forskellig afhængigt af opgaven og den ønskede lyskvalitet.



### 3.4.2 Vurdering af omkostninger

Anlægsinvesteringen er ofte den dominerende faktor i beslutningsprocessen, men det bør i højere grad være driftsøkonomien, der omfatter energiforbrug, lyskildepris og driftsomkostninger, der dominerer i beslutningsprocessen.

Da investeringen i ny teknologi i begyndelsen ofte er mere bekostelig end investering i konventionel teknologi, er det vigtigt at se på de samlede omkostninger gennem hele anlæggets levetid eller Total Cost of Ownership (TCO). Dette gælder særligt ved udskiftning på større strækninger. TCO-beregningen anvendes til at sammenligne de samlede omkostninger over anlæggets levetid for

at sikre en samlet afvejning mellem anlægs- og driftsomkostninger.

Som udgangspunkt skal totalomkostningerne for nye anlæg være mindre end de alternative teknologier, der kunne have været valgt.

Miljøomkostningerne er også relevante at vurdere. Her gælder at 96-99 % af miljøbelastningen fra et armatur inklusive lyskilde stammer fra brugsfasen og at miljøbelastningen primært kommer fra energiforbruget i levetiden.



# 3.4 RETNINGSLINJER FOR VALG AF LED

## 3.4.3 Valg af leverandører

Da driftssikkerheden har stor betydning for vejbelysningsanlæg er det vigtigt at vælge leverandører og produkter med omhu. Med den nye LED-teknologi er der også kommet en lang række nye leverandører på markedet. Ved valg af større LED-installationer skal leverandørerne vurderes i forhold til en række forhold som: produktkvalitet, lyskvalitet, ensartethed (binning), leveringstid og -sikkerhed, økonomisk formåen i forbindelse med reklamationer, vidensniveau, teknisk support, reservedelspolitik, lagerkapacitet med videre. Det er vigtigt at have sikkerhed for at disse kvaliteter opretholdes gennem hele LED-armaturets/lyskildens levetid. I forbindelse med udbud er det vigtigt, at disse forhold indgår i udbudsbetingelserne, så man undgår at vælge leverandører og produkter, der hurtigt forsvinder fra markedet og ikke kan serviceres, bl.a. ved at der ikke kan skaffes reservedele til dem.

## 3.4.4 Valg af armatur

Såvel LED-armaturer som armaturer med konventionelle lyskilder bør i tillæg til lystekniske beregninger og vurderinger altid opstilles i mindre antal på en prøvestrækning og evalueres inden endelig installation på større strækninger. Faktorer der skal testes er blandt andet lysfordeling, farvegengivelse, visuel komfort (om armaturet

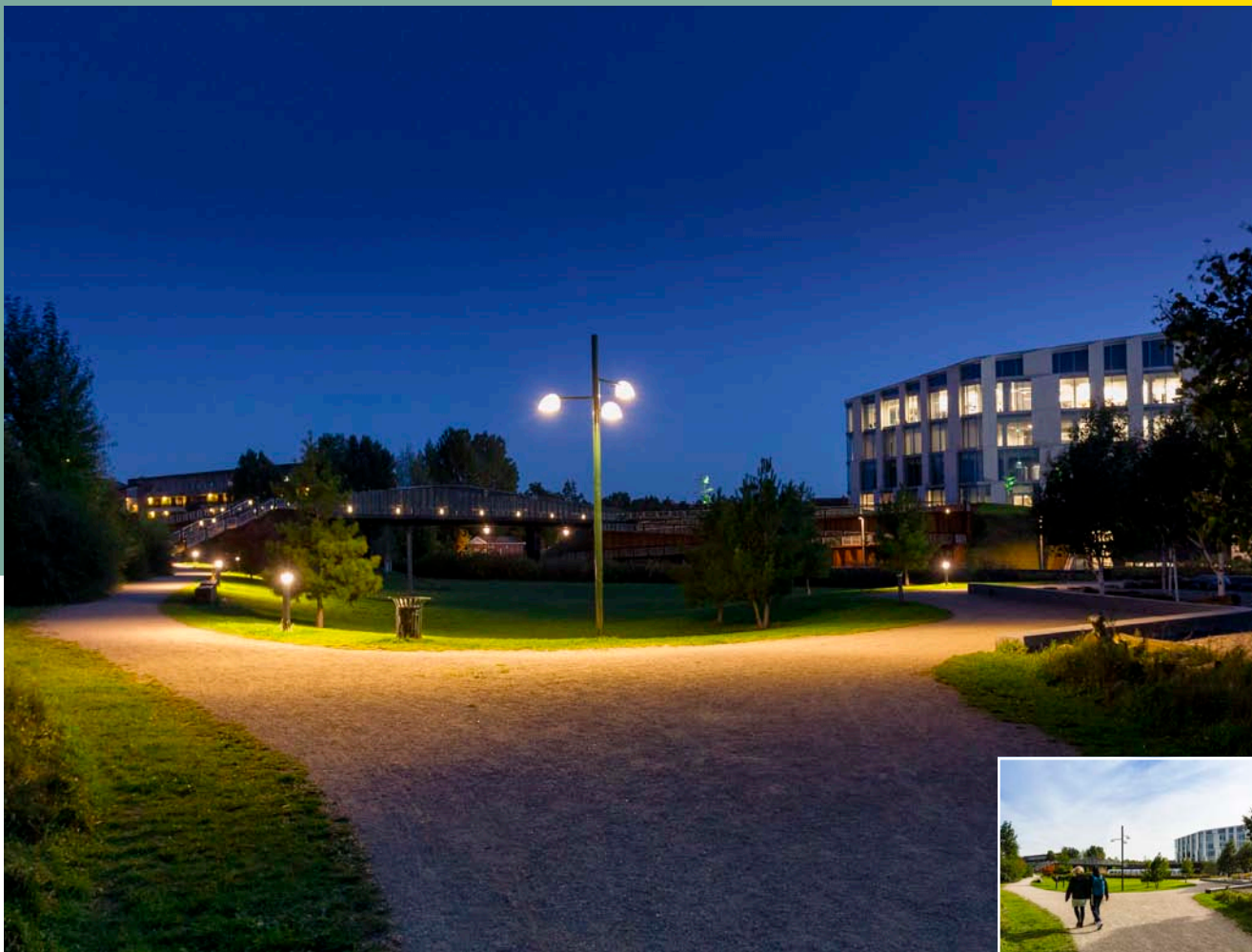
blænder) samt dets generelle visuelle fremtræden i dagslys og mørke. Dette er ekstra vigtigt på gader med særlig arkitektoniske formsprog, status og funktion, hvor der skal tages ekstra hensyn til den visuelle komfort, for eksempel Frederiksberg Allé og de øvrige handelsgader.

Ofte overvejes ombygning af eksisterende armaturer til LED, men normalt anbefales det ikke, da det er mindst lige så ressourcekrævende at udskifte indmaden i et konventionelt armatur, som det er at investere i nye armaturer, der er optimeret til LED.

Med LED er der også nye frihedsgrader for armaturers lysfordeling. Eftersom LED-armaturer kan indeholde mange LED-lyskilder, er der mulighed for at placere og fordele dem på nye måder i armaturet og designe præcist den lysfordeling, der er behov for. Sådanne muligheder er dog ikke standard.

LED giver ligeledes nye frihedsgrader på grund af lyskildernes og armaturernes størrelse og udformning. Med LED kan man indbygge lys, hvor det før var umuligt. Designmæssigt betyder det, at der er mulighed for udvikling af nye lysløsninger, for eksempel i karakterskabende belysningsanlæg.





### 3.4.5 Valg af lyskvalitet

LED-lyskilderne byder på stor variation i lyskvalitet. Farvetemperatur og farvegengivelse fås i et langt større spænd end ved konventionelle lyskilder, der har få valgmuligheder, der er afhængige af lyskildetypen. Det betyder, at man med LED kan optimere lyset til de farver, der skal gengives i omgivelserne. Med LED er der mulighed for at vælge forskellige farvetemperaturer – det vil sige farvetoner af det hvide lys: Varmt hvidt lys (3.000 K), neutralt hvidt lys (4.000 K) og koldt hvidt lys (5.000 - 10.000 K). Til vejbelysning i Danmark anvendes typisk 3.000 - 4.000 K.

LED-teknologien er sådan opbygget, at jo koldere det hvide lys er, des større er energieffektiviteten. LED-lyskilder med varmt hvidt lys (3.000 K) er

generelt lidt mindre effektive end lyskilder med neutralt hvidt lys (4.000 K). Imidlertid findes der LED-lyskilder med et varmt hvidt lys (3.000 K), der har en effektivitet på mere end 100 lm/w.

Med LED kan man også differentiere i farvegengivelsen (Ra-værdien). Jo bedre farvegengivelse desto lavere energieffektivitet. God farvegengivelse prioriteres højt i de fleste af Frederiksbergs områdetyper, mens den i enkelte områder, såsom trafikveje uden direkte naboer ikke prioriteres i samme grad.

Når man fastholder Ra-værdien, er det højeste lysudbytte med LED'er ca. 4.000-5.000 Kelvin. Det betyder, at områder på Frederiksberg, hvor maksimal energibesparelse vægtes højest, kan vælges en farvetemperatur på omkring 4.000 K.



## 3.4 RETNINGSLINJER FOR VALG AF LED

L70 er levetiden defineret som det tidspunkt, hvor lysstrømmen er faldet til 70% af lysstrømmens nyværdi.

### 3.4.6 Levetid

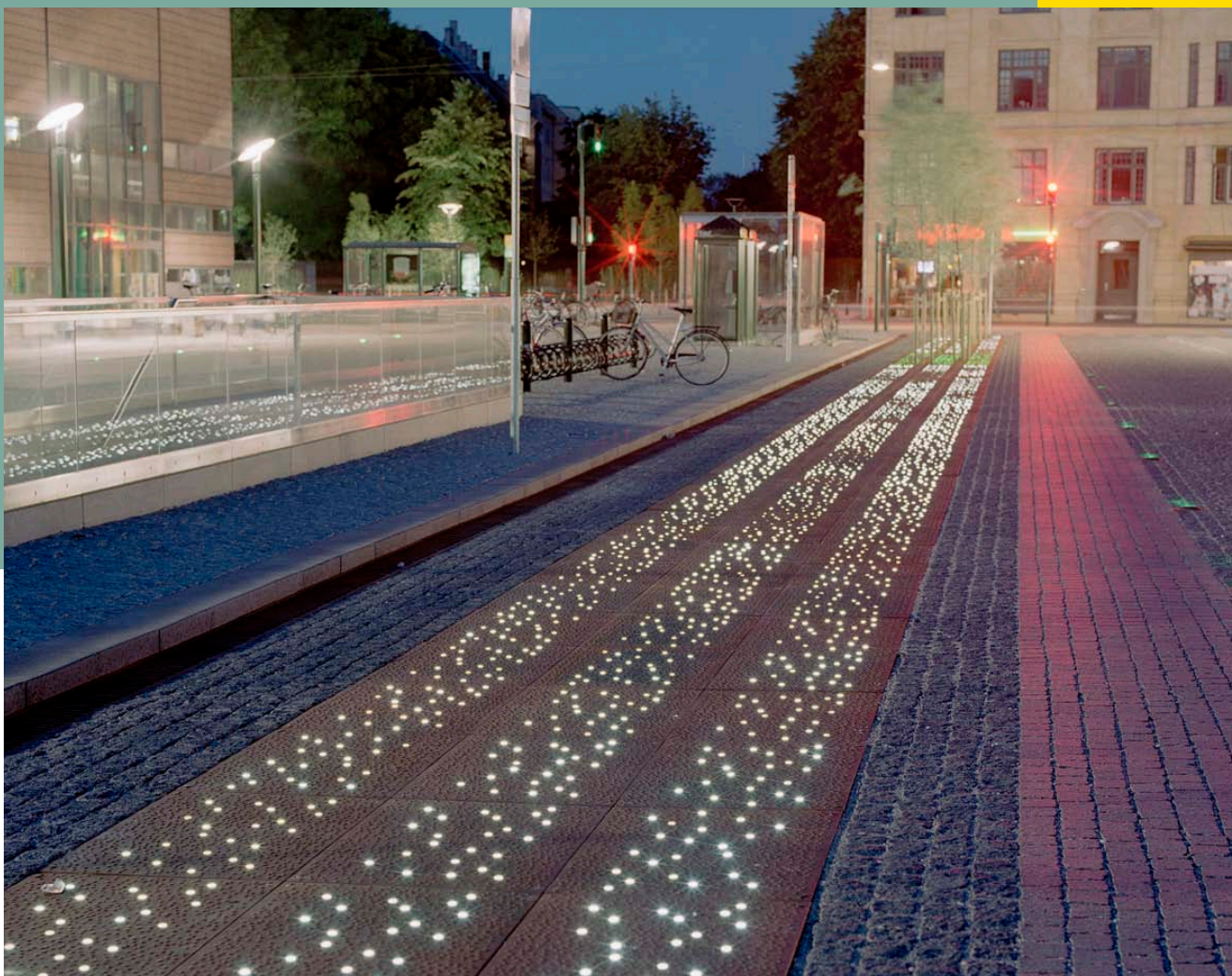
LED har væsentligt længere levetid end de fleste konventionelle lyskilder. Levetider på 50.000-100.000 er normale for LED-armaturer, hvilket svarer til 12-25 år i vejbelysningen. Erfaringsgrundlaget er dog relativt lille, så det skal følges nøje. Ved investering i LED er det afgørende at få dokumentation og garanti for levetiden, under hvilke forhold levetiden er specificeret samt hvorledes eventuelle udfald håndteres af leverandøren. Der er stor forskel på validiteten af levetider fra forskellige leverandører og levetider specificeres ofte ved forskellige temperaturforhold.

Levetiden bør specificeres ved den såkaldte L70 under samme temperaturforhold som passer til de omgivelser armaturerne skal placeres i.

### 3.4.7 Farveegenskaber

Der er stor forskel i udseende af hvide lysdioder (LED), der opsættes lige ved siden af hinanden, selvom de har samme Ra-værdi og farvetemperatur. Øjet har en meget høj følsomhed over for selv små variationer i den hvide farve. Anvendes LED-armaturer i en række ved siden af hinanden, skal man sikre sig, at de har præcist den samme hvide farvetoning. Produktionstolerancerne er stadig så store, at alle LED-producenter sorterer de hvide lysdioder i såkaldte bins eller grupper, der har samme hvide farvenuance.

Det anbefales, at vælge lysdioderne i specifikke grupper, så man også på et senere tidspunkt kan få tilsvarende lysdioder ved udskiftning eller reparation.



Zhaga er international industristandard for LED-moduler. Modulerne er udskiftelige enheder med ens dimensioner og monteringsstype. Zhaga-standarden sikrer mulighed for at benytte lyskilder fra forskellige leverandører uden, at det kræver ændring af armaturet.

Dette gælder også for installationer, der har flere tætsiddende LED-armaturer med lysdioder i andre farver end hvid.

### 3.4.8 Udskiftning

Da udviklingen af LED-effektiviteten ventes at fortsætte, vil lysudbyttet (effektiviteten) også vokse. Som det ser ud i dag forventes energieffektiviteten i lumen/Watt at stige med 40-50 % i løbet af de næste 8-10 år. Hvis energieffektiviteten når disse niveauer, kan det være energioekonomisk fordelagtigt at skifte LED-enheden til en mere energieffektiv løsning før udløbet af levetiden.

Hvis man ønsker at kunne skifte LED-lyskilde i anlæggets levetid har anvendelsen af de såkaldte Zhaga-moduler en række fordele. Der er mere end 190 LED-leverandører på verdensplan, der benytter Zhaga-standarden. Ved at benytte Zhaga-moduler kan der således opnås større leverandørfrihed og leveringssikkerhed i fald, at LED-modulet skal udskiftes.



## 3.4 RETNINGSLINJER FOR VALG AF LED

### 3.4.9 Styring og dæmpning

Med LED-teknologien opnår man en ny række af styringsmuligheder, der ikke har eksisteret tidligere eller ikke har været så enkle at implementere. LED indbyder til styring, regulering og dæmpning, idet der ikke som med andre lyskilder er problemer med dæmpning, eventuel manglende effektivitetsforøgelse ved dæmpning, gentændingstider og lyskildeopvarmning.

Med LED kan man styre og dæmpe med helt nye frihedsgrader. Det er eksempelvis muligt at vælge sin dæmpningsprofil afhængigt af ugedag, årstid, tidspunkt på dagen, trafikthed og ændre den med kort varsel.

Det er også muligt at tænde og slukke strækninger i forhold til, om der er færdsel eller ej og således undgå at belyse områder, hvor der ikke er nogen mennesker. Her er det vigtigt, at det ikke går ud over sikkerhed, tryghed og tilgængelighed.

Der er således en række nye energibesparelspotentialer med de nye styringsmuligheder.

Eksempelvis er der på Frederiksberg udført belysningsanlæg, hvor belysningsstyrken klokken 22 reguleres ned til 80 %, klokken 01 reguleres

ned til 50 % og klokken 05 reguleres tilbage til 100 %. Hidtil har man normalt kun haft muligheden for at tænde eller slukke, og det har bevirket, at mange anlæg kører på fuld effekt i hele tændingstiden.

For at udnytte denne mulighed skal armaturet være udstyret med elektronik, som kan håndtere dæmpning. Der skal kommunikeres med det enkelte armatur eller grupper af armaturer (kabinet/kaskade-løsning) og det kan ske på forskellige måder: Gennem forsyningskablerne, med et separat signalkabel, via trådløs kommunikation eller via en kombination af disse.

Det er væsentligt at understrege at dæmpning kun kan ske på selve vejstrækningen, mens belysningen på steder med særlige trafikale forhold såsom kryds, fodgængerovergange, busholdepladser med videre ikke må dæmpes af hensyn til trafiksikkerheden.



### 3.4.9.1 Retningslinjer for styring

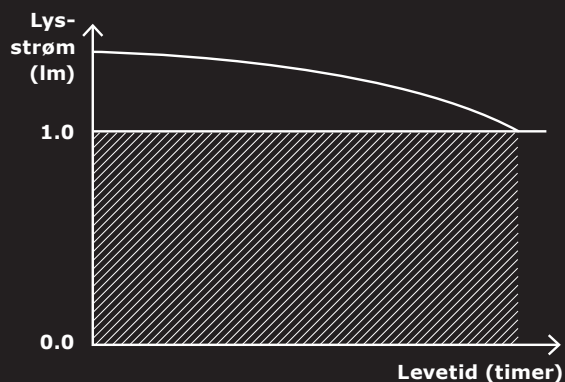
Med udgangspunkt i de generelle retningslinjer for belysningsanlæg i Frederiksberg Kommune er der valgt en styringsløsning som:

- Er webbaseret
- Giver mulighed for enkel kontrol og overvågning fra et centralt sted eller fra en smartphone eller tablet onsite
- Giver mulighed for både trådløs eller ledningsbaseret (ikke trådløs) kommunikation
- Giver mulighed for at tilkoble nye og eksisterende systemer, så der sammenhæng i drift-, vedligeholdelses- og overvågningssystemet
- Giver mulighed for kontrol og styring af armaturer enkeltvis eller i grupper.

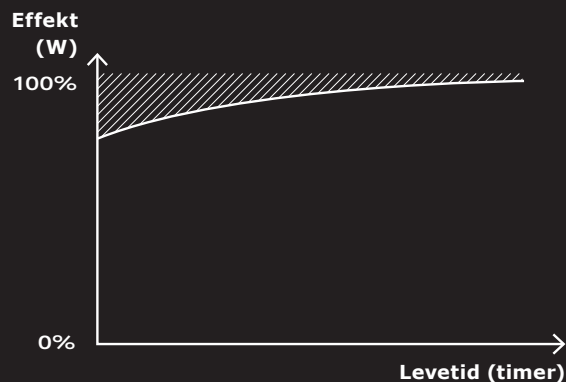
Frederiksberg Kommune har valgt et fremtids-sikkert styringssystem, der skal binde kommunens belysningsanlæg sammen og lette drift og vedligehold. Det valgte system er City Touch fra Philips og implementeringen er påbegyndt på strækninger, hvor det har været hensigtsmæssigt i forhold til udførte nyanlæg og renoveringsarbejder.

Forsyningsstrukturen i Frederiksberg Kommune er i de seneste år blevet renoveret og alle forsynings-skabe er forsynet med styringsenheden Flexlight Stand Alone, som vil virke mens udskiftningen til City Touch er undervejs.

Kommunen er i færd med at udarbejde en overordnet plan for forsyningsstrukturen til kommunens belysningsanlæg og et sæt retningslinjer for, hvordan de i fremtiden skal styres.



For at sikre at den nødvendige lysstrøm er til stede ved udgangen af lyskildens levetid er det (uden CLO) nødvendigt at projektore med en ekstra forhøjet lysstrøm.



Med Constant Lumen Output kan man opnå en energibesparelse ved at holde armaturets lysstrøm konstant i hele levetiden.

### 3.4.9.2 CLO

#### - avanceret lysstyring med LED

CLO eller Constant Lumen Output er en styringsteknologi, som enkelt kan implementeres i styringen af LED-armaturer. Fordelene med CLO er energibesparelser og et konstant belysningsniveau i hele lyskildens levetid. Alle lyskilder har lysstrømsnedgang i løbet af levetiden som følge af ældning, men med CLO og LED-teknologien kan man automatisk skrue op for strømmen i takt med at LED'ens lysstrøm falder for på den måde at sikre et konstant lysniveau.

På grund af den kendte lysstrømsnedgang er det uden brug af CLO nødvendigt at projektore vejbe-lysningsen med en højere lysstrøm i begyndelsen af anlæggets levetid for at sikre, at der er den nødvendige lysstrøm til stede ved udgangen af levetiden. Denne "overdimensionering" kan reduceres med CLO således, at der i hele lyskildens levetid kun er den nødvendige lysstrøm til stede.

Ved udendørs belysning er den nødvendige "overdimensionering" 20-30 % for normale anlæg. Med CLO-styringer (se figur) kan der opnås energibesparelser.

Forudsætningen for en energibesparelse med CLO er, at anlægget er projekteret således, at den nødvendige lysstrøm er til stede ved udgangen af lyskildens levetid.



### 3.4.9.3 Intelligent dæmpning

Frederiksberg Kommune har som den første kommune i landet implementeret et banebrydende belysningsanlæg, hvor vejbelystningen på lokalvejen Dronning Olgas Vej udelukkende styres af vejens anvendelse i de mørke timer. Belysningen er dæmpet til 20 %, når vejen ikke anvendes. Når der kommer en trafikant, skrues belysningsniveauet op til 100 %. Målet med denne funktion er at spare energi uden at kompromittere borgernes trafikssikkerhed og oplevede tryghed.

Teknologien er en videreudvikling af den interaktive løbestisbelysning i Søndermarken i Frederiks-

berg Kommune.

Frederiksberg Kommune vil før installation på flere lokalvejstrækninger evaluere forsøgsanlæggets funktionalitet, energiforbrug og tilbagebetalingstid og sammenligne med almindelige dæmpningsprofiler. Dette vil tegne et billede af, om Frederiksberg Kommune fremover primært skal satse på intelligent dæmpning eller om der er fordele i anvende mere traditionel dæmpning, hvor armaturer på vejstrækninger permanent dæmpes ned til et ønsket niveau i de stille timer af natten for eksempel mellem klokken 01-05.



# 4 BELYSNINGSGRUNDLAG

## 4.1 VEJBELYSNINGSREGLERNE

---

Vejregler for vejbelysning (Vejdirektoratet, marts 1999), i daglig tale kaldet vejbelysningsreglerne, vedrører belysning af alle trafik- og færdselsarealer i bymæssige områder og åbent land.

Vejbelysningsreglerne bør altid følges, med mindre der er væsentlige forhold, der taler imod dette. Herunder fremdrages de vigtigste krav fra Vejbelysningsreglerne:

- Der bør altid etableres vejbelysning indenfor bymæssige områder
- Signalregulerede kryds og fodgængerfelter skal altid belyses. (Dette er et lovkrav)
- Hastighedsregulerende foranstaltninger (for eksempel vejbumper) bør belyses
- Kravet til belysningsniveauet fastlægges ud fra belysningsklassen.

### 4.1.1 Belysningsklasser

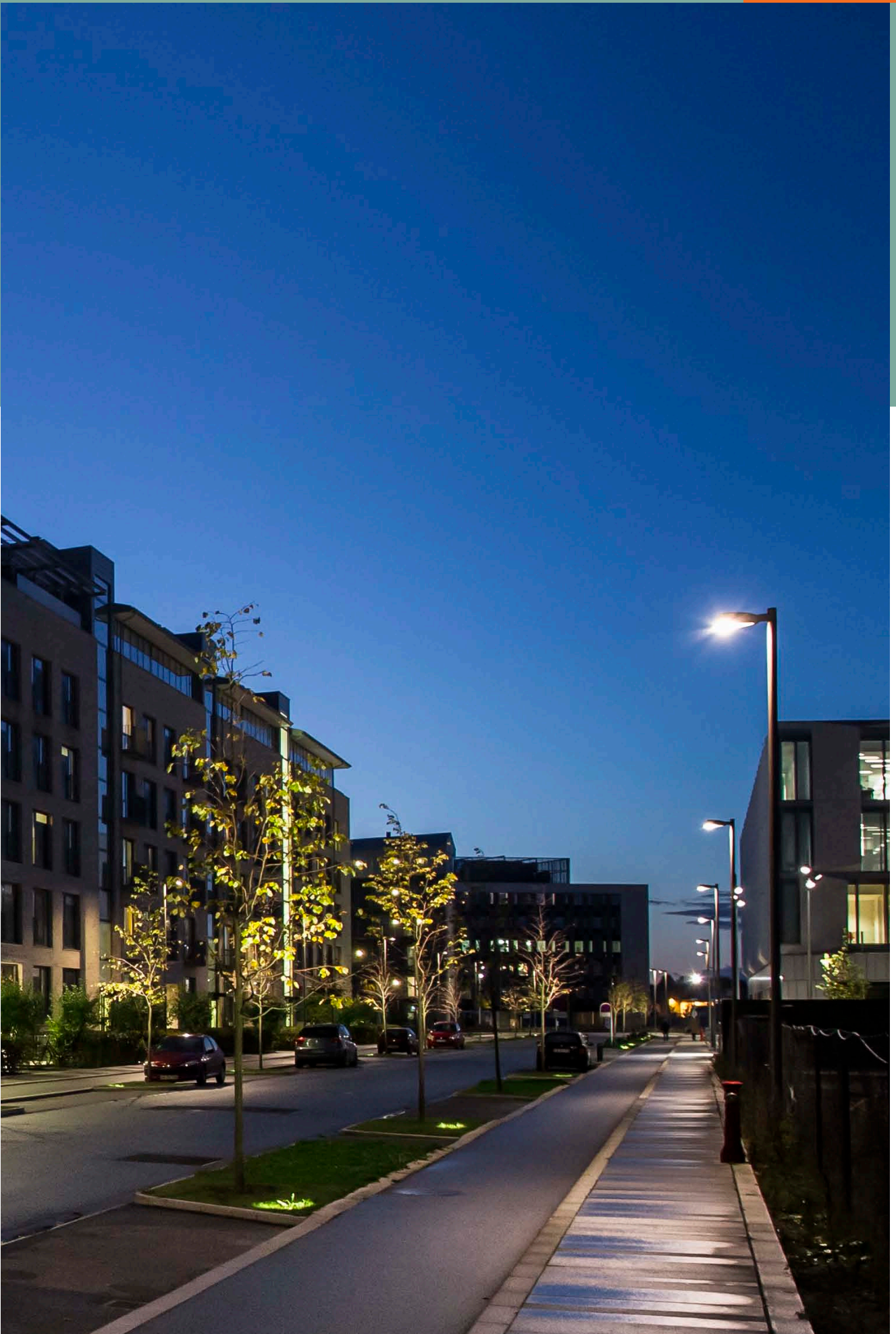
Belysningsklassen rummer krav til belysningsniveau, afskærmning, blændingsbegrænsning samt regelmæssighed i belysningen.

Belysningsklassen vælges efter vejens eller byrummets type, anvendelse, beliggenhed, betyning, trafiktæthed og trafikforhold.

Eksempelvis er der belysningsklasser for trafikveje/lokalveje, gang- og cykelstier, kryds, rundkørsler, pladser, stier med videre.

Belysningsklasserne er fastsat i vejbelysningsreglerne og er et sammenhængende sæt af lystekniske kvalitetskrav, vejledninger og kommentarer. Ved projektering af belysningsanlæg sikres det gennem lysberegninger, at belysningsklassens kvalitetskrav bliver opfyldt.







# 4.2 BELYSNINGSKLASSE PÅ FREDERIKSBERG

Med udgangspunkt i Vejregler for vejbelysning arbejdes der med følgende belysningsklasser for veje i Frederiksberg Kommune, som angivet nedenfor. Generelt er niveauet en til to belysningsklasser højere end minimumkravene i vejbelysningsreglerne. Frederiksberg Kommune har udover vejbelysningsreglerne valgt belysningsklasse ud fra kommunens

vejklasser, hastighedsbegrænsninger samt trafikanttyper. Belysningsklasserne er vejledende, og det er muligt at gå en klasse op svarende til en forøgelse af belysningsniveauet, såfremt det i projekteringen af et belysningsanlæg vurderes aktuelt. For yderligere information henvises der til Vejbelysningsreglerne.

4.2.1 VEJE				BELYSNINGSKLASSE	
Trafikveje (primære og sekundære)		Fodgængere på kørebanen	Cyklister på kørebanen	2-3 spor	4 spor
	Høj hastighed 60-70 (km/t)	Nej	Nej	L6*	L6*
	Middel hastighed 50 (km/t)	Nej	Nej	L6	L6
		Nej	Ja	L6	L6
		Ja	-	L6	L6
Lav hastighed 30-40 (km/t)	Ja	Ja	LE4	-	
Lokalveje (herunder bilveje)	Primære lokalveje			Minimum E1	
	Sekundære lokalveje			E1-E2	
Stier	Stier i egentligt trafiksystem			E2	
	Rekreative stier			Ingen krav	
Fodgængerområder, herunder fortorve, pladser, gågader og andre gangarealer				Minimum E2	
Parkeringsarealer				E1-E2 afhængigt af placering og behov	

\* Ved midterrabat > 3 meter kan overvejes en højere belysningsklasse

#### 4.2.2 Kryds

Belysningen af kryds er en hjælp til afstandsbedømmelsen og til at erkende vognbaner, stoplinjer og krydsets indretning.

Signalregulerede kryds belyses altid til belysningsklasse mindst LE4.

#### På Frederiksberg er belysningsklasserne for kryds som følger:

	Belysningsklasse på tilstødende vej	Belysningsklasse i kryds
Kryds på trafikveje	L6	LE4
Kryds på lokalveje		Belyses med den samme belysningsklasse som den bedst belyste af de tilstødende veje

#### Busstoppesteder i nærheden af kryds skal indpasses i belysningen

#### 4.2.3 Rundkørsler

Alle rundkørsler kan indrettes med belysning, som dels giver synlighed af rundkørslen på passende lang afstand og dels giver gode synsbetingelser

i rundkørslen og dens til- og frakørsler. I rundkørsler vælges belysningsklassen, så den svarer til den bedst belyste af de tilstødende veje.

Belysningsklasse på tilstødende vej	Belysningsklasse i rundkørsel
Rundkørsler uden cyklister eller fodgængere	LE4
Rundkørsler med cyklister og/eller fodgængere	Som ovenfor dog minimum LE4

#### Belysningen skal medvirke til at sikre cyklisters og gåendes sikkerhed og tryghed

I rundkørsler er der gode erfaringer med brug af karakterskabende belysning, som eksempelvis fiber-

lys, til at markere rundkørslen for at synliggøre midterøen i mørket og dermed øge trafiksikkerheden.



## 4.2 BELYSNINGSKLASSER PÅ FREDERIKSBERG



### Cykel- og gangbro ved Flintholm

#### 4.2.4 Stibroer og stitunneler

For at afgøre om en stitunnel skal belyses, henvises til afsnit 6.8 i vejdirektoratets "Belysningsplan for statens veje 2011".

For stitunneler i byer skal belysningen om natten som minimum opfylde belysningsklasse E2, hvis den tilstødende sti er ubelyst eller har lavere belysningsklasse end E2. Hvor den tilstødende sti

opfylder belysningsklasse E1 eller derover, skal belysningen i stitunnelen mindst opfylde belysningsklasse E1 og gerne med højere regelmæssighed end belysningsklassen foreskriver.

Hvis der i stitunnelen i byen er behov for lys i dagtimerne, bør der som minimum være 25 lx (målt som gennemsnitlig vandret belysningsstyrke) og en regelmæssighed på 0,15.



**Fodgængerfelt ved Den Grønne Sti**

#### **4.2.5 Fodgængerfelter**

Fodgængerfelter belyses altid enten ved hjælp af vejbelysningen på stedet eller ved hjælp af separat belysning. Se vejbelysningsreglerne for en nærmere beskrivelse.



# 5

## BELYSNINGSTYPER OG FORMSPROG

### 5.1 BELYSNINGSKATEGORIER

Belysning i det offentlige rum har meget forskelligartede funktioner og udtryk. Belysningsanlæg kan på et overordnet plan opdeles i tre grupper: vejbelysning, øvrig funktionsbelysning og karakterskabende belysning.

#### 5.1.1 Vejbelysning

Vejbelysning består af funktionsbelysning på trafik- og lokalveje, pladser, grønne anlæg og stier. Funktionsbelysning skal planlægges, så den som minimum lever op til de danske vejbelysningsregler, mål og retningslinjer i nærværende belysningsstrategi.

**Oversigt over belysningsklasser i Frederiksberg Kommune findes i bilag C.**

#### 5.1.2 Øvrig funktionsbelysning

Øvrig funktionsbelysning består eksempelvis af belysning af indgangspartier, parkeringspladser og gangarealer omkring bygninger samt offentlige områder, som for eksempel idrætsanlæg og tekniske anlæg.

#### 5.1.3 Karakterskabende belysning

Karakterskabende belysninger har til formål at skabe identitet og stemning og give borgere og besøgende en oplevelse. Karakterskabende belysninger kan have mange forskellige udtryk, mål og virkninger fra ren iscenesættelse til enkel fremhævelse samt rum- og stemningsskabelse. Nedenfor er givet nogle eksempler på, hvilke bytypologiske elementer, der på et overordnet plan ligger indenfor de tre kategorier:

Vejbelysning	Øvrig funktionsbelysning	Karakterskabende belysning
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trafik- og lokalveje</li> <li>• Gang- og cykelstier</li> <li>• Pladser og rumdannelser</li> <li>• Parker</li> <li>• Ganglinjer</li> <li>• Adgangsveje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommerciel belysning</li> <li>• Interiørbelysning</li> <li>• Skilte</li> <li>• Trapper og indgangspartier</li> <li>• Porte og døre</li> <li>• P-kældre og P-pladser</li> <li>• Gårdmiljøer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pladser og rumdannelser</li> <li>• Parker og stier</li> <li>• Byens hegn</li> <li>• Byens facader</li> <li>• Byens porte</li> <li>• Skulpturer og statuer</li> <li>• Træer og beplantning</li> <li>• Bygninger og bygværker</li> </ul>

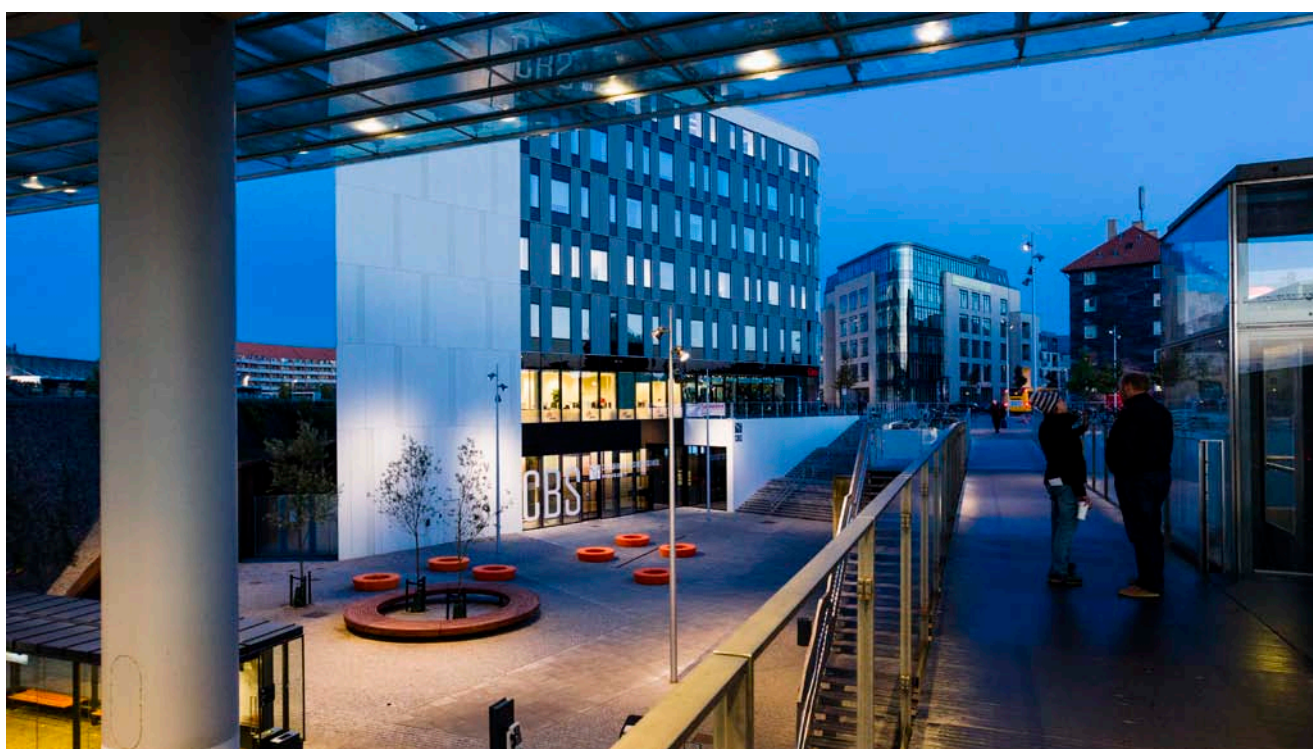
## Belysningstyper

FUNKTIONS-BELYSNING	RUMSKABENDE LYSSÆTNINGER	INVITERENDE LYSSÆTNINGER	VISUELLE FORTÆLLINGER	SIGNATUR-BELYSNINGER
Funktionsbelysning har til formål at sikre tryghed fremkommelighed og god orientering	Rumskabende lyssætninger har til formål at fremhæve byens rumlige strukturer og rammer og skabe en tredimensionalitet i de mørke timer	Inviterende lyssætninger har til formål at skabe attraktive og intime opholdssteder som faciliterer social interaktion	Visuelle fortællinger består af en række lysende installationer og projektioner, der fortæller lokale historier og myter eller trækker verdens historier ind i Frederiksberg	Signaturlampbelysninger har til formål at skabe visuelle oplevelser og fremhæve udvalgte arkitektoniske og landskabelige kendetegn
				

## 5.2 BELYSNINGSTYPER

Belysningstyperne er en konkretisering på principielt niveau af, hvordan belysningen kan konkretiseres indenfor de forskellige belysningskategorier. Belysningstyperne tager udgangspunkt i belysningens udtryk og funktion. Alle belysningstyperne skal bidrage til at indfri visioner og målsætninger. Nogle af typerne går på tværs af belysningskategorierne.

For eksempel kan man både implementere funktionsbelysning, signaturlampbelysninger og visuelle fortællinger på bygninger og funktionsbelysning, rumskabende og sociale lyssætninger på pladser. I **områdeanalysen** gives der retningslinjer for Frederiksbergs vejtyper, fokusområder samt "hemmelige steder", og det går på tværs af belysningskategorier og belysningstyper.





# 5

## BELYSNINGSTYPER OG FORMSPROG

### 5.3

## BELYSNINGSMATERIELLETS FORMSPROG

---

Følgende er en beskrivelse af de grundlæggende formmæssige krav til det belysningsmateriel, som fremover skal anvendes i Frederiksberg Kommune.

Alle anlæg skal formmæssigt bidrage til at indfri Frederiksberg Kommunes humane og æstetiske målsætninger om at skabe attraktive, levende bymiljøer og oplevelser, der styrker kommunens visuelle identitet og faciliterer aktivitet, rekreation og ophold. Alt sammen for at bidrage til at indfri Frederiksbergs vision om at være destinationen i Hovedstaden.

Når anlæggene udskiftes for at leve op til EU's ECO-design-direktiv og de danske vejbelysningsregler, sker det samtidig under hensyntagen til at øge energi- og driftseffektiviteten via moderne belysningsmateriel med højere lysteknisk kvalitet, der bidrager til øge fremkommelighed, trafikikkerhed og tryghed.

Afhængigt af typen af vej- og områdetype samt beliggenhed, trafik og omgivelser, skal der tages stilling til en række faktorer, som er beskrevet i **Bilag B Projekteringsprocedurer.**





### Generelle bemærkninger og forklaringer

Al belysningsmateriel til Frederiksberg Kommune skal opfylde de principper og retningslinjer, der er angivet undervejs i belysningsstrategien under hensyntagen til lovmæssige krav i de danske vejbelysningsregler. Dette gælder såvel materiel til vejbelysning som øvrig funktionsbelysning og karakterskabende belysning.

Strategiens æstetiske anvisninger er udtryk for det visuelle udtryk, som Frederiksberg Kommune efterstræber. De konkrete eksempler må anses som principielle.

Ved alle renoveringer eller nyanlæg i Frederiksberg Kommune skal der foretages specifikke beregninger, lysmæssige projekteringer og æstetiske vurderinger af byrummets karakter, vejens bredde, den mulige lyspunktshøjde, valg af lyskilde med videre. Dette for at sikre, at belysningsanlæggets skala tilpasses æstetisk til omgivelserne, og at anlægget lever op til vejbelysningsreglerne.

På Frederiksberg er der en stor andel af wirehængte armaturer i forhold til mastemonterede, og dette formsprog bevares også i fremtiden. Retningslinjer vedrørende wireophæng er givet i **kapitel 6 Områdeanalyse og retningslinjer** under de enkelte vejtyper.



# 5.3

## BELYSNINGSMATERIELLETS FORMSPROG

### 5.3.1 Master

Der skal i Frederiksberg Kommune som udgangspunkt anvendes rundkoniske rørmaster, hvis der ikke er angivet andet i retningslinjerne under **områdeanalysen kapitel 6**. Hvor de er del af en særlig designløsning, kan der undtagelsesvist benyttes lige eller alternative former eller materialer.

#### Maste- og lyspunktshøjde

Lyspunkt- og dermed mastehøjden samt armaturets størrelse tilpasses hver områdetypes skala og karakter og baseres på konkrete beregninger. Mastehøjden skal generelt være så lav som mulig for at gribe så lidt ind i omgivelserne som muligt. Ved hvert anlæg skal der tages hensyn til omgivelsernes skala og opfyldelsen af den relevante belysningsklasse.

Minimumshøjden for vejbelysningsmaster i Frederiksberg Kommune er 4 meter på stier og veje. For lygter vil en passende højde typisk være 4 meter for stier. På åbne pladser kan der anvendes master op til 5 meter afhængigt af omgivelserne. Mastehøjden skal i sammenhængende vejforløb danne en linje, som understreger vejens eller stiens forløb visuelt.

#### Placering

Masteplaceringen skal være ordnet, så den opfattes naturlig og logisk i forhold til de arealer som belyses.

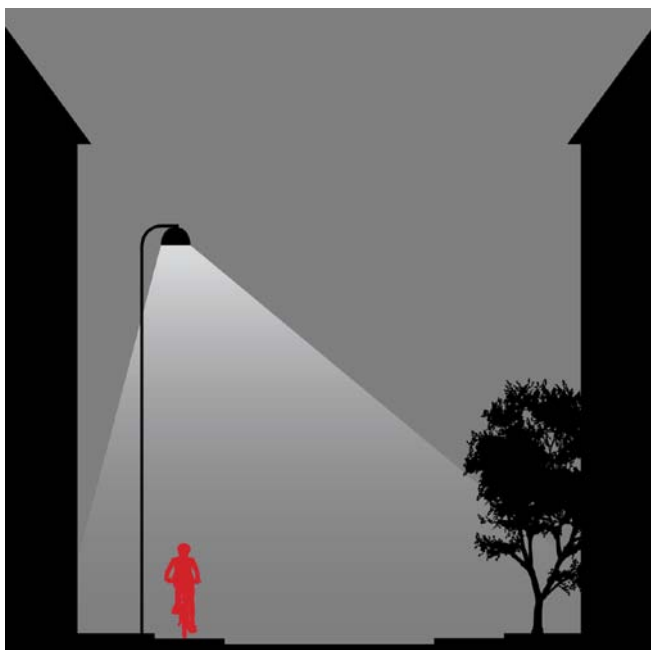
- Der anvendes primært enkeltsidet masteplacering. På større veje vil der dog ofte være et behov for at anvende tosidet masteplacering, for eksempel i zig-zag, eller master med dobbelt armatur i midterrabat.
- Når der er flere masterækker, skal masterne enten stå overfor hinanden eller i zig-zag-opstilling.
- En sammenhængende strækning skal have ensartet belysningsanlæg med hensyn til anlægs, maste- og armaturtype samt lyspunktshøjde(r). Disse kan tilpasses som følge af ændringer i kørebaneløb, vejbredde eller ved vejkryds, buslommer og lignende.
- Mastearmen og armaturet skal orienteres vinkelret på den vej eller det areal, masten står ved.
- Mastearmens længde og udformning skal tilpasses områdets karakter samt masten og armaturets samlede visuelle udtryk.
- Meget lange mastearme skal så vidt muligt undgås, med mindre der er tale om et helt særligt design af mast, arm og armatur.
- På veje med vejtræer placeres master så vidt muligt midt mellem to træer.



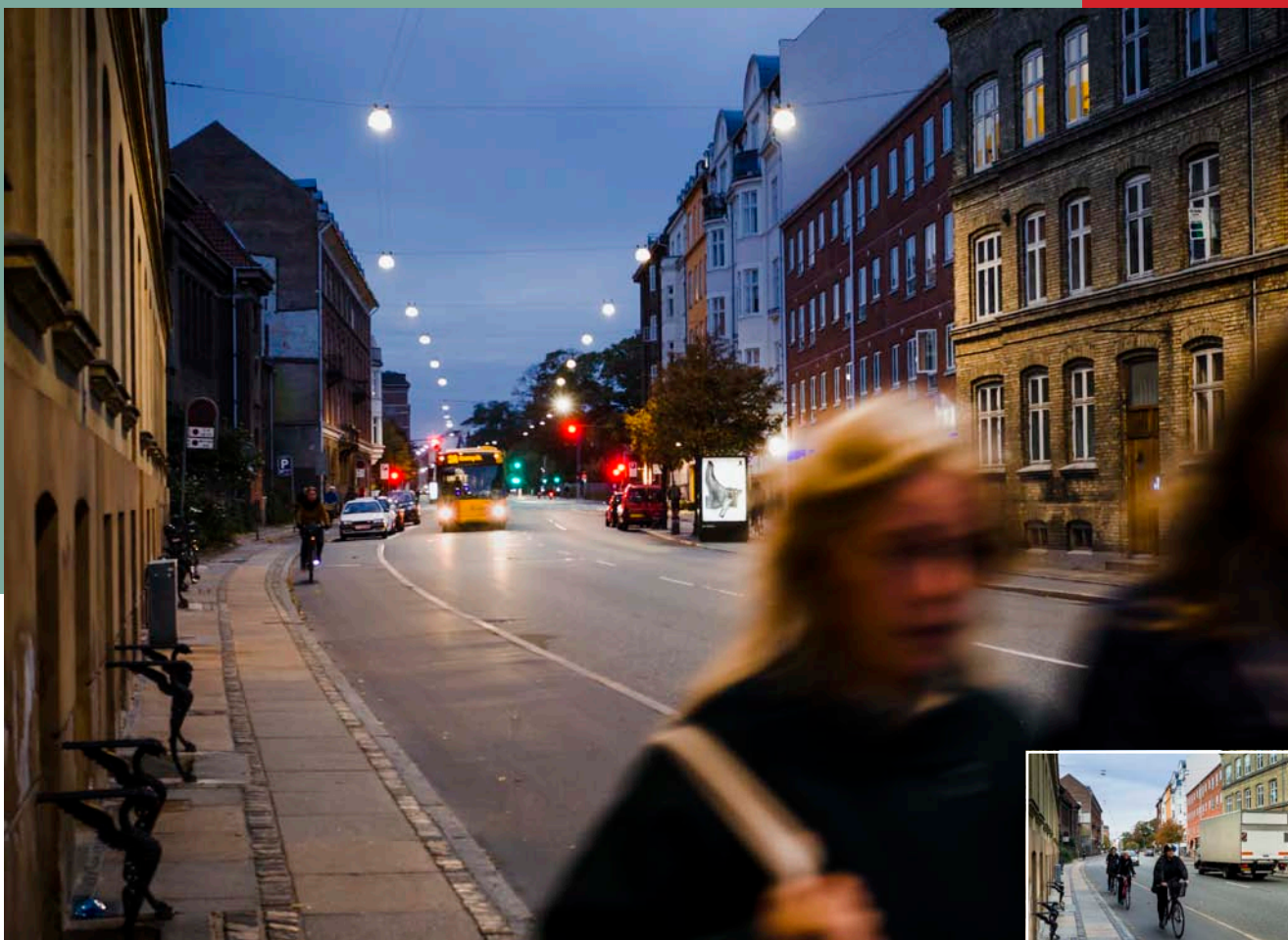


## 5.3 BELYSNINGSMATERIELLETS FORMSPROG

På veje hvor master placeres tæt på kørebanen og ikke er beskyttet af autoværn eller lignende, skal der, afhængigt af hastigheden, anvendes eftergivelige master eller opsættes autoværn jævnfør vejregel om faste genstande.



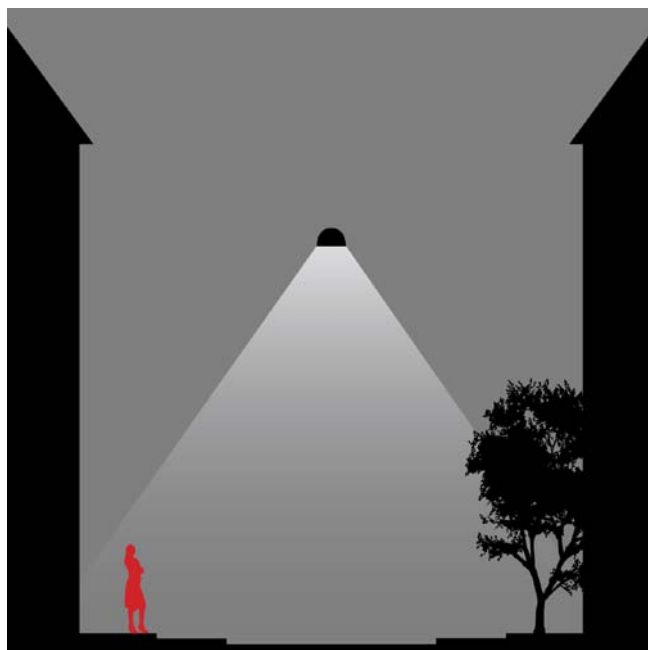
**Enkeltsidet masteanlæg. I tilfælde, hvor der både er cykelsti og fortov, er det ofte optimalt at placere masten mellem cykelstien og fortovet. For strækninger uden cykelstier kan en placering ved bagkant af fortov eller ved P-plads være mere hensigtsmæssig.**



Master placeres som udgangspunkt ved bagkant af fortov, typisk 2 - 3 meter fra kørebane-kant. Hvis der er cykelsti, placeres masten som udgangspunkt mellem cykelsti og fortov for at udnytte armaturets baglys. Såfremt det ikke er muligt at placere masten mellem fortov og cy-

kelsti, placeres masterne også her ved fortovets bagkant. Mastelugen placeres væk fra trafikken af hensyn til montørens sikkerhed og mastens visuelle kvalitet. Fodflangen skal af æstetiske grunde placeres under jordoverfladen.

**De to principskitser viser to typer belysningsanlæg med god lysfordeling og afskærmning. Den fremtidige belysning i Frederiksberg Kommune skal tilgodese alle trafikanter og være uden gener som blænding og lysforurening.**





# 5.3

## BELYSNINGSMATERIELLETS FORMSPROG

### 5.3.2 Overflade og indfarvning

Indfarvning af belysningsmateriel kan være en effektiv måde at variere det æstetiske udtryk i udvalgte byrum, i lokalområder eller på vejstrækninger. Indfarvning er allerede udført i Flintholm-området, hvor belysningsmaterialet er indfarvet i grafitgrå RAL 7024. Den mellemgrå farve passer her godt i områdets moderne arkitektoniske formsprog. Ligeledes er der benyttet indfarvet belysningsmateriel langs Tesdorpsvej, hvor master og armaturer er farvet mørkegrønne RAL 6009. De farvede master harmonerer her fint med det grønne vejforløb i sommerens fem måneders løvperiode, men kan forekomme kontrastfuldt til vejens overordnede visuelle udtryk resten af året.

Indfarvet belysningsmateriel vil generelt have en højere anskaffelsespris end ufarvet materiel, ligesom driftsudgiften erfaringsmæssigt vil være højere.

#### Retningslinjer for overflade og indfarvning:

Indfarvning bruges i udvalgte områder, der har særlig identitet i Frederiksberg Kommune. En ensartet indfarvning i et afgrænset område vil kunne styrke områdets visuelle identitet.

Ved indfarvning anbefales det generelt at benytte grå eller sorte nuancer. I særlige tilfælde kan den mørkegrønne RAL 6009 benyttes, ligesom andre farver kan vælges, hvis der skal skabes et unikt udtryk på en plads eller i forbindelse med landskabelige og arkitektoniske kendetegn.

Alle stålmaster skal være varmgalvaniserede. Aluminiumsmaster skal være eloxerede eller have tilsvarende behandling, der øger driftsegnerheden og levetiden.

Hvor der ønskes et særligt udtryk, kan der anvendes master udført i andre materialer. Der findes i dag en række forskellige produkter, der lever op til kravene for professionel udendørs belysningsmateriel.

Indfarvede master skal være pulverlakerede eller undtagelsesvist sprøjtemalede. Masten skal altid være varmgalvaniseret/eloxeret under indfarvningen i henhold til AAB for Vejbelysningsmateriel og AAB Fælles for Vejudstyr.



**Eksempler på indfarvet belysningsmateriel, der lever op til vejbelysningsreglerne og har et tilpasset og æstetisk udtryk.**



# 5.3

## BELYSNINGSMATERIELLETS FORMSPROG

### 5.3.3 ARMATURER

---

Når der skal træffes valg vedrørende armaturtype, er det vigtigt, at der vælges et armatur, der opfylder de lystekniske krav, der stilles til belysningen. Godt lys er ikke alene et spørgsmål om tilstrækkeligt lys, men i høj grad også et spørgsmål om armaturernes fordeling af lyset og lyskildernes kvalitet.

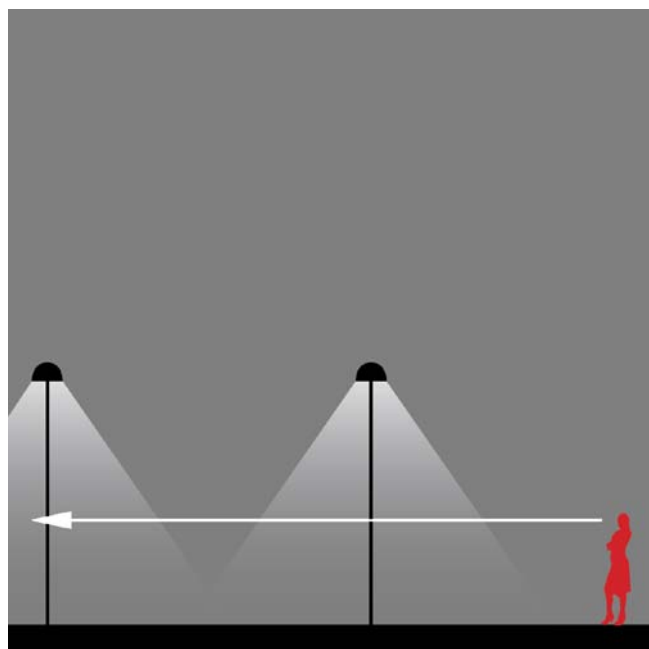
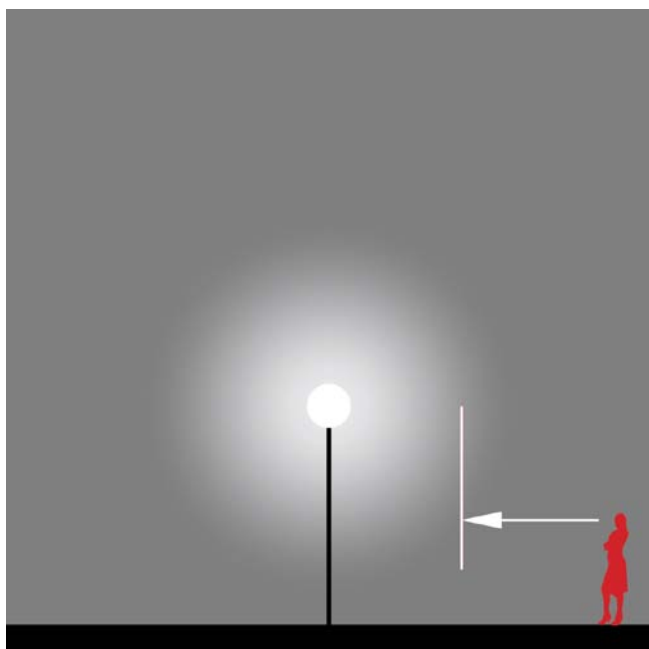
Man ser ofte armaturtyper, der alene er valgt ud fra armaturets fremtoning i dagslys uden særligt hensyn til, hvordan belysningen fra armaturet fungerer og påvirker omgivelserne i mørke. Dette sker på trods af, at valg af lyskilde og ar-

matur er udslagsgivende for, hvordan vi oplever vore omgivelser i mørke.

Ældre eller dårligt udførte belysningsanlæg er ofte kendetegnet ved armaturer med manglende eller dårlig optik samt glas, der ikke er plane. Det betyder, at armaturerne blænder og skaber andre negative lysvirkninger.

Valg af armatur skal altså ske ud fra både dets lysvirkning i mørke, dets lystekniske effektivitet, evnen til at opfylde de lystekniske krav og dets fremtræden i dagslys.





Klassiske opale kuppelskærme uden optik, som ses ovenfor til venstre, benyttes ikke i Frederiksberg Kommune, fordi de blænder, giver lysforurening, og fordi lyset ikke er rettet. Ved brug af armaturer med vandret lysåbning og plan skærm, som ses ovenfor til højre, undgås blænding og lysforurening, hvilket bidrager til at skabe frit udsyn til nattehimlen og omgivelserne. En god belysning uden blænding kan desuden bidrage til, at omgivelserne føles mere trygge samt øge trafikikkerheden, fordi man kan se omgivelsernes detaljer.



# 5.3

## BELYSNINGSMATERIELLETS FORMSPROG



**De lange lysstofarmaturer, der har et markant og dominerende udtryk, ses enkelte steder på Frederiksberg, her på Marielystvej. Disse er under udfasning.**

### **Retningslinjer for armaturer:**

- Armaturer skal generelt have vandret eller næsten vandret lysåbning og plan eller let buet klar skærm. Armaturerne skal være velafskærmede og må ikke forårsage generende lysvirkninger, herunder utilsigtet lys på områder der ikke ønskes belyst, for eksempel lysindfald gennem vinduerne og blænding ved udgik fra vinduerne. Dette kan blandt andet undgås ved at forhindre direkte indgik til lyskilden eller til stærkt lysende dele af armaturet indenfor normale synsretninger.
- Armaturerne skal være udstyret med en moderne, effektiv optik med gode lystekniske egenskaber.
- Vejbelysningsreglernes krav til blændingsklasse og afskærmningsklasse skal følges.
- Ønskes det at armaturerne skal være synlige på afstand, eksempelvis for at skabe visuel guidning, kan der anvendes armaturer med diskret lysende armaturhuse.
- Der må påregnes en forøget udgift til drift og vedligehold ved valg af indfarvede master og armaturer på lige fod med øvrigt indfarvet byinventar.



Her ses et halvkuppelformet moderne armatur med et diskret og tilpasset udtryk, der lever op til belysningsstrategiens retningslinjer.










# 6 OMRÅDEANALYSE OG RETNINGSLINJER

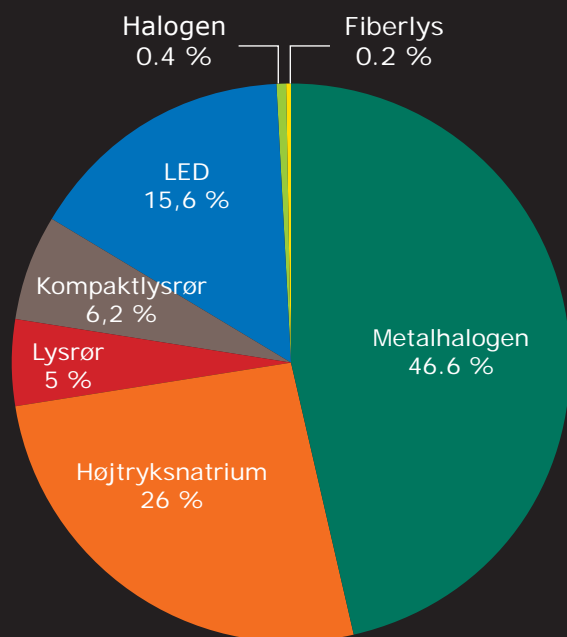
I det følgende gives en status for eksisterende belysningsanlæg samt belysningsmæssig opdeling og beskrivelse af Frederiksberg Kommunes områdetyper. Områdernes identitet og karakteristika skal hver især fremhæves og styrkes gennem belysning og belysningsmateriellet såvel

i dagslys som i mørke. Områdeopdelingen tager afsæt i kommunens vejhierarki. Undervejs gives retningslinjer for vej, funktions- og karakterskabende belysning af vejtyper, fokusområder og byens hemmelige steder:

OMRÅDEINDDELING			
Status	Vejtyper	Fokusområder	Byens hemmelige steder
Eksisterende belysningsanlæg	Trafikveje	Skoleområder	Byens facader
	Lokalveje	Veje med begrønning	Byens hegn
	Grønne anlæg og stier	Frederiksberg Allé	Byens bygningsværker
	Byens pladser	Privat belysning	Byens rumdannelser
			Byens skulpturer
			Byens porte

## ANVENDTE LYSKILDETYPER

	Metalhalogen	46.6 %
	Højtryksnatrium	26 %
	Lysrør	5 %
	Kompaktlysør	6.2 %
	LED	15.6 %
	Halogen	0.4 %
	Fiberlys (metalhalogen/LED)	0.2 %



## 6.1 STATUS FOR EKSISTERENDE BELYSNINGSANLÆG

Frederiksberg Kommunes belysningsanlæg består i 2014 af cirka 5.000 armaturer og af cirka 2.600 master. Cirka 1.000 af armaturerne er wireop-hængte. Kommunens belysningsanlæg udvides løbende i forbindelse med byggemodninger og nye vejanlæg. Der er løbende foretaget en række nyinvesteringer og i den anledning opnået energibesparelser.

25-30 % af Frederiksbergs belysningsanlæg er mere end 20 år gamle, heraf 16-21 % mere end 30 år. 70-75 % af belysningsanlæggene er mindre end 20 år gamle, heraf 34-38 % 10 år eller derunder.

Levetiden for en belysningsmast er typisk omkring 40 år, mens den er 25 år for armaturer. Derfor kan man mange steder i kommunen se nyere armaturer på ældre master. Ligeledes kan man også mange steder finde nyt udstyr, hvor armaturer og master er samme formsprog og alder.

72 % af Frederiksbergs armaturer er mastemonterede, 20 % er wirehængte, og de sidste 8 %

er af anden karakter. Af masterne består næsten halvdelen af rørmaster, mens gittermaster udgør 37 %. Resten består af bertlede og kvadratkoniske master samt parklygttestandere. Masterne er af varierende tilstand. Fokus ligger på at udskifte gittermaster og øvrige gamle master, der er udtjente.

Hovedparten af kommunens armaturer har en fin visuel fremtoning og god visuel komfort. Armaturernes stand er dog varierende. Mange armaturer er hængt op på eksisterende master/arme med hældning på armen eller armaturet, hvilket betyder at den visuelle komfort er lav. I tillæg til dette er mange af de ældste armaturer bestykket med opalt glas og enkelte er helt uden afskærmning med direkte indkig til lyskilden. Disse bør skiftes både af hensyn til sikkerhed og energieffektivitet. Ligeledes bør de skiftes af hensyn til den visuelle komfort, så synsnedsettende blænding og lysforurening, der hindrer udsigten til den mørke nattehimmel og skaber gener for trafikanter og beboere i kommunen, undgås.



# 6.1 STATUS FOR EKSISTERENDE BELYSNINGSANLÆG

Frederiksberg Kommune har udskiftet alle kvik-sølvlys-kilder i henhold til EU's ECO-Design-direktiv. Derfor er fokus fremover at udskifte højtryks-natriumlys-kilder, der har en ringe farvegengivelse og ikke lever op til kommunens princip om visuel kvalitet. De udgør ca. 1/4 af kommunens lys-kilder. Ligeledes skal lysrørsarmaturer, der ikke længere produceres, skiftes.

Frederiksberg Kommune har anlagt en række anlæg med LED-armaturer for at afprøve og udnytte den nye teknologis potentialer. LED udgør cirka 16 % af det samlede antal lyskilder. Som det fremgår i belysningsstrategiens **kapitel 3**, er der en række opmærksomhedspunkter med hensyn til blandt andet blænding, drift, placering og æstetik, der tages i betragtning ved overgangen til LED-teknologi.

Enkelte steder, eksempelvis ved nogle af skoleområderne, tilgodeser de eksisterende belysningsanlæg primært biltrafikken frem for de bløde trafikanter. Det er et af strategiens fokusområder at rette op på. Se afsnit 6.3.1 Skoleområder.

De forskellige belysningsanlæg er udført efter de regler og sædvaner for belysning, der var gældende på det tidspunkt, de blev etableret og med den teknologi og byggeskik, der var aktuel ved anlæggelsen. Eksempelvis findes et stort antal anlæg, der dominerer byrummene negativt med unødigt høje master, gamle gittermaster, lange mastearme og gamle armaturer med et bastant og umoderne udseende.

Samlet fremstår belysningsanlægget opdelt mellem at være helt opdateret og fremtidssikret (cirka 1/3) og at være udskiftningsklart (cirka 2/3) på grund af følgende faktorer: Den benyttede teknologi og heraf følgende energi- og driftseffektivitet, lysfordeling, farvegengivelse, visuel kvalitet og komfort samt materiellets formsprog.

På nuværende tidspunkt er der dele af den eksisterende belysning, der ikke lever op til de visioner, der er skabt i forbindelse med Frederiksberg Strategien og Kommuneplan 2013.



## 6.2 VEJTYPER

Belysningsanlæggene skal fremstå ensartede inden-for den enkelte hovedstrækning og i harmoni med vejenes omgivelser og bebyggelse.

Langt den største part af Frederiksbergs bebyggelse udgøres af boliger. Ind imellem disse er der enkelte erhvervsejendomme, for eksempel langs handsgaderne. Erhvervsejendommenes karakter er i det store og hele sammenfaldende med boligernes karakter. Der er ingen industri eller offentlige serviceanlæg. På denne baggrund behandles erhverv på lige fod med boligområder med afsæt i vejtypen.

### 6.2.1 Trafikveje

Trafikveje udgør det overordnede vejnet i Frederiksberg Kommune og skal primært afvikle gennemfartstrafikken samt trafikken mellem Frederiksbergs kvarterer og København, der ligger rundt om Frederiksberg. Frederiksbergs trafikveje er en integreret del af hele hovedstadens infrastruktur og er befærdede hele døgnet. Som regel har trafikvejene cykelsti eller cykelbane.

Frederiksberg Kommunes trafikveje er kendetegnet ved gennemgående trafik samt afvekslende områder med handel, erhverv og boliger. Der er en

bred sammensætning af trafikanter i form af busser, biler, cykler og gående. Det tilstræbes at skabe tydelige sammenhænge mellem hovedstrækninger og belyse dem ensartet. Anlæg og armaturvalg skal have et harmonisk formsprog, gode lystekniske egenskaber og lyskilder med god farvegengivelse.

Hidtil har wireophængte Københavnamaturer været en meget anvendt belysningsform og har medført anvendelse af gittermaster ved vejsiderne på steder, hvor der ikke er facader at fastgøre wirene til. Gittermaster udfases i det omfang, det er muligt, da de er for dominerende i bybilledet. Wireophæng bibeholdes, hvor de er fastgjort til høje husfacader tæt på vejen. Andre steder udfases gittermaster og wireophæng og erstattes af armaturer på master.

På trafikveje, hvor der er behov for et relativt højt belysningsniveau, anvendes fortrinsvis højeffektive lyskilder såsom metalhalogen og LED blandt andet af hensyn til energiforbrug og økonomi. Gult højtryksnatriumlys bør undgås i så høj grad som muligt, særligt på steder hvor armaturerne kommer tæt på træer og bygninger, da lyskilderne har så dårlig farvegengivelse, at eksempelvis bladernes grønne farve fremstår grå/sort.



## 6.2 VEJTYPER



### 6.2.1.1 Trafikveje med høje facader tæt på vejen

På trafikveje med høje facader tæt på vejen benyttes wireophængte armaturer. På veje med meget bred kørebane eller på handeleggader med meget fodgængerfærdsel (for eksempel Gl. Kongevej) skal lysfordelingen, ligesom det altid er tilfældet, optimeres i forhold til vejprofilens bredde. I tilfælde af at vejen er så bred, at det vil afkræve en stor regelmæssighed i antallet af supplerende master, anbefales det i stedet at installere to rækker wireophængte armaturer.

Wireophæng anvendes, hvor afstanden mellem facaderne er så kort, at der kun behøves relativt få supplerende master.

### 6.2.1.2 Trafikveje med tilbagetrukne, spredte eller lave facader

På trafikveje anvendes masteanlæg, hvor bygningerne er tilbagetrukne fra vejen, eller hvor bygningerne ligger spredte eller er med få etager. Valget mellem ensidet eller tosidet masteplacering afhænger blandt andet af vejprofilen og områdets funktion samt kørebanebredde og muligheder for placering af master i forhold til kørebanen. Særligt bør masteanlæg på trafikveje indpasses med vejtræer, således at masterne står i samme linje som træerne.

### Retningslinjer ved trafikveje

- Der anvendes wireophængte armaturer, hvor der er mulighed for at montere wire på bygningsfacader.
- Når vejbredden er over en bestemt størrelse og der ingen facader er, som det eksempelvis ses på Roskildevej, skal der ikke anvendes wirer.
- Belysningsanlæggene på de forskellige typer trafikveje bør være ens.
- Grundlæggende skal der bruges en lysfarve på 3.000 K på kommunens trafikveje; dog kan 4.000 K benyttes på trafikveje, der ikke har boliger nær vejen, eksempelvis Roskildevej.





### 6.2.2 Lokalveje

Lokalveje udgør i princippet resten af vejnettet i Frederiksberg Kommune. Disse veje afvikler trafikken inden for lokalområdet samt trafikken mellem trafikvejene og de enkelte boliger, erhvervs- eller offentlige ejendomme. Trafiksamensætninger er stærkt varieret og bløde trafikanter er ikke på samme måde som på trafikveje adskilt fra den motoriserede trafik. Lokalvejene har tæt tilknytning til områdets bebyggelse.

Lokalveje i Frederiksberg Kommune har alle fortov og kørebanearealet anvendes både til parkering og til alle slags kørende trafik. Lokalveje har ingen midterafstribe og normalt heller ikke cykelsti. På de bredeste lokalveje, der hovedsageligt findes i forbindelse med etageejendomme, er der afsat plads til tvær- eller skråparkering. På de fleste veje er der, eller der vil i fremtiden blive, plantet træer i den udstrækning pladsen tillader det. Langt den største part af bebyggelsen udgøres af boliger. Lokalvejene på Frederiksberg er inddelt i to typer: lokalveje med etageejendomme og lokalveje i villaområder.

#### Generelle retningslinjer ved lokalveje

- Lokalveje belyses fortrinsvis af hensyn til den gående og cyklende trafik og hvor vejbelysningsreglerne stiller krav til belysning af færdselsarealet, dvs. det samlede vejareal med kørebane, rabat, parkeringsareal og fortov.
- På lokalveje anvendes masteanlæg.
- Master er rundkoniske med kort arm, højst 50 cm.
- Masterne placeres som regel i fortovet nær kørebane, men også placering ved fortovets bagkant kan komme på tale.
- Den fremtidige belysning udføres med master og armaturer, der er af høj æstetisk kvalitet.
- Der anvendes lysende armaturhuse.
- I nye byudviklingsområder kan der skabes unik identitet, og i større områder med ensartet bebyggelse kan der skabes en særlig belysningsmæssig identitet via indfarvning af udstyr i området, et specielt armatur eller en anderledes mast.
- Masternes højde skaleres efter den omgivende bebyggeshøjde og -karakter, så armaturerne ses mindre mod himlen.
- Ved ældreboliger benyttes der master og armaturer med høj visuel komfort og en højere belysningsklasse end påkrævet, så der gives gode adgangsforhold for svagtseende og gangbesværede.



## 6.2 VEJTYPER



### 6.2.2.1 Lokalveje med etagebyggeri

Den fremtidige belysning udføres med master og armaturer, der er af høj æstetisk kvalitet. Mastehøjden tilpasses bygningernes højde.

Eksempler på områder der har en særlig identitet grundet særlig belysning, udstyr eller indfarvning er Flintholm og Nimbusparken. Tilsvarende kan området omkring Diakonissestiftelsen gives en særlig identitet via belysning og udstyr.

#### Retningslinjer for lokalveje med etagebyggeri

- Hvis masterne placeres tæt på facaderne, skal armaturerne bestykses med en afskærmning der skærmer lyset, så der tages hensyn til, at der ikke lyses ind ad vinduerne på bygningerne.
- Hvor det er muligt placeres masterne i træerækken. Mange steder er træerne på linje med parkeringsarealer langs fortovet. Når der yderligere placeres belysningsmaster i samme linje, indskrænkes pladsen til parkering, hvilket kan være motiv for en anden placering.

### 6.2.2.2 Lokalveje med villabebyggelse

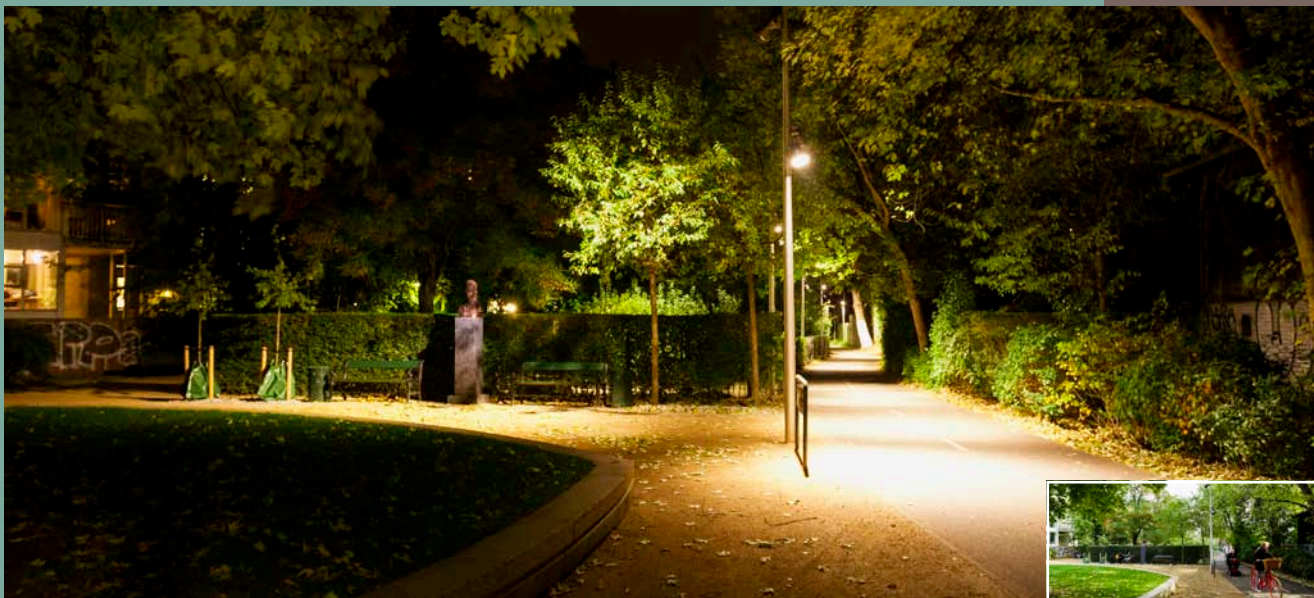
På villaveje er færdselsarealet generelt smallere end på veje med etageboliger, hvor behovet for parkeringspladser er større. Desuden er bebyggelsen lavere og ligger tilbagetrukket fra vejen.

De mange indkørsler på villaveje kan gøre det vanskeligt at placere master. Problemet kan formindskes, hvis der projekteres med relativt stor mastefastand eventuelt kombineret med, at masterne placeres zig-zag i forhold til kørebanen.

#### Retningslinjer for lokalveje med villabebyggelse

- Større områder med ensartet bebyggelse der med fordel kan gives en særlig belysningsmæssig identitet er eksempelvis Fuglebakkekvarteret og Den Hvide By.
- Mastehøjden tilpasses højden af bygninger og træer, således at belysningsanlægget er i harmoni med omgivelserne. Dette begrænser samtidigt spildlyset fra vejbelysningen i haver og lignende langs vejene.
- På veje med træerække i begge vejsider kan master med fordel placeres i to sider med henblik på at undgå mørke pletter under træer på modstående side, eventuelt i zig-zag. Masterne placeres fortrinsvis i træerækken.

I byens grønne områder kan byboerne opleve årets skiftende klima gennem ændring i beplantningens form og farver. De grønne anlæg fungerer som rolige naturområder i byen - små oaser,



### 6.2.3 GRØNNE ANLÆG OG STIER

hvis formål er at tilføre byen frizoner og rekreative muligheder. Grønne anlæg i Frederiksberg kommune består af:

- Store parkanlæg som Frederiksberg Have, Søndermarken og Lindevangsparken
- Lokalparker som Aksel Møllers Have, Hostrups Have og Søfrontparken
- Stier som Den Grønne Sti
- Kirkegårde som Solbjerg Parkkirkegård.

Grønne anlæg og stier har ofte både rekreativ og funktionel karakter. Belysningens formål er i begge tilfælde at skabe tryghed og sikkerhed, både fysisk og psykisk. Belysningen giver øget mulighed for ophold og anvendelse specielt i de mørke morgen- og aftentimer i efterår, vinter og forår.

På visse stier er belysning en central del af sti-anlægget, idet stien har en konkret funktion, for eksempel cykelstier og cykelsuperstier samt stier mellem bygninger.

Ved belysning skal de æstetiske og humane elementer dog gives høj prioritet, så den rekreative karakter bevares. En belysning som kun tilgodeser de funktionelle behov, for at kunne færdes

gennem parken eller ad stien, vil kunne ødelægge den rekreative karakter i mørketiden.

#### **Generelle retningslinjer ved parkanlæg, lokalparker og stier**

Først og fremmest skal det afklares, om der skal være belysning i det grønne anlæg. Til eksempel har Styrelsen for Slotte og Kulturejendomme af respekt for naturen og udsynet til nattehimmelen valgt at lade Frederiksberg Have henstå i mørke om aftenen.

Lyspunktshøjden skal være så lav som muligt, men samtidig høj nok til at sikre armaturerne mod vandalisme, hvilket vil sige 4 meter og opad.

I åbne park- og stiområder lægges der, på grund af de ofte mørke omgivelser, vægt på, at armaturerne er nedadlysende og godt afskærmede, så armaturerne ikke blænder og udsynet til nattehimmelen og fjerne omgivelser ikke generes.



## 6.2 VEJTYPER



### Der anvendes ofte tre typer armaturer:

- Et lille vejbelysningsarmatur, gerne med lysende armaturhus
- En parklygte med asymmetrisk eller rotationssymmetrisk optik afhængigt af ønsket til rumlys
- En pullertløsning.

Små vejbelysningsarmaturer med plan vandret skærm blænder kun i et begrænset område omkring armaturet og anvendes, hvor lys på omgivelserne ikke ønskes. Flere producenter har lysende armaturhuse, hvilket giver armaturerne et smukt og roligt udtryk. Anlægget har således både en funktionel og æstetisk værdi.

Parklygter har ofte tendens til at blænde på afstand og især i mørke omgivelser, som grønne anlæg og stier har. Imod dette strider ønsket om rumlys på træer, buske mv. Der er altså ofte tale om et kompromis. Parklygter bør kun opstilles i områder, hvor der inden for få meter er mange opretstående elementer, som for eksempel buske

og træer, hvor rumlyset kan udnyttes, og der ønskes mere rumlys end hvad et lille vejbelysningsarmatur giver. Kravene om visuel komfort og retningslinjerne i nærværende belysningsstrategi skal dog altid opfyldes.

Pullertarmaturer anbefales i hovedreglen kun som supplerende, inviterende lysætning ved bænke, da pullerter i mørke omgivelser har tendens til at kun at belyse folk på den nederste del af kroppen, så man ikke kan se deres ansigter, hvilket øger utrygheden. Imidlertidig opvejer anlægget i Søndermarken denne negative effekt af, at der i de mørkeste timer tændes tre lyspunkter før/efter løberen, så man altid kan se, hvor folk er i parken. Ligeledes er der udvalgte steder suppleret med mastemonteret belysning, for eksempel på alléerne og ved indgangene, hvilket fungerer godt.

Ved anvendelse af alle tre typer belysningsmateriel må man altid kræve lav blænding. Lysudsendelsen skal være under vandret retning og ingen dele af lyskilden må være synlig.



### 6.2.3.1 Grønne anlæg

I parker skal behovet for eventuel belysning afvejes på baggrund af besøgsgraden, parkens funktioner og dens placering. Ligger parken i et naturområde skal belysningen være moderat og afdæmpet for at undgå blænding og barrierevirkning. Ligger parken mere centralt kan den måske tåle mere belysning. Se generelle retningslinjer ovenfor samt under **6.2.3.2 Stier**. Belysningskoncepter for parker og grønne anlæg bør af disse årsager projekteres selvstændigt.

#### Retningslinjer for grønne anlæg

I parker placeres belysningen langs stier for at markere stiforløbet. Belysningen placeres desuden i

forhold til buske og træer samt bænke og opholdssteder for at styrke helhedsindtrykket af parkens zoner for ophold og rekreation. Det inviterende helhedsindtryk kan yderligere understøttes ved hjælp af karakterskabende belysninger af træer, bede samt evt. monumenter og skulpturer.

For at forstærke den visuelle identitet og samtidigt signalere at man er på vej mod en park, kan et identitetsskabende element indføres. Et godt eksempel er Søndermarken, hvor der ved hver indgang er placeret en mast monteret med tre armaturer. Dette eller et lignende element kan føres videre til andre grønne områder og blive til symbol for parker på Frederiksberg.



## 6.2 VEJTYPER

### 6.2.3.2 Stier

Stier angives som en vejtype, fordi belysningen og belysningsmateriellet, jævnfør kommunens målsætninger, skal bidrage til at facilitere aktivitet, øge tryghed og sikkerhed samt øge fremkommeligheden for cyklister ud fra visionen om at styrke Frederiksberg som en sund, pulserende og grøn kommune. Samtidig er princippet om den sociale dimension en af grundstenene i kommunens belysning, og af alle disse årsager prioriteres en god belysning af stinettet i Frederiksberg Kommune højt.

Stibelysningen skal derudover være vejvisende og give et klart indtryk af stiens forløb. Samtidigt skal lysniveauet være lavt, så belysningen ikke blænder mod de ofte mørke omgivelser.

Belysningstypen og -niveauet er meget forskelligt afhængigt af om det er en cykelsti, hvor der er færdsel i høj hastighed, eller om det er en gang- eller løbesti.

To gode eksempler på stier på Frederiksberg er løbestien i Søndermarken og Den Grønne Sti.

Løbestien i Søndermarken er belyst med pullerter, hvilket giver en lav lyspunktshøjde. Lyset er lige der, hvor der er brug for det og spreder sig ikke ud i andre dele af parken og forurener omgivelserne. Dog er der en lille opadrettet lysenhed, der svagt oplyser træerne over pullerterne. Det lave belysningsanlæg bevirker, at det frie udsyn til nattehimmelen bibeholdes. Udover at belyse stierne har pullerterne indbygget en interaktiv digital "harefunktion",



så de ved aktivering lyser med forskellige farver, der viser, om løberen holder sin hastighed.

Den Grønne Sti er belyst med små spotarmaturer monteret på lave master med tre armaturer pr. mast. Belysningen har en spoteffekt med et meget karakteristisk udtryk, hvilket giver cykelstien en unik identitet og gør den dermed nem at kende på afstand.

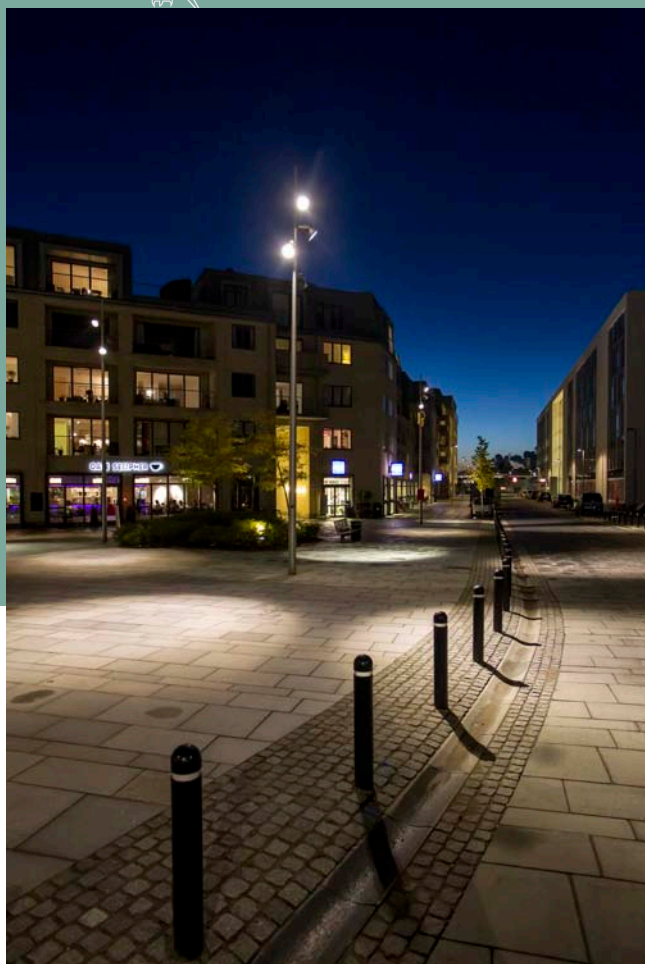
#### Retningslinjer ved stier

- Der skelnes belysningsmæssigt mellem gang, løbe- og cykelstier. På cykelstier bygges der videre på udtrykket på Den Grønne Sti. På gangstier benyttes der lysende armaturhuse. Hvor stien er en del af en park opsættes en kandelaberløsning med tre armaturer på en mast ved stiens begyndelse, som det ses i Søndermarken.
- Gang- og løbestier har ligesom cykelstier en belysningsklasse på minimum E2 og farvegengivelsen skal være høj, det vil sige med en RA-værdi på 80 eller derover.
- Cykelsuperstier har en højere belysningsklasse end kommunens øvrige stier.
- Langs såvel gang, løbe- og cykelstierne markeres udvalgte bygninger, skulpturer med videre med karakterskabende belysninger for at give stierne identitet og invitere borgerne til også at anvende ruterne i de mørke timer af året.



## 6.2 VEJTYPER

### 6.2.4 BYENS PLADSER



Frederiksberg har mange større og mindre pladse-dannelser, og deres karakter og anvendelse er meget forskellige: Byrummene anvendes blandt andet til afvikling af motoriseret trafik, færdsel til fods og på cykel, parkering for biler og cykler, til udeservering og handel og endeligt ophold og rekreation.

Frederiksbergs pladser har, til trods for deres forskellige omfang og anvendelse, det tilfælles at de udgør forskønnende elementer i byen, der inviterer til ophold, samvær og rekreation, hvilket kan understøttes ved hensigtsmæssig og karakterskabende belysning.

Nogle pladser grænser op til eller krydses af trafikveje, mens andre er sammenhængende med boligområder og har karakter af park eller haveanlæg. Indretningen af belysningen på en plads skal derfor bygges på en analyse af, hvilke funktioner, herunder færdsel, aktiviteter og ophold, der skal tilgodeses, og hvilke visuelle og rekreative kvaliteter, såsom arkitektur, kunstværker og beplantning, der kan og bør gives særlig belysning.

I dag er der anlagt belysning på mange af Frederiksbergs pladser. Særligt har Frederiksberg Nye Pladser, Solbjerg Plads og området ved Copenhagen Business School, indtil det påbegyndte metrobyggeri, været hyppigt anvendte og anerkendte referenceeksempler på pladsbelysning. Dette har de ikke mindst på grund af den unikke prioritering af karakterskabende belysning.

Belysning af pladser har fortsat en høj prioritet i Frederiksberg Kommune.

I det følgende gives såvel generelle retningslinjer som specifikke retningslinjer til de vigtigste pladstyper. Endelig gives der retningslinjer for belysning af træer og vejledning til belysningsmateriel, der typisk anvendes i forbindelse med pladser.

#### **Generelle retningslinjer for pladsbelysning**

Det er ikke nødvendigt at belyse hele pladsens rum for at overholde vejbelysningsreglerne, men kun de arealer og linjer der anvendes til færdsel. Øvrige områder kan belyses med sigte på stemning og oplevelse. Ligeledes er det afgørende for





stemningen på pladsen, at der er forskel i belysningsniveauer og -typer på pladsen. Visse arealer kan endda ofte med fordel forblive ubelyste. Karakterskabende belysning prioriteres således på lige fod med funktionsbelysning for at skabe oplevelser og intime opholdszoner.

Belysningen er med til at afgrænse pladsen. Dette kan eksempelvis gøres ved at belyse husfacader, træer og arealer ved pladsens kanter, så mørke partier ved bygningerne undgås. Dette øger trykksoplevelsen.

Rumskabende belysningselementer benyttes til at strukturere eller kode pladsen og give en klar oplevelse af pladsens udstrækning, hvilket øger fremkommeligheden og understøtter trykksoplevelsen. Eksempler kan være markering af skulpturer, facader, niveauspring med videre.

Ligeledes kan pladser med fordel udstyres med sociale belysningselementer ved bænke, træer og andre opholdszoner, der er med til at invitere til rekreation og ophold.

Hvis pladsen blot udgøres af to villaveje og et mellemliggende grønt område uden færdsel, udføres der kun karakterskabende belysning, så fremt pladsen er planlagt for specielle rekreative formål eller området ønskes tilført oplevelsesmæssige tiltag.

Belysning på trafikveje, langs eller igennem en plads, skal overholde kravene i vejbelysningsreglerne gældende for trafikveje. I givet fald kan det overvejes at koordinere udskiftning af trafikvejens belysning med pladsens belysning.

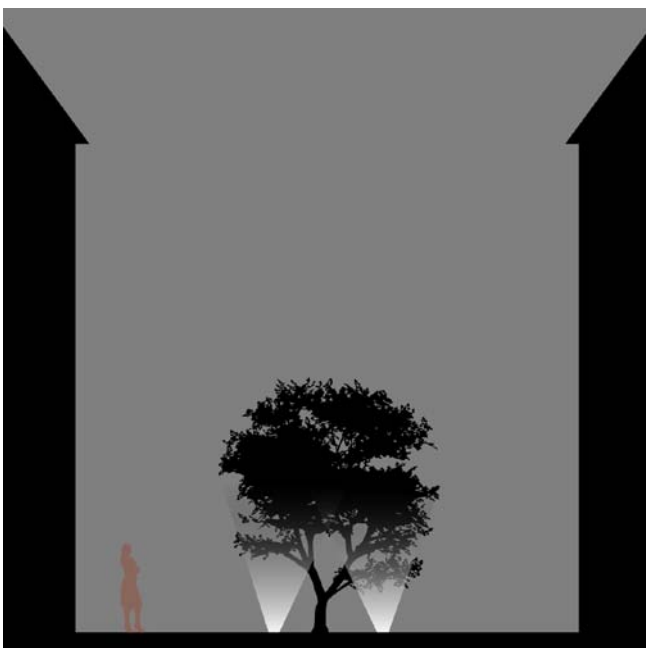
Belysning kan benyttes som kriminalpræventiv foranstaltning til at øge sikkerhed og trykksoplevelsen. I parker og på pladser, hvor der er tendens til upassende opførsel, kan der designes og projekteres belysningsanlæg for at imødegå sådanne udfordringer. Kriminalpræventive anlæg skal, ligesom al anden belysning, følge vejbelysningsreglerne samt belysningsstrategiens principper og retningslinjer.



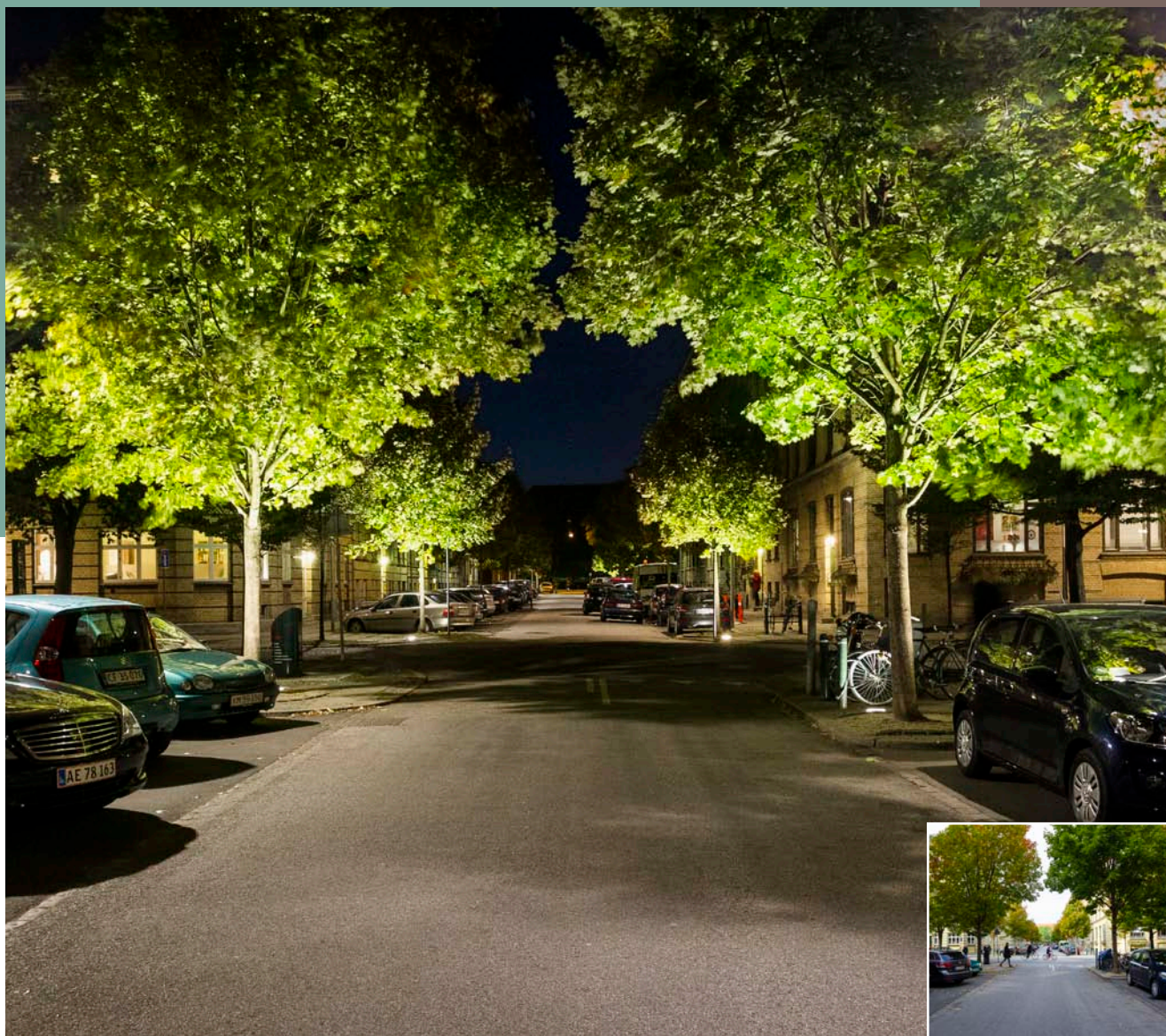
# 6.2 VEJTYPER

## 6.2.4.1

### RETNINGSLINJER FOR BELYSNING AF TRÆER



Frederiksberg har stor tradition for at fremhæve udvalgte træer i kommunen ved belysning, og dette er med til at give Frederiksberg en unik mørkeidentitet og skabe rumlighed i de mørke timer. Ved belysning af træer er det vigtigt, at lyset rettes præcist, så blænding og fjernvirkning undgås. Særligt store solitære træer eller trægrupper kan med fordel belyses.



**Belysning af vertikale elementer såsom træer skaber rumlighed i byrummet. Træer belyses bedst nedefra, så lyset aftager opad til.**

Belysning af vertikale elementer såsom træer skaber rumlighed i byrummet. Træer belyses bedst nedefra, så lyset aftager opad til.

Træer skal som udgangspunkt belyses nedefra med armaturer nedfældet i terræn. På den måde fremhæves løv og grene optimalt, når træet iagttages på afstand, og der opnås en god dybdevirkning med en tilpas variation af lys og skygge.

En belysning af træer skal forekomme naturlig såvel i de 7-8 måneder med løv, som i de 4-5 måneder hvor stammen og eventuel krone er blottet. I valg af armatur og wattage skal der

tages hensyn til træets væksthastighed og træets endelige størrelse.

Det anbefales at anvende lyskilder med et tilpasset hvidt lys, der med hensyn til farvetemperatur og farvegengivende egenskaber understøtter løvets og stammens særlige farvetone og kvaliteter, således at træet fremstår naturligt fremhævet.

Der kan også være steder, hvor der foretrækkes en særlig kunstnerisk belysning eller en mere markant iscenesættelse. Her kan der benyttes farvet lys samt alternative lyskilder eller lysretninger, der afviger fra den traditionelle løsning.



# 6.2 VEJTYPER

## 6.2.4.2

### RETNINGSLINJER FOR FREDERIKSBERGS SÆRLIGE PLADSTYPER

---

På flere pladser rundt omkring på Frederiksberg har man allerede idag valgt at lave en grundbelysning med projektører på mast. Dette ses til eksempel i stor skala på Marguerite Vibys Plads i revykvarteret i Flintholm og i mindre skala på Christian Paulsens-vej. Denne belysningstype må gerne udbredes til flere pladser på Frederiksberg.

Dog giver denne type belysning et meget karakteristisk pletmønster på belægningen, som måske ikke er ønskværdigt på alle pladser i Frederiksberg Kommune. I stedet kan der vælges andre armaturer, der giver et mere jævnt lys.

På lignende vis kan andre pladstyper gives et karakteristisk særpræg, der signalerer pladsens funktion.

#### **Frederiksbergs særlige pladstyper:**

- Rådhuspladsen
- Forplads ved Forum
- Metroforpladser
- Frederiksberg Runddel
- Parkeringspladser
- Idrætspladser
- Lege- og motionspladser

Frederiksberg har en lang række øvrige pladser, der ikke nævnes i Belysningsstrategien. Disse byrum kan ligeledes belyses i større eller mindre grad. Såfremt byrummene har en særlig arkitektonisk og byudviklingsmæssig status, bør der her udvikles selvstændige belysninger, der giver belysningsmæssig identitet i form af unikke, karkerskabende og funktionelle belysninger.



### Inviterende og rumskabende lyssætning på Frederiksberg

Ved udviklingsområdet Nordens Plads (privatejet) og områderne omkring Frederiksberg Hospital og Bispeengbuen bør der udvikles selvstændige og identitetsskabende belysningsforslag. Det samme gælder ved KUBE og det rekreative areal ved BBA-grunden.

På de pladser, der er privatejede, foreslår Frederiksberg Kommune at implementere en række belysningsprojekter med karakterskabende permanente lysinstallationer som en del af den nødvendige funktionsbelysning.

Frederiksberg Kommune anbefaler tillige, at private ejere af større grunde følger nærværende belysningsstrategis principper og retningslinjer og foreslår, at grundejerne lader selvstændige belysningsforslag udforme.



## 6.2 VEJTYPER

### Rådhuspladsen

Belysningen af Frederiksberg Rådhus er et smukt eksempel på, hvorledes belysning kan fremhæve arkitektoniske detaljer og skabe vartegn i mørket.

Belysningsanlægget på Frederiksberg Rådhusplads er udfærdiget efter et formsprog, der var moderne på implementeringstidspunktet med et ønske om at skabe et skulpturelt aftryk i byrummet, og det levede op til de gældende standarder for energieffektivitet.

I forbindelse med udskiftning til en mere energieffektiv belysning af pladsen, anbefales det at vælge parklygter med gode lystekniske egenskaber og et moderne udtryk, (hvilket for tiden er slankt og enkelt).

### Forumpladsen

Forumpladsen består af pladsen foran Forum, der også huser nedgangen til Metroen. Pladsen er idag belyst med det samme armatur som de andre Metroforpladser.

En integreret del af belysningen er Forums endevæg, der udover over Forums eget neonskilt har plakatreklamer for messecentrets arrangementer, der ligeledes oplyses. I dag fremstår belysningen af væggen rodet med forskellige armaturtyper i forskellige lysfarver, nogen med meget ringe farvegengivelse og med forskellige lysretninger.

Der foreslås et samarbejde med Forum for at skabe en mere ensartet belysning, der kan være med til at danne en flot baggrund til Forumpladsen.

### Metropladser

Metroforpladserne er idag belyst med et karakteristisk lygtearmatur for at signalere, at man er tæt ved en Metro. Dette armatur er ikke særligt energieffektivt, ligesom det ikke har en lysfordeling, der passer til pladsen. Ved reovering bør armaturerne derfor udskiftes til et armatur med et stærkere formsprog, bedre lysfordeling og højere energieffektivitet. Simultan udskiftning på alle Metropladserne bør overvejes, så trafikanterne



får en klar erkendelse af et befinde sig på en Metroplads på Frederiksberg. Belysningsmateriellet kan med fordel skiftes i forbindelse med udbygelsen af metroen, hvor forpladserne alligevel er under ombygning.

### **Frederiksberg Runddel**

De gamle parklygter med klart glas er planlagt udskiftet og udstyret med en moderne optik, da de eksisterende lygter blænder grundet det direkte indkig til lyskilden. Imidlertid er lygterne meget smukke, og da de ønskes bevaret, bliver de udstyret med en moderne, specialtegnede optik og lyskilde, der nedsætter energiforbruget.

Skøjtebanens belysning kan tillige med fordel udskiftes, da den dels fylder for meget i billedet, og da der givetvis både kan opnås mindre blænding samt bedre lysfordeling og energieffektivitet.

### **Parkeringspladser**

Parkeringspladser og offentlige arealer ved campusområder, sygehuse, skoler med videre ses ofte

belyst med parklygter uden optik eller afskærmning, hvilket medfører uheldige fjernvirkninger såsom blænding, barriere- og fjernvirkning.

Parkeringspladser skal tilpasses deres omgivelser og opfylde de samme belysningskrav som anden funktionsbelysning med hensyn til æstetik og visuel komfort.

Parkeringspladser belyses med vejbelysningsarmaturet for områdetypen.

Ved belysning på private parkeringspladser skal der i så høj grad som muligt føres en dialog med ejerforeninger, ejerlav med videre om udformningen af belysningen på parkeringspladsen. Ved nybyggeri og opførelse af nye parkeringspladser skal retningslinjer for belysningen allerede med som en del af projektprogrammet, og der skal søges byggetilladelse for belysningen på samme måde som der søges om byggetilladelse for bygninger.



## 6.2 VEJTYPER

### Idrætsanlæg

Det er en almindelig problemstilling, at belysning af idrætsanlæg, grundet høje master med dårligt afskærmede og vinklede armaturer, medfører gener for nærliggende boligområder og veje. Frederiksberg er ingen undtagelse.

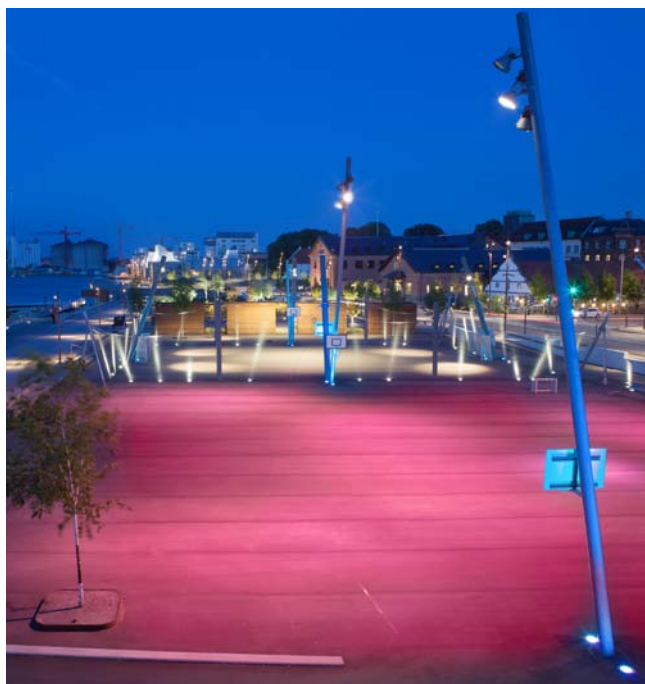
Belysningsanlægget ved Frederiksberg Idrætspark er under renovering, da det har forældet udstyr, hvor armaturerne er placeret på taget af tilskuertribunen samt på master. Den næsten vandrette belysning medfører, at de sportsudøvende blændes, når de kigger i retningen mod tilskuertribunen, forbigående blændes, når de kigger mod banen, og naboerne har lys ind af vinduerne.

### Retningslinjer for idrætsanlæg

Fremover skal al belysning på dette og lignende anlæg i Frederiksberg Kommune have velafskærmet og nedadrettet belysning i så stejle vinkler som muligt, som ikke blænder eller giver generende fjernvirkninger til omgivelserne. Det kan eksempelvis udføres på høje master placeret langs anlæggets sider. Det er vigtigt, at udføre et anlæg som et selvstændigt belysningsprojekt og lave belysningsberegninger, da der er meget stor risiko for blænding af omgivelserne ved fejlprojektering og risiko for klager fra naboer.

Hvis det er muligt, kan der anlægges belysningsanlæg, der kombinerer funktionsbelysning og karakterskabende belysning. Anlægget i Aalborg, som ses til venstre er et interaktivt anlæg, hvor borgerne kan aktivere funktionsbelysningen, når de skal bruge banen, mens lyset resten af tiden er karakterskabende.

### Boldbane med interaktiv belysning i Aalborg





### Lege- og motionspladser

Legepladser og motionssteder skal ikke nødvendigvis være belyste, og der er ingen gældende regler herfor, men belysning kan gøre legepladser anvendelige i eftermiddags- og aftentimerne. En legeplads bør have en belysning svarende

til belysningen på en lokalvej. Belysningen kan opnås med parklamper eller armaturer på mast og kan indgå i sammenhæng med de omkringliggende pladers og stiers belysning. Legeredskaber såsom rutsjebane og klatretårn kan eventuelt belyses særskilt.

### Belyst legeplads på Frederiksberg





# 6.3

## FOKUSOMRÅDER

**Eksempel på trafikvej, hvor vejprofilen er indsnævret. Der er anlagt helleanlæg og tosidet zig-zag belysning.**



### 6.3.1 SKOLEOMRÅDER

Der er særligt fokus på at øge sikkerheden ved skoler, der ligger ud til trafik- og lokalveje. Sikkerheden skal højnes dels i forhold til belysningsklasse og lyskvalitet, dels må belysningen gerne visuelt signalere, at der sker noget særligt på lige denne del af vejstrækningen.

Et eksempel på et konkret tiltag er Sønderjyllands Alle, der tidligere har været klassificeret som en trafikvej, men nu klassificeres som en større lokalvej. Her er belysningen renoveret i samspil med implementering af andre sikkerhedsfremmende elementer, såsom indsnævring af vejprofilen samt anlæggelse af fortove og cykelsti i

begge sider. Belysningen består af et tosidet, zig-zag anlæg på lavere master, end der var før.

#### **Retningslinjer for skoleområder**

Ved skoleområder skal der benyttes en højere belysningsklasse end retningslinjerne i vejbelysningsreglerne, og lyskvaliteten skal være høj. Forskellige tiltag for at skabe en visuel forandring kan med fordel også gøres. Eksempler på dette kan være at sænke mastehøjden i forhold til den resterende del af vejstrækningen, skifte fra et ensidigt masteanlæg til et tosidet, indfarve belysningsmateriellet osv.



## 6.3.2 VEJE MED BEGRØNNING

Frederiksberg Kommune har begrønning langs de fleste veje. Mest i form af træer plantet i fortovet, men også i form af større og mindre parkanlæg, der støder op til vejene. Det er vigtigt, at vejbelystningen tilgodeser og eventuelt fremhæver begrønningens positive effekt i bybilledet. Vejbelystningens master skal derfor placeres i koordination med træer og anden beplantning.

### Retningslinjer for belystningen

Masteanlæg bør indpasses med vejtræerne, så masterne står i samme linje som træerne. Træerne er hyppigst placeret nær fortovets forkant. Imidlertid kan der dog udmærket være andre forhold som taler for, at masterne skal placeres ved fortovsbagkanten. Eksempelvis kan placering af masten i parkeringslinjen højne risikoen for påkørsel. Det samme gælder ved placering i fortovskant på trafikvej uden cykelsti eller parkeringsfelt.

Træernes indbyrdes afstand er mange steder kun 12–18 meter. Det betyder, at der som regel vil være to træer for hver mast. Masterne bør så vidt muligt placeres midt mellem to træer.

Det kan ikke altid helt undgås, at der kommer pletter med skygge fra træernes kroner. Skyggepletterne kan undgås ved at bruge en tosidet placering af masterne. På smalle veje kan masterne placeres i zigzag for at optimere placeringen af master på eksempelvis villaveje, der har mange skel og udkørsler.

Når vejtræerne er placeret i parkeringslinjen, er det ofte nødvendigt at beskære træerne ud mod kørebanen for at opretholde en tilstrækkelig frihøjde. Justering af træerne tillader samtidig, at lyset passerer forbi og oplyser kørebanen. Skyggedannelsen formindskes og falder kun på parkeringspladser, cykelsti og fortov.



# 6.3

## FOKUSOMRÅDER

### 6.3.3 FREDERIKSBERG ALLÉ

Frederiksberg Allé er et af Frederiksbergs vigtige landemærker med en særlig historisk og arkitektonisk værdi. Det er vigtigt, at netop denne vejs karakter bliver forstærket for at være med til at styrke byen visuelle identitet.

Hidtil har der været brugt højtryksnatriumlys med dårlig farvegengivelse både på kørebanen samt fodgængerarealerne mellem træerne og på tværgaderne. Der findes flere forskellige armaturtyper på det samlede areal.

#### **Retningslinje Frederiksberg Allé**

Igangsættes der projektering af ny belysning på Frederiksberg Allé, bør der her etableres en særskilt belysningsløsning. Frederiksberg Allé har behov for et æstetisk belysningsløft, hvor der udvikles en helt ny belysning, der modsvarer alléens historiskbetydning og skønhed.

### 6.3.4 PRIVAT BELYSNING

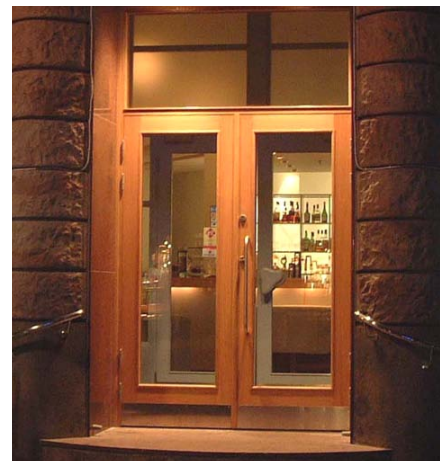
Privat belysning består dels af erhvervslivets belysning, det vil sige belysning på og ved butiksfacader, udeserveringsmiljøer samt indre lys fra butikker og dertilhørende skiltebelysning. Privat belysning består også af lys i fællesgårde fra grundejerforeninger, ejerforeninger og andelsforeninger.

Ved udendørs belysning er det vigtigt, at belysningen både vælges ud fra dets fremtræden i dagslys og ud fra dets lystekniske kvaliteter. Særligt bør man undgå, at lyset virker blændende eller skaber lysforurening. Dette kan undgås ved at benytte armaturer, som retter lyset nedad og har plan afskærmning.

#### **Retningslinjer for privat belysning**

Privat belysning kan, når det bliver lavet godt, påvirke byrummene meget positivt. Derfor ønsker Frederiksberg Kommune at være i fortsat dialog med såvel borgere som erhvervsliv om belysningen, så der koordineres mellem den private og offentlige belysning.

**Eksempler på skilte-, indgangs- og butiksbelysning. Første billede viser skiltebelysning med dårligt tilpasset og blændende armaturer. Andet billede viser et udstillingsvindue med en veltilpasset belysning. Tredje billede viser en indbydende indgangsbelysning, som ikke blænder.**



#### **Den private belysning ved offentlige områder skal:**

- optræde i samspil med den offentlige belysning.
- være i rimelig harmoni med kommunens belysningsstrategi.
- opfylde gældende krav (relevant for visse private områder med offentlig adgang).
- ikke virke generende på omgivelserne.

Også private boliger og butikker kan bidrage til en bedre oplevelse af vore fælles uderum, ved at belysningen af for eksempel indgangspartier, facader og indkørsler har et æstetisk udtryk, der stemmer overens med kommunens belysningspolitik. I forbindelse med butikker og andet erhverv skal lys i vinduer og på skilte være i harmoni med omgivelserne, og armaturer må ikke blænde eller spille lys til omgivelserne. Der må ikke benyttes blinkende eller "løbende" lys.



# 6.4

## BYENS HEMMELIGE STEDER

### 6.4 BYENS HEMMELIGE STEDER

---

Byens hemmelige steder er de små fine steder, som ikke gør sig bemærket til daglig, men som alligevel har nogle helt unikke kvaliteter, der er med til at skabe Frederiksbergs identitet.

Disse steder er også vigtige at finde og fremhæve i mørketiden for at styrke Frederiksbergs identitet. Dog er det ikke nødvendigt, at alle hemmelige steder skal belyses altid. Der skal også være plads til midlertidige installationer for at skabe dynamik og forandring i byrummet.

Herunder er givet nogle forskellige eksempler på, hvad byens hemmelige steder kan være. Undervejs er der givet eksempler på, hvilket materiel der kan benyttes til at løse opgaven. Hvor materialet kan benyttes flere steder, er det nævnt det første sted.

### 6.4.1 BYENS FACADER

---

Der er i Frederiksberg Kommune lang tradition for at implementere permanente karakterskabende lyssætninger såsom signaturbelysningen af Frederiksberg Slot, de inviterende lyssætninger af kommunens træer og rumskabende lyssætninger på kommunens pladser.

Imidlertid er der endnu et potentiale: at vise Frederiksbergs visuelle fortællinger i form af forskellige midlertidige lysende indslag på byens facader.

Rundt om på Frederiksberg findes der en række vægge, der er udsmykket med smukke malerier. Disse malerier kan belyses og dermed synliggøres også i mørketimerne.



**Midlertidig lysinstallation på P. Andersens Vandtårn på Frederiksberg**

Ligeledes findes der en række nøgne facader, som med midlertidige lysinstallationer eller lysende kunst kan få en helt anden karakter efter mørkets frembrud, end de har i dagtimerne. Lysinstallationerne kan eventuelt kombineres med begrønning af vægge.

#### **Midlertidige lysinstallationer og projektioner**

Midlertidige lysinstallationer har den fordel, at de tages ned igen, hvorfor de kan tillade sig at være mere provokerende, underholdende, farverige eller hårdtslående end permanente installationer. Afhængigt af hvor lang tid de skal være installeret, vil der ikke være de samme krav til holdbarhed som til permanente installationer, hvilket giver større frihed i materialeanvendelse.

#### **Midlertidige lysinstallationer kan have mange forskellige udtryk, men falder i to centrale kategorier:**

- lysinstallationer hvor lyskilden er den centrale del af værket
- projektioner af foto-, video- og mediekunst i stor skala.

Ofte vil kunstnere kunne tilføje nogle ekstra lag til den visuelle historie ved at bruge midlertidige installationer, så den udover at være æstetisk og passe godt ind i omgivelser og arkitektur også fortæller nogle dybere historier.



## 6.4.2 BYENS HEGN

Byens hegn er først og fremmest tænkt som en markering af de hegn, der omkranser byggepladserne i forbindelse med anlæggelse af de nye metrostationer på Frederiksberg. Ligesom der i dag arbejdes med kunst på hegnene, kan der fremover også arbejdes med lys. Disse hegn er oplagte steder at arbejde med midlertidige lysværker.

Byens hegn kan udover metrohegnene også referere til større kommunale byggepladser og andre for-

mer for hegn og mure rundt om på Frederiksberg. Eksempelvis mure ved S-banesporet og metrosporet eller murene omkring kirkegårde.

Belysningen kan bestå af midlertidige lysinstallationer og projektioner, **se kapitel 6.4.1 Byens facader.**

Frederiksbergs har en række bygningsværker, der kan være spændende at markere via funktionsbe-





Frederiksberg Slot

### 6.4.3 BYENS BYGNINGSVÆRKER

lysning eller karakterskabende signaturlysninger. Såvel store bygninger som små bygværker, eller arkitektoniske detaljer på eksempelvis facader, kan markeres for at skabe genkendelighed og identitet. Bygninger og bygværker med en markant placering i byen fungerer ofte som pejlemærker og vartegn.

Eksempler på bygningsværker der kan fremhæves via belysning på Frederiksberg er Diakonissestiftelsen, P. Andersens Vandtårn, Skorstenene samt

glaspyramiderne i Søndermarken. Belysning af bygninger kan også bruges til at forvandle en ellers uæstetisk bygning til en attraktion om aftenen og dermed skabe attraktive bymiljøer og oplevelser.

På samme vis kan bygninger med stor arkitektonisk detaljerigdom fremhæves på en enkel, understillet måde ved at sætte spot på enkelte af bygningens små detaljer, eksempelvis en frise, en gargoyle eller et relief.



# 6.4 BYENS HEMMELIGE STEDER

## 6.4.3 BYENS BYGNINGSVÆRKER



Bygninger kan fremhæves på flere måder gennem belysning. Her ses principper for to forskellige måder at belyse en kirke på: På billedet til venstre er kirken belyst udefra med en jævn facadebelysning, der aftager opefter. På billedet til højre er kirken belyst indefra.



Klassiske bygninger kan fremhæves ved hjælp af armaturer, som giver bygningen en enkel og jævn belysning med en tilpasset skyggedannelse. Det er vigtigt, at armaturerne ikke blænder, og at lyset alene falder på bygningen, så lysforurening undgås. Bygningerne kan også fremhæves ved hjælp af indvendigt lys, der er velegnet til at give rumlig virkning og signalere liv. Oplyste facader eller indvendigt lys i bygninger kan eventuelt kombineres med et fint fremhævet indgangsparti eller belysning af nærtstående træer og vertikale elementer. På den måde knyttes bygningen til det omgivende landskab og et monolitisk udtryk undgås.

Belysning af arkitektur er altid udtryk for en vis grad af iscenesættelse og skal ikke sammenlignes med bygværkets udtryk i dagstiden. Belysningen skal udføres på en respektfuld måde, og den overordnede belysningsstyrke skal afbalanceres i forhold til omgivelserne. Også belysningsmateriellet skal tilpasses bygningen både med hensyn til farve, formsprog, retning og størrelse.

For at sikre at facader ikke overbelyses, er der sat følgende maksimale niveauer for middelbelysningsstyrke på facader i Frederiksberg Kommune:

	Facademateriale	Maksimal middelbelysningsstyrke (lx)
Mørke omgivelser og landsbyer	(Hvid)pudsede	15
	Mursten	40
Centrale byrum i byerne	(Hvid)pudsede	20
	Mursten	50



## 6.4 BYENS HEMMELIGE STEDER

### Retningslinjer for byens hemmelige steder

Såvel funktionsbelysning som karakterskabende belysning ved bygninger må gerne oplyse selve bygningen, men skal være afskærmet udadtil, så den ikke blænder, ikke danner lysbarrierer og ikke virker dominerende i forhold til omgivelserne. Al belysning bør være nedadrettet og armaturer med uafskærmet lyskilde eller opal afskærmning med høj luminans skal undgås, idet de ofte vil blænde og/eller skabe fjernvirkning og lysforurening.

Eksempler på alternativ funktionsbelysning kan være at fremhæve indgangspartier eller markere facadedetaljer diskret, så bygningens form og tredimensionalitet fremhæves. Herved bidrager funktionsbelysningen til at skabe rumlighed og genkendelighed i omgivelserne.

### Projektører

Projektører er velegnet til belysning af et afgrænset objekt. Projektører anvendes til belysning af bygninger, skulpturer med mere og placeres på en mast i den nødvendige højde. Lyset rettes specifikt på objektet i så stejl en vinkel, ligesom der skal tages højde for afskærmning, placering og retning, så blænding undgås.

Armaturernes lysåbninger skal være så lidt synlige som muligt. Det er det belyste element, der

skal opleves, ikke lyskilderne. Dette opnås dels ved at følge retningslinjerne for valg af armaturer, dels ved en velgennemtænkt placering og eventuelt ved brug af gitre eller afskærmninger (helst indbyggede).

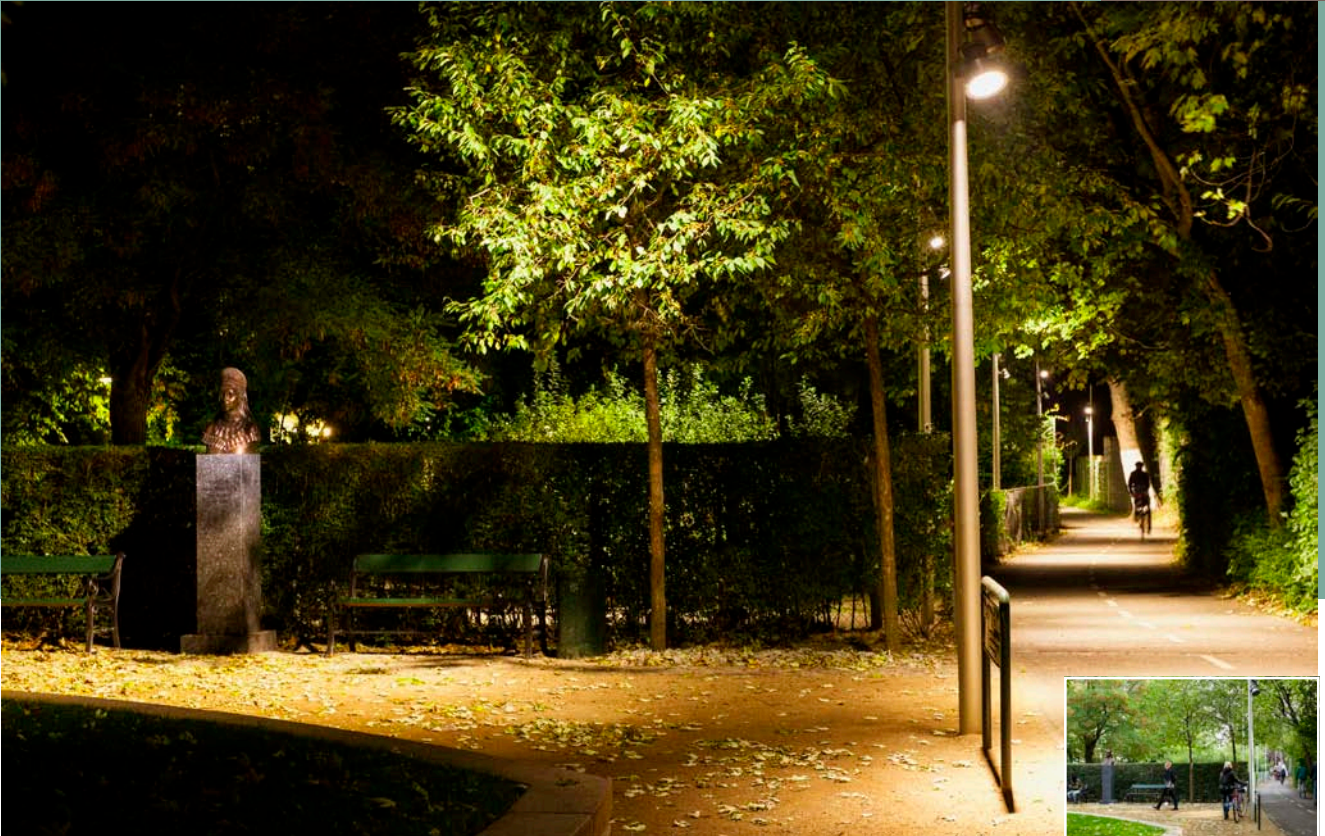
Belysningsudstyret bør tilpasses omgivelserne både størrelsesmæssigt og i udseende; eksempelvis ved at armaturer indfarves, så de er afstemt med omgivelserne.

Ved alle lyssætninger er det vigtigt at vælge en lyskilde med en lysfarve og lyskvalitet, som er tilpasset det, der belyses.

### Nedgravningsarmaturer

Nedgravningsarmaturer giver mulighed for at skabe sociale belysninger i byen eller lysende pejlemærker med lavest mulige energiforbrug og med mindst muligt æstetiske indgreb i bybilledets arkitektoniske udtryk. Nedgravningsarmaturer kan blandt andet benyttes til belysning af træer, skulpturer, facader og lignende former for effektbelysning og fremhævelse.

Armaturtypen og placeringen skal tilpasses belysningens formål, så blænding og lysforurening undgås. Særligt er det vigtigt, at lyskilden ligger dybt og er velafblændet, så belysningen ikke generer, når man passerer forbi.



#### Der findes forskellige typer af nedgravningsarmaturer:

- Nedgravningsprojektør: benyttes hvis formålet er at belyse elementer såsom træer, skulpturer eller facader jævnt. Ved brug af nedgravningsprojektører i nærheden af ganglinjer er det vigtigt, at der benyttes gitter, så blænding undgås.
- Markeringsarmatur: benyttes hvis formålet er at danne lysmønstre, ledelinjer eller markering af niveauforskelle i belægning, trapper eller murflader. Særligt fiberlys og LED er velegnet som markeringslys.

## 6.4.4 BYENS RUMDANNELSER

Rundt omkring på Frederiksberg findes der flere små rumdannelser, der ikke er store nok til at kaldes for pladser, men dog er steder, der er velegnede til, at borgerne kan tage sig til en lille pause. Eksempler på disse rumdannelser er pladsen ved krydset mellem Godthåbsvej og Nordre Fasanvej eller den lille cykelparkering ved Bülowvej og Fuglevangsvej.

Byens små rumdannelser skal belyses om aftenen for at fremstå som indbydende opholdssteder snarere end at fremstå som mørke og truende gyder. God funktionsbelysning og karakterskabende belysning kan i tillæg til en kriminalpræventiv effekt bidrage til at øge trygheden.

Karakterskabende belysninger benyttes til at strukturere Frederiksbergs bybillede og fremhæve nogle af de mindre, men meget smukke byrum. Fremhævelse kan både ske via smukke, inviterende og rumskabende lyssætninger, der styrker den visuelle identitet og bidrager til at skabe attraktive, levende bymiljøer, der inviterer til ophold og rekreation for såvel den lokale som den besøgende.

#### Retningslinjer

Belysningstypen der anvendes på byens rumdannelser er inviterende belysning. Med få hjælpemidler, såsom et belyst træ eller en pullert ved siden af en parkbænk, kan byens mindre rumdannelser forvandles til indbydende steder at tage ophold. og møde folk på tomandshånd.



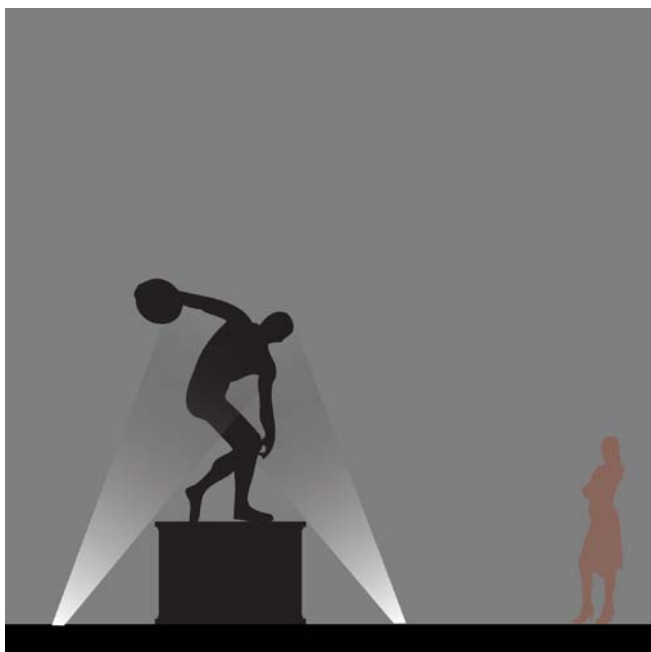
## 6.4 BYENS HEMMELIGE STEDER

### 6.4.5 BYENS SKULPTURER

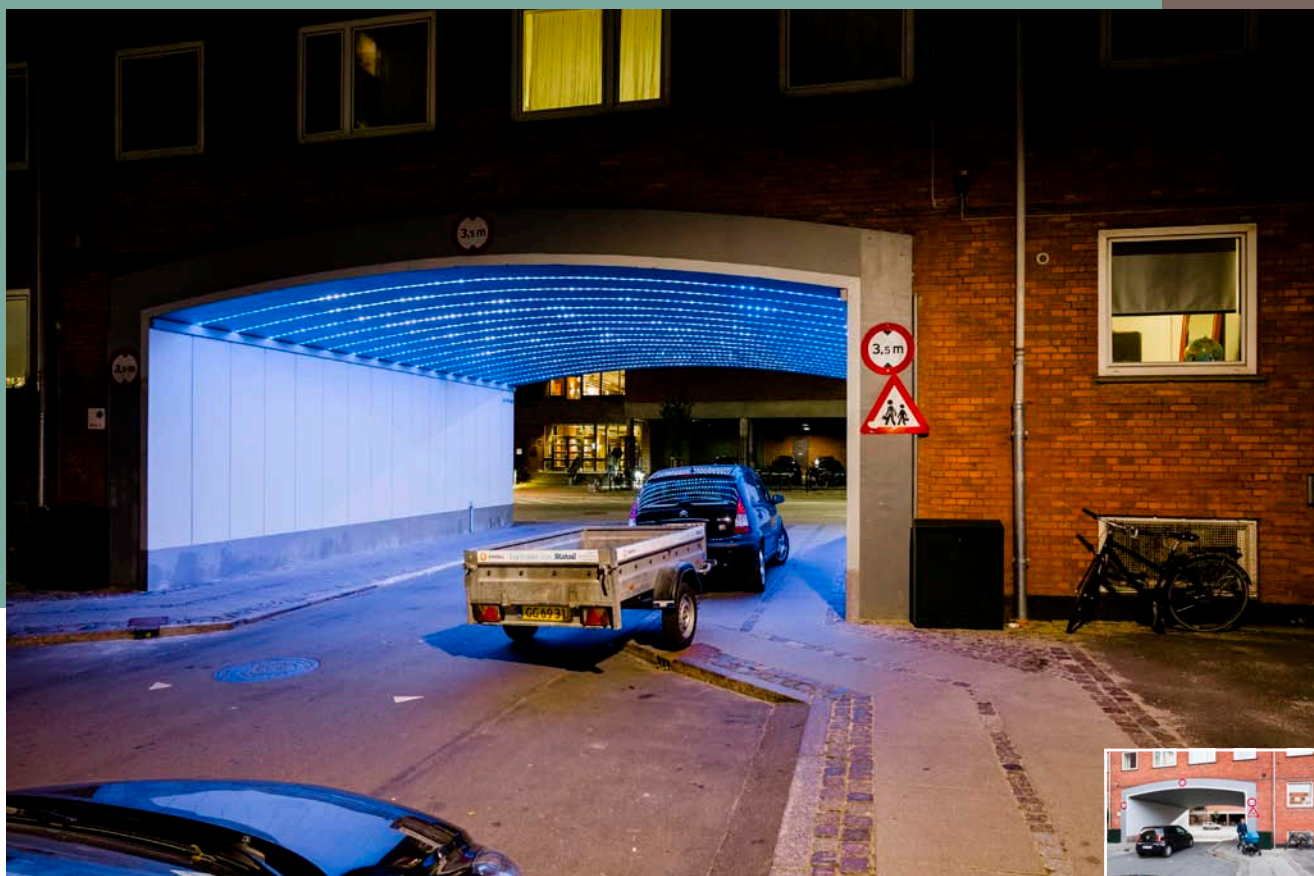
I Frederiksberg Kommune findes der omkring 120 skulpturer. Nogle af disse kan med fordel belyses, så de træder frem i mørket.

Belysning af skulpturer er en glimrende måde at udvide tidsrummet, hvor kunstværket kan opleves. Med den kunstige belysning kan skulpturen få et andet udtryk, fordi kunstlysets retning, skygger og farver er anderledes end dagslyset.

Mulighederne indbyder til en særlig iscenesættelse i natten. Der kan anvendes de samme belysningsmetoder som ved belysning af bygninger. Derudover kan der anvendes "silhuetbelysning", hvor skulpturen fremstår som en silhuet på en belyst baggrund. Ved egnede kunstværker kan der eventuelt arbejdes med farvet lys og lys fra skiftende retninger, så kunstværket bliver mere "levende".



**En skulptur kan belyses på flere forskellige måder. Man kan enten belyse den jævnt eller skabe et mere iscenesættende udtryk med en højere grad af skyggedannelse. I begge tilfælde skal belysningsmateriellet tilpasses omgivelserne og opfylde kravene til visuel komfort.**



**Lokal portåbning mellem Rolfs Plads og Nylandsvej. Styrbar LED-belysning giver mulighed for varieret scenografisk belysning af portrummet**

## 6.4.6 BYENS PORTE

Byens porte er indgangene til Frederiksberg fra København. Deres opgave er at markere grænsen samtidig med at give en visuel velkomst. Byens porte er også bygningsporte og indgange rundt om i Frederiksberg Kommune, som med fordel kan få en særlig lysende markering.

Byens porte kan udføres dels som reelle porte eller indgange i forskellig skala, der markeres med lys, se billedet ovenfor. Dels som grønne porte ved plantning af en ekstra gruppe vejtræer, der belyses.

En af Byens porte, der drage fordel af en lyssætning, er eksempelvis underkørslen ved S-banesporet ved Fuglebakken St. på Borups Allé. Her kan der skabes flere forskellige lysfortællinger, der italesætter områdets forskellige elementer.

Andre steder er Byens Porte ved kommunegrænserne, hvor et eller flere af de København-armaturer, som hænger over vejbanen kan skiftes til et Mega-København-armatur. Ønskes det at gøre armaturet mere synligt, kan det viderebearbejdes med farver, ændret lysfarve eller et mønster på skærmglasset. Et sådant mønster kan eksempelvis visuelt beskrive elementer af områdets historie.



# 6.5 DRIFT OG VEDLIGEHOLD

Der benyttes styring af belysningsanlæggene for at reducere energiforbruget. Der anvendes belysningsmateriel, der understøtter reduktion af drifts- og vedligeholdelsesomkostningerne.

For armaturer med konventionelle lyskilder udføres der serieudskiftning af lyskilder for at effektivisere driften og derved opnå en reduktion i fejlmeldinger.









## BILAG A: FORKLARING AF BEGREBER

### **Belysningsstyrke**

Hvor meget lys der rammer en overflade pr. kvadratmeter. Enheden for belysningsstyrke er Lux, forkortes lx.

### **Blænding**

Øjnene er meget tilpasningsdygtige og har en stor dynamik overfor variationer af luminans i synsfeltet. Der kan dog forekomme så store forskelle i luminans og lysstyrker mod øjet, at synsfunktionen nedsættes, eller at det opfattes generende, særligt når de store luminansforskelle er nær synsretningen.

### **Man taler om to forskellige typer blænding, der kan forekomme sammen eller hver for sig:**

- Synsnedsættende blænding er et rent fysisk/optisk fænomen, som skyldes en (uundgåelig) spredning af lyset i øjets indre dele (hornhinde, linse og glaslegeme). Det giver et slør som lægger sig omkring stærke lyskilder eller falder med høj luminans, så øjet ikke kan skelne detaljer med lav luminans. Udendørs om natten forekommer det fra modkørende biler, fra uafskærmede lyskilder, fra armaturer med uhensigtsmæssig placering eller uhensigtsmæssig lysfordeling samt fra stærkt lysende reklameskilte og lignende.
- Ubehagsblænding er et mere psykologisk fænomen. Man finder det generende, at der er stærkt lysende objekter i synsfeltet. Også flader med høj luminans findes generende, når man ønsker at betragte noget med lav luminans.

Krav til blændingstalsklasse (D-klasse) er et krav, som skal modvirke ubehagsblænding fra armaturer.

### Effektivitet eller lysudbytte

Effektiviteten af en lyskilde betegnes lm/w og angiver forholdet mellem den udsendte lysstrøm (lumen) og den anvendte effekt (watt) inklusive tab i den tilhørende driver/ forkobling. Jo højere effektivitet, des mere lys får man "for pengene". Desværre har de mest energieffektive lyskilder ofte ringe farvegengivelse og lyskvalitet, så træd varsomt.

### Farveoplevelse

Ikke alene lyskildernes farvegengivelse og -temperatur påvirker oplevelsen af lysets kvalitet. Også den enkelte lyskildetypes individuelle farvespektrum har betydning.

Ved belysning med forskellige lyskildetyper med ens Ra-indeks og ens farvetemperatur kan man derfor alligevel opleve farveforskel, således at den ene type foretrækkes frem for den anden. Hvis eksempelvis den røde tone, der findes i røde mursten, skal gengives optimalt om aftenen, skal man vælge en lyskilde, der gengiver røde nuancer godt. Omvendt kan man med fordel anvende en lyskilde, der gengiver grønne nuancer godt, hvis man skal belyse parker og anden bevoksning.

### Luminans

Luminans er lysheden af en overflade, som vi ser den i en given retning. Luminans er den udstrålede lysstyrke pr. kvadratmeter af overfladen. Luminansen afhænger af belysningsstyrken, fladens reflektans og af synsretningen. Enheden er Candela pr. kvadratmeter, forkortes cd/m<sup>2</sup>.

### Lysets farvetemperatur

Lysets farvetemperatur er helt uafhængig af farvegengivelsen og angiver om lyset opleves "koldt", "neutralt" eller "varmt". Lysets farvetemperatur måles i Kelvin (K). Jo højere Kelvin, des mere "koldt" og blått lys, jo lavere Kelvin, des mere "varmt" og rødt lys.

Metalhalogen er ned til 2.800 K mens lysrør og kompaktlysrør er ned til 2.700 K. LED fås både med varm hvid lysfarve (cirka 3.000 K), neutral hvid lysfarve (cirka 4.000 K) og kold hvid lysfarve (cirka 5.000-10.000 K). Tilsammenligning er en glødelampe cirka 2.700 K og højtryksnatrium omkring 2.100 K. Begge sidstnævnte anvendes ikke i Frederiksberg Kommune.



## BILAG A: FORKLARING AF BEGREBER

### Lyskilder

En lyskildes kvalitet afhænger af lyskildens evne til at gengive farver korrekt samt af lysets farvetemperatur. Lyskilden har altså stor betydning for, hvordan byrummet opleves i mørketid.

### Lyskilder til anvendelse ved udendørs belysning er:

- LED
- metalhalogenlampe
- kompaktlysrør
- lysstofrør
- induktionslampe (anvendes ikke til vejbelysning i Frederiksberg Kommune)
- halogenglødelamper (må ikke benyttes til vejbelysning, men kan, hvis der ikke er andre muligheder, benyttes til effektbelysning)
- højtryksnatriumlampe (må ikke benyttes til vejbelysning i Frederiksberg Kommune)
- kviksøvlamper (må ikke benyttes til vejbelysning i Frederiksberg Kommune og må ikke markedsføres fra 2015 i henhold til ECO-design-direktivet fra EU)
- glødelamper (er ikke relevant længere grundet højt energiforbrug og kort levetid og udfases af derfor af vejbelysningen. De markedsføres ikke længere i henhold til ECO-design-direktivet fra EU).

Lyskilderne er forskellige med hensyn til en række egenskaber, herunder deres farvespektrum, hvilket kan og skal udnyttes i anvendelsen af lyskilderne.

Farvespektret og dermed oplevelsen af lysets farvetone kan i hovedtrækkene karakteriseres ved de to parametre farvegengivelsesindeks og farvetemperatur.

### Lysstyrke

Lysstyrke forstås som lysets intensitet i en given retning fra en lyskilde eller en anden lysende afgrænset overflade eller genstand. Enheden for lysstyrke er Candela, forkortes cd.

### Lysstrøm

Hvor meget lys der tilsammen udstråles i et givent "område" af retninger (kaldet en rumvinkel). Med en lyskildes lysstrøm menes "mængden af lys", som en lyskilde udstråler samlet set i alle retninger. Enheden for lysstrøm er Lumen, forkortes lm.

**Ra-værdi - farvegengivelsesindeks**

En lyskildes evne til at gengive farver angives ved hjælp af et farvegengivelsesindeks med en Ra-værdi, som også benævnes CRI. Indekset går fra 0 til 100; jo tættere Ra-værdien er på 100, desto bedre gengives farven (sammenlignet med glødelamper eller dagslys).

Dagslys gengiver alle farver optimalt og har derfor en Ra-værdi på 100. Glødelamper har en Ra-værdi på cirka 100. Da hovedparten af disse

fases ud, arbejdes der i branchen på at opnå en bedst mulig Ra-værdi for de øvrige lyskilders. De bedste metalhalogenlampers Ra-værdi er 80-100, de bedste lysrør har en RA-værdi over 80, mens LED har en RA-værdi på 65-90.

**Reflektans**

Udtryk for hvor meget lys en overflade tilbagekaster. Afhænger af overfladens farve, materiale, struktur med mere.



## BILAG B: PROJEKTERINGSPROCEDURER

### Bilag B: Projekteringsprocedurer

Projekteringen af belysningsanlæg omfatter følgende hovedelementer, hvoraf nogle kan udledes afhængigt af projektets omfang og karakter:

#### Projektforslag:

- Indhentning af grundlag for det kommende belysningsanlæg bestående af informationer om:
  - plantegning med vejgeometri inklusive afstrikningsplan og omgivelser
  - evt. tværprofiler
  - placering af eventuelle signalanlæg
  - eventuelle kørekurver for lange transportere
  - placering af eventuelle eksisterende master eller anlæg
  - eventuelle tilstødende anlægstype (lyskilde og armaturtype, wattage, mastehøjde- og placering med videre)
- Fastlæggelse af relevante trafik- og/ eller færdselsarealer, de tilhørende belysningsklasser samt refleksionsegenskaber for vejbelægninger (mængden af lyst tilslag i den anvendte vejbelægning).
- Fastlæggelse af æstetiske, miljømæssige og tekniske krav til belysningsanlæggets geometrianlægstype, mast, enkeltsidet, tosidet, vægmonteret, evt. kombinationer af disse samt placering og højde i forhold til omgivelserne og den omkringliggende arkitektur.
- Fastlæggelse af æstetiske, miljømæssige og tekniske krav til master, armaturer og lyskilder.
- Valg af relevante kandidater indenfor armaturtyper og mastetyper.
- Lystekniske beregninger for typiske geometrier i vejanlægget til bestemmelse af, hvilke armaturtyper og belysningsgeometrier der opfylder belysningsklassen.
- Valg af armaturtyper, lyskilder, mastehøjde og mastetype, herunder evt. kombimaster og eftergivelige master.

- Valg af styrings- og reguleringsmetode.
- Udarbejdelse af projektforslag med økonomisk overslag og tegninger til godkendelse hos kommunen eller dennes rådgiver.
- Koordinering i forhold til Trafikhandlingsplaner.
- El-teknisk projektering med bl.a. el-tekniske beregninger og dokumentation samt tegning og beskrivelse af kableanlæg og tavle(r) med styring og regulering.
- Udarbejdelse af arbejdsbeskrivelse og tegninger.
- Evt. udarbejdelse af udbudsmateriale med tilhørende økonomisk overslag.

#### **Projekt:**

- Indhentning af ledningsoplysninger fra ledningsejere og koordinering med disse.
- Indhentning af oplysninger om andre forhold, såsom træer, indkørsler, hastighedsdæmpende foranstaltninger, som kan påvirke mulighederne for masteplacering.
- Besigtigelse af påtænkte steder for masteplacering.
- Afklaring af elforsyning og evt. opdeling af anlæg.
- Indarbejdelse af besluttede ændringer i forhold til projektforslaget.
- Detaljering af masteplacering, lyskildewattager og armaturernes optikindstillinger, eventuelt supplerende lystekniske beregninger.

#### **Efter anlæggets etablering udarbejdes anlægsdokumentation og "som udført"-materiale:**

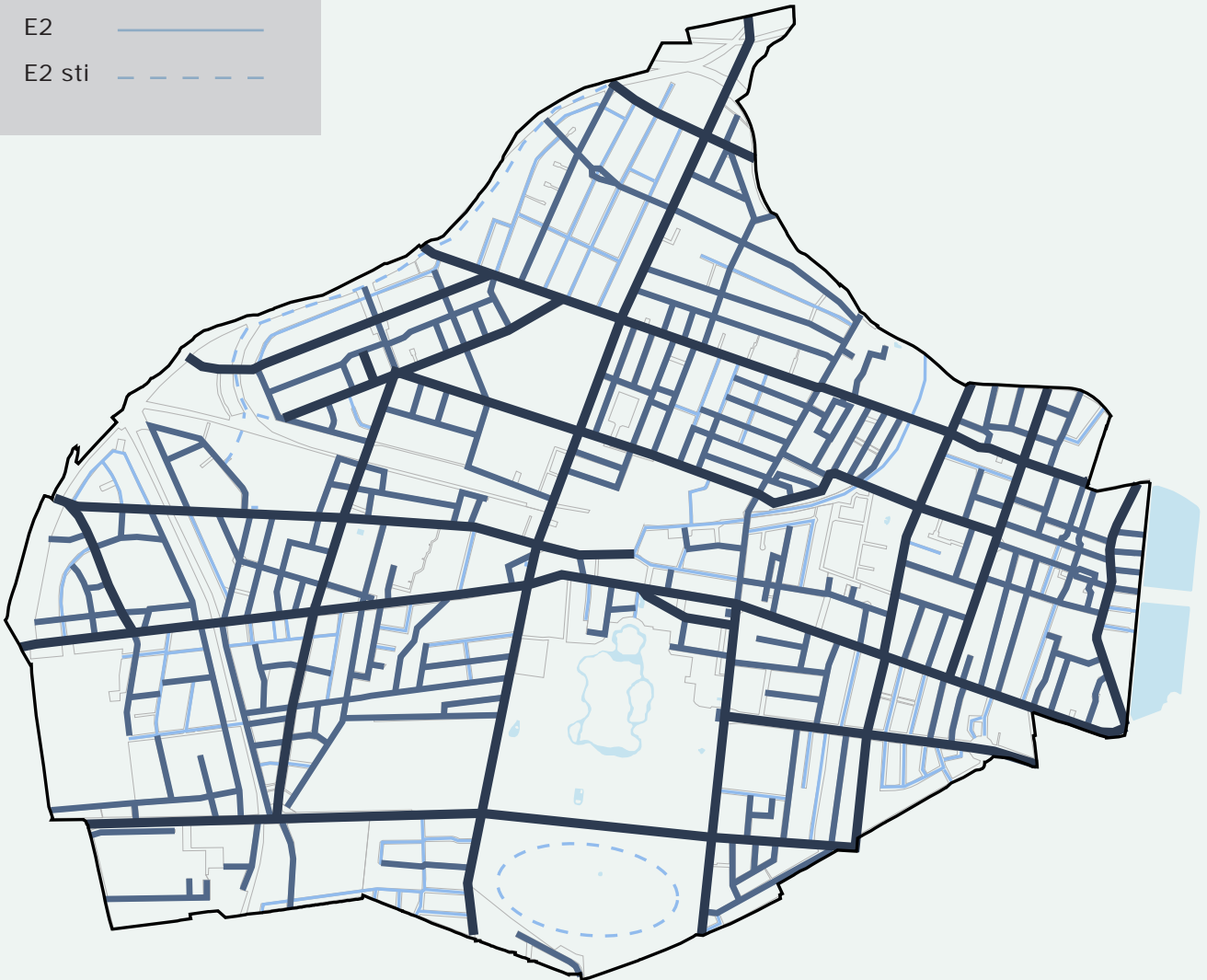
- Beskrivelser og tegninger rettet "som udført" med de eventuelle ændringer, som er opstået under anlægsarbejdet.
- Oplysninger om belysningsklasser og beregnede lystekniske parametre.
- Oplysninger om komponenter og disses vedligeholdelsesprocedurer.



## BILAG C: BELYSNINGS- OG HASTIGHEDSKLASSER

### Belysningsklasser:

L6	
E1	
E2	
E2 sti	





**Hastighedsklasser:**

Trafikveje  
50 km/t



Trafikveje  
der kan skiltes  
med 40 km/t





## INDHOLD

	<b>Struktur</b>	<b>6</b>
<b>0</b>	<b>Indroduktion</b>	<b>8</b>
<b>0.1</b>	Indledning	8
<b>0.2</b>	Formål	10
<b>0.3</b>	Afgrænsning	12
<b>0.4</b>	Erfaringsgrundlag	13
<b>0.5</b>	Grænseflader	13
<b>1</b>	<b>Belysningspolitik</b>	<b>14</b>
<b>1.1</b>	Frederiksberg: Destinationen i Hovedstaden	14
<b>1.2</b>	Vision: At styrke den sunde, pulserende og grønne by	16
<b>1.3</b>	Målsætninger	17
<b>1.3.1</b>	Skabe attraktive, levende bymiljøer	18
<b>1.3.2</b>	Styrke kommunens visuelle identitet og forbindelser	18
<b>1.3.3</b>	Øge trafiksikkerhed og tryghed	20
<b>1.3.4</b>	Øge fremkommelighed og tilgængelighed	21
<b>1.3.5</b>	Øge energi- og driftseffektivitet	23
<b>1.3.6</b>	Facilitere aktivitet, sundhed, rekreation og ophold	24

---

<b>2.</b>	<b>Idégrundlag</b>	<b>26</b>
2.1	Nordisk lysforståelse	27
2.2	Identitet via belysning	28
2.3	Visuel sikkerhed og komfort	29
2.4	Belysning for alle	30
2.5	Principper	31
2.5.1	Humanisering	31
2.5.2	Harmonisering	31
2.5.3	Sammenhæng	31
2.5.4	Differentiering og kodning	31
2.6	Metode	32
2.6.1	Holistisk lysplanlægning	32
2.6.1.1	De funktionelle aspekter	32
2.6.1.2	De æstetiske aspekter	32
2.6.1.3	De miljømæssige aspekter	32
2.6.1.4	De økonomiske aspekter	32
2.6.2	Bedst Tilgængelige Teknologi (BAT)	34
2.6.3	EU –ECO-design-direktivet	35
2.6.4	CO <sub>2</sub> -regnskab	36



---

<b>3.</b>	<b>Belysningsteknologi og retningslinjer</b>	<b>38</b>
<b>3.</b>	Baggrund - belysningsteknologi	38
<b>3.1</b>	Lyskilder	39
<b>3.1.1</b>	Retningslinjer for valg af lyskilder	41
<b>3.2</b>	Baggrundsviden om LED	42
<b>3.2.1</b>	Status LED	42
<b>3.2.2</b>	LED: Flere frihedsgrader - flere valg	43
<b>3.3</b>	Opmærksomhedspunkter LED	44
<b>3.4</b>	Retningslinjer for valg af LED	46
<b>3.4.1</b>	Bedst Tilgængelige Teknologi (BAT)	46
<b>3.4.2</b>	Vurdering af omkostninger	47
<b>3.4.3</b>	Valg af leverandører	48
<b>3.4.4</b>	Valg af armatur	48
<b>3.4.5</b>	Valg af lyskvalitet	49
<b>3.4.6</b>	Levetid	50
<b>3.4.7</b>	Farveegenskaber	50
<b>3.4.8</b>	Udskiftning	51
<b>3.4.9</b>	Styring og dæmpning	52
<b>3.4.9.1</b>	Retningslinjer for styring	53
<b>3.4.9.2</b>	CLO	54
<b>3.4.9.3</b>	Intelligent dæmpning	55

---

<b>4.</b>	<b>Belysningsgrundlag</b>	<b>56</b>
4.1	Vejbelysningsreglerne	56
4.1.1	Belysningsklasser	56
4.2	Belysningsklasser på Frederiksberg	58
4.2.1	Veje	58
4.2.2	Kryds	59
4.2.3	Rundkørsler	59
4.2.4	Stibroer og stitunneler	60
4.2.5	Fodgængerfelter	61

---

<b>5.</b>	<b>Belysningstyper og formsprog</b>	<b>62</b>
5.1	Belysningskategorier	62
5.1.1	Vejbelysning	62
5.1.2	Øvrig funktionsbelysning	62
5.1.3	Karakterskabende belysning	62
5.2	Belysningstyper	63
5.3	Belysningsmateriellets formsprog	64
5.3.1	Master	66
5.3.2	Overflade og indfarvning	70
5.3.3	Armaturer	72



---

<b>6</b>	<b>Områdeanalyse og retningslinjer</b>	<b>76</b>
6.1	Status for eksisterende belysningsanlæg	77
6.2	Vejtyper	79
6.2.1	Trafikveje	80
6.2.1.1	Trafikveje med høje facader tæt på vejen	80
6.2.1.2	Trafikveje med tilbagetrukne, spredte eller lave facader	80
6.2.2	Lokalveje	81
6.2.2.1	Lokalveje med etagebyggeri	82
6.2.2.2	Lokalveje med villabebyggelse	82
6.2.3	Grønne anlæg og stier	83
6.2.3.1	Grønne anlæg	85
6.2.3.2	Stier	86
6.2.4	Pladser	88
6.2.4.1	Retningslinjer for belysning af træer	90
6.2.4.2	Retningslinjer for Frederiksbergs særlige pladstyper	92
6.3	Fokusområder	98
6.3.1	Skoleområder	98
6.3.2	Veje med begrønning	99
6.3.3	Frederiksberg Allé	100
6.3.4	Privat belysning	100
6.4	Byens hemmelige steder	102
6.4.1	Byens facader	102

---

6.4.2	Byens hegn	104
6.4.3	Byens bygningsværker	105
6.4.4	Byens rumdannelser	109
6.4.5	Byens skulpturer	110
6.4.6	Byens porte	111
6.5	Drift og vedligehold	112

---

Bilag A	<b>Forklaring af begreber</b>	<b>114</b>
Bilag B	<b>Projekteringsprocedurer</b>	<b>118</b>
Bilag C	<b>Kort over belysnings- og hastighedsklasser</b>	<b>120</b>
Bilag D	<b>Vejledningsindeks</b>	<b>128</b>



## VEJLEDNINGSSINDEKS

### 0. INTRODUKTION SIDE 8

INDLEDNING

FORMÅL

AFGRÆNSNING

GRÆNSEFLADER

### 1. BELYSNINGSPOLITIK SIDE 14

FRB: DESTINATIONEN  
I HOVEDSTADEN

VISION

MÅLSÆTNINGER

At styrke den sunde,  
Pulserende og grønne by

Skabe attraktive levende  
bymiljøer og oplevelser

Styrke visuel identitet  
og forbindelser

Øge energi  
og driftseffektivitet

Facilitere aktivitet  
rekreation og ophold

Øge fremkommelighed  
for cykler og kollektiv trafik

Øge trafiksikkerhed  
og tryghed

### 2. IDÉGRUNDLAG SIDE 26

NORDISK LYSFORSTÅELSE

PRINCIPPER

METODE

Visuel komfort

Humanisering

Holistisk lysplanlægning

Identitet via belysning

Harmonisering

Bedst Tilgængelige  
Teknologi (BAT)

Belysning for alle

Sammenhæng

Livscyklusberegning (LCC)

Differentering og kodning

Eus eco-design-direktiv

Øge fremkommelighed for  
Cykler og kollektiv trafik

CO<sub>2</sub> - regnskab



### 3. BELYSNINGSTEKNOLOGI OG RETNINGSLINJER SIDE 38

BAGGRUND -BELYSNINGSTEKNOLOGI	LYSKILDER	BAGGRUNDSVIDEN OM LED	OPMÆRKSOMHEDS- PUNKTER LED	RETNINGSLINJER FOR VALG AF LED
	Retningslinjer for valg af lyskilder	Status LED	Blænding	Bedst Tilgængelige Teknologi (BAT)
		LED - flere frihedsgrader flere valg	Fjernvirkning	Vurdering af omkostninger
			Armaturodesign	Valg af leverandører
			Lyskvalitet	Valg af armatur
			Tilpasset lysfordeling	Valg af lyskvalitet
			Drift og vedligehold	Levetid
			Optikindstilling	Farveegenskaber
			Vejbelysningsreglerne	Udskiftning
			Styring	Styring og dæmpning

### 4. BELYSNINGSGRUNDLAG SIDE 56

VEJBELYSNINGSREGLERNE	BELYSNINGSKLASSE PÅ FREDERIKSBERG
Belysningsklasser	Veje
	Kryds
	Rundkørsler
	Stibroer og -tuneller
	Fodgængerfelter



## 5. BELYSNINGSTYPER OG FORMSPROG SIDE 62

BELYSNINGSKATEGORIER	BELYSNINGSTYPER	FORMSPROG
Vejbelysning	Funktionsbelysning	Master og placering
Øvrig funktionsbelysning	Inviterende lyssætninger	Overflade og indfarvning
Karakterskabende belysning	Rumskabende lyssætninger	Armaturer
	Visuelle fortællinger	
	Signaturbelysning	

## 6. OMRÅDEANALYSE OG RETNINGSLINJER SIDE 76

STATUS	VEJTYPER	FOKUSOMRÅDER	BYENS HEMMELIGE STEDER	DRIFT OG VEDLIGEHOLD
Eksisterende Belysningsanlæg	Trafikveje	Skoleområder	Byens facader	
	Lokalveje	Veje med begrønning	Byens hegn	
	Grønne anlæg og stier	Frederiksberg Allé	Byens bygningsværker	
	Byens pladser	Privat belysning	Byens rumdannelser	
			Byens skulpturer	
			Byens porte	

## BILAG SIDE 114

<b>Bilag A:</b> Forklaring af begreber	<b>Bilag B:</b> Projekteringsprocedurer	<b>Bilag C:</b> Kort over belysnings- og hastighedsklasser
---	--	---



FREDERIKSBERG  
KOMMUNE

