



Håndbog for kommunernes vej- og byrumsbelysning

Kolofon

- Titel:** Håndbog for kommunernes vej- og byrumsbelysning
Udgiver: Vejdirektoratet og KTC (SAMKOM)
Udgivet: Marts 2009
Forfattere: ÅF - Hansen & Henneberg
Redaktion: Mette Dam Mikkelsen, SAMKOM-sekretariatet
Oplag: 500
Layout/design: Os&Co
Tryk: Kolofon ApS
Foto: Vejdirektoratet og ÅF - Hansen & Henneberg
ISBN: 978-87-7060-201-3
ISBN netudgave: 978-87-7060-202-0







Indholdsfortegnelse

Forord	7
1. Overordnet planlægning	9
1.1 Vejbelysningens betydning	9
1.2 Behovet for overordnet planlægning	13
1.3 Energiforbrug og CO ₂ -udledning	15
1.4 Belysningsplanens indhold	22
1.5 Eksempler på anlæg og armaturer	25
2. Etablering og renovering	31
2.1 Indledning	31
2.2 Projekteringsgrundlag	32
2.2.1 Love, regler og vejledninger for vejbelysning	32
2.2.2 Vejtyper	38
2.2.3 Belysningsklasser	39
2.2.4 Dæmpning og slukning	40
2.2.5 Tilpasning af belysning til by og landskab - praktisk og æstetisk	42
2.3 Gennemførelse af vejbelysningsprojekter	46
2.3.1 Modeller for etablering af vejbelysning	46
2.3.2 Parterne i et vejbelysningsprojekt	50
2.3.3 Projektforslag og økonomisk overslag	50
2.3.4 Projekt og udbud	52
2.3.5 Udførelsesfase og aflevering	54
3. Drift og vedligeholdelse	57
3.1 Hvad omfatter drift og vedligeholdelse?	57
3.2 Program for drift og vedligeholdelse	62
4. Litteraturliste	65
Bilag 1 Fælles europæiske belysningsklasser	67
Bilag 2 Beregningsforudsætninger for omkostninger ved udskiftning	69
Bilag 3 Program for drift og vedligeholdelse	71



Forord

Med denne håndbog om vej- og byrumsbelysning imødekommer SAMKOM et længe næret ønske ude i kommunerne om en vejledning, der beskriver opgaver inden for belysningsområdet, gennem en overordnet beskrivelse af opgaverne, konkrete eksempler, løsningsmetoder og -modeller samt en række værktøjer til systematisk at skabe overblik.

Håndbogen anviser retningslinjer for opstilling af en belysningsplan, dvs. hvordan vej, sti og anden belysning skal se ud i den enkelte kommune. Dermed sikres at den fremtidige belysning, det gælder for både renovering og nyanlæg, planlægges ud fra et helhedsperspektiv.

I håndbogen kan man finde vejledninger og anbefalinger indenfor valg af armatur, lyskilder og master samt ikke mindst energiforbruget, hvortil kommer metoder for optimal drift og vedligeholdelse af gade- og vejbelysningen.

Håndbogen er opdelt i 3 afsnit:

Første afsnit henvender sig primært til kommunens planlæggere på det overordnede niveau. Afsnittet beskriver omfanget og metoderne ved drift og vedligeholdelse af offentlig belysning, så kommunen kan styre kvalitet og omkostningsniveau.

Andet afsnit er primært målrettet til kommunens teknikere, som skal styre etablering og renovering af vejbelysning. Afsnittet beskriver gangen i projektering og udførelse af vejbelysningsanlæg, så kommunen kan bestille projektering og udførelse af vejbelysningsanlæg.

Tredje afsnit henvender sig til kommunens teknikere og økonomiske beslutningstagere. Afsnittet beskriver omfanget og metoderne ved drift og vedligeholdelse af offentlig belysning, så kommunen kan styre kvalitet og omkostningsniveau.

Det er vores overbevisning, at kommunernes medarbejdere indenfor dette område kan få stort udbytte af håndbogen, til at løse belysningsopgaverne i den nærmeste fremtid.

Medlemmer af SAMKOM styregruppe:

Anders Thanning, Hvidovre Kommune

Henrik Jess Jensen, Aalborg Kommune

Ib Doktor, Fredericia Kommune

Jane Olesen, Frederikshavn Kommune

Jes Møller, Køge Kommune



1. Overordnet planlægning

1.1 Vejbelysningens betydning

Et attraktivt visuelt miljø er en del af en kommunes præsentation af sig selv, og er med til at skabe identitet og trivsel i kommunen.

Vejbelysningsanlæg fylder meget i bybilledet både hvad angår størrelse og udbredelse i forhold til andet byinventar. Det er derfor vigtigt, at vejbelysningsanlæggene tilpasses til vejen, byrummet og omgivelsernes arkitektur, så der opnås et harmonisk hele både (set) om dagen og med lyset tændt om natten.

Belysningsanlæggets funktion er at skabe sikkerhed, tryghed og fremkommelighed som sammen med et attraktivt visuelt miljø, er med til at fremme borgernes brug af det offentlige rum og dermed brugen af både kulturliv og forretningsliv.

Æstetisk flot belysning med armaturer af høj kvalitet styrker det centrale bymiljø, og er med til at gøre byen mere attraktiv for besøgende om aftenen. En sådan belysning er gunstig både for forretningslivet og for borgernes lyst til at færdes og opholde sig i byrummet. Belysningen kan også være med til at give områder særlig karakter og identitet på en sådan måde, at det skaber stemning og giver nye oplevelser til folk.



Belysningen har stor betydning for, hvordan borgerne bruger det udendørs byrum. En belysning der synliggør byens kendetegn og giver tryghed og stemning øger borgernes brug af de udendørs byrum i de mørke timer.



En veltilpasset og velfungerende belysning der passer til omgivelserne der samtidig sparer energi og er således en god investering.

Belysning skaber identitet

Belysning af pladser, torve, parker, offentlige bygninger, monumenter og lignende hører også til opgaverne for offentlig belysning. Formålet med denne type belysning er primært at skabe stemning, genkendelighed/identitet og en æstetisk visuel oplevelse i byrummet. Den egentlig vej- og stibelysning bør udformes i harmoni med denne type belysning i bymiljøet, så vejbelystningen ikke forstyrrer, men tværtimod understøtter stemningen eller oplevelsen.



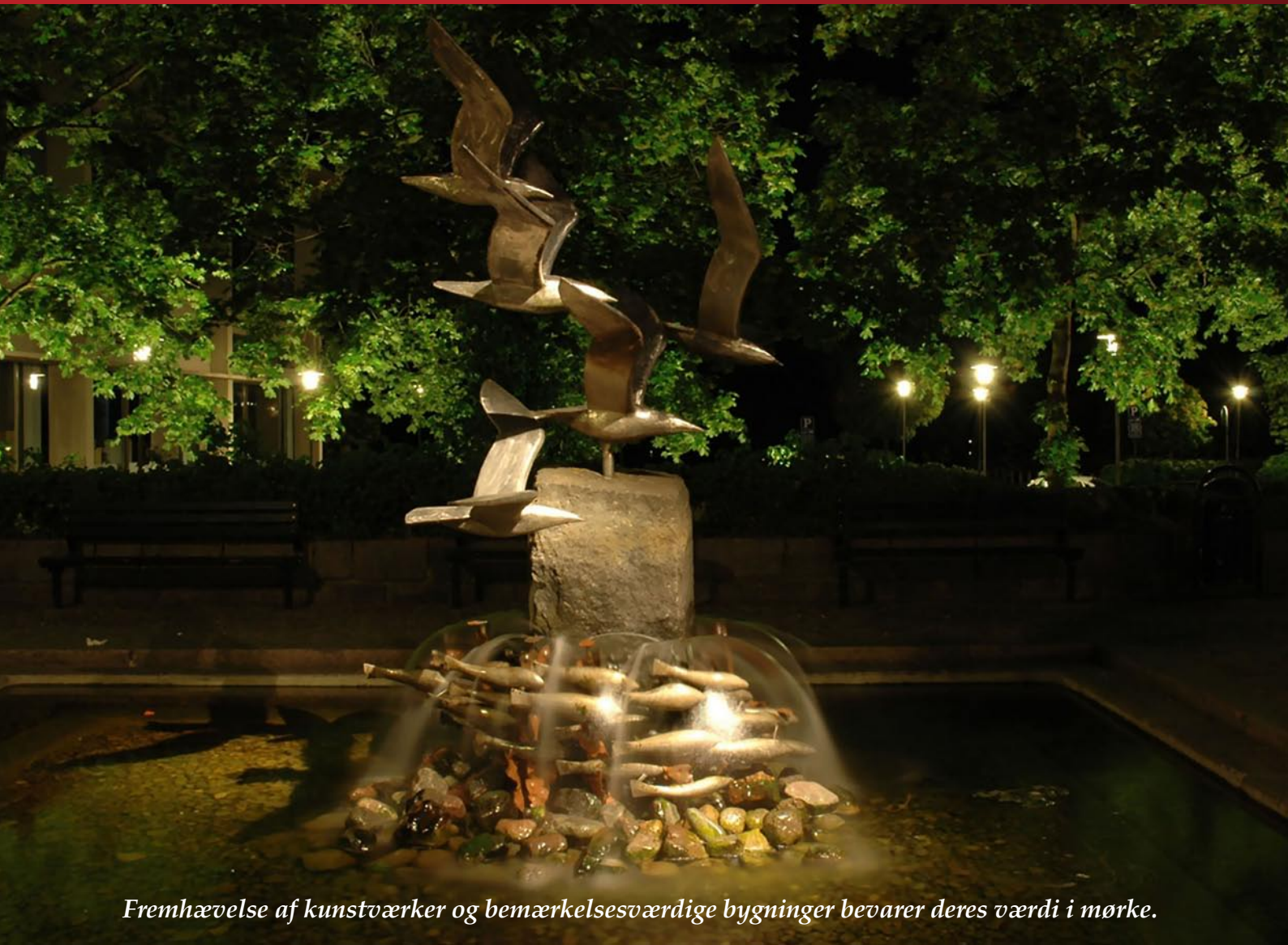
Et udslidt og ikke særligt effektivt belysningsanlæg, som heller ikke er særligt kønt at se på.



Belysning der etableres af hensyn til tryghed opleves kun som tryk, hvis den samtidig er behagelig og æstetisk.



Albertslund busstation som er belyst på en måde som skaber rumlighed og identitet.



Fremhævelse af kunstværker og bemærkelsesværdige bygninger bevarer deres værdi i mørke.



Vigtige, markante steder og pladser kan blive en særlig attraktion i mørke ved scenografisk belysning. Færdselsbelysningen kan/bør inddrages i den samlede iscenesættelse.

1.2 Behovet for overordnet planlægning

En række kommuner har inden for de senere år ønsket en overordnet politisk præget planlægning, som har et bredere sigte end blot vejbelysning. Derfor er der et stigende behov for at få beskrevet kommunens strategi og handlingsplan for vej- og byrumsbelysningen i sammenhæng med den øvrige fysiske planlægning og arkitektoniske designlinje i kommunen.

Det er kommunen som vejbestyrelse, der beslutter vejbelysningens omfang og kvalitet og afholder udgiften til etablering og drift af vejbelysningen på kommunens veje. Det gælder uanset om kommunen selv ejer og driver belyningsanlæggene, udliciterer belyningsanlæggene eller køber belysning som en service.

Kommunen har således en klar interesse i at kunne styre kvalitet og omkostninger. Derfor er det vigtigt at kommunen også udarbejder planer for belysning til brug for reovering og udbygning af vejsystemet og ved bebyggelse. En såkaldt belyningsplan bygger på kommunens by-, trafik- og arkitekturplaner og udtrykker overordnede retningslinjer og beslutninger vedrørende belyningsniveau, anlægstyper, armaturtyper, lyskildetyper mv. på de forskellige vejtyper og områder i kommunen.

Udbygning og reovering af en kommunes vejbelyningsanlæg foregår typisk over en årrække i forskellige etaper. For at gennemføre og opretholde beslutninger om kvalitet og stil i vejbelysningen under de skiftende økonomiske og politiske perioder er det vigtigt at have konkrete, men også fleksible planer.

En belyningsplan fastlægger også, hvad der skal ske, når elforsynings-selskabet kabellægger forsyningsledninger der hænger på de samme master som vejbelysning. Elforsynings-selskaber tilbyder ofte én til én udskiftning af master med belysning, men det vil ofte ikke føre til at belyningsklassen i henhold til vejbelyningsreglerne opfyldes.

I det tilfælde, hvor kommunen selv ejer sine vejbelyningsanlæg, er belyningsplanen en projekteringsforudsætning for de rådgivere og entreprenører, der arbejder for kommunen.

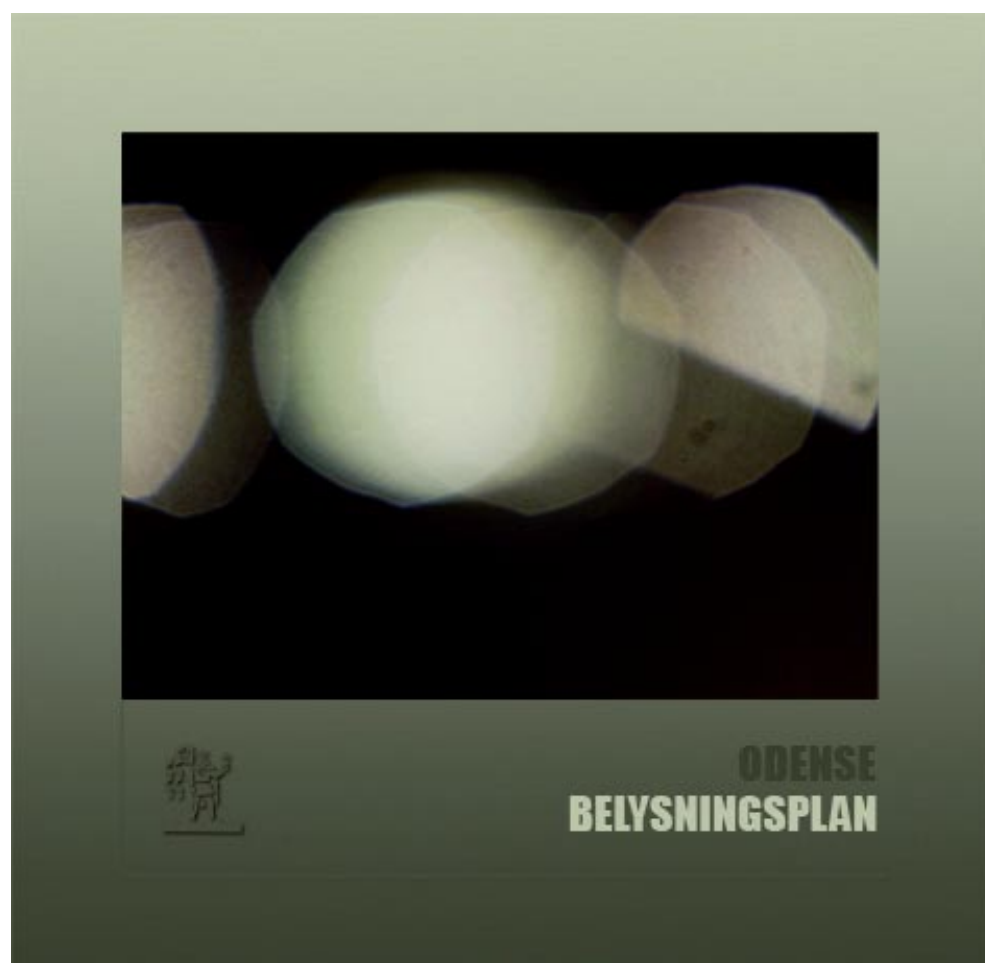
I det tilfælde, hvor vejbelysningsanlæggene ejes af et (privat) selskab, hvorfra kommunen køber belysning som en service, bør belysningsplanen være en vigtig del af aftalegrundlaget og give klare retningslinjer for det pågældende selskabs renovering og udbygning af vejbelysningen.

Økonomisk planlægning

Belysningsplanen bør afstemmes med økonomiske overslag, således at der bliver nogenlunde klarhed over dels besparelser på grund af bedre teknologi og dels merudgifter på grund af ønskede eller nødvendige kvalitetsforbedringer, renoveringer og udbygninger.

Der er ofte et relativt snævert økonomisk råderum i kommunen, og derfor er det vigtigt at de ønskede eller nødvendige tiltag prioriteres og iværksættes over en årrække.

Belysningsplanen kan derfor følges op af en handlingsplan, som angiver rækkefølgen af de enkelte renoverings- og udbygningsarbejder for en årrække fremover med tilhørende budgetter.



1.3 Energiforbrug og CO₂-udledning

Energiforbruget til vejbelysning er en betydelig udgiftspost på en kommunes energiregnskab. Det vil derfor være hensigtsmæssigt at begrænse energiforbruget, både for at reducere CO₂-udledningen og for at reducere driftsomkostningerne.

Energiforbruget til vejbelysningen kan reduceres i takt med at gamle vejbelysningsanlæg udskiftes med nye (se faktaboks om mulig beregnet besparelse i Albertslund).

For at få reduceret energiforbruget til vejbelysningen er det vigtigt;

- At følge vejbelysningsreglernes retningslinjer med hensyn til belygningsklasse, lyspunkthøjder, vejbelægning mv.
- At vælge anlægstype, armaturer og lyskilder med omhu efter formålet og "opgaven".
- At iværksætte styring og dæmpning efter behov for belysning om natten. På steder, hvor der i visse tidsrum ikke færdes mennesker kan belysningen evt. slukkes. Supplerende belysning af f.eks. skulpturer, træer, facader o.l. bør slukkes i de sene nattetimer.

Eksempel på beregnet energibesparelse i Albertslund Kommune

Med belysningsplanens retningslinjer for belysning på forskellige vejtyper og i de forskellige områder sigtes mod en tilpasning og en højnelse af kvaliteten af belysningen, når de udtjente anlæg fornyes. Udskiftning og fornyelse af belysningsanlæg vil medføre øgede anlægs-udgifter, men der vil imidlertid også være økonomiske besparelser, da gammelt ineffektivt belysningsmateriel erstattes af moderne vedligeholdelsesvenligt materiel og energieffektive lyskilder.

Ved en komplet udskiftning af eksisterende gamle og nedslidte belysningsarmaturer til nye energibesparende armaturer med lyskilder af typen 32 W, 42 W kompaktlysrør og 70 W, 100 W og 150 W metalha-logen vil det årlige energiforbrug falde med ca. 415.000 kWh. Ved dæmpning af belysningsniveauet i nattetimerne vil der kunne opnås en yderligere årlig besparelse på ca. 30.000 kWh. Den samlede årlige besparelse vil udgøre ca. 450.000 kWh eller ca. 40 %.

(Albertslund Kommune Belysningsplan, 2006, s. 49)

Udskiftning af anlæg i Odense

I Odense er der på en større trafikvej planlagt en udskiftning af et ældre wirehængt anlæg med kviksølvlamper til et moderne masteanlæg med effektive armaturer og højtryksnatriumlamper. Den fremtidige belysningsklasse er L7a. Som tabel 1 viser, reduceres energiforbruget med ca. 75 %.

En så stor reduktion som vist i det ovenstående eksempel fra Odense kan dog kun opnås i nogle tilfælde. Eksemplet viser dog, at der kan være mulighed for endog meget store energibesparelser ved et korrekt planlagt valg af belysningsklasse og renovering af ældre anlæg med ineffektive lyskilder og armaturer.



Kilde: Belysningsplan for Odense Kommune, 2007, s. 43

	Eksisterende	Nyt
Armaturplacering	Wireophængt 2 rækker over vejen	Tosidet på master
Armatur og lyskilde	HR-50, 250W Kviksølvlampe	Philips CitySoul, 70W Højtryksnatrium
Mastehøjde	10 meter	9-10 meter
Masteafstand	32 meter	34 meter
Anlægsudgifter pr. km vej kr./km	-	1.765.000
Energiforbrug pr. km vej, kW/km	20	4,8

Tabel 1 viser anbefalet udstyr til "case" for trafikvej i Odense.

Energiforbrug, økonomi, æstetik og komfort

Der er ingen modstrid mellem ønsket om lavt energiforbrug og ønsket om lave økonomiske omkostninger, når de sidstnævnte opgøres over armaturernes levetid. Tværtimod giver de armaturer og lyskilder med det laveste energiforbrug til en given belysningsopgave også de laveste økonomiske livscyklusomkostninger uanset, om disse armaturer og lyskilder koster mere i anskaffelse.

(jf. studierapport vedr. Ecodesign for vejbelysning, 2007).

Derimod kan ønsker om æstetik og komfort i belysningen i nogen grad stride mod ønsket om lavt energiforbrug, se skemaet forneden.

Den praktiske og trafikikkerhedsmæssige fordel ved at placere master ved skel dvs. langt fra kørebanen koster altså lidt enten i æstetik på grund af lange mastearme eller i energi på grund af større lysspild bagud som er uundgåeligt med korte mastearme, jf. tabel 2.

Det har i mange år været "standardprocedure" at forsøge at begrænse energiforbruget til en given belysningsopgave gennem valg af anlægsudformning, armaturer og lyskilder, men proceduren kan formaliseres.

Energiforbrug	Lavt	Højt
Egenskaber ved belysningsanlæg mm.		
Armaturtype	Vejarmatur	Parklampe (a)
Reflektortype	Spejlreflektor	Mat reflektor/skærm (a,c)
Armaturplacering	Tæt på vejen (Wirehængt eller mast med lang arm)	Langt fra vejen (Mast med kort arm(a))
For L- og LE-klasserne på trafikveje	Lys vejbelægning (c)	Mørk vejbelægning
Armaturets optik, lysfordeling	Indstillelig, stor asymmetri	Fast, lille asymmetri
Lyskilde / kolbe	Klar kolbe	Mat kolbe (c) eller Lysrør/ kompaktlysør (c)
Farvegengivelse (Lysfarve)	Ringe (Guligt lys)	God (a,c) (Hvidt lys (a,c))

Tabel 2 illustrerer hvorledes energiforbruget ved en given belysningsopgave (belysningsklasse) hænger sammen med egenskaber ved armaturer, lyskilder og anlæg
 a betegner æstetiske fordele
 c betegner komfortmæssige fordele (blødt lys, behageligt indtryk).
 Man ser at æstetik og komfort ofte koster på energisiden (og i øvrigt også på anlægssiden).

I forbindelse med projekteringen kan der således opstilles alternativer med de ønskede egenskaber ved anlæg og belysning, med tilhørende energi- og driftsregnskaber, så valget af anlægget med de laveste forbrug af energi (og laveste livscyklusomkostninger) bliver dokumenteret.

Livscyklusomkostninger kan beregnes (i nutidsværdi) som:

Etableringsomkostninger

+ (Forventet levetid i år) X (Gennemsnitlige Årlige drift- og vedligeholdelsesomkostninger)

+ Bortskaffelsesomkostninger

Bemærk at Bortskaffelsesomkostninger for lyskilder og armaturer efter 2005 er indeholdt i indkøbsprisen, jf. el-branchens ordning for tilbagetagelse af udslidte produkter (el-skrot) under affaldsdirektivet (WEE-diretivet)

Energiforbrug og lys asfalt

I vejbelyningsreglerne er der krævet at trafikveje i L-belysningsklasserne normalt belægges med lyse slidlag f.eks. med en vis procentdel lyst stenmateriale. Lyse belægninger kræver mindre lys og energi end mørke for at give den krævede luminans og de rette synsforhold.

Kravet til vejbelægningens "lyshed" kan opfyldes med belægninger til "belyst vej" i henhold til Vejdirektoratets AAB'er for Varmblandet asfalt og for Koldasfalt.

Lys belægning og energiforbrug

Der er tale om et 40 % til 50 % højere energiforbrug på trafikveje, hvis der vælges en mørk vejbelægning frem for den anbefalede lyse vejbelægning i henhold til den nævnte AAB.

Det har været hævdet at belægninger med lyse sten er mindre holdbare, men påstanden stammer fra eksempler på belægninger med dårlig bitumen i 1980'erne. Tværtimod er belægninger med lyst tilslag mere stabile overfor solindstråling, hvor den lyse farve begrænser temperaturstigningen og dermed deformationen fra tunge køretøjer. Støjdæmpende asfalt kan udføres med lys overflade lige såvel som andre typer asfalt.

Eksempler på energieffektive lyskilder

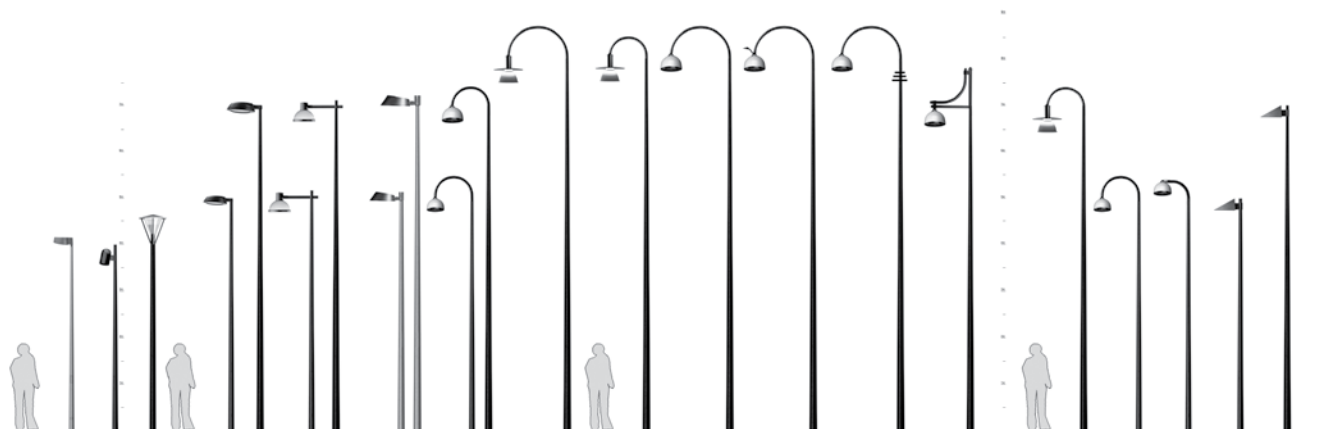
I det følgende er der nævnt eksempler på energieffektive lyskilder. Når lyskilderne kombineres med gode og effektive armaturer, der passer til lyskilden og dermed udnytter lyset optimalt, vil der kunne opnås gode energibesparelser i forhold til ældre anlæg.

Effektive lyskilder som primært er velegnede til trafikveje:

- Højtryksnatriumlampe med klar kolbe
- Metalhalogen med klar kolbe

Effektive lyskilder som er velegnet til lokalveje, stier og pladser:

- Metalhalogen med mat ellipsoideformet kolbe
- Kompaktlysrør (findes i udgave specielt til udendørs brug)
- Metalhalogen med mat ellipsoideformet kolbe
- Kompaktlysrør (findes i udgave specielt til udendørs armaturer)
- Metalhalogen med stiftsokkel



Eksempler på kombinationer af maste og armaturtyper til forskellige vejtyper, pladser, stier mv.

LED i vej- og bybelysning status 2008

Der er store forventninger til belysning baseret på LED, (Light Emitting Diode) som er under stadig udvikling. LED-fabrikkerne annoncerer muligheden for store energibesparelser.

Dog bør man tage højde for de to nævnte forhold der gør sig gældende, hvis kommunen overvejer at anvende LED-baseret vejbelysning:

1. De høje værdier af lysudbytte (måske 100 lumen pr. Watt eller mere), som annonceres, er ikke retvisende for de forhold hvorunder LED'erne drives i praksis i et armatur.
2. Lysfarven for de meget højt ydende LED'er er kold og svarer ikke til den varme hvide farve, der som regel ønskes.

Selv når den kolde lysfarve accepteres, er LED'er generelt ikke mere energieffektive end de gængse lyskilder metalhalogen og (de bedste) kompaktlysrør, når de anvendes i armaturer i praksis.

LED'er giver altså ikke i sig selv energibesparelser i forhold til, hvad der kan opnås med de mest effektive normale lyskilder (i 2008).

LED'ernes største fordele er, der hvor der kun behøves lidt lys f.eks. som markeringslys eller der hvor man ønsker farvet lys. Herudover er der fordele ved LED-ernes gode regulerings- og dæmpningsmuligheder samt den lange levetid.



De første LED-armaturer er enten stærkt blændende (venstre) eller koncentrerer lyset for meget lige nedad (højre) og de er ikke generelt anvendelige.



Nyere bud på LED-armaturer, som er forsøgt forbedret med hensyn til blænding og lysfordeling.

De første LED-armaturer til vejbelysning var (foruden en dårlig energiøkonomi) kendetegnet ved enten en utilstrækkelig lysfordeling eller uforholdsmæssig høj blænding. I 2008 er der dog begyndt at komme bedre armaturer frem.

Udviklingen af LED'er og tilhørende armaturer vil naturligvis fortsætte, og man regner med at de vil blive mere effektive end de fleste andre lyskilder i fremtiden.

På grund af den hurtige udvikling vil et LED-baseret belysningsanlæg hurtigt blive teknisk og energimæssigt forældet.

Da LED-armaturer er relativt dyre vil en massiv investering i LED-baseret belysning altså (i 2008) være risikabel. Derfor skal kommunen nøje overveje, om det er det rigtige tidspunkt at lave en stor investering i LED-baseret belysning. Der er en hvis risiko for at investeringen ikke når at tjene sig ind igen før anlægget er blevet teknisk og energimæssigt forældet, da udviklingen af LED-lys og armaturer går meget stærkt i øjeblikket.

Hvis kommunen alligevel ønsker at investere i LED-baseret anlæg bør man sikre sig at LED-modulerne let kan udskiftes til de mindre energi-krævende moduler, der må forventes at komme i fremtiden.

1.4 Belysningsplanens indhold

Belysningsplanen formulerer kommunens politik på belysningsområdet afstemt med andre politikker for f.eks. arkitektur, trafik, trafik-sikkerhed og lignende.

En belysningsplan skal så vidt mulig bredt dække kommunens belysning langs veje og stier samt belysning af pladser, parker, bygninger, udsmykning mv.

Herudover skal den udstikke konkrete retningslinjer og specifikationer, så den kan fungere som det samlede udgangspunkt, når der skal foretages ændringer og nyanlæg.

Indholdet kan typisk være følgende:

1. Baggrund, historie og motivering
2. Eksisterende forhold
3. Målsætninger og overordnede tiltag for fremtiden
4. Opdeling af strækninger og områder
 - efter anvendelse
 - efter betydning og arkitektur

Disse opdelinger illustreres med kort og fotos.
5. Generelle retningslinjer og principper, herunder generel stillingtagen til belysningsklasser.
6. Specifikationer for belysning af de enkelte strækninger og områder.

Opdelingen kan være følgende:

 - Steder og strækninger af særlig betydning dvs. centrale spektakulære veje, pladser bygninger mv.
 - Hovedstrækninger med trafikveje
 - Områder med lokalveje
 - Pladser og parkeringsarealer
 - Stier og parker

Specifikationerne for hver strækning og hvert område angår valg af anlægstyper, master og armaturer. Disse valg kan være beskrevet mere eller mindre detaljeret.
7. Supplerende belysning af bygninger, monumenter, træer o.l.
8. Særlige forhold og særlige hensyn til handikappede, svagtseende mv. samt forhold til private grundejere.

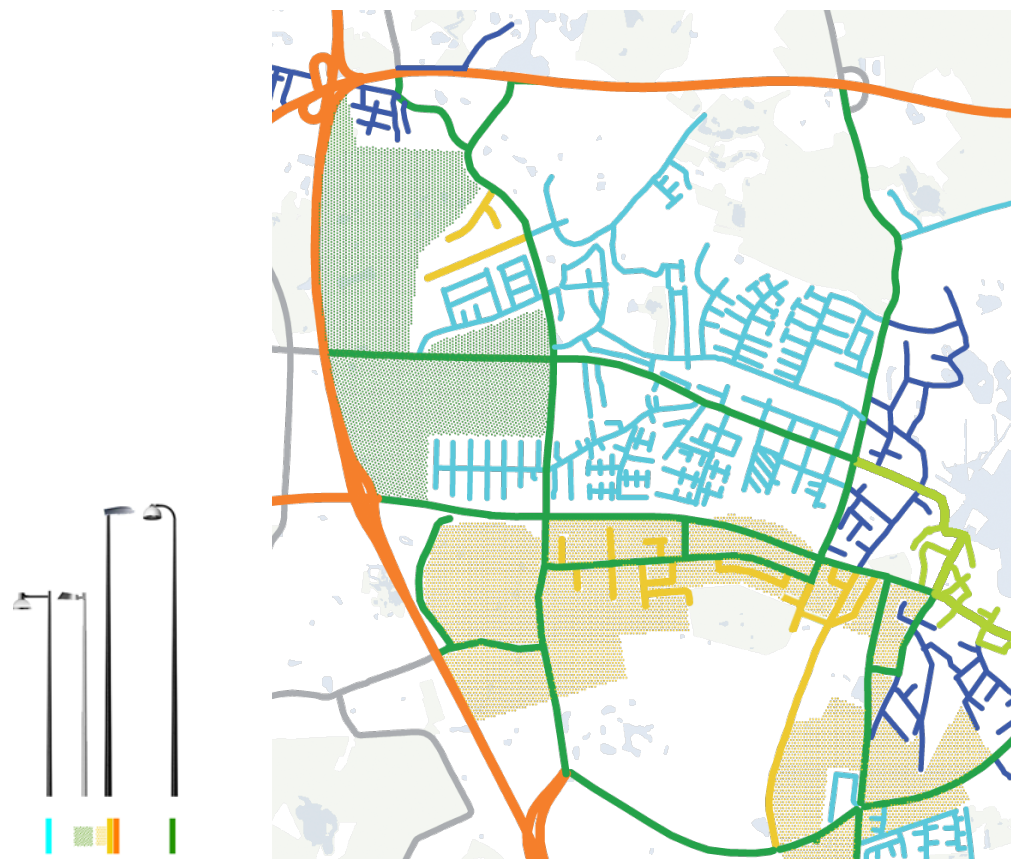
Belysningsplanen kan indeholde kort, der viser opdelinger i trafikveje, lokalveje, pladser, stier og parker, samt opdeling i forskellige kvarterer og strækninger med henblik på forskellige typer belysning, som er tilpasset til belysningsklasse og vejens eller områdets særpræg.

Da specifikationerne bør opstilles både generelt og specifikt kan belysningsplanen eventuelt opdeles i en generel del og i en teknisk del sådan som f.eks. Frederiksbergs belysningsplan gør.

I den generelle del opstiller kommunen målsætninger og der gives overordnede retningslinjer vedrørende anlæggenes kvalitet, lysvirkning, lysfarve og visuelle principper for de forskellige områder.

I den tekniske del gives der konkrete anvisninger. Vejene tildeles fremtidige belysningsklasser i henhold til opdelingen i vejstrækninger og områder. Der specificeres også anlægsløsninger og konkret materiel dvs. armaturer, lyskilder, master mv. til de enkelte vejtyper, strækninger og områder. Endelig tages der stilling til styring og dæmpning.

Planen kan være suppleret med en række oversigter og tabeller med konkrete beslutninger vedrørende belysningsklasse, anlægs-, armatur- og lyskildetyper for de enkelte veje.



Eksempel på opdeling i større trafikveje (orange), mindre trafikveje (mørkegrøn), samt i forskellige lokalvejs-områder med boliger (mørkeblå, turkis), forretning (lysegrøn) og erhverv (gul).

Valget af belysningsanlæg for de forskellige hovedstrækninger og områder kan illustreres med "cases", hvor der ved lysberegning fastlægges lyspunkthøjde, maksimal lyspunktafstand og lyskilde-wattage for den valgte armaturtype.

Eksempel på en sådan "case" er vist på side 16 i afsnittet "Udskiftning af anlæg i Odense".

Belysningsplanen bliver til

En kommune vil ofte have behov for konsulentassistance til at udarbejde en belysningsplan.

Kommunen skal ved samarbejde med en konsulent levere grundlagsmateriale for konsulentens arbejde.

Grundlagsmateriale kan være:

- Kommuneplan, byplaner og evt. lokalplaner
- Vej- og Trafikplan
- Trafiksikkerhedsplan
- Arkitekturplan
- Designmanualer for f.eks. gadeinventar
- Facadeplan o.l.
- Kortmateriale over kommunen og dens veje og gader.

Planen skal så vidt mulig udarbejdes i tæt kontakt mellem konsulent og kommune, herunder personer fra "plan og arkitektur" og "teknisk forvaltning".

Konsulenten har normalt (hvis det er aftalt) ansvaret for at belysningsplanen er i overensstemmelse med regler og lovgivning på området, samt at de tekniske og materielmæssige specifikationer er retvisende. Kommunen er ansvarlig for at planens grundlag er komplet, tilstrækkeligt og at planen bliver godkendt politisk.

1.5 Eksempler på anlæg og armaturer

I det følgende er der billedligt givet eksempler på æstetisk og funktionelt veletilpassede anlægsløsninger.



Betydningshierarki 1:

Flotte og dyre lygter anvendes til steder af stor betydning (Frederiksberg Rådhusplads). De særlige kvaliteter med den lysende stander og det bløde indirekte lys opnået på bekostning af energiøkonomi, hvilket dog kan retfærdiggøres med det begrænsede antal af disse lygter der er sat op.



Betydningshierarki 2:

Boligvej i klassisk kvarter. Designede, effektive og behagelige armaturer og tilhørende master passende til bygningernes højde og stil.



Betydningshierarki 3:

Almindelige vejbelysningsarmaturer evt. med effektive højtryksnatriumlamper anvendes som funktionsbelysning f.eks. i industrikoarterer. Højden tilpasses omgivelserne. Master placeres så påkørselsfare minimeres.



1. Trafikvej

Høje husfacader tæt på vejen. Her kan der med fordel anvendes wirehængt belysning så master kan undgås. Er visuelt flot når facaderne er lyse og lyset er hvidt.



2. Lokalvej

På brede veje kan belysningen på fortovene blive noget lav. Man kan derfor overveje:

- Mere bredstrålende armaturer
- Flere armaturrækker
- Supplerende armaturer ved fortov evt. som vægarmaturer





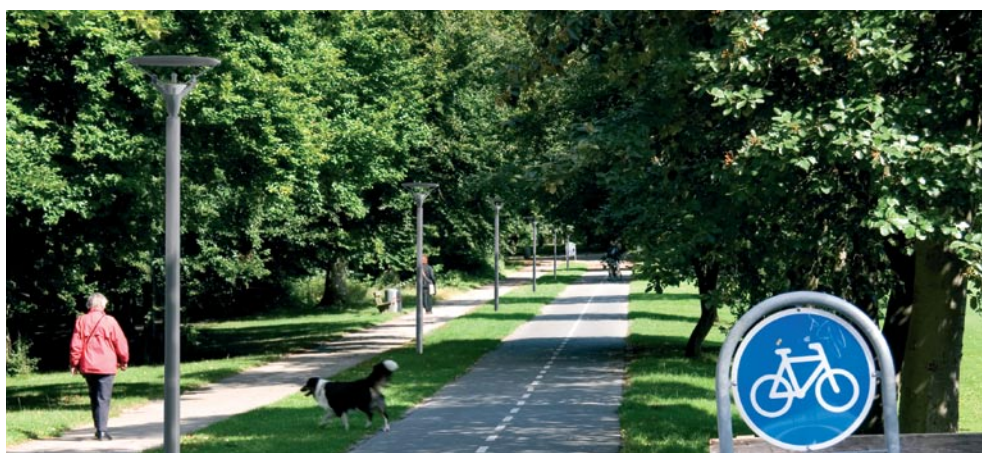
Trafikvej, større indfaldsvej:

Belysning på større indfaldsveje kan udføres med master i midterrabat eller tosidet i siderabat. Moderne eftergivelige master (Milewide). Designet armatur (København) med vandret lysåbning og effektiv optik samt højtryksnatrium lyskilde. Begrænset blænding og fjernvirkning.



Lokalvej i boligkvarter med megen færdsel:

Tosidet mastepacering er en god ide ved den lave lyspunkthøjde, fordi det sikrer ens belysning af begge vejsider. Designet armatur (Icon) med kompakt-lysrør og tilhørende mast med lige arm.



Sti i park:

Parklygter der giver en rumlig belysning på træer og buske. Traditionelle parklygter med meget lys ud i rummet bør anvendes relativt tæt på bygninger, bevoksning og andet "opretstående" der således belyses. I åbne områder spildes lyset udad og opad, og er kun til gene.



Kabellægning af elforsyningen langs veje i mindre byer

Placeringen af de gamle master og armaturer var dikteret af hensynet til elforsyningens fremføring (øverste foto). Ved kabellægning af elforsyningen er der en god mulighed for kommunen at sørge for at;

- få en smukkere fremtræden af belysningsanlægget,
- forbedre belysningen bl.a. ved en mere hensigtsmæssig mastepacering,
- spare energi

Der er en vis besparelse i gravearbejdet ved at benytte en fælles kabelgrav for den nye elforsyning og den ny vejbelysning, men det er næppe hensigtsmæssigt at lade elforsyningen diktere mastepaceringen alle steder.



2. Etablering og renovering

2.1 Indledning

Denne del af håndbogen henvender sig til dem, som skal bestille etablering eller renovering af vejbelysningsanlæg til en kommune. Uanset ejer- og driftsforhold er der en række grundlag og specifikationer, der skal opstilles samt en række kontroller og opfølgninger der skal gennemføres.

Formålet er at gøre kommunen som "bestiller" i stand til at iværksætte, følge og styre projektering og etablering eller renovering af vejbelysningsanlæg fra planlægningsstart til aflevering til drift, således at anlægget teknisk, æstetisk og belysningsmæssigt får den planlagte kvalitet.

Denne del af håndbogen anvendes som inspiration og huskeliste ved projektstyring, men den går ikke i detaljer med lysteknisk, el-teknisk, anlægsteknisk eller anden projektering. Den kan således ikke erstatte landskabsarkitektonisk eller ingeniørmæssig projektering.

Håndbogen går heller ikke i detaljer med de almindelige udbudsregler. Hvis en vejbelysningsopgave skal i udbud skal reglerne følges som ved alle andre typer udbudsopgaver. Læs mere om udbudsregler på www.udbudsportalen.dk.

Beskrivelsen i kapitlet er baseret på følgende overordnede projektforsløb:

- Bestilleren hyrer rådgivere, som i samarbejde med bestilleren identificerer projektgrundlag og krav, og efterfølgende foretager projektering samt udarbejder et udbudsprojekt for vejbelysningsanlægget.
- Bestilleren udbyder med bistand fra rådgiveren arbejdet til entreprenører og indgår en kontrakt med den mest gunstige entreprenør.
- Entreprenøren udfører anlægget under tilsyn fra bestilleren eller rådgiveren.
- Entreprenøren afleverer anlægget efter at have bevist at det fungerer, og at alle eventuelle påpegede mangler er udbedret.
- Entreprenøren afleverer "som udført" dokumentation for projektet.
- Rådgiveren samler entreprenørens og egen dokumentation, retter tegninger mv. "som udført" og afleverer materialet til brug ved fremtidig drift og vedligehold.

Beskrivelsen dækker også projektforsløb, hvor der ikke er en så klar opdeling mellem parterne. Det er i alle projekter afgørende for anlæggets tekniske kvalitet, fremtræden, belysningsmæssige funktion og økonomi, at de i hvert trin af projektet danner kvalificeret grundlag for det næste trin.

2.2 Projekteringsgrundlag

En belysningsplan for kommunen som beskrevet i kapitel 1 er et godt grundlag og udgangspunkt for at udarbejde et belysningsforslag og den efterfølgende projektering. Det gælder i særlig grad ved renoveringer som typisk foregår over en årrække, hvor man skal "holde stilen".

Belysningsplanen opdeler kommunens veje dels efter anvendelse og dels efter beliggenhed og omgivelser.

For hvert område eller hovedstrækning bør planen give retningslinjer for bl.a.:

- Vejens/pladsens/stiens betydning (plads i et hierarki) som bestemmer niveauet for udstyr og belysning.
- Belysningsklasse
- Anlægstype
- Mastehøjder
- Armatur- og lyskildetyper

Belysningsplanen giver ikke færdige løsninger, fordi de enkelte vejforløb er forskellige med hensyn til tværprofil (bredde), heller, spærreflader kryds og kurver og ikke mindst mulighed for masteplacering. Belysningsplanen giver et velfunderet udgangspunkt, så en projektering kan påbegyndes.

2.2.1 Love, regler og vejledninger for vejbelysning

Love og cirkulærer

Kommunerne er som vejmyndighed underlagt følgende love og regler, som har betydning for den offentlige belysning:

- Lov om offentlige veje (Vejlov)
- Lov om private fællesveje (Privatvejslov)
- Lov om grundejerbidrag til offentlige veje (Vejbidragslov)
- Lov om registrering af ledningsejere

Omtalen af belysning i disse love angår bl.a. den økonomiske fordeling af udgifter til belysning samt vejmyndighedens rettigheder over for private på området.

Der er to cirkulærer som har betydning for vejbelysningen:

- Trafikministeriets "Cirkulære om vejbelysning" CIR nr. 152 af 12. oktober 1999 (se næste afsnit for uddybning)
- Cirkulære om etablering af dobbeltrettede cykelstier langs vej CIR nr. 95 af 6. juli 1984
Af cirkulæret fremgår det
 - at bomafslutninger skal belyses
 - at særlige konfliktsituationer så som ved signalregulerede kryds skal belyses.

Alle love kan findes på www.vejsektoren.dk under fanen Love & Regler.

Vejbelysningsreglerne

Det mest centrale sæt af bestemmelser for offentlig vejbelysning er vejbelysningsreglerne:

- Vejregler for vejbelysning, marts 1999, udgivet af Vejdirektoratet - Vejregelrådet - i daglig tale kaldet "Vejbelysningsreglerne".

Vejreglerne er sat i kraft over for samtlige vejbestyrelser ved et Cirkulære:

- Trafikministeriets "Cirkulære om vejbelysning" CIR nr. 152 af 12. oktober 1999

Cirkulæret indeholder to bindende regler, som er ufravigelige og som fremgår af cirkulæret:

- Fodgængerfelter skal være belyste, enten af den normale vejbelysning eller af særskilt belysning.
- Signalregulerede kryds skal altid belyses med mindst belysningsklasse LE5 jf. vejregler for vejbelysning.

Cirkulæret er udstedt med lovhjemmel i Lov om offentlige veje og Lov om private fællesveje. Cirkulæret må fortolkes således, at vejbestyrelserne dvs. kommunerne og Vejdirektoratet pålægges det overordnede ansvar for, at der ved nyanlæg og renoveringer/ombygninger bliver taget stilling til belysningen i henhold til vejbelysningsreglerne.

De egentlige funktionsmæssige og tekniske krav til offentlig belysning er beskrevet i vejbelysningsreglerne.

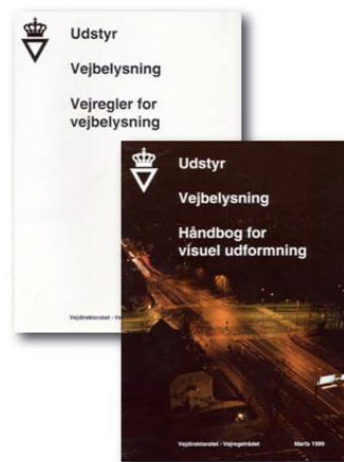
Resten af vejbelysningsreglerne er enten vejledninger eller kommentarer (sidstnævnte markeres med . i margen):

- Vejledninger er rådgivning på baggrund af erfaringsmateriale, og deres anvendelse vil normalt være hensigtsmæssig. Vejledninger kan fraviges, hvor det kan begrundes sagligt med at det er hensigtsmæssigt. Det betyder, at der er et væsentligt råderum for velbegrundet stillingtagen i det konkrete tilfælde.
- Kommentarer (markeret med .) er uddybende forklaringer til reglerne.

Der er udgivet to håndbøger sammen med vejbelysningsreglerne:

- Håndbog for tekniske forhold, 1999
- Håndbog for visuel udformning, 1999

Håndbøgerne indeholder ikke regelstof, men giver vejledning om teknik og æstetik. Som følge af udviklingen er en del af de beskrevne lyskilder og armaturtyper ikke længere relevante.



Alle de ovennævnte vejbelysningsregler, cirkulæret og håndbøgerne findes på www.vejregler.dk under punktet Vejregeltekster/Udstyr.

Vejreglernes krav til belysning

Kravene til belysning af forskellige vejtyper stilles ved hjælp af belysningsklasser. De vigtigste afsnit i vejbelysningsreglerne beskriver, hvordan belysningsklasser vælges til de forskellige vejtyper afhængigt af størrelse, anvendelse, hastighed, trafikintensitet, beliggenhed m.m.

Belysningsklasse

En belysningsklasse er et sæt af sammenhørende lystekniske kravværdier, som skal være opfyldt samtidigt på et givet areal eller sæt af arealer. I sin simpleste form er det krav til en middelværdi af belysningsstyrke og en regelmæssighed i belysningsstyrken henover arealet.

Vejbelysningsreglerne kræver som hovedregel kun belysning i bymæssige områder. Samtidig sondres der mellem trafikveje og lokalveje. På trafikveje anvendes en række belysningsklasser, L-klasserne, som er noget mere krævende end de belysningsklasser, E-klasserne, der anvendes på lokalveje, stier, pladser o.l.

I Bilag 1 er vist hvordan de danske vejbelystningsreglers belysningsklasser svarer til belysningsklasser i den fælles europæiske standard for vejbelystning, DS/EN 13201.

Historik

Vejbelysningsreglerne trådte i kraft i 1979. Man kan derfor ikke forvente at belysningsanlæg etableret før 1979 opfylder krav i vejbelystningsreglerne. Gamle lysrørsanlæg på træ- eller gittermaster, der typisk samtidig fremfører el-forsyning, opfylder således ikke nogen belysningsklasse.

I forbindelse med reovering af sådanne anlæg er det vejbestyrelsens ansvar, at der bliver taget stilling til den rette belysningsklasse. Ofte er det ikke muligt at opfylde de nugældende vejbelystningsregler med det gamle anlægs masteafstande og placeringer.

Afstand mellem master

Når el-selskaberne kabellægger elforsyningen og samtidig tilbyder en fordelagtigt reovering af belysningen, så er det ofte baseret på én-til-én-udskiftning af master med armaturer; men med de 40 m til 50 m masteafstande, der findes i mange gamle anlæg, vil reglerne stadig ikke kunne opfyldes selv med nye armaturer.



Når gamle lysrørsanlæg med stor masteafstand udskiftes, må masteafstanden ofte forkortes for at de gældende regler kan opfyldes.

EU's Ecodesign direktiv for energiforbrugende produkter

I dette nye EU direktiv vil der blive stillet krav til lyskilder og armaturer for offentlig vej- og gadebelysning om bl.a. energieffektivitet. Kravene vedrører markedsføring af produkter. Produkter som er indkøbt må fortsat gerne anvendes.

ECO-design kravene udformes således at de produkter som opfylder kravene samlet giver lavere livscyklusomkostninger for "brugeren", det vil sige kommunen, end andre produkter. Brugen af sådanne produkter er altså økonomisk fordelagtig set over belysningsanlæggets samlede levetid.

Direktivet vil således udfase produkter som ikke er økonomiske både med hensyn til energiforbrug, CO₂-emission og samlede omkostninger igennem levetiden.

Langt de fleste belysningsanlæg, som er etableret i Danmark siden begyndelsen af 1980'erne anvender lyskilder og armaturer som opfylder kravene.

De væsentligste konsekvenser af ECO-design kravene vil være en udfasning af kviksølvlamper i 2015 og de mest ineffektive lysstofrør i 2010, for "tykke" 38mm lysstofrør dog 2012.

Det betyder at anlæg med kviksølvlamper enten må anvende andre lyskilder, hvilket kan give forskellige problemer, eller må ombygges til andre lyskilder, hvilket ofte vil kræve udskiftning af armaturer eller evt. hele anlægget.

Udfasningen af ineffektive lysstofrør har ingen konsekvenser.

Belysning til at skabe stemning, facadebelysning og lignende belysninger er undtaget fra Eco-designkravene.

De endelige krav vil formentlig blive indført i løbet af 2009.

Den fælles europæiske standard for vejbelysning DS/EN 13201

De danske vejbelysningsreglers belysningsklasser svarer til belysningsklasser i den fælles europæiske standard for vejbelysning DS/EN 13201-2 som vist i Bilag 1. DS/EN 13201 del 2, 3 og 4 udgør en specifikationsstandard for henholdsvis belysningsklasser, beregningsmetoder og målemetoder for kvalitet. Hvilke belysningsklasser der anvendes og hvordan er et nationalt anliggende, som for Danmark er angivet i vejbelysningsreglerne.

Vejregler for eftergivelige master

De steder, hvor risikoen for påkørsel af master er stor bør der anvendes eftergivelige master således at skadevirkningen på personer begrænses. Når master placeres inden for en vis afstand fra vejen skal der tages stilling til beskyttelse med autoværn eller brug af eftergivelige master.

Regler for anvendelse af eftergivelige master findes i:

- "Håndbog i anvendelse af eftergivelige master", Kapitel 3. "Anvendelse".
- I bymæssig bebyggelse gælder yderligere regler, som fremgår af "Byernes trafikarealer, Hæfte 1, Forudsætninger for den geometriske udformning" Kapitel 6 "Arealforhold"

Vejreglerne findes på www.vejregler.dk under punktet vejregelteksterne.

Den projekterende skal ud fra reglerne, den givne hastighed og beliggenhed fastlægge og specificere den eftergivelige masts klassifikationskategori f.eks. 70,HE,3 over for masteleverandøren. Det er således ikke tilstrækkeligt blot at kræve "eftergivelighed" eller at masten skal "opfylde" standarden DS/EN 12767.

Særlige regler for el-sikkerhed i vejbelyningsanlæg

Stærkstrømsbekendtgørelsen Elektriske Installationer (SBEI) har krav til udførelse af belyningsanlæg i det fri i følgende kapitler:

Kapitel 714 Lysinstallationer i det fri

Kapitel 714.6 Særlige bestemmelser for lysinstallationer som er en del af det offentlige forsyningsnet

Kapitel 52 Valg og installation af ledningssystemer

Kapitel 412 Beskyttelse mod direkte berøring

Kapitel 413 Beskyttelse mod indirekte berøring.

Kapitel 61 Eftersyn og afprøvning før idriftsætning

Bestemmelserne i kapitel 413 giver mulighed for valg af beskyttelsesmetode.

Det skal understreges at brugen af fejlstrømsrelæ, HPFI-relæ ikke er egnet i vejbelysning, fordi fejlstrømsrelæer i sådanne udstrakte anlæg bevirker hyppige unødvendige afbrydelser af belysningen f.eks. i tordenvejr.

I stedet bruges metoden som er beskrevet i afsnit 413.2 Anvendelse af materiel af klasse II (dobbelt isolering), dvs. at alt elektrisk vejbelyningsmateriel skal være i isolationsklasse II og installeres efter bestemmelserne i 413.2. Der skal ikke udføres jording og ikke fremføres PE (gulgrøn) leder.

Automatsikringer er uegnet til vejbelysning, idet de ofte giver utilsigtet afbrydelse i forbindelse med tænding af lyskilderne. Kun med smeltesikringer med karakteristik C kan man være sikker på stabil funktion.

Den projekterende skal i forbindelse med valg af kabeldimension og sikringsers strømværdier udføre el-tekniske beregninger, der dokumenterer at anbefalet spændingsfald og automatisk afbrydelse af forsyningen ved fejl er opfyldt.

Sikkerhedsstyrelsens og El-rådets Anbefaling - "Sikkerhedsmæssig kontrol af udendørs lysanlæg på offentlige steder" af 27.01.1997 anbefaler sikkerhedseftersyn af visse anlæg én eller to gange årligt. Disse eftersyn er ikke nødvendige, hvis der installeres en lysstyring, der indeholder en sumstrømstransformer, der kan programmeres til at afgive en alarm ved en nærmere fastlagt fejlstrøm.

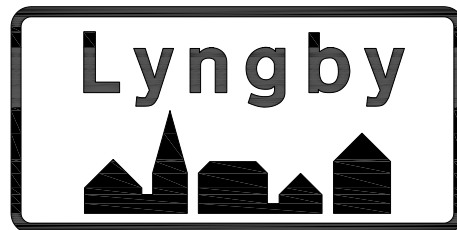
2.2.2 Vejtyper

I vejbelysningsreglerne skelnes der mellem veje i by og i åbent land:

Veje i bymæssig bebyggelse skal normalt belyses. Belysningsklasse vælges som udgangspunkt efter et skema i vejbelysningsreglerne.

- **Veje i åbent land** skal normalt ikke belyses.
Dog gælder følgende i åbent land:
 - Signalregulerede kryds belyses altid (lovkrav).
 - Rundkørsler belyses som regel.
 - Andre steder belyses, hvis belysningen vil kunne forbedre trafik-sikkerheden. Det kan f.eks. være særligt uheldsbelastede steder eller steder hvor særlig opmærksomhed er påkrævet.
 Kortere strækninger før og efter de ovennævnte steder belyses også.

Hvilke områder der er bymæssige følger i hovedsagen vejtavlerne E 55 "Tættere bebygget område" og E 56 "Ophør af tættere bebygget område", men det er de enkelte steders karakter og trafik/færdsel, der er afgørende for om de skal regnes for bymæssige.



Udenfor bymæssigt område, er det de enkelte steders og vejstrækningers udformning, trafik og den vurderede uheldsrisiko, der er afgørende for om belysning er "på sin plads".

Herudover opdeles vejene i:

- **Trafikveje**, som i væsentlig grad er beregnet til afvikling af den motoriserede trafik, og hvor belysningen skal give synsforhold for de motoriserede trafikanter.
- **Lokalveje**, hvor den motoriserede trafik i højere grad foregår på de bløde trafikanters præmisser og belysningen er indrettet for disses lave fart, mens motorførerne må supplere med lyset fra egne lygter. Det er boligveje, -gader, gågader, stamveje og lignende.
- **Stier, pladser, P-pladser** og lignende regnes som lokalveje.

2.2.3 Belysningsklasser

En vigtig forudsætning for dimensioneringen af belysningsanlægget er belysningsklassen.

Belysningsklassen specificerer hvilke arealer på og ved vejen, der skal belyses og hvor meget. Det angives ved hjælp af særlige lys-tekniske parametre, luminans, belysningsstyrke og regelmæssighed. Parametrene er beskrevet i "Vejbelysning - Håndbog for tekniske forhold" som findes på www.vejregler.dk under punktet vejregelteksterne/udstyr.

Danmark anvender tre rækker af belysningsklasser:

L-rækken, hvor der stilles krav til kørebanens luminans i tør og våd tilstand, anvendes til trafikveje.

LE-rækken, hvor der stilles krav til vandret belysningsstyrke på kørebanen, anvendes til trafikvejskryds samt rundkørsler o.l., hvor trafikanternes synsretning er skiftende.

I L- og LE-rækkerne stilles der yderligere krav om belysning af kørebanens nærmeste omgivelser (sidearealer med fortov, cykelsti, rabat o.l.) i 3,5 m bredde, som skal belyses efter en belysningsklasse i E-rækken.

E-rækken, hvor der stilles krav om halvrumlige belysningsstyrke (dvs. belysningen på en vandret opadvendende lille halvkugle) på vejen/jorden, som anvendes til lokalveje, stier og pladser, samt til sidearealer.

F-rækken, hvor der stilles krav til vandret belysningsstyrke, anvendes specielt til fodgængerfelter (dog ikke ved signalregulerede kryds).

Kravene varierer niveaumæssigt igennem rækken som vist i tabel 3, hvor klasserne er opstillet så de i søjlen svarer til omtrentlig samme vandrette belysningsstyrke.

Ca. lux	45	30	20	15	10	7	4	1.5
Moterkørende								
Kryds mv.	LE1	LE2	LE3	LE4		LE5		
Trafikveje 1)		L2	L4	L6	L7a	L7b		
Fodgængere og cyklister								
Lokale veje mv.						E1	E2	E3
1) klasser L1, L3 og L5 for motorveje mv. er ikke vist								

Tabel 3 viser klassernes belysningsniveauer (ca. lux) til orienterende sammenligning. Den mere detaljerede opstilling af belysningsklasserne og deres anvendelse findes i "Vejregler for Vejbelysning".

Valget af belysningsklasse foregår i det enkelte tilfælde efter retningslinjerne i en eventuel belysningsplan for kommunen samt efter "Vejregler for vejbelysning".

Den endelige fastlæggelse af belysningsklassen bør ske ved indledningen til projekteringen i enighed mellem bestilleren og den projekterende.

2.2.4 Dæmpning og slukning

Energiforbruget og dermed CO₂-udledningen og udgiften til el kan og bør begrænses ved brug af reduktion samt ved optimalt valg af reduktionsinterval i forhold til brugs- og trafikmønstret.

Vejbelysningsreglerne angiver at reduktion foregår ved sænkning af belysningsniveauet ned til minimum halvdelen af det givne belysningsniveau og ikke under halvdelen.

Nye anlæg dæmpes dog således at regelmæssigheden opretholdes. Det betyder at nyere anlæg anvender dæmpning og ikke delslukning.

Delslukning anbefales ikke, men kan være en mulighed i eksisterende anlæg.

Det er ikke alle lyskilder, der kan dæmpes. Man har i visse tilfælde ved etableringen måttet undlade dæmpemulig for at kunne få en ønsket moderne kvalitet af lysfarve og farvegengivelse. Udviklingen går dog mod at (næsten) alle lyskilder til offentlig belysning skal kunne dæmpes.

Der findes en række forskellige dæmpningsprincipper, her nævnes tre forskellige typer, der alle har det til fælles, at de fungerer uden ekstra styreledninger i installationen:

Transformerdæmpning

Ved hjælp af såkaldte autotransformere sænkes forsyningsspændingen til armaturerne i de tidsrum, hvor belysningen skal dæmpes. Kun to af de 3 faser spændingssænkes. Den tredje fase forsyner armaturer ved kryds o.l. som ikke skal dæmpes. Denne metode har været anvendt gennem en lang årrække. Den er velegnet til højtryksnatrium lyskilder og almindelige lysstofrør. Den er billig pr. armatur i større anlæg.

Elektronisk dæmpning

Elektronisk kommunikations- og styreenhed i hvert armatur (f.eks. "Smartlight") og omkøbelbar eller styrbar spole/ballast i hvert armatur: Dette udstyr gør hvert armatur individuelt styrbart og giver mulighed for fjernovervågning. Velegnet til alle dæmpbare lyskilder. En mærkbar merpris pr. armatur, samt en mærkbar merpris til udstyr i vejbelysningsskabene, samt til software og softwareopsætning. Muliggør nogen besparelse i eftersyn/gennemkørsel.

Selvjusterende timerenhed

Selvjusterende timerenhed f.eks. "Chronosence controller" og omkøbelbar eller styrbar spole/ballast i hvert armatur:

En selvjusterende timerenhed omkobler ballast/spole så strømmen gennem lyskilden reduceres og lyset dæmpes. Velegnet til alle dæmpbare lyskilder herunder både metalhalogen (CDO), højtryksnatrium og kompaktlysrør lyskilder. En mærkbar merpris pr. armatur, men billig ved få armaturer.

Slukning

Belysningen kan slukkes på steder, hvor der i visse tidsrum ikke færdes mennesker. Supplerende belysning af f.eks. skulpturer, træer, facader og lignende bør slukkes i de sene nattetimer.



2.2.5 Tilpasning af belysning til by og landskab – praktisk og æstetisk

Tilpasning af belysningsanlægget til det aktuelle sted eller strækning med tilhørende omgivelser er en flersidet proces, hvor afvejningen af de forskellige hensyn skifter fra vejtype til vejtype og fra sted til sted.

Anlægstype

I bycentre kan wirehængte armaturer anvendes med fordel der, hvor wirerne kan fastgøres på husfacaderne, således at master som fylder i gaderummet undgås. På vigtige steder kan der suppleres med vægar-maturer. Se eksempler i afsnit 1.5.

Masteanlæg, som anvendes øvrige steder, bør udformes med en højde, der så vidt muligt svarer til omgivelsernes højde, således at armaturerne ses med bygninger eller træer som baggrund og ikke med himlen som baggrund – dvs. man bevaret frit udsyn til himlen.

Vejbelysningsreglerne indeholder (vejledende) grænser for lyspunkt-højder afhængigt af vejtype.



Til venstre et anlæg som højdemæssigt ikke er tilpasset vejbredde og omgivelser. Til højre et højdemæssigt veltilpasset anlæg, der opleves som meget diskret.



Til venstre et anlæg med "uskønne" lange mastearme. Til højre et mere veltilpasset anlæg.

Lange mastearme bør så vidt muligt undgås da de er lige så indgribende i udsynet som høje master. Lange mastearme er i reglen unødvendige hvis man anvender armaturer med god asymmetrisk lysfordeling.

Armaturer bør have plan og (næsten) vandret lysåbning og opfylde afskærmningsklasse minimum G4.

Trafikveje (L-klasserne)

Trafikveje med 2-3 kørespor (vognbaner) kan belyses med ensidet mastplacering, men lyspunkthøjden skal i reglen være mindst lig med kørebanebredden for at opfylde krav i L-klasserne.

På tosporede veje vil lyspunkthøjder på ca. 7 m til 8 m være almindeligt. På veje med flere spor vil lyspunkthøjder på 9 m eller 10 m kunne være nødvendigt eller hensigtsmæssigt.

Til masteanlæg ved vejsiden er det nødvendigt at have klare lyskilder med koncentreret brænder i armaturer med en effektiv lysstyrende reflektor. I wirehængte armaturer over vejen (hvor behovet for stærk lysstyring er mindre) kan der anvendes lyskilder med mat/opaliseret kolbe.

Trafikveje med 3-4 eller flere kørespor kræver som regel tosidet belysning eller belysning fra en eventuel midterrabat. Lyspunkthøjder på 8 m og på store veje op til 10 m vil være almindeligt.



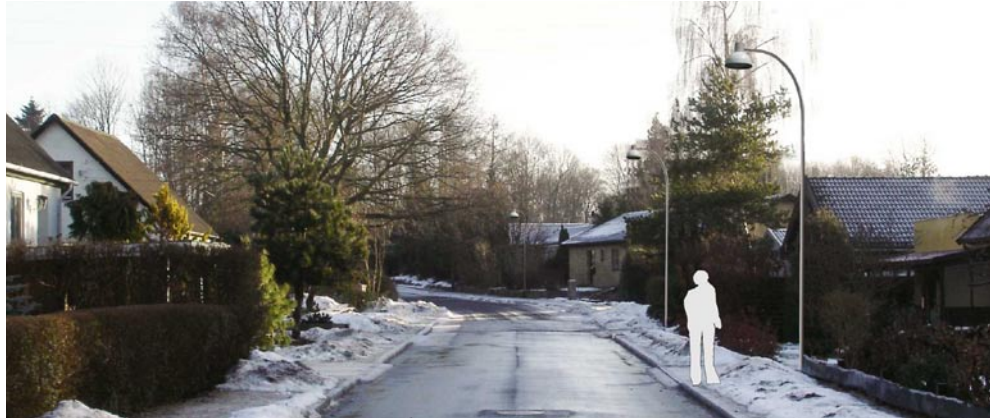
Tosidet mastplacering er nødvendigt på trafikveje med 3-4 kørebaner og det er ønskeligt, når der er stor fodgænger- og cykelfærdsel i begge sider.



Steder, hvor vejen udvider sig med ekstra kørespor, heller og spærreflader f.eks. ved kryds eller sideveje, vil der ofte være behov for ekstra master med armaturer.

På trafikveje og disse vejes kryds og rundkørsler er man henvist til at anvende armaturer med en velegnet optik. Der er set anlæg med parklamper til belysning af rundkørsler og de omkringliggende trafikveje. Sådanne anlæg vil almindeligvis ikke opfylde kravene i L- og LE-rækkernes belysningsklasser.

Lokalveje (E-klasserne)



Eksempel på en lokalvej med et veiltilpasset anlæg. Armen med stor bue er et æstetisk valg for veje i det pågældende område.

Lokalveje kan belyses med armaturer i wirer eller på master på lignende måde som trafikveje, men behovet og kravene i E-klasserne er mindre både med hensyn til niveau og med hensyn til regelmæssighed, således at kravene til armaturernes lysstyring også er mindre. Derfor kan der anvendes lavere lyspunkthøjder og lyskilder med mat opaliseret kolbe, som virker mindre "skarpe" end de klare lyskilder med koncentreret "brænder". Lyskilder med matte ellipsoideformede kolber eller kompaktlysrør anbefales i armaturer som monteres i 5 til 6 m højde eller lavere.



Eksempel på en bred lokalvej i nær bykerne. Den tosidede belysning er hensigtsmæssig for en "ligeværdig" belysning af begge fortovsider når maste-højden tilpasses bygningshøjden.

Anvendelse af parklamper

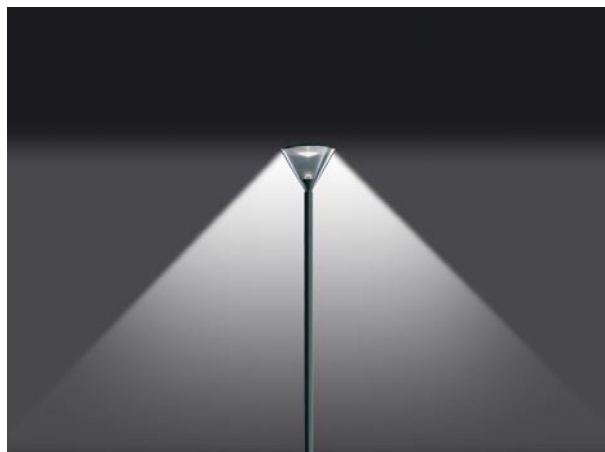
Parklamper med "rumlys" f.eks. Metropollygten bør ikke stå frit men bør stå tæt på bygninger eller bevoksning som oplyses og danner baggrund for det lysende lygtehoved. Armaturblændingstal minimum klasse D5



De fleste parklygter er rundstrålende og bedst egnet til placering tæt på bygninger og høj bevoksning, som således belyses som vist til venstre. I frie omgivelser som vist til højre, vil sådanne parklygter have en betydelig fjernvirkning og i mørke virke ubehagelige og "spærre" for udsynet.

Der findes parklamper med optik og "cut-off" som begrænser blænding/fjernvirkning, f.eks. Terminallygten.

Placeret i åbne omgivelser: Armaturblændingstal minimum klasse D6



Terminallygten er et eksempel på en lygte, som bedre end sædvanligt for parklygter kan anvendes i frie omgivelser. Med sin særlige dobbelte optik er lysfordelingen mere nedadrettet ("cut-off") og har mindre fjernvirkning.

2.3 Gennemførelse af vejbelysningsprojekter

Et vejbelysningsprojekt vil altid være en afgrænset strækning eller område. Det er "bestillerens" opgave at skaffe eller henvise til de informationer og ønsker, der skal udgøre projekteringsgrundlaget, herunder det som er beskrevet i afsnit 2.2 for det aktuelle projekt.

2.3.1 Modeller for etablering af vejbelysning

Ejerskab, etablering og drift af offentlig belysning kan være organiseret efter forskellige modeller. Her vil de 3 hovedtyper blive beskrevet. Inden for den enkelte kommune kan disse typer, navnlig efter kommunalreformen, være blandet sammen.

1. "Kommuneejerskab": Kommunen ejer belysningen.

- Nyetablering og renovering foregår ved brug af rådgiver og entreprenør (efter udbud). Kommunen betaler i henhold til kontrakt pr. entreprise.
- Drift og vedligehold varetages af entreprenør (efter udbud). Kommunen betaler løbende i henhold til kontrakt.
- El-forbrug betales af kommunen efter målt forbrug til et forsyningselskab som kommunen i nogen grad kan vælge.
- Der betales el-afgift til staten.

Fordelen ved "kommuneejerskab" er, at kommunen så har fuld kontrol over sit ansvarsområde med belysning. Det betyder at planer og ønsker direkte kan iværksættes og styres via kontrakter. Det betyder også at både etablering og drift & vedligehold foregår efter priskonkurrence samt at ansvarsfordeling, kontrol og tilsyn er klart defineret.

Ulempen er at kommunen skal betale el-afgift til staten, samt at kommunen har brug for rådgivere og personale på belysningsområdet.

2. "Selskabsejerskab": El-selskab ejer belysningen.

- Nyetablering og renovering foretages af el-selskabet evt. efter aftale med kommunen og evt. ved underentreprenører. Kommunen betaler, men anlægget tilhører alligevel el-selskabet.
- Drift og vedligehold varetages af el-selskabet, evt. ved underentreprenører. Kommunen betaler en fast afgift.
- Elforbrug betales evt. som en del af drift og vedligehold og evt. efter brændtimer.

- Der betales el-afgift til staten, hvis el-forbruget afregnes overfor kommunen.

El-afgiften til staten kan refunderes, hvis el-selskabets afregning sker i henhold til en fast pris, hvor el-forbruget ikke figurerer og hvor el-selskabet påtager sig risikoen for prisstigninger.

Fordelen ved denne model er, at det er muligt for kommunen at opnå refusion af statens el-afgift.

Fordelen er også at kommunen ikke behøver så stort et teknisk administrativt personale. Der er dog behov for personale og evt. rådgivere til at styre kontraktlige forhold samt til at kontrollere om selskabet opfylder sine forpligtelser. Yderligere kan der være behov for personale og rådgivere til at iværksætte og styre udbygninger og anlægsændringer, som følge af andre planer, bygge- og anlægsarbejder.

Ulempen er, at kommunen ikke har fuld kontrol over sit ansvarsområde med belysning, samt at prissætningen ofte er uigennemskuelig og uden for konkurrence.

3. "Selskabsejerskab":

Serviceselskab ejer eller råder over belysningen

Denne model sigter mod at opnå refusion af el-afgiften til staten, se faktaboks. Den nødvendige råderet kan være opnået ved at selskabet leaser anlæggene af kommunen på en kontrakt af en vis varighed.

- Nyetablering og renovering foretages af selskabet evt. efter aftale med kommunen og evt. ved underentreprenører.
- Drift og vedligehold varetages af selskabet, evt. ved underentreprenører.
- Elforbruget betales (i første omgang) af selskabet
- Kommunen betaler for det hele i henhold til en kontrakt med selskabet.

Fordelen ved denne model er, at kommunen kan opnå refusion af statens el-afgift. Fordelen er også at kommunen ikke behøver så stort et teknisk administrativt personale. Der er dog behov for personale og evt. rådgivere til at styre kontraktlige forhold samt til at kontrollere om selskabet opfylder sine forpligtelser. Yderligere kan der være behov for personale og rådgivere til at iværksætte og styre udbygninger og anlægsændringer, som følge af andre planer, bygge- og anlægsarbejder.

Ulempen er, at kommunen ikke har fuld kontrol over sit ansvarsområde med belysning. Leveringen af "belysnings-service" skal udbydes i henhold til gældende udbudsregler, som kan være en tidskrævende og omstændig proces.



Særlige bemærkninger til modellerne

Model 1 er den, som giver den klareste ansvarsfordeling mellem parterne fordi parterne er økonomisk og organisatorisk adskilte. Arbejderne udbydes (både etablering og drift & vedligehold) i pris-konkurrence. Der kan føres kompetent kontrol og tilsyn, som er uafhængigt af den udførende entreprenør.

Refusion af elafgift kan opnås under følgende betingelser:

- Selskabet skal være momsregistreret.
- Selskabet skal enten eje eller have råderet (f.eks. gennem "leasing") over de fysiske anlæg.
- Aftalen mellem kommunen og selskabet skal afspejle, at det er en forpligtelse til at levere gadebelysning og ikke elektricitet.
- Selskabet skal have et selvstændigt erhvervmæssigt indhold, og dermed være forretningsmæssigt begrundet.
- Selskabet skal være driftsmæssig ansvarlig og have fuld råderet over belysningsanlægget, og kunne foretage egne dispositioner f.eks. i forhold til personale, driftsmidler mv.
- Driften af gadebelysningen skal endelig ske for selskabets egen regning og risiko med det formål at opnå et økonomisk udbytte.
- Variationer i el-prisen skal være selskabets risiko, f.eks. må prisstigninger på el ikke direkte lægges på afregningsprisen.

Model 2 og 3 minder meget om hinanden. For at være i overensstemmelse med udbudsreglerne skal opgaverne i udbud og der indgås tidsbegrænsede kontrakter. Udbud kan dog undgås, hvis der er tale om overdragelse til et "in house" selskab f.eks. et kommunalt el-selskab eller et selvstændigt datterselskab heraf.

Ved selskabsejerskab (model 2 og evt. 3) skal kommunen principielt købe anlæggene tilbage, når kontraktperioden (udbudsperioden) er udløbet, hvilket kan være en økonomisk og kontraktlig ulempe.

Her har model 3 en fordel ved at råderetten kan være opnået ved at selskabet leaser anlæggene af kommunen. Fordelen er, at Kommunen beholder ejerskabet, så råderetten omkostningsfrit går tilbage til kommunen ved kontraktens (udbudsperiodens) udløb.

Fordelene i de forskellige modeller kan dog kombineres på den måde at kommunen selv står for anlægget af ny belysning som i model 1, som derefter sælges eller leases ud til selskabet for drift og vedligeholdelse som i model 3.

Før en beslutning om "ejerskabsmodel" er det en god idé at kommunerne rådgiver sig med både tekniske, juridiske og økonomiske rådgivere, som også bør medvirke til at formulere og indgå kontrakter.

Ejerskabsmodel	Kommunen ejer vejbelysningsanlæggene og udliciterer etablering samt drift og vedligehold.	Kommunen ejer vejbelysningsanlæggene men leaser disse ud periodevis til en vejbelysningsleverandør.	El-selskabet ejer vejbelysningsanlæggene og kommunen køber vejbelysning af selskabet
Priskonkurrence	Ja	Ja	Nej
Opfyldelse af Udbudsdirektivet	Ja	Ja	Nej
Refusion af el-afgift	Nej	Ja	Delvis/Skal aftales med el-selskabet
Fuld indflydelse på drift og vedligehold	Ja	Begrænset*	Begrænset*
Fuld indflydelse på etablering	Ja	Ja	Begrænset*
Administrationsomkostninger/udgifter til rådgiverassistance	Stor	Delvis**	Lille

* Begrænset til det der er omfattet af det kontraktlige.

** Delvis fordi administrationsomkostninger til drift & vedligehold er mindre medens de er større ved nyetablering

Table 4 er en forenklet oversigt, der viser fordele og ulemper ved de 3 forskellige ejerskabsmodeller for den kommunale offentlige vejbelysning.

2.3.2 Parterne i et vejbelysningsprojekt

Uanset organisationsmodellen vil der være bestemte roller, der skal varetages af de forskellige parter.

I model 1 (forrige afsnit) er der tre uafhængige parter; Kommunen, rådgiver og entreprenør.

I model 2 og 3 (forrige afsnit) vil der som regel kun være to uafhængige parter; Kommunen og evt. en rådgivende repræsentant og selskabet.

De forskellige roller er:

- Bestilleren som er en kommunes sagsansvarlige f.eks. en leder i teknisk forvaltning.
- Den projekterende som udarbejder forslag og projektmateriale.
- Lysteknikeren som udfører lysteknisk projektering i henhold til en eventuel belygningsplan eller vejbelysningsreglerne.
- Projektkontrollen som bør udføres af bestilleren eller dennes repræsentant for at sikre at projektet opfylder de givne forudsætninger.
- Den udførende som er den entreprenør eller entreprenørfdeling, der udfører anlægsarbejdet.
- Tilsynet som kontrollerer, at entreprenørens arbejde udføres i henhold til projektet, samt tage stilling til opståede problemer.
- Afleveringskontrollen som bør udføres af bestilleren eller dennes repræsentant for at sikre at anlægget er udført uden fejl eller mangler iht. projektmaterialet, samt at sikre anlægs-dokumentation.

I nogle tilfælde bliver rollen som lystekniker/-designer ofte varetaget af en belygningsleverandør, som gratis udfører den lystekniske projektering med tilhørende lysberegninger. I sådanne tilfælde skal kommunen være opmærksom på om forskellige muligheder for tilpasninger som kan spare anlægsudgifter bliver undersøgt samt være opmærksom på at eventuelle muligheder og økonomiske fordele ved andre fabrikater af armaturer måske ikke bliver undersøgt.

2.3.3 Projektforslag og økonomisk overslag

En belygningsplan indeholder krav og ønsker og er et godt udgangspunkt for projekteringen.

Den projekterende bør udarbejde et projektforslag med økonomisk overslag, som bestilleren godkender.

Denne procedure skal sikre at den ny belysning er i overensstemmelse med kommunens krav og ønsker som vejmyndighed og vejejer. Uanset om kommunen har overdraget de fysiske anlæg til et selskab eller ej, så tilrådes det at kommunen udøver kontrol med om planer, kontrakter, love og regler bliver opfyldt.

Det er en god måde at udøve kontrollen på ved at gennemføre en forslagsfase. Som grundlag herfor bør der foreligge digitale kort over det fremtidige vejforløb helst med afstribnings- og signalplan, eventuelle planer og tegninger, eventuelle oversigter over eksisterende master og belysning samt grundkort for omgivelserne.

Projektforslaget udarbejdes af den projekterende og indeholder typisk:

- Beskrive særlige ønsker og forhold evt. fra en belysningsplan, som forslaget respekterer samt beskrivelse af løsningen.
- Oplysninger om belysningsklasser og for større projekter en oversigt over belysningsklasser for projektets områder og strækninger.
- Forudsætningen om vejbelægningens refleksionsegenskaber.
- Beskrive anlægstype, master, armaturer og lyskilder baseret på lystekniske beregninger og evt. lysdesign underbygget med visualisering eller gengivelse ("rendering").
- Plantegning med præcis specifikation af master, armaturer, lyskilder og deres placering og montageform. Denne tegning kan senere revideres til udbud og udførelse.
- Evt. andre tegninger, illustrationer, som måtte være nødvendige for en bestillers stillingtagen.
- Evt. beskrive andre tekniske forhold herunder dæmpning i trafiksvage perioder.
- Økonomiske overslag for etableringen, eventuelt være suppleret med overslag for drift og vedligeholdelse.
- Lystekniske beregninger der dokumenterer at belysningsklasser opfyldes kan være vedlagt som bilag.

Kommunens kontrolbemærkninger bør indarbejdes i projektforslaget, således at der foreligger en endelig version, som kommunen har accepteret. Denne version er grundlaget for næste fase.

2.3.4 Projekt og udbud

Dette afsnit retter sig mest mod situationen "Kommuneejerskab", men det meste af projekteringsarbejdet skal også udføres i situationen "Selskabsejerskab".

Det skal bemærkes, at ved opgaver der udbydes skal de almindelige udbudsregler følges. Denne håndbog går ikke i dybden med udbudsreglerne, men beskriver kun kort hvad det er for en proces kommunen skal igennem. Læs mere om udbudsregler og udbudsprocessen på www.udbudsportalen.dk.

Projekteringen består typisk af følgende arbejde som udføres af den projekterende:

- Indhentning af ledningsoplysninger fra ledningsejere og ledningsregisteret, således at kabler, master mv. kan placeres uden konflikt med eksisterende ledninger. (Der findes dog tekniske muligheder for "tættere sameksistens").
- Indhentning af oplysninger om andre forhold f.eks. højspændingsledninger, som kan påvirke mulighederne for masteplaceringer.
- Indhentning af tilslutningsmulighed til elforsyningsnet.
- Afklaring af evt. elektrisk opdeling af anlæg.
- Valg af kabeldimensioner, vejbelysningsskabe, kabelafgange og sikringer bl.a. baseret på el-tekniske beregninger.
- Udarbejdelse af arbejdsbeskrivelser og tegninger til anlæg.
- Beslutning om noget af materiellet skal leveres som bygherreleverance, f.eks. armaturer, lyskilder og master.
- Projektkontrol

Fotograf: Lars Bahl



For arbejder der udbydes:

- Udarbejde udbudsannoncer eller indbyde entreprenører.
- Fremstilling af udbudsmateriale ved at tilføje Særlige Betingelser, Særlig Arbejdsbeskrivelse, Tilbudsliste, Tilbuds- & afregningsgrundlag samt Udbudsbrev.
- Bygherreoverslag i form af en udfyldt tilbudsliste til bygherren (bestilleren).
- Projektkontrol for det samlede projekt.
- Udsende udbudsmateriale.
- Behandling af spørgsmål fra de bydende i udbudsfasen, herunder evt. udsendelse af rettelsesbreve.
- Afholde licitation og tilbudsvurdering.

Rådgiveren udfører det meste af dette på bygherrens dvs. kommunens vegne.

Indgå kontrakt

Der indgås en kontrakt mellem kommunen og den valgte entreprenør. Kontrakten iværksætter udbudsmaterialets specifikationer, krav og betingelser; den specificerer særlige eventuelle aftaler indgået under kontraktforhandlingerne samt den endelige kontraktpris.



2.3.5 Udførelsesfase og aflevering

Uanset om anlægsarbejdet udføres i "Kommuneregi" eller i "Selskabsregi", så skal der føres tilsyn med arbejdet.

I "kommuneregi" (Model 1) har entreprenøren en direkte kontrakt med kommunen og tilsynet føres af kommunen eller kommunens rådgiver.

I "Selskabsregi" (Model 2 eller 3) udføres arbejdet enten af selskabets egen entreprenøraftdeling eller af en underentreprenør, som har kontrakt med selskabet.

Tilsynsarbejdet omfatter typisk:

- Kontrol af at entreprenøren overholder regler, krav og kvalitet, som er beskrevet i projektmaterialet, udbudsprojektet og kontrakten.
- Godkende de valg af materialer, metoder, procedurer og afsætningspunkter, hvortil entreprenøren skal indhente tilsynets godkendelse.
- Behandling af tvivlsspørgsmål, problemer og ændringsforslag i udførelsesfasen.
- Godkende (del)fakturaer til betaling.

En mere detaljeret liste over de typiske kontroller der bør foretages for vejbelyningsanlæg findes i Vejdirektoratets Vejregel, Udstyr, Drift og Vedligehold - (Håndbog for drift og vedligehold for udstyr), september 2008.

Forløbet af tilsynsarbejdet er typisk:

1. Møde der gennemgår projektet
2. Kontrol samt godkende afsætninger (den præcise placering af master, vejbelyningsskabe og andet materiel).
3. Formidling af eventuelle bygherreleverancer.
4. Kontrol med at arbejdet udføres samt ved arbejdets slutning, deltage i slutafprøvning og udfærdige mangelliste.
5. Afleveringsforretning/overdragelsesforretning med at modtage "således udført" materiale og entreprenørens øvrige anlægsdokumentation.





Udøvendigt eftersyn, registrering og vagtordning er driftsopgaver.

3. Drift og vedligeholdelse

3.1 Hvad omfatter drift og vedligeholdelse?

Drift og vedligeholdelse, forkortet til D&V er de aktiviteter der udføres på det færdige belysningsanlæg for at sikre at opretholde funktion og udseende.

Ved drift forstås:

- Eftersyn med registrering af udbrændte lyskilder, fejl, hændelser, slid og beskadigelser
- Aflæsning og registrering af forbrug
- Opretholdelse af vagtordning
- Administration og rapportering

Til driftsudgifter hører naturligvis også udgift til elforbrug.

Ved vedligeholdelse forstås:

- Lyskildeskift og rengøring
- Indvendige eftersyn
- Reparationer og udskiftning af dele
- Mindre anlægsændringer
- Rapportering, databaseopdatering og kvalitetssikring

Større renoveringer og anlægsændringer bør betragtes som etablering, der er omtalt i kapitel 2, "Etablering og renovering".



Lyskildeskift og indvendige eftersyn hører til vedligeholdelsesopgaver.

Ejerskabet til vejbelysningen bestemmer naturligvis også, hvordan D&V er organiseret. Ved "kommuneejerskab" (Model 1 afsnit 2.3.1) udføres D&V-arbejdet typisk af en kommunal teknisk afdeling eller af entreprenører som arbejder direkte for kommunen. Ved "selskabs-ejerskab" (Model 2 og 3 afsnit 2.3.1) udføres D&V-arbejdet af selskabet evt. gennem underentreprenører.

Det er under alle omstændigheder kommunen, der betaler hele udgiften, men det bør også være kommunen, der bestemmer kvalitetsniveauet for driften og derigennem styrer udgiftsniveauet.

Styring af kvalitetsniveau

Opretholdelse af kvalitetsniveau (funktion, sikkerhed og udseende) sker ved:

- Reaktion på henvendelse fra borgerne om observerede fejl.
- Periodisk eftersyn og notering af fejl med efterfølgende afhjælpning.
- Reaktion på fejlmeddelelser fra overvågningsudstyr.

Det er vigtigt at fastlægge hyppigheden for eftersyn, afhjælpningstid (fra opdagelse af fejl til udbedring) og kriterier for afhjælpning på en optimal måde.

Man behøver ikke at reagere lige hurtigt på alle fejl. Der er f.eks. stor forskel på, hvor generende det er, at en lyskilde er udbrændt, alt efter hvor det sker. Det kan f.eks. være mere tilladeligt at lade en lyskilde i rækken på en trafikvej være udbrændt i en periode end det kan tillades på et hjørne mellem to villaveje.

For kommunens forskellige vejstrækninger, steder og områder bør der defineres; hyppighed for eftersyn, kriterier for afhjælpning og afhjælpningstid.

Disse specificeres som en del af aftalen med D&V-holderen. Det anbefales at anvende forskellige typer af eftersyn som udføres med forskellig hyppighed. Antal eftersyn er et udtryk for det kvalitetsniveau, som ønskes på de enkelte vejtyper.

Se også Vejregel, Udstyr, Drift og Vedligehold - (Håndbog for drift og vedligehold for udstyr), september 2008.

Udskiftningsstrategi for lyskilder – punktudskiftning og serieudskiftning

Levetiden for lyskilder til vejbelysning er flere år, typisk 3 til 5 år.

Det er dog karakteristisk at nogle få lyskilder udbrænder tidligt.

For den tilbageværende store del af lyskilderne vil lysstrømmen aftage med tiden og hyppigheden for udbrænding vil tiltage, når driftstiden nærmer sig middellevetiden.

Punktudskiftning (også kaldet enkeltudskiftning) er udskiftning af enkelte udbrændte lyskilder.

Serieudskiftning (også kaldet gruppeudskiftning) er udskiftning af alle lyskilder af en bestemt type og med samme brændtid i et anlæg.

Serieudskiftning foretages dels for at "genoprette" lysstrømmen og dels for at opnå besparelser på udgifter til enkeltudskiftninger.

Det har ofte været diskuteret om serieudskiftning kan betale sig frem for udelukkende at punktudskefte.

Serieudskiftning med tilhørende rengøring af armaturer er dog den eneste måde at sikre at opretholde et acceptabelt/bestemt belysningsniveau.

Der er god økonomi i at kombinere punktudskiftning og serieudskiftning, hvis de lyskilder der indsættes ved punktudskiftning inden serieudskiftningen mærkes med dato og genbruges til nye punktudskiftninger af lyskilder.

Som det fremgår af den nedenstående tabel skal lyskildeprisen (L) op over 250 kr. før ren punktudskiftning (Oap) er billigst. Dog er forskellen ikke stor. Selv når lyskildeprisen (L) er det dobbelte (500 kr.) er prisforskellen mellem ren punktudskiftning, Oap og serieudskiftning med genbrug, Oasg ikke markant.

Den sidstnævnte udskiftningsmetode med serieudskiftning og genanvendelse af "punktindsiftede" lyskilder til ny punktudskiftning anbefales, som den mest økonomiske metode for at opretholde en god kvalitet.

Lyskildepris i kr.	Årlige udskiftningsomkostninger i kr.		
	Punktudskiftning alene	Serieudskiftning uden genbrug	Serieudskiftning med genbrug
L	Oap	Oas	Oasg
50	80	70	68
100	90	85	81
150	100	100	94
200	110	115	107
250	120	130	120
300	130	145	133
350	140	160	146
400	150	175	159
450	160	190	172
500	170	205	185

Tabel 5 viser eksempel på de årlige omkostninger til udskiftning af lyskilder ved de tre forskellige metoder afhængigt af lyskildens indkøbspris. Beregningsforudsætninger og formler er vist i Bilag 2 på side 69.

Det anbefales at der sammen med serieudskiftning (hvor armaturet åbnes) også udføres rengøring og udvidet hovedeftersyn som omtalt i bilag 3 "Program for drift og vedligeholdelse".

Anlægs- og registreringsdatabase

Kommunen bør have eller benytte en registreringsdatabase for sine vejbelysningsanlæg som grundlag for aftaler, udbud og overdragelse af D&V.

En sådan database skal indeholde alle de oplysninger om vejbelysningsanlæggene (master, armaturer lyskilder mv.) som er nødvendige for drift og vedligeholdelse, samt for prissætning og kontrakter.

Vejdirektoratet har været med til at oprette en database for vejbelysningsanlæg "Vejlys-web", som også kan bruges til kommunale vejbelysningsanlæg. Oplysninger om databasen findes på www.vejsektoren.dk under fanen Vejdata/ Andre Systemer. Der findes også andre databasesystemer på markedet.



En database for vejbelysningsanlæg indeholder typisk:

- Lokaltetsoplysninger
- Master
- Armaturer
- Lyskilder
- Elforsyningskabe, målerskabe og styreskabe inkl. styreudstyr for vejbelysningsanlægget
- Kabelanlæg, udformning mv.

D&V - udbud, kontrakter og leveringsaftaler

D&V skal udbydes efter de gældende regler, med mindre kommunen selv står for D&V gennem sin egen afdeling eller et kommunalt "in house" selskab.

På samme måde som ved etablering af anlæg er model 1 "Kommunejerskab" (afsnit 2.3.1 og 2.3.2) den model, som giver den klareste ansvarsfordeling mellem parterne, fordi parterne er økonomisk og organisatorisk adskilte. D&V-arbejderne udbydes i priskonkurrence med en given kontraktperiode.

Ved model 1 kan der føres kompetent kontrol og tilsyn, som er uafhængigt af den udførende entreprenør. Det kan være vanskeligt at sikre D&V kvaliteten ved model 2 og 3, "Selskabsejerskab".

Opgaven skal i udbud, hvis kommunen vil opnå refusion af den statslige elafgift ved at indgå en aftale med et selvstændigt selskab eller med en D&V-entreprenør. En række øvrige betingelser er vist i afsnit 2.3.1

Det anbefales i begge tilfælde at omfang og kvalitet af D&V-arbejdet specificeres som en del af kontrakten.

Det anbefales at kommunen til specifikation og udbud allierer sig med en rådgiver.

I de tilfælde hvor kommunen eller et kommunalt selskab indkøber materialer, så som lyskilder og reservedele skal det også ske efter udbud eller gennem andre leveringsaftaler. Det vil samtidig betyde betydelige prisreduktioner i forhold til leverandørernes listepreiser.

3.2 Program for drift og vedligeholdelse

Arbejdsopgaverne med drift og vedligeholdelse af vejbelysning er gennemgået detaljeret i bilag 3. Bilaget kan anvendes som udgangspunkt for en arbejdsbeskrivelse i en vedligeholdelsesaftale mellem en kommune og en D&V-entreprenør eller et (service) selskab.

Der er tale om anbefalede metoder, som sikrer en god kvalitet og funktion af belysningsanlæggene, og samtidig opfylder anbefalinger fra Sikkerhedsstyrelsen og Elrådet, men er programsat til et rimeligt omkostningsniveau.

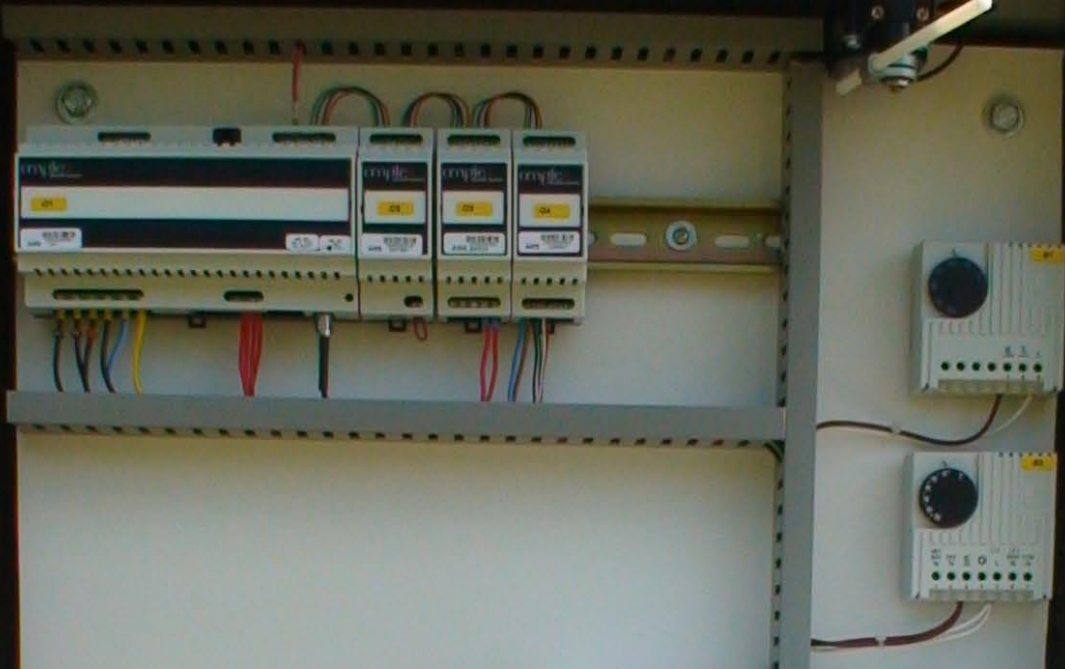
D&V programmet (Bilag 3) specificerer eftersyn mv. for alle typer komponenter i belysningsanlægget bl.a. vejbelysningsskabe.

Drift og vedligeholdelse af vejbelysning omfatter følgende aktiviteter:

- Almindeligt eftersyn,
- Hovedeftersyn
- Udvidet hovedeftersyn inkl. sikkerhedseftersyn
- Serieudskiftning af lyskilder
- Afhjælpning af fejl og mangler
- Påvisning af kabler
- Levering af materialer og reservedele
- Deltagelse i ledningsmøder
- Dokumentation

Som grundlag for D&V-arbejdet bør der (fra bestillerens side) foreligge:

- Registreringer af anlægs-, maste- og armaturtyper samt lyskilde-typer, der bør foreligge som en database på EDB.
- Oplysninger om og tegninger af vejbelysningsskabe, herunder tavletegninger og indstillingsværdier af fotoceller, ure og lign.
- Projekttegninger fra etableringen opdateret "som udført" og med senere eventuelle ændringer i anlægget, som tegningen angår.





4. Litteraturliste

Lovgrundlag - www.retsinfo.dk

1. CIR nr. 152 af 12. oktober 1999 ("Cirkulære om vejbelysning")
2. CIR nr. 95 af 6. juli 1984

Vejregler udgivet af Vejdirektoratet/Vejreglerrådet

www.vejregler.dk eller www.vejsektoren.dk under fanen Love & regler/vejregler

3. Vejregel, Vejbelysningsregler, marts 1999
4. Vejregel, Vejbelysning - Håndbog for tekniske forhold, marts 1999
5. Vejregel, Vejbelysning - Håndbog for visuelle forhold, marts 1999
6. Vejregel, Eftergivelige master - Håndbog i anvendelse af eftergivelige master, marts 2008
7. Vejregel, Udstyr, Drift og vedligehold – (Håndbog for drift og vedligehold for vejudstyr), september 2008
8. Vejregel, Byernes trafikarealer - Hæfte 1, Forudsætninger for den geometriske udformning", oktober 2000

Udbudsforskrifter udgivet af Vejdirektoratet/Vejreglerrådet

www.vejsektoren.dk under fanen Love & regler/udbudsforskrifter eller henvisning fra www.vejregler.dk

9. Udbudsforskrifter, Veje, Varmblandet asfalt – Vejledning
 10. Udbudsforskrifter, Veje, Varmblandet asfalt – Almindelig arbejdsbeskrivelse AAB
 11. Udbudsforskrifter, Veje, Koldasfalt – Vejledning
 12. Udbudsforskrifter, Veje, Koldasfalt – Almindelig arbejdsbeskrivelse AAB
- Andre udbudsforskrifter vedr. eftergivelige master, armaturer, paradigmer for tilbudslister mv. er alle tilgængelige på ovennævnte hjemmesider.

Andre

13. VITO (Flemish institute for technological research) og medkon-sorter for EU Kommissionen (DG TREN): Preparatory Studies for Eco-design Requirements of EuPs - "Project Report Lot 9: Public street lighting", January 2007 (Studierapport vedr. Ecodesign for vejbelysning, 2007) Se www.eup4light.net, vælg download
14. Sikkerhedsstyrelsen og Elrådet: Anbefaling - Sikkerhedsmæssig kontrol af udendørs lysanlæg på offentlige steder af 27.01.1997 - med senere ændringer. Se www.sik.dk



Bilag 1 - Fælles europæiske belysningsklasser

Danish class name	EN 13201-2 class name	Luminance of the road surface of the carriageway for the dry and wet road surface condition				Disability glare	Lighting of surroundings
		– Dry conditions		Wet			
		L in cd/m ² [minimum maintained]	U ₀ [minimum]	U ₁ [minimum]	U ₀ [minimum]	TI in % [maximum]	Strips of 3,5 m: Lighting class
L1 **	MEW 1	2,0	0,4	0,6	0,15	6,1	E1
L3 **	MEW 2	1,5	0,4	0,6	0,15	6,5	E1
L5 **	MEW 3	1,0	0,4	0,6	0,15	6,8	E2
L2	MEW 1	2,0	0,4	0,3 *	0,15	6,1	E1
L4	MEW 2	1,5	0,4	0,3 *	0,15	6,5	E1
L6	MEW 3	1,0	0,4	0,3 *	0,15	6,8	E2
L7a	MEW 4	0,75	0,4	0,3 *	0,15	7,0	E2
L7b	MEW 5	0,5	0,4 *	0,3 *	0,15	7,0	E2

*) Danish selections are in **bold**
 **) The lighting classes L1, L3 and L5 applies for motorways.
 In lighting calculations is required **5 points crosswise per lane.**

Tabel 1 Danish lighting classes on roads for motorized traffic.

Danish class name	EN 13201-2 class name	Horizontal illuminance	
		\bar{E} in lx [minimum maintained]	U ₀ [minimum]
LE1	CE0	45 *	0,4
LE2	CE1	30	0,4
LE3	CE2	20	0,4
LE4	CE3	15	0,4
	CE4	10	0,4
LE5	CE5	7,0 * (7,5)	0,4

*) Danish selections are in **bold**

Tabel 2 Danish lighting classes on roads for motorized vehicles in conflict areas such as shopping streets, road intersections of some complexity, roundabouts, queuing areas etc.



		Hemispherical illuminance	
Danish class name	EN 13201-2 class name	\bar{E}_{hs} in lx [minimum maintained]	U_0 [minimum]
E1	A1	5,0	0,15
E2	A2/A3	2,5 *	0,15
E3	A4	1,5	0,15
	A5	1,0	0,15
E4	A6	performance not determined	performance not determined

*) Danish selections are in **bold**
On roads the requirement applies to the **whole area of carriage way, foot-, cycleways, grass strips etc.** and in lighting calculations on such roads is required **minimum 5 points crosswise**.

Tabel 3 Danish lighting classes on footways, cycleways, emergency lanes and other road areas lying separately or along the carriageway of a traffic route, and for residential roads, pedestrian streets, parking places, schoolyards etc.

Bilag 2 - Beregningsforudsætninger for omkostninger ved udskiftning

Beregningsforudsætninger for tabel 3, s. 59, for årlige udskiftningsomkostninger er vist i den følgende tabel:

Ta	4000	Årlige brændtid i timer
Ts	16000	Serieudskiftningsintervallet målt i brændtimer. Tilstræbes at være lig med den økonomiske levetid.
Tm	20000	Lyskildernes middellevetid i timer
As	150	Entreprenørens arbejds løn i kr. pr. lyskilde ved serieudskiftning
Ap	350	Entreprenørens arbejds løn i kr. pr. lyskilde ved punktudskiftning.
ps	0,2	Sandsynligheden for at lyskilden udbrænder og udskiftes inden serieudskiftningen.
f	0,2	Andelen af punktudskiftninger, hvor der ikke er nok genbrugslyskilder til rådighed.

Beregning af omkostninger ved lyskildeskift

Ved punktudskiftning alene er den gennemsnitlige årlige omkostning pr. lyskilde:

$$O_{ap} = \frac{T_a}{T_m} (L + A_p)$$

hvor

T_a er den årlige brændtid i timer

T_m er lyskildernes gennemsnitlige levetid i timer

L er lyskildens pris

A_p er (entreprenørens) arbejds løn pr. lyskilde ved punktudskiftning

Ved kombineret punktudskiftning og serieudskiftning er den gennemsnitlige årlige omkostning pr. lyskilde:

$$O_{as} = \frac{T_a}{T_s} \cdot ((L + A_s) + p_s \cdot (L + A_p))$$

hvor

T_s er serieudskiftningsintervallet målt i brændtimer. Tilstræbes at være lig med den økonomiske levetid.

A_s er (entreprenørens) arbejds løn pr. lyskilde ved serieudskiftning.

p_s er sandsynligheden for at lyskilden udbrænder inden serieudskiftningen. Denne kan aflæses på udfaldskurven fra fabrikanten for den pågældende lyskilde, men er typisk omkring 0,2.

Øvrige størrelser er som defineret ovenfor.

De lyskilder, der indsættes ved punktudskiftning inden serieudskiftningen, bør mærkes med dato. Disse kan efter serieudskiftningen genanvendes i omvendt datoorden til ny punktudskiftning af udbrændte lyskilder. Herved bliver den gennemsnitlige årlige omkostning pr. lyskilde:

$$O_{asg} = \frac{T_a}{T_s} \cdot ((L + A_s) + p_s \cdot (f \cdot L + A_p))$$

hvor

f er andelen af punktudskiftninger, hvor der ikke er nok genbrugs-lyskilder til rådighed, men der må bruges nye lyskilder. f vurderes at være ca. 0,2.

Øvrige størrelser er som defineret ovenfor.

Bilag 3 - Program for drift og vedligeholdelse

Arbejdsopgaverne med drift og vedligeholdelse af vejbelysning gennemgås mere detaljeret i det følgende.

Det kan anvendes som udgangspunkt for en arbejdsbeskrivelse i en vedligeholdelsesaftale mellem en kommune og en D&V-entreprenør eller et (service) selskab.

Der er tale om anbefalede metoder som sikrer en god kvalitet og funktion af belysningsanlæggene, og opfylder af anbefalinger fra Sikkerhedsstyrelsen og Elrådet, men er programsat til et rimeligt omkostningsniveau.

Drift og vedligeholdelse af vejbelysning omfatter følgende aktiviteter:

1. Almindeligt eftersyn,
2. Hovedeftersyn
3. Udvidet hovedeftersyn inkl. sikkerhedseftersyn
4. Serieudskiftning af lyskilder
5. Afhjælpning af fejl og mangler
6. Påvisning af kabler
7. Levering af materialer og reservedele
8. Deltagelse i ledningsmøder
9. Dokumentation

Som grundlag for D&V-arbejdet bør der foreligge:

- Registreringer af anlægs-, maste- og armaturtyper samt lyskildetyper.
- Oplysninger om og tegninger af vejbelysningsskabe, herunder tavletegninger og indstillingsværdier af fotoceller, ure og lign.
- Projekttegninger fra etableringen opdateret "som udført" og med senere eventuelle ændringer i anlægget, som tegningen angår.

1. Almindeligt eftersyn

Ved (almindeligt) eftersyn forstås gennemkørsel af anlæggene i lygtetændingstiden for registrering af udbrændte lyskilder og andre fejl og mangler, som kan konstateres fra en servicevogn.

På baggrund af registreringerne udføres efterfølgende afhjælpning.

Formålet med eftersynene er:

- At registrere om anlæggene fungerer korrekt
- At registrere allerede opståede fejl og mangler i forhold til det fastlagte kvalitetsniveau.

Eftersynet omfatter kontrol og registrering af fejl som:

- Udbrændte lyskilder
- Synlige fejl eller skader på armaturer, master, wire, ophæng og lignende som kan konstateres fra den langsomt kørende servicevogn. F.eks.:
 - Utætheder og indvendigt tilsmudsning af armaturer
 - Mekaniske skader
 - Armaturers opsætning/orientering
 - Øvrige synlige fejl og mangler på anlæggene.

Vejbelysningsanlæggene skal gennemkøres et passende antal gange om året.

For at tilgodese den bedst mulige service, tilpasses hyppigheden for gennemkørsel til:

- Brændtimeantallet pr. døgn over året.
- Vejens trafikmæssige betydning (hovedfærdsel, almindelig kommuneveje, villaveje)

2. Hovedeftersyn

Ved hovedeftersyn forstås en årlig gennemgang af anlæggene for registrering af fejl og mangler m.m. som kan konstateres fra jorden i dagslys.

Visse år vil der samtidigt med hovedeftersynet skulle serieudskiftes lyskilder.

I forbindelse med første hovedeftersyn skal udvalgte anlægsoplysninger kontrolleres og opdateres i anlægs- og registreringsdatabasen (Se afsnit 3.1 i håndbogen)

Formålet med hovedeftersynene er:

- At registrere om anlæggene fungerer korrekt
- At registrere allerede opståede fejl og mangler
- At foretage sikkerhedseftersyn jvf. anbefaling fra Sikkerhedsstyrelsen og Elrådet, se også afsnit 2.2.1 Love, regler og vejledninger for vejbelysning i håndbogen.
- At foretage aflæsning af elmålere.

Ved hvert hovedeftersyn udføres visuel kontrol af samtlige armaturer, master, wire- og armaturophæng mv. observeret fra jorden (uden brug af lift) i dagslys. Herudover visuel kontrol af den samlede installation inkl. skabe, kabelinstallationer m.v. Hovedeftersynet foretages uden adskillelse eller åbning af dæksler, skabe, armaturer mv.

Under hovedeftersynet skal samtlige armaturer indkobles manuelt således, at der kan kontrolleres for udbrændte lyskilder.

Eftersynet omfatter kontrol og registrering af fejl som:

- Udbrændte lyskilder
- Synlige fejl eller skader på armaturer, master, wire, ophæng og lignende som kan konstateres fra den langsomt kørende servicevogn. F.eks.:
 - Utætheder og indvendigt tilsmudsning af armaturer
 - Mekaniske skader
 - Armaturers opsætning/orientering.

Alvorlige fejl skal udbedres hurtigst muligt hhv. sikres mod, at der opstår farer.

Det år hvor der foretages udvidet hovedeftersyn, foretages der ikke almindeligt hovedeftersyn.

Afrapportering vedr. belysningsstyring

For hver aflæsning udarbejdes en samlet belysningsstyringsrapport indeholdende følgende oplysninger for hver aflæsning:

- Dato for aflæsning
- Aftagenummer
- Målerplacering
- Tilhørende målerområde/anlægsnummer
- Måleraflæsninger for tidligere perioder
- Måleraflæsninger for den aktuelle periode
- Bemærkning til den aktuelle periode med oplysning om analysens resultat:
 - Evt. forklaring på udsving i effektforbrug
 - I forbindelse med rutinemæssig eller ekstra justering af fotoceller noteres hvilke lux-værdi fotocellen er justeret fra og til.
 - Evt. behov for ekstra kontrol af ur for reduceret drift.

Kontrol og opdatering af informationer i database

I forbindelse med hovedeftersynet skal følgende oplysninger kontrolleres og opdateres i Registreringsdatabasen (se afsnit 3.1 i håndbogen) f.eks.:

- Tændskabsnr.
- Placering af tændskabe
- Placering af fotocelle
- Lyskildedata
- Armaturdata
- Div. datoer

Dokumentation

Som dokumentation for udførelsen af hovedeftersyn skal der udarbejdes en hovedeftersynsrapport.

Hovedeftersynsrapporten skal indeholde information om hvilke aktiviteter, der allerede er afhjulpet pga. sikkerhedsmæssig risiko samt hvilke der efterfølgende skal udføres.

3. Udvidet hovedeftersyn inkl. Sikkerhedseftersyn

Ved det udvidet hovedeftersyn forstås en visuel gennemgang af samtlige installationer i alle anlæg mindst hvert 6. år for registrering af fejl og mangler m.m. i dagslys.

Det udvidede hovedeftersyn indeholder serieudskiftninger af lyskilder (gruppeudskiftning).

Bemærk: Som udgangspunkt serieudskiftes lyskilder i delslukkede armaturer ikke.

Aflæsning af elmålere foregår også ved eftersynet.

Formålet med det udvidede hovedeftersynet er:

- At registrere om anlæggene fungerer korrekt
- At registrere allerede opståede fejl og mangler
- At foretage **udvidet** sikkerhedseftersyn jvf. anbefaling fra Sikkerhedsstyrelsen og Elrådet.
- At undgå fejl og nedbrud i anlægget, som kan medføre u hensigtsmæssige og farlige situationer eller unødige gene for trafikken.
- At holde anlæggets stand på et fastlagt niveau
- At opretholde de oprindelige dimensioneringsforudsætninger
- At undgå store uforudsete udgifter til anlægsudskiftninger
- At foretage aflæsning af elmålere.

Det udvidede hovedeftersynet består af:

- Visuel gennemgang af samtlige anlæg
- Udførsel af sikkerhedsmæssige check og kontrolmålinger baseret på stikprøvekontrol
- Serieudskiftning (gruppeudskiftning) af lyskilder i armaturer som ikke delslukkes inkl. rengøring af skærme/frontglas og reflektorer. For armaturer med lysstofrør udskiftes starteren ligeledes.
- Punktudskiftning af alle udbrændte lyskilder i delslukkede armaturer, med mindre det vælges at foretage en serieudskiftning af lyskilder i delslukkede armaturer.
- Rengøring og serieudskiftning af lyskilder i delslukkede armaturer efter behov.

- Fastgørelse af løse installationer.
- Udskiftning af defekte forkoblingsenheder inkl. spoler, startere, kondensatorer, klemrækker o.l. i armaturer.

Hvis der under det udvidede hovedeftersyn er defekte sikringsselementer, klemrækker og lignende i f.eks. master, eller vejbelysnings-skabe udskiftes disse samtidigt.

Øvrige fejl og mangler, såsom defekte reflektorer og wirer, som konstateres på baggrund af gennemgangen afhjælpes jvf. afsnit 7 Afhjælpning af fejl og mangler.

Når det udvidet hovedeftersyn er fuldført skal alle armaturer i anlægget være funktionsdygtige med mindre andet aftales med kommunen. (Eksempelvis hvis der er fejl og mangler der skal afhjælpes efter endt eftersyn). Dette skal kunne kontrolleres af kommunen den først kommende mandag efter afslutningen af eftersynet.

Tilstandsvurdering

På baggrund af den visuelle gennemgang skal der foretages en tilstandsvurdering af følgende forhold:

- De aktuelle reservedeles tilgængelighed
- Anlæggets behov for vedligehold
- Mastetilstand
- Strømforbrug
- Belysningsteknisk niveau
- Anlæggets alder
- Driftsform
- Økonomi

Udvidet sikkerhedseftersyn

Der foretages udvidet sikkerhedseftersyn, baseret på stikprøvekontrol, hvor armaturer og sikringsselementer åbnes i udvalgte armaturer og master.

Det er entreprenøren, der udvælger de pågældende armaturer og master efter følgende princip:

- Anlæg ældre end 10 år: Der foretages udvidet sikkerhedseftersyn på armaturer og master efter behov dog skal min. 5 % af alle armaturer og master i hvert anlæg efterses.

- Anlæg yngre end 10 år: Der foretages udvidet sikkerhedseftersyn på armaturer og master efter behov.

I anlæg med delslukkede armaturer skal halvdelen af de udvalgte armaturer vælges blandt de delslukkede.

De valgte armaturer og master skal være repræsentative for anlægget.

Et anlæg beskrives som en selvstændig mastegruppe i en logisk opdeling f.eks. i henhold til en registrering i Registreringsdatabasen (se afsnit 3.1 i håndbogen).

For at undgå at de samme armaturer og master udvælges i fremtidige stikprøvekontroller, skal der i eftersynsrapporten noteres, hvilke armaturer og master der har været foretaget udvidet sikkerhedseftersyn på.

Master

Alle dele af masten eller dele, som er fastgjort til masten, såsom lemme, kabler m.m., gennemgås for funktionsmæssige og æstetiske fejl.

Ved hvert udvidet hovedeftersyn gennemføres følgende for samtlige master:

- Masters og synlige befæstelsesdeles overflader og rustbeskyttelse inspiceres.
- Opstillingen af master kontrolleres. Skæve og løststående master rettes op og/eller fastgøres.
- De inspicerede masters tilstand noteres i eftersynsrapporten.

På stikprøvebasis foretages følgende:

- Klemme og sikringselementer samt lignende elektriske komponenter i eller på masten inspiceres og repareres eller udskiftes i nødvendigt omfang.
- Kabel og ledningsindføringer og klemmeforbindelser efterses for løse forbindelser.

Wireophæng

Styrewire og bærewire inkl. alle dele anvendt til fastgørelse af wirer til mast samt armaturophæng og kabler gennemgås for funktionsmæssige og æstetiske fejl.

Ved hvert udvidet hovedeftersyn gennemføres følgende:

- Alle kabel og ledningsfremføringer samt indføringer efterses og fastgøres efter behov.
- Løse bindsler/kabelbindere skal fastgøres på wire. Minimum hver 5. kabelbinder skal være rustfri. Ligeledes ved et kabels udgangspunktet eller afslutning. De øvrige må være vej- og UV-beständig.
- Styre- og bærewire inspiceres for flossede ender samt slidtage og tæring.
- Efterspænding foretages efter behov.
- Ophæng kontrolleres for slidtage og tæring.

Armaturer

Ved hvert udvidet hovedeftersyn gennemføres følgende:

- Armaturer hvor lyskilderne serieudskiftes: Skærme/frontglas og reflektorer rengøres.

Delslukkede armaturer: Skærme/frontglas og reflektorer rengøres efter behov. På baggrund af en besigtigelse kan det inden påbegyndelsen af det udvidede hovedeftersyn, om rengøring af de delsslukkede armaturer er nødvendig. Hvis de delsslukkede armaturer punktudskiftes rengøres skærme/frontglas og reflektorer samtidigt.

Rengøringen udføres efter armaturleverandørens anvisninger.

- Fastgørelse af armaturer og spejle kontrolleres, justeres og efterspændes efter behov.
- Pakninger kontrolleres.
Udskiftning af defekte forkoblingsenheder inkl. spoler, kondensatorer, startere, klemrækker o.l.

Fiberlys

Lysgiver: Parabolen aftørres med tør klud ved lyskildeskift.
Luftgitteret i ventilatoren renholdes.
Ventilatoren kontrolleres.

Fiberbundet: I forbindelse med lyskildeskift renses konnektor med fugtig klud. Konnektoren skal være tør inden tilkobling til lysgiver.

Ved direkte montage (uden armatur) renses fiberafslutning med en fugtig klud, hvis den er tilsmudset.

Sidelysende fiberkabler rengøres med fugtig klud.

Armaturo: Armaturo, glasdele og akrylafslutninger renses med en fugtig klud.

På stikprøvebasis foretages følgende:

- Alle mekaniske og elektriske dele i armaturerne gennemgås. Forkoblingsenheder o.l. udskiftes i nødvendigt omfang.
- Der foretages reparation af mekaniske fejl som umiddelbart kan repareres. De inspicerede armaturers tilstand noteres i eftersynsrapporten.

Lyskilder

Hvis der ikke er indgået aftale om at serieudskifte lyskilder i del-slukkede armaturer, skal udbrændte lyskilder heri punktudskiftes.

Alle nye lyskilder, der opsættes ved punktudskiftning, mærkes med dato.

Som udgangspunkt har nye lyskilder en økonomisk levetid på:

- min. 7.000 timer for kompaktlysstofrør 2 pin, konventionel forkobling
- min. 8.000 timer for metalhalogen-lyskilder.
- min. 9.500 timer for kompaktlysstofrør 4 pin, elektronisk drevne
- min. 10.000 timer for kviksølv-lyskilder
- min. 10.000 timer for lysstofrør ("Rapid start" type udendørs)
- min. 24.000 timer for højtryksnatrium-lyskilder ("PIA" type)
- min. 50.000 timer for AURA-lyskilder

Økonomisk levetid defineres som det tidspunkt, hvor produktet af udfaldskurven og lysstrømnedgangskurven for en given lyskilde er lig med 70% af den nominelle lysstrøm. Den økonomiske levetid fortæller derfor noget om den relative lysudsendelse fra belysningsanlæg med samme type lyskilder, hvoraf alle med tiden giver en forringet lysstrøm, og nogle helt ophører med at fungere.

Skabe

Skabe med elektrisk udstyr (vejbelysningskabe, målerskabe, styreskabe o.l.) rengøres indvendigt. Der udføres en oprydning og plan-
tebeskæring i terrænet omkring skabet, således at der er fri og uhin-
dret adgang til skabet og at der ikke er bevoksning i skabet.

Skabe og andet udstyr gennemgås for mekaniske og elektriske fejl og mangler, som udbedres iht. afsnit

Installationen gennemmåles jvf. anbefaling fra Sikkerhedsstyrelsen og Elrådet af 27.01.1997. Det anbefales, at der udføres isolationsmåling. Alternativt kan sumstrømsmåling eller fejlspændingsmåling foretages.

Styring og funktion

Anlæggets forsynings, styrings, og kontrolsystemer prøves, hvilket omfatter:

- Måling af forsyningsspændingen.
- Afprøvning af eventuelle transmitterede tænde/slukkesignaler udefra til anlægget.
- Afprøvning, justering og rengøring af eventuelle ure.
- Justering og rengøring af fotoceller med tilhørende udstyr.
- Afprøvning af eventuelle fejlmeldesystemer.

Overflader

I tilfælde af skader på overflader skal der foretages reparationer af disse efter leverandørernes anvisning.

Dokumentation

Som dokumentation for udførelsen af udvidet hovedeftersyn skal der udarbejde en udvidet hovedeftersynsrapport.

Rapporten kan indeholde følgende informationer:

- Antal komponenter, samt typer, som er skiftet som en del af det udvidet hovedeftersyn.
- Hvilke aktiviteter der er afhjulpet pga. sikkerhedsmæssig risiko, samt hvilke der efterfølgende skal udføres.
- Dokumentation for at alle vedligeholdspunkter er udført (Udfyldt og underskrevet kontrol/checkskema)
- Henvisning til udført eller igangværende afhjælpning.
- Oplysninger om serieudskiftninger

- Information om hvilke fejl og mangler der er observeret, herunder oversigt over udstyr tjenligt til udskiftning inden næste udvidet hovedeftersyn
- Oplysninger om hvilke armaturer og master der har været åbnet i forbindelse med stikprøvekontrol. Vejnavn, armatur- og mastetype samt evt. armatur- og mastenummer skal angives. Derudover skal placeringen af armaturer og master angives på et kort/tegning.

Anlæggets tilstandskarakter samt dato for eftersyn kan eventuelt opdateres i Registreringsdatabasen (se afsnit 3.1 i håndbogen).

Eventuelle affaldsmængder og materialeforbrug registreres til brug for miljøregistrering

4. Serieudskiftning af lyskilder

Ved serieudskiftning forstås at samtlige lyskilder, af en bestemt type med samme brændetid, udskiftes samtidigt. Serieudskiftningerne foretages altid under udvidet hovedeftersyn, hvor der i forvejen anvendes lift.

Formålet med serieudskiftning er:

- At samle lyskildeudskiftningerne indenfor et fast tidsrum.
- At opnå besparelse på udgifter til punktudskiftninger under afhjælpende vedligehold.
- At fastholde et acceptabelt belysningsniveau på de belyste arealer. (Visse lyskilder har lang levetid, men meget ringe lysudsendelse efter lang tid).
- At minimere trafikgenerne ifm. lyskildeudskiftning

Serieudskiftningen består i at udskifte samtlige lyskilder af den pågældende type til nye lyskilder samt for lysstofrørsarmaturer at skifte starteren.

Lyskilder i delslukkede armaturer serieudskiftes kun efter særlig aftale. Hvis der ikke er indgået aftale om at serieudskifte lyskilder i delslukkede armaturer, skal udbrændte lyskilder heri punktudskiftes.

5. Afhjælpning af fejl og mangler

Afhjælpningen af fejl og mangler har til formål at sikre, at vejbelyningsanlægget hurtigst muligt bringes i funktionsmæssig stand.

Fejl og mangler kan opdeles i:

- Påkørte belysningsmaster og -skabe, som udgør en sikkerhedsrisiko trafikalt såvel som elektrisk (berøringsfare af de elektriske dele).
- Kritisk område er ude af drift. Kritiske områder defineres under afsnit 5.2.
- Strækning længere end 200 meter er ude af drift.
- Punktudskiftning (Enkeltudskiftning) af udbrændte lyskilder, startere m.m.
- Fejl og mangler i belysningsstyringen, som har betydning for vej-belysningsanlæggets korrekte funktion.

Alvorlige fejl skal udbedres hurtigst muligt hhv. sikres mod, at der opstår farer.

Ligeledes kan der foretages punktudskiftninger hvis kriterierne for punktudskiftninger er overholdt, se afsnittet "Punktudskiftning og Punktudskiftningskriterier", s. 83.

Skader, der er påført anlægget af tredjemand, skal behandles i overensstemmelse med afsnittet "Dokumentation i forbindelse med DVC-arbejdet, s. 86.

Defekte sikringselementer, klemrækker og lignende i f.eks. master, eller tændskabe, som er placeret indenfor et udvidet hovedeftersyns trafikafspærring, udskiftes under eftersynet. Tidsforbruget i forbindelse med selve udskiftningen samt leveringsomkostninger faktureres særskilt som en afhjælpning af fejl og mangler.

Afhjælpningstider

Udrykningstiden afhænger af hvor kritisk fejlen er for trafikken eller sikkerheden i øvrigt.

Afhjælpningstiden for fejl kan f.eks. opdeles i fem forskellige udrykningstider som f.eks. de nedestående eller som angivet i Vejregel, Udstyr, Drift og Vedligehold - (Håndbog for drift og vedligehold for udstyr), september 2008.

Kategori	Udrykningstid
1	2 timer
2	Næste arbejdsdag
3	Inden én uge
4	Ved første lejlighed, eller inden næste eftersyn
5	Efter aftale med kommunen

Hvordan en fejl kategoriseres beskrives nærmere herunder:

1. Ved fejl eller udfald inden for kritiske områder samt større fejl og udfald, såsom strømafbrydelse, væltede master og skabe/tavler, spændingsberøringsfare m.v., hvor der er fare for trafikens afvikling, skal entreprenøren øjeblikkeligt, og maksimum to timer efter fejlens anmeldelse til vagtcentralen, påbegynde afhjælpning af uregelmæssigheden. Såfremt det ikke er muligt at afhjælpe fejlen, skal der etableres afspærring til sikring af trafikken. Afhjælpning skal derefter påbegyndes inden 24 timer.
2. Såfremt der konstateres uregelmæssigheder, der ikke umiddelbart er til fare for trafikken, skal afhjælpning heraf påbegyndes den efterfølgende arbejdsdag og færdiggøres kontinuerligt.
3. Øvrige funktionsmæssige fejl, såsom punkudskiftning af lyskilder og armaturer m.m., skal afhjælpes inden én uge efter registrering af fejlen.
4. Fejl og mangler af vedligeholdsmæssig karakter, der ikke har funktionsmæssig betydning, skal udbedres ved førstkommende lejlighed og senest inden næste eftersyn.
5. Ved fejl, hvor materialer ikke haves på lager, og hvor der er leveringstid udover én uge, skal kommunen kontaktes øjeblikkeligt, for at aftale hvilken form for afhjælpning, der skal igangsættes.

Bemærk: Afhjælpninger iht. kategori 2-5 skal så vidt muligt foretages inden for normal arbejdstid.

Punktudskiftning og punktudskiftningskriterier

Under en punktudskiftning skiftes også udbrændte lyskilder i delslukkede armaturer.

Anvendelse af lyskilder gemt i forbindelse med serieudskiftninger prioriteres frem for anvendelse af nye lyskilder.

Ved punktudskiftning af lyskilder rengøres skærm/frontglas og reflektorer.

Alle nye lyskilder, der opsættes ved punktudskiftning, mærkes med dato.

Hvis en af følgende kriterier er opfyldt, skal lyskilder punktudskiftes:

Anlæg kortere end 2 km:

Der skal punktudskiftes lyskilder inden for hele anlægget hvis de udbrændte lyskilder inden for anlægget udgør mere end 5 % af det som burde være tændt.

Anlæg længere end 2 km

Anlægget efterses i 2 km intervaller. Der skal punktudskiftes lyskilder inden for de 2 km hvis de udbrændte lyskilder inden for dette område udgør mere end 5 % af det som burde være tændt.

Enkeltmasthanlæg

Hvis der er mere end 3 armaturer på stribe, der ikke lyser på den pågældende vejdel i kørselsretningen. Dette inklusiv delslukkede armaturer under reduceret drift. Ved denne punktudskiftning udskiftes kun lyskilder, hvor der er 3 eller flere på stribe der ikke lyser. Udbrændte lyskilder blandt de delslukkede armaturer punktudskiftes også.

Længdekæde anlæg

Hvis der er mere end 6 armaturer på stribe, der ikke lyser på den pågældende vejdel i kørselsretningen. Dette inklusive delslukkede armaturer under reduceret drift. Ved denne punktudskiftning udskiftes kun lyskilder hvor der er 6 eller flere på stribe der ikke lyser.

Belyste portaltavler

Hvis en fjerdedel eller flere af lysrørene eller projektørerne ved en portaltavle er udbrændt foretages inden for en uge en efterfølgende udskiftning af alle lyskilder (også de ikke udbrændte) på den pågældende portal.

Fiberoptisk belysningsanlæg

Udbrændte lyskilder i fiberlysanlæg skal altid punktudskiftes.

Kritiske områder

I tilfælde hvor der forekommer udfald på kritiske områder skal der foretages lyskildeudskiftning på det pågældende sted, uanset der ikke er tale om en 5% overskridelse inden for det pågældende område.

Kritiske områder defineres som:

- Vejkryds (herunder belysningsmaster i kryds samt nærmest belysningsmast før kryds)
- Rundkørsler (som for kryds)
- Ved busstoppesteder
- Fodgængerfelter (herunder nærmeste belysningsmast før og efter fodgængerfelt samt torontoblink)
- Indefra belyste vejskilte (eksempelvis E17 fodgængerfelt)
- Særlige indfletningssituationer
- Ramper med lille kurveradius

6. Påvisning af kabler

I tilfælde af at Kommunen eller tredjemand skal udføre arbejder, der kan risikere at berøre vejbelysningens kabler, skal der i nødvendigt omfang foretages en påvisning af de pågældende kabler.

Påvisningen består i afsætning af kabeltraceen i det ønskede område. Afsætningen skal have den nøjagtighed, som det pågældende arbejde nødvendiggør.

Tredjemand kan dog pålægges at fastlægge kablernes nøjagtige placering ved frigravning i nødvendigt omfang. Frigravningen skal ske ved forsigtig håndgravning inden for de af entreprenøren anviste afstande. Hvis sådanne afstande ikke er anvist eller fastlagt med prøvehuller, skal tredjemand håndgrave nærmere end 1 m fra ledningens formodede placering.

Kabelplaceringer, som er vist på det ved kontraktindgåelse udleverede dokumentationsmateriale uden angivelse af mål, må kun betragtes som vejledende. Der må ikke måles på de udleverede kabelplaner. Hvis ikke belysningsanlæggets kabler er vist på de udleverede planer, skal entreprenøren opsøge kablerne på stedet.

Skader på kabler, som kan tilskrives mangelfuld afsætning, er alene entreprenørens ansvar. Derimod vil skader, der kan tilskrives fejlagtige mål på det udleverede planmateriale være kommunens ansvar.

Fejl på dokumentationsmaterialet angående kabelplaceringer, som konstateres i forbindelse med påvisning af kabler, skal straks noteres på planerne således at det undgås, at der anvises forkert næste gang.

7. Levering af materialer og reservedele

For at forebygge lange leveringstider skal der til stadighed være et mindre antal af de mest anvendte master på lager.

Med hensyn til reservedele skal der til stadighed sørges for at vedligeholde et reservedelslager til brug for udførelse af driftsaktiviteterne.

Materialer skal som hovedregel være af samme fabrikat, type, størrelse m.m., som det udstyr, det skal erstatte. Under de følgende angivne forudsætninger kan der dog anvendes alternative materialer, hvis det kan dokumenteres inden udførelsen, at de alternative materialer er af samme eller bedre kvalitet end de eksisterende. Desuden skal kommunen have al relevant dokumentation med henblik på opdatering af anlægsdokumentationen.

Bemærk: Såfremt det økonomisk, funktionsmæssigt eller æstetisk er særligt uhensigtsmæssigt skal eksisterende defekte armaturer, master og lignende ikke erstattes med tilsvarende. I disse tilfælde skal valg af armatur- og mastetyper m.v. aftales nærmere med tilsynet.

Der kan også stilles miljømæssige krav til D&V-entreprenøren:

- At, hvor det er muligt, anvende miljøvenligt brændstof til køretøjerne.
- At anvende rengøringsmidler som er godkendt af armaturleverandøren samt være biologisk nedbrydelige og må ikke indeholde organiske opløsningsmidler.
- At bortskaffe alle udskiftede kasserede materialer og at bortskaffelsen skal foretages miljømæssigt forsvarligt.

Ved indkøb af materialer skal Cirkulære om miljø- og energihensyn ved statslige indkøb - af 7. februar 1995 overholdes.

8. Deltagelse i ledningsmøder

D&V-entreprenøren skal i nødvendigt omfang deltage i ledningsmøder, i tilfælde hvor kommunen eller tredjemand har behov for afklaring af forhold i forbindelse med arbejder, der berører kommunens vejbelysningsanlæg.

9. Dokumentation

Opbevaring af dokumenter skal være indrettet således, at disse let kan genfindes og henføres til en bestemt tidsperiode og et bestemt geografisk område (f.eks. en vejstrækning).

Dokumentation består af dokumentation i forbindelse med driftsopgaven, anlægsdokumentation og miljødokumentation.

Dokumentation i forbindelse med D&V-arbejdet

D&V-entreprenøren bør i forbindelse med udførelse af entreprisen udføre følgende dokumentation:

- Eftersynsrapport (for alle eftersynsformer)
- Kontrolskema/checkskema for hvad der skal efterses.
- Rapportering ved afhjælpningsopgaver.
- Rapportering ved afhjælpning af skadevoldersager.
- Årsrapport
- Opdatering af anlægs- og registreringsdatabase.

Rapportering ved afhjælpning af skadevoldersager

D&V-entreprenøren vil ofte være den, som har (eller let kan få) bedst kendskab til skaden og navnlig dens omfang. Derfor er det fremmende for kommunens mulighed for at få en skade erstattet af en skadevolder eller dennes forsikringselskab, at skaden registreres med følgende oplysninger (såfremt der er kendskab til disse oplysninger):

- Navn og adresse på skadevolder
- Køretøjets registreringsnummer samt landekode
- Navn og adresse på skadevolders forsikringselskab sammen med oplysning om policenummer
- Beskrivelse af skaden og dens omfang.





SAMKOM-sekretariatet i
Vejdirektoratet
Niels Juels Gade 13
postboks 9018
1022 København K
www.samkom.dk