

STATENS VEJE BELYSNINGSPLAN

RAPPORT 397 - NOVEMBER 2011



BELYSNINGSPLAN
FOR STATENS VEJE
3. Udgave
Rapport 397 - 2011

FORFATTERE: John Kjærsgaard / ÅF - Hansen og Henneberg
DATO: November 2011
LAYOUT: Lene Christina Møller
Flemming Byg
FOTOS: Vejdirektoratet, m.fl.
OPLAG: 300 stk. (2. oplag)
TRYK: Vejdirektoratet, RES/ISV
ISBN (NET): 978-87-7060-296-9
ISBN: 978-87-7060-297-6
UDGIVER: Vejdirektoratet, 2011
COPYRIGHT: Vejdirektoratet, 2011

Eftertryk i uddrag er tilladt med kildeangivelse

FORORD

Mange vejbestyrelser har de seneste år haft fokus på ikke blot at skabe effektive vejbelysningsanlæg men også at skabe vejbelysningsanlæg, som giver et samlet ensartet helhedsindtryk og samtidig er i harmoni med de områder, som de opstilles i. Som følge heraf har flere og flere vejbestyrelser udarbejdet belysningsplaner, der beskriver konkrete retningslinier for udformning af vejbelysningsanlæg, herunder f.eks. valg af armaturer, lyskilder og master.

Vejdirektoratet har, som den største vejbestyrer i landet ansvaret for en stor del af den vejbelysning som findes på det danske vejnet, og tilmed den del af vejnettet som benyttes af flest trafikanter. Vejbelysningen på statens veje har derfor stor indflydelse på oplevelsen af det danske landskab og de enkelte bymiljøer, både for trafikanter og for folk der bor i umiddelbar nærhed af vejene.

En række retningslinier vedr. valg og udformning af vejbelysningsanlæg er fastlagt i vejbelysningsreglerne, men det har i praksis vist sig, at vejbelysningsanlæg stadig projekteres og udføres på meget forskellig vis rundt omkring i landet. I dag findes på statsvejene mange forskellige typer af belysningsanlæg med mange varianter af armaturer, lyskilder og master og med stor kvalitetsforskel. Denne uensartethed skyldes dels, at de eksisterende belysningsanlæg er anlagt over en periode på mere end 40 år, hvor der er sket en stor teknisk udvikling inden for primært armaturoptik, -design og lyskilder, og dels at der har været stillet varierende krav til belysningsanlæggenes ydeevne.

Udarbejdelse af belysningsplanen er direkte afstedkommet af ønsket om en mere ensartet vejbelysning på statens veje, både i udseende og kvalitet.

Belysningsplanen er udarbejdet af Vejdirektoratets driftsdivision i samarbejde med det rådgivende ingeniørfirma ÅF - Hansen & Henneberg. Arbejdsgruppen har bestået af

- John Kjærsgaard, Vejdirektoratet
- Allan Ruberg, ÅF - Hansen & Henneberg
- Peder Øbro, ÅF - Hansen & Henneberg
- Susan Appel, ÅF - Hansen & Henneberg

Endvidere har Kai Sørensen fra DELTA samt Peter Simonson, Mogens Sørensen, Poul Skovmark Jørgensen og Ulla Egebjerg fra Vejdirektoratet bidraget med granskning og kommentering af belysningsplanen.

I forbindelse med kommunesammenlægningen er der foretaget en opdatering af belysningsplanen således at denne omfatter de belysningsanlæg der er overdraget til Vejdirektoratet i forbindelse hermed.

Opdateringen er udarbejdet af

- John Kjærsgaard, Vejdirektoratet
- Allan Ruberg, ÅF - Hansen & Henneberg
- Thim Nørgaard Andersen - ÅF - Hansen & Henneberg
- Karina Mauritzen, ÅF - Hansen & Henneberg

Fotomateriale til belysningsplanen er leveret af Philips, Louis Poulsen, Alfred Priess, ÅF - Hansen & Henneberg, Fredsted Consult og Vejdirektoratet. Kortbilag er udarbejdet af Vejdirektoratet ved Michel Eram.

INDHOLD

1	SAMMENFATNING	7
2.	INDLEDNING	11
2.1	Baggrund og formål	11
2.2	Dispositionsplan	11
2.3	Effekt af vejbelysning	12
2.4	Dækningsområde	13
2.5	Arbejdsprocessen	15
2.6	Opbygning af belyningsplanen	15
3.	MÅLSÆTNINGER	17
3.1	Overordnede målsætninger	17
3.2	Målsætninger for de enkelte vejtyper	18
3.2.1	Motor- og motortrafikveje	19
3.2.2	Hovedlandeveje	24
3.2.3	Veje ført under bro eller igennem tunnel	29
3.2.4	Veje ført over bro	30
3.2.5	Gamle kommunale vejlysningsanlæg anlagt på tidligere amtsveje	30
3.2.6	Sideanlæg	31
3.2.7	Busholdepladser	32
3.2.8	Stier i tilknytning til statsvejene	33
3.2.9	Tavler	34
4.	REGLER, RETNINGSLINJER OG PRAKSIS	37
5.	EKSISTERENDE VEJBELYSNINGSANLÆG	49
5.1	Omfang af eksisterende vejbelysning	49
5.2	Belysningsanlæggenes alder	49
5.3	Vedligeholdsprincipper	51
5.4	Anlæggenes vedligeholdsmæssige tilstand	53
5.5	Overdragelse af eksisterende anlæg	54
6.	FREMTIDIGE VEJBELYSNINGSANLÆG	55
6.1	Generelt	55
6.2	Motorveje og motortrafikveje	56
6.2.1	Motor- og motortrafikveje i bymæssigt område	56
6.2.2	Motor- og motortrafikveje i åbent land	58
6.2.3	Udfletnings- og forbindelsesanlæg	60
6.2.4	Tilslutningsanlæg inkl. ramper	61
6.2.5	Kryds og rundkørsler på motortrafikveje	65
6.3	Hovedlandeveje	66

6.3.1	Hovedlandeveje i bymæssigt område	66
6.3.2	Hovedlandeveje i åbent land	69
6.3.3	Kryds	70
6.3.4	Rundkørsler på hovedlandeveje	73
6.3.5	Fodgængerfelter	79
6.4	Veje ført under bro eller igennem tunnel	80
6.5	Veje ført over bro	82
6.6	Sideanlæg	84
6.6.1	Serviceanlæg, InfoTerie og Rasteanlæg	84
6.6.2	Parker & Samkør pladser	86
6.6.3	Busterminaler	86
6.7	Busstoppesteder	87
6.8	Stier i tilknytning til statsvejene	88
6.8.1	Stitunneler	88
6.9	Belysning af tavler	89
6.9.1	Portaltavler	89
6.9.2	Øvrige tavler	92
7.	SUPPLERENDE BELYSNING	93
8.	LYSTEKNISK PROJEKTERING	99
8.1	Projekteringen	99
8.2	Overordnede krav til det samlede belysningsanlæg	101
8.3	Samspil mellem vejbelysning og det omgivende miljø	102
8.4	Samspil mellem vejbelysningsanlæg og beplantning	103
8.5	Overordnede krav til armaturer	103
8.6	Overordnede krav til lyskilder	105
8.7	Overordnede krav til master	107
8.8	Særlige krav til eftergivelige master og deres brug	108
8.9	Forsynings- og styringsprincipper	110
9.	PLAN FOR UDSKIFTNING OG NYANLÆG	113
9.1	Kriterier for etablering af belysningsanlæg	113
9.2	Udskiftning af eksisterende belysningsanlæg	114
11.	KORTBILAG	115
12.	LITTERATUROVERSIGT	125
APPENDIX: BELYSNINGSMATERIEL		127
Appendix-1	Master	128
Appendix-2	Armaturer	128
Appendix-3	Lyskilder	136
Appendix-4	Typiske kombinationer	137
Appendix-5	Bruttoliste over leverandører	143
INDEKS		145



1. SAMMENFATNING

Belysningsplan for statens veje fungerer dels som en orientering om de eksisterende vejbelysningsanlæg og dels som et værktøj for planlæggere, projekterende og udførende i forbindelse med etablering af nye vejbelysningsanlæg og renovering af de eksisterende.

Belysningsplanen dækker statens veje pr. 1. januar 2008. Med kommunalreformens ikrafttræden 1. januar 2007 blev statsvejnettet forøget med ca. 2.200 km tidligere amtsveje. Statsvejnettets samlede længde er pr. 1. januar 2008 opgjort til 3.817 km.

I alt er ca. 1600 belysningsanlæg omfattende i alt ca. 21.000 master dækket af belysningsplanen. Af de 1600 anlæg er ca. 950 større anlæg, som i alt omfatter ca. 19.000 master. Omtrent 15% af de større anlæg er mere end 30 år. Dette omfatter mange af belysningsanlæggene omkring København.

Belysningsplanen er udarbejdet som et supplement til og en tolkning af vejbelysningsreglerne og har til formål at sikre, at belysningsanlæg på statens veje udføres efter fælles retningslinier, således at de i fremtiden vil fremstå mere ensartet både i udseende og i forhold til lystekniske kvaliteter.

I belysningsplanen behandles belysningsanlæggene ud fra hvor de er placeret: På motor- og motortrafikveje, på hovedlandeveje, i underføringer og tunneler, på broer, på sideanlæg og busholdepladser samt på stier. Endvidere behandles belysning af tavler. For hver af disse typer af belysningsanlæg beskrives målsætninger og principielle anlægsudformninger.

Udover den egentlige vejbelysning gives anvisninger på forskellige former for supplerende belysning, der kan finde anvendelse på statsvejnettet, bl.a. særligt markeringslys på til- og frakørsler samt markering af rundkørslers midterø med optisk fiberlys.

Belysningsplanen indeholder dels en række overordnede krav til belysningsmateriel og dels en række oversigter over det belysningsmateriel – armaturer, lyskilder og master – som vurderes velegnet til anvendelse på statens veje, både til almen vejbelysning og til supplerende belysning. Kun i begrænset omfang specificeres konkret materielvalg, dette gælder f.eks. for de københavnske motorveje og for de større indfaldsveje til København.

Oversigterne over materiel fungerer som en forhåndsgodkendelse for det nævnte materiel til anvendelse de specificerede steder og i de typiske kombinationer som er nævnt. Oversigterne er et øjebliksbillede og vil med jævne mellemrum – f.eks. hvert 5. år – blive opdateret således at nyt materiel kan komme i betragtning. Der lægges vægt på at etablere smukke, enkle og funktionsdygtige belysningsanlæg, typisk ved kombinationer af master og armaturer, som har vist sig at give et passende samspil mellem funktion og æstetik.

Belysningsplan for statens veje fungerer dels som en orientering om de eksisterende vejbelysningsanlæg og dels som et værktøj for planlæggere, projekterende og udførende i forbindelse med etablering af nye vejbelysningsanlæg og renovering af de eksisterende.

Belysningsplanen dækker statens veje pr. 1. januar 2008. Med kommunalreformens ikrafttræden 1. januar 2007 blev statsvejnettet forøget med ca. 2.200 km tidligere amtsveje. Statsvejnettets samlede længde er pr. 1. januar 2008 opgjort til 3.817 km.

I alt er ca. 1600 belysningsanlæg omfattende i alt ca. 21.000 master dækket af belysningsplanen. Af de 1600 anlæg er ca. 950 større anlæg, som i alt omfatter ca. 19.000 master. Omtrent 15% af de større anlæg er mere end 30 år. Dette omfatter mange af belysningsanlæggene omkring København.

Belysningsplanen er udarbejdet som et supplement til og en tolkning af vejbelysningsreglerne og har til formål at sikre, at belysningsanlæg på statens veje udføres efter fælles retningslinier, således at de i fremtiden vil fremstå mere ensartet både i udseende og i forhold til lystekniske kvaliteter.

I belysningsplanen behandles belysningsanlæggene ud fra hvor de er placeret: På motor- og motortrafikveje, på hovedlandeveje, i underføringer og tunneler, på broer, på sideanlæg og busholdepladser samt på stier. Endvidere behandles belysning af tavler. For hver af disse typer af belysningsanlæg beskrives målsætninger og principielle anlægsudformninger.

1. SAMMENFATNING

Udover den egentlige vejbelysning gives anvisninger på forskellige former for supplerende belysning, der kan finde anvendelse på statsvejnettet, bl.a. særligt markeringslys på til- og frakørsler samt markering af rundkørslers midterø med optisk fiberlys.

Belysningsplanen indeholder dels en række overordnede krav til belysningsmateriel og dels en række oversigter over det belysningsmateriel – armaturer, lyskilder og master – som vurderes velegnet til anvendelse på statens veje, både til almen vejbelysning og til supplerende belysning. Kun i begrænset omfang specificeres konkret materielvalg, dette gælder f.eks. for de københavnske motorveje og for de større indfaldsveje til København.

Oversigterne over materiel fungerer som en forhåndsgodkendelse for det nævnte materiel til anvendelse de specificerede steder og i de typiske kombinationer som er nævnt. Oversigterne er et øjebliksbillede og vil med jævne mellemrum – f.eks. hvert 5. år - blive opdateret således at nyt materiel kan komme i betragtning. Der lægges vægt på at etablere smukke, enkle og funktionsdygtige belysningsanlæg, typisk ved kombinationer af master og armaturer, som har vist sig at give et passende samspil mellem funktion og æstetik.

Der opstilles en række nyformulerede kriterier for hvornår en strækning bør belyses.

- Trafikmængde, ÅDT > 50.000

- Fremkommelighedsproblemer
- Komplex vejforløb
- Dårlige oversigtsforhold
- Bynærhed
- Høj ulykkesfrekvens

Som udgangspunkt anbefales det, at behov for vejbelysning vurderes for alle vejstrækninger med en faktisk eller forventet årsdøgntrafik (ÅDT) på over 50.000.

Er et eller flere af de øvrige kriterier ligeledes tilstede, anbefales det at etablere vejbelysning.

Trafikmængden indgår således som en afgørende faktor for, om en vej bør belyses eller ej. Dette er nytænkning i forhold til tidligere dansk praksis, men i tråd med hvad der praktiseres i de øvrige nordiske lande og i andre europæiske lande. Vejbelysningen vil i høj grad medvirke til at nedbringe antallet af mørkeuheld på vejen og øge kørekomforten og i mindre grad medføre øget fremkommelighed. Jo større trafikmængde des større nytteværdi vil belysningsanlægget få.

I forbindelse med kommende projekter for såvel anlæg af nye veje som udbygning og renovering af eksisterende veje anbefales det generelt, at vejbelysning inddrages i VVM-undersøgelserne på lige fod med øvrige anlægselementer.







2. INDLEDNING

AFSNITTET GIVER BAGGRUNDSINFORMATION FOR LÆSNING OG FORSTÅELSE AF BELYSNINGSPLANEN. DER REDEGØRES BL.A. FOR HVORFOR OG HVORDAN BELYSNINGSPLANEN ER BLEVET TIL, HVILKE VEJE OG ANLÆGSTYPER DER ER OMFATTET AF BELYSNINGSPLANEN SAMT FOR VEJBELYSNINGENS DOKUMENTEREDE EFFEKT I FORHOLD TIL TRAFIKSIKKERHED OG FREMKOMMELIGHED.

2.1 BAGGRUND OG FORMÅL

De nuværende vejbelysningsanlæg på statens veje er anlagt over en periode på over 40 år og er projekteret ud fra forskellige intentioner, regelsæt, normer og praksis. Dette betyder at vejbelysningsanlæggene fremstår meget uensartede og er af varierende kvalitet. Mange af anlæggene er moderniseret efter de nye vejbelysningsregler, men er utidsvarende og tæt på at være udslidte.

Med dette som udgangspunkt, er nærværende belysningsplan udarbejdet. Belysningsplanen vil være gældende som supplement til vejbelysningsreglerne for alle fremtidige belysningsanlæg på statens veje.

Belysningsplanen skal sikre, at alle fremtidige belysningsanlæg, både ved nyanlæg og ved renoveringer, udformes ud fra fælles retningslinier. Belysningsplanen skal desuden sikre, at vurderingen af, hvor der skal etableres vejbelysning sker ud fra de samme kriterier alle steder i landet, og at disse kriterier fastlægges så de sikrer vejbelysning på alle vejstrækninger, hvor der trafikikkerhedsmæssigt eller af andre årsager er behov herfor. Modsat skal belysningsplanen også sikre, at der ikke sker unødigt belysning på strækninger, hvor der ikke iht. kriterierne er behov for belysning. Dette kan medføre, at visse af de eksisterende belysningsanlæg skal nedtages når de er udslidte uden at der etableres ny belysning. Sluttelig skal belysningsplanen give overblik over de eksisterende belysningsanlæg, herunder en indføring i baggrunden for hvorfor anlæggene ser ud som de gør.

Belysningsplanen udstikker med udgangspunkt i vejbelysningsreglerne de overordnede retningslinier for, hvordan belysningsanlæg skal udformes for de forskellige vej- og anlægstyper, jf. afsnit 2.4. I visse tilfælde stilles krav om anvendelse af specifikke armaturer og master, mens der i andre tilfælde primært stilles funktionskrav. For de forskellige vej- og anlægstyper opstilles principielle masteplaceringer, som skal bruges som udgangspunkt ved projektering af konkrete vejbelysningsanlæg.

Belysningsplanen er tænkt som et planlægningsværktøj til brug for projekterende, entreprenører og leverandører af belysningsmateriel samt for driftsansvarlige, planlæggere og beslutningstagere i Vejdirektoratet.

2.2 DISPOSITIONSPLAN

I vejbelysningsreglerne er beskrevet hvordan alle vejbestyrelser bør udarbejde en dispositionsplan for vejbelysningen inden for deres område. Dispositionsplanen skal give overblik over de eksisterende anlæg og fastlægge retningslinier for nyanlæg og ændring af eksisterende anlæg, herunder forholde sig til visuel udformning og økonomisk omfang.

Belysningsplanen dækker de fleste af de aspekter som foreslås medtaget i en dispositionsplan, herunder de ovenfor nævnte. I vejbelysningsreglerne foreslås dog en detaljeringsgrad som ikke er indarbejdet i belysningsplanen, bl.a. vedr. registrering af belysningsklasser for eksisterende anlæg og forslag til nye belysningsklasser.

Dette er et bevidst fravalg, da det vurderes både at ville være meget dyrt at foretage en sådan registrering og til dels vil være spildt arbejde, da forudsætninger for valg af belysningsklasser kan have ændret sig når først belysningsanlægget skal etableres. Registreringer på et sådant detaljeringsniveau bør først ske i forbindelse med en egentlig planlægning og projektering af vejbelysningsanlæg.

I Færdselssikkerhedskommissionens handlingsplan "Hver ulykke er én for meget" er de samfundsøkonomiske omkostningerne pr. politiregistreret personskade opgjort til i alt 1.532.000 kr. (2003) (inkl. materielskadeomkostninger men ekskl. velfærdstab).

2.3 EFFEKT AF VEJBELYSNING

Vejbelysningens hovedformål er at bidrage til trafiksikkerhed og fremkommelighed på vejene, hvorfor effekten af vejbelysningen primært måles ud fra disse parametre.

Der findes internationalt en række undersøgelser af vejbelysningens effekt på trafiksikkerhed og fremkommelighed, men desværre ingen entydige konklusioner, jf. nedenstående tabeller.

Forskellene i konklusioner primært i forhold til trafiksikkerhed kan skyldes, at det er svært at opstille generelle konklusioner for et samlet vejnet, da vejbelysning under

visse forhold kan have stor betydning, men ikke under alle. Forhold der øger vejbelysningens effekt er bl.a. stor trafikmængde og visuelt vanskelige forhold, som ofte kan lede til mørkeuheld.

I flere lande anvendes netop trafikmængden som et generelt kriterium for etablering af vejbelysning. Der ses f.eks. grænser for årsdøgntrafik (ÅDT) på 20.000 køretøjer for belysning af kryds og 40.000 køretøjer for belysning af en vejstrækning.

I Danmark er der gode erfaringer med at etablere vejbelysning på specifikke steder som led i sort plet arbejder samt at forlænge vejbelysningen på en strækning uden nødspor (hvilket bl.a. er gjort på Helsingørsmotorvejen). Begge typer tiltag er sket efter en konkret vurdering af lokale forhold.

For at vejbelysning kan være til væsentlig nytte, er det derfor vigtigt, at den retter sig mod de arealer, genstande mv., hvis synlighed har stor betydning. Dette er ikke nødvendigvis sikret ved blot en formel opfyldelse af Vejbelysningsreglernes kvalitetsparametre. Anlæggets udformning og belysningsfordeling skal også bygge på en konkret vurdering af de trafikale forhold og synsbetingelser.

Udover de direkte effekter på trafiksikkerhed og fremkommelighed har vejbelysningen også andre effekter der kan tages i betragtning.

- Vejbelysning vil som konsekvens af en effekt på uheld i mørke have en indirekte påvirkning af fremkommeligheden, da uheld og oprydning efter disse er en begrænsning for fremkommeligheden.
- På stærkt trafikerede veje kan det være nødvendigt at udføre vejarbejder om natten. I denne situation er vejbelysningen en fordel til fremme af sikkerhed, fremkommelighed og af arbejdets udførelse.
- Vejbelysning medfører en uomtvistelig stærk forbedring af den visuelle komfort.

Vejbelysningens negative sider er dens hermed forbundne udgifter, elforbrug, fjernvirkning og lysudsendelse uden for vejen.

2.4 DÆKNINGSOMRÅDE

Belysningsplanen dækker de af statens veje, der administreres af Vejdirektoratet og omfatter det overordnede vejnet som forbinder landsdelene og de større bykerner. Til disse hører i en vis udstrækning lokale forbindelser til, fra og imellem de overordnede veje samt tilgrænsende lokale anlæg, stier mv.

Statsvejnettet udgør det overordnede vejnet i Danmark. 45% af vejtrafikken afvikles på statsvejene, selvom disse kun udgør 5% af det samlede vejnet i Danmark.

Samtidig med udvidelsen af statsvejnettet i 2007 fik Vejdirektoratet en ny organisationsstruktur, med seks vejcentre placeret i Aalborg, Herning, Skanderborg, Middelfart, Næstved, og Fløng. Hovedkontoret ligger fortsat i København.

Vejcentrene varetager drift og vedligehold af bl.a. belysningsanlæggene på den del af statsvejnettet, som ligger i Vejcentrets geografiske område.

Der skelnes dels mellem veje i land- og byområder og dels mellem forskellige vejtyper og endelig behandles de trafikarealer og vejanlæg der behøver særlige former for belysning.

Følgende veje, trafikarealer og vejanlæg er omfattet af belysningsplanen:

1. Motorveje og motortrafikveje
 - i bymæssigt område
 - i åbent land
 - Udfletnings- og forbindelsesanlæg
 - Tilslutningsanlæg inkl. ramper
 - Kryds og rundkørsler på motortrafikveje
2. Hovedlandeveje
 - i bymæssigt område
 - i åbent land
 - Kryds
 - Rundkørsler
 - Fodgængerfelter
3. Veje og stier ført under bro eller igennem tunnel
4. Veje ført over bro
5. Sideanlæg
6. Busholdepladser
7. Stier i tilknytning til statsvejene
8. Tavler
 - portaltavler
 - øvrige tavler

Kildemateriale	Reference til vejbelysnings effekt vedr. uheld og fremkommelighed
CIE rapport nr. 93 Road Lighting as an Accident Counter-measure	13-75 % færre uheld totalt set
Trafiksikkerhethåndboken og Effektkatalog for trafikksikkerhetstiltak, Transportøkonomisk institutt, Norge	65 % færre uheld med dræbte 30 % færre uheld med personskeade 15 % færre uheld med materielskade 3 % større fremkommelighed (hastighed)
Safety of Motorway Lighting, Transportation Research Record No. 1758, Canada	15 % færre uheld med dræbte eller personskeade 40 % færre uheld med materielskade
Determining Impact of Road Lighting on Motorway Capacity, Transportation Research Record No. 1646	2,5 % større fremkommelighed (kapacitet) *
*) Forøgelsen virker stor i forhold til en forskel på 5% mellem dag og mørke, der er fundet i en tidligere undersøgelse	

2. INDLEDNING



Billede 2-1 Belysningsanlægget skal være i harmoni med omgivelserne både ved dag og nat.(E45 ved Aalborg).

2.5 ARBEJDSPROCESSEN

Belysningsplanen er blevet til med udgangspunkt i ÅF - Hansen & Hennebergs mangeårige erfaring inden for området samt firmaets specifikke kendskab til mange af Vejdirektoratets vejbelysningsanlæg.

Leverandører af belysningsmateriel er blevet orienteret om planarbejdet og de er blevet opfordret til at indsende data på egnet materiel. Kun leverandører med repræsentation i Danmark er blevet kontaktet.

Ud fra det modtagne materiale og ud fra kendskab til belysningsmateriel i øvrigt er der lavet en oversigt over egnet belysningsmateriel til statens veje. Det egnede materiel er udstyr som er afprøvet af Vejdirektoratet tidligere, eller udstyr der er foretaget tilfredsstillende lystekniske beregninger på.

Belysningsplanen er gransket af forskellige områder i Vejdirektoratet, bl.a. inden for områderne trafiksikkerhed og æstetik.

I arbejdet med opdatering af belysningsplanen i forbindelse med kommunesammenlægningen, har Vejdirektoratet afholdt seminarer om belysningsplanen i henholdsvis Skanderborg og København, hvor både leverandører, planlæggere, driftansvarlige m.fl. var inviteret til at deltage og bidrage med input til belysningsplanen. Da seminarerne var meget efterspurgt vil Vejdirektoratet overveje at afholde flere af disse.

Hvor det har været muligt, er input fra seminarerne inddraget i belysningsplanen.

2.6 OPBYGNING AF BELYSNINGSPLANEN

Afsnit 1 giver en kort sammenfatning af belysningsplanen.

Afsnit 2 er det indledende afsnit der orienterer om baggrunden for udarbejdelse af belysningsplanen og hvor formål og dækningsområde defineres. Arbejdsprocessen i forbindelse med udarbejdelse af planen beskrives kort.

Afsnit 3 angiver en række overordnede målsætninger for selve belysningen og for udformningen af belysningsanlæg. Desuden beskrives de specifikke formål med belysning, som er gældende for de enkelte vej- og anlægstyper.

Afsnit 4 gennemgår de Regler, retningslinjer og praksis, som har været gældende på vejbelysningsområdet siden før 1967 og frem til i dag. Gennemgangen beskriver dels regelsættet og dels den udformning af belysningsanlæg som reglerne resulterede i. Afsnittet giver et overblik over de forskellige typer af belysningsanlæg på vejnettet og en forklaring på hvorfor de ser ud som de gør. For de nuværende vejbelysningsregler oplistes forskelle i forhold til den gældende europæiske standard, ligesom gældende udbudsforskrifter som har indflydelse på vejbelysningen er nævnt.

Afsnit 5 går tættere på de eksisterende belysningsanlæg med konkret oplysning om, hvor der findes vejbelysning i dag og hvordan anlæggene fordeler sig aldersmæssigt. Desuden redegøres for anlæggenes generelle tilstand og vedligeholdelsesniveau.

Afsnit 6 angiver konkrete retningslinier for hvordan fremtidige belysningsanlæg skal udformes. Afsnittet er opdelt på de forskellige vej- og anlægstyper og er illustreret ved hjælp af principskitser som viser udstrækningen af belysningen, masteplaceringer mm.

Afsnit 7 beskriver forskellige former for supplerende belysning. Her er typisk tale om belysningsanlæg som går ud over hvad vejbelysningsreglerne foreskriver, men som bidrager med f.eks. øget trafiksikkerhed eller æstetisk værdi.

Afsnit 8 angiver konkrete retningslinier for lysteknisk projektering af belysningsanlæg. Disse retningslinier vedrører bl.a. valg af armatur-, lyskilde- og mastetyper samt forsynings- og styringsprincipper som typisk går på tværs af de enkelte vej- og anlægstyper beskrevet i afsnit 6. Desuden beskrives retningslinier i forhold til samspil mellem belysningsanlæg og det omgivende miljø.

Afsnit 9 anviser konkrete forslag til strækninger som bør belyses i fremtiden samt angiver generelle kriterier for etablering af belysning på en vejstrækning. Endvidere beskrives gældende prioriteringsfaktorer for hvornår eksisterende anlæg skal udskiftes eller renoveres.

Afsnit 10 indeholder kortbilag som viser udstrækningen af den eksisterende belysning samt forslag til strækninger som bør belyses i fremtiden. For den eksisterende belysning er kortene opdelt på vejcentre.

Afsnit 11 er en litteraturoversigt indeholdende relevante vejregler og udbudsforskrifter samt anden relevant litteratur inden for vejbelysningsområdet.

Appendix er en oversigt over belysningsmateriel som vurderes egnet til statens veje. Listen omfatter armaturer til belysning af motor- og motortrafikveje, armaturer til belysning af hovedlandeveje, armaturer til belysning af sideanlæg samt andet belysningsmateriel.

Indeks giver mulighed for opslag af nøgleord i belysningsplanen. Indekset henviser kun til de steder, hvor det pågældende ord er nærmere beskrevet – ikke til alle forekomster af ordet.

Læsevejledning

Afsnit 6, 7, 8 og 11 henvender sig direkte til projekterende og udførende af belysningsanlæg med konkrete retningslinier vedrørende projektering og udformning af belysningsanlæg samt valg af belysningsmateriel.

Øvrige afsnit indeholder baggrundsstof og er primært henvendt til driftsansvarlige og planlæggere men kan med fordel læses af alle, der ønsker at opnå en bredere forståelse inden for vejbelysningsområdet.

3. MÅLSÆTNINGER

AFSNITTET DEFINERER DE OVERORDNEDE MÅLSÆTNINGER FOR AT ETABLERE VEJBELYSNING OG OPSTILLER KONKRETE MÅLSÆTNINGER FOR DE OMFATTEDE VEJ- OG ANLÆGSTYPER.

3.1 OVERORDNEDE MÅLSÆTNINGER

Belysning på det overordnede vejnet etableres først og fremmest for at opretholde trafiksikkerhed, fremkommelighed og tryghed i mørke.

Etableringen af vejbelysning har imidlertid en række positive og negative følgevirkninger, som skal afbalanceres mod disse primære formål og mod hinanden. Dette udmøntes i udvidede målsætninger for en lang række forhold omkring vejbelysningen. En stor del af målsætningerne har været grundlag for Vejbelysningsreglerne siden 1979 og fremgår mere eller mindre direkte af de nuværende Vejbelysningsregler fra 1999.

Målsætninger for etablering af vejbelysning

- At forbedre trafiksikkerheden for alle trafikanter
- At sikre de bløde trafikanter
- At forbedre fremkommeligheden
- At mindske utrygheden for gående og lette trafikanter såvel som for de motoriserede trafikanter
- At give en komfortabel belysning såvel for de omkringboende som for trafikanterne
- At markere overgange mellem land- og byzoner
- At medvirke til genkendeligheden af strækninger og steder
- At bevare landskabelig ro i aften- og nattetimerne.

Målsætninger for udformningen af vejbelysningsanlæg

- At bidrage til indtrykket af vejens overordnede status som statsvej
- At begrænse belysningens og belysningsanlæggenes gener og negative visuelle virkning overfor omgivelserne
- At udnytte de økonomiske midler til vejbelysning optimalt
- At forbedre det visuelle indtryk langs belyste veje såvel om dagen som om natten og herunder medvirke til et harmonisk helhedsindtryk af de områder vejene løber igennem
- At begrænse energiforbruget til vejbelysning under hensyntagen til de øvrige forhold
- At holde belysningsanlæggene i velfungerende stand med så lave driftsomkostninger som muligt.

Målsætningerne udtrykker mange steder modsat rettede hensyn, som naturligvis må vægtes indbyrdes i den konkrete situation.

Målsætningerne gennemføres på belysningsområdet ved:

- At skabe tilstrækkeligt gode synsforhold i mørke til at trafikanterne, motoriserede såvel som cyklister og gående, kan overskue forløb af veje og fortove samt se genstande, forhindringer og andre trafikanter i passende afstand. Synsforholdene skal indrettes efter vejforholdene samt trafikens art og intensitet.
- At belyse steder og strækninger hvor det er velbegrundet af hensyn til trafik- og synsforholdene, samt at undlade belysning hvor det ikke er begrundet. Den primære sondring er, at kun veje i byområder belyses mens veje i åbent land kun belyses under særlige forhold. Vejbelysningsreglerne fastlægger i vid udstrækning, hvor belysning skal etableres og med hvilket belysningsniveau.
- At opnå bedst mulig nytteværdi af belysningen i forhold til trafiksikkerhed og fremkommelighed.
- At vælge anlægstyper og materiel hvor høj ydeevne, energieffektivitet, god komfort, minimale gener og god arkitektonisk fremtræden kombineres optimalt for den pågældende belysningsopgave.
- At koordinere master og armaturer med øvrige tekniske anlæg f.eks. fælles master for belysningsarmaturer og gadesignaler ved signalregulerede kryds.
- At belysningsanlæggets fremtræden afpasses både efter vejens/stiens type, anvendelse og størrelse samt efter omgivelsernes karakter og arkitektur.
- At koordinere belysningen med lokal tilgrænsende belysning.
- At synliggøre (dele af) omgivelserne med belysningen evt. i koordination med lokal belysning eller særligt markeringslys.
- At styre og regulere belysningen i forhold til solens op- og nedgang og døgnets timer.
- At forbedre grundlaget for driften af belysningsanlæggene.

Endvidere anbefales vejbelysning også som et virkemiddel i Vejdirektoratets handlingsplan for trafiksikkerhed, bl.a. i forbindelse med sort-plet analyser.

3. MÅLSÆTNINGER

Målsætning vedr. ejerskab, drift og vedligehold

Vejdirektoratet skal have fuld råderet over belysningsanlæggene på statens veje, således at

- De foran nævnte målsætninger kan gennemføres.
- Der gennem udlicitering og konkurrence kan opnås den teknisk og økonomisk mest optimale etablering, drift og vedligeholdelse.

Midlerne hertil er:

- Grænsedragning i forhold til lokale kommunale vejmyndigheder
- Overdragelse af belysningsanlæg og delanlæg på kommunale veje til de kommunale vejmyndigheder.
- Udfasning eller overtagelse af belysningsanlæg på statsveje, som ejes af andre f.eks. energiselskaber.



Billede 3-1 Eksempel på typisk bymotorvej med belysningsanlæg. (Motorring 3 ved København)

3.2 MÅLSÆTNINGER FOR DE ENKELTE VEJTYPER

I dette afsnit omtales de særlige mål med og begrundelser for vejbelysning på de enkelte vejtyper og vejanlæg.

I henhold til lovgivningen er der kun to ufravigelige krav om vejbelysning, nemlig

- At signalregulerede kryds skal belyses
- At fodgængerfelter skal belyses enten ved den almindelige vejbelysning eller ved en separat belysning af fodgængerfeltet.

Derudover giver Vejbelysningsreglerne en række anvisninger vedr. vejbelysning som skal følges på statens veje, ligesom Vejdirektoratet kan vælge at tilføje ekstra krav, som går udover Vejbelysningsreglerne.

Det overordnede vejnet er kendetegnet ved, at den motoriserede trafik afvikles med en relativt høj hastighed og på visse tider af døgnet med høj intensitet. I vinterhalvåret forekommer den høje intensitet i mørke. Belysningen på det overordnede vejnet skal leve op til de relativt høje krav der følger heraf. Kravene er primært fastlagt ud fra hensyn til trafiksikkerhed og fremkommelighed.

3.2.1 MOTOR- OG MOTORTRAFIKVEJE

- i bymæssigt område

Motorveje og motortrafikveje i og ved de større byer fører foruden gennemgående trafik også lokal trafik og indgår dermed i det lokale vejnet.

Trafiksituationen kompliceres af korte afstande mellem til- og frakørsler. Der kan desuden være betydelig belysning i omgivelserne langs vejen.

Belysningen skal svare til motorvejens eller motortrafikvejens høje status og give gode synsforhold for den relativt komplicerede og hurtige trafikafvikling.

Denne type veje skal altid være belyst.

- i åbent land

Den generelle målsætning om bevarelse af landskabelig ro i nattetimerne vægtes højt således at belysning normalt undlades på disse veje. Omvendt kan der findes strækninger i åbent land hvor sikkerhedsmæssige, tryghedsmæssige eller andre forhold kan begrunde belysning. Belysning skal i så fald etableres med minimal påvirkning af omgivelserne og med mulighed for at slukke eller dæmpe belysningen i trafiksvage perioder.

Strækninger med meget store trafikmængder (ÅDT på over 50.000) bør i kombination med en eller flere af følgende forhold altid være belyste:

- Fremkommelighedsproblemer
- Kompliceret vejforløb
- Dårlige oversigtsforhold
- Bynærhed
- Høj mørkeandel af ulykker

Konkrete forslag til steder hvor motorveje i åbent land i fremtiden bør belyses findes i afsnit 9.



3. MÅLSÆTNINGER

UDFLETNINGS- OG FORBINDELSESANLÆG (MOTORVEJSKRYDS)

Udfletnings- og forbindelsesanlæg indrettes uden krydsninger mellem trafikretninger. Der foregår kun ud- og sammenfletninger af trafik. Det er vigtigt at kunne se kørebaneafmærkningen klart således at vognbanernes forløb og antal er tydeligt på god afstand fremad i køreretningen.

I almindelighed er det i udfletnings- og forbindelsesanlæg at fremkommeligheden er dårligst og der sker flest uheld.

I mørke, og navnlig når kørebanen samtidigt er våd, er synsforholdene forringet, hvilket gør det vanskeligt for bilisterne at opretholde både hastighed og sikkerhed i de komplicerede kørebaneafmærkninger. Derfor er det også i udfletnings- og forbindelsesanlæg at fremkommeligheden forbedres mest ved belysning.

Herudover har belysningen en stor nytte ved vejarbejde, som ofte netop disse steder må udføres om natten, hvor trafikintensiteten er lav, for at minimere risikoen for ulykker i forbindelse med afspærring af kørebaner.

På belyste motorveje eller motortrafikveje, f.eks. i byområder hæves belysningsniveauet med ét klassetrin i ud- og sammenfletningsområderne, hvor der er mange kørespor og hvor antallet af kørespor ændres.

Ved ubelyste motor- og motortrafikvejsstrækninger f.eks. i åbent land har udfletnings- og forbindelsesanlæggene hidtil som regel været ubelyste. Med den stigende trafikmængde og de deraf følgende problemer med trafiksikkerhed og fremkommelighed er belysning imidlertid blevet aktuel. Stærkt trafikerede eller komplicerede udfletnings- og forbindelsesanlæg på en i øvrigt ubelyst motorvej eller motortrafikvej bør normalt belyses for at nedsætte antallet af trafikuheld og øge fremkommeligheden.

Ved mindre komplicerede anlæg med store trafikmængder bør muligheden for belysning i myldretider og i forbindelse med vejarbejder i nattetimerne overvejes. Jf. afsnit 9 foreslås samtlige motorvejskryds belyst i fremtiden.

TILSLUTNINGSANLÆG INKL. RAMPER

Ramperne som leder trafikken til og fra motorvejen eller motortrafikvejen belyses som udgangspunkt kun når motorvejen eller motortrafikvejen belyses, og i så fald vil den lokale vej som rampen støder op til som regel også være belyst.

Ved ubelyste motorveje og motortrafikveje, hvor til- og frakørsler ligger tæt op ad hinanden på den lokale vej, kan der etableres belysning på en del af tilkørselsrampen som ledelys, hvilket antages at mindske risikoen for, at trafikanter ved en fejl kører ind på frakørselsrampen i stedet for tilkørselsrampen; de såkaldte "spøgelsesbilister".



Billede 3-2 Kompliceret udfletningsanlæg med mange indtryk langs vejen og mange informationer til trafikanten (Kridtsvinget ved Limfjordstunnelen).



Billede 3-3 Tætliggende til- og frakørselsramper. (Helsingørmotorvej ved Hørsholm Kongevej)



Billede 3-4 Belysning af kryds på en i øvrigt ubelyst motortrafikvej. Belysningsanlægget medvirker til at gøre trafikanten opmærksom på krydset både i mørke og dagslys. (Skovvejen ved Vipperød)

KRYDS OG RUNDKØRSLER PÅ MOTORTRAFIKVEJE

På motortrafikveje er det særligt vigtigt at kryds og rundkørsler erkendes på tilstrækkelig afstand.

Signalregulerede kryds belyses altid. Dette er et lovkrav i henhold til Cirkulære om vejbelysning, CIR nr. 152 af 12/10/1999. Belysningen er en hjælp til afstandsbedømmelsen og til at erkende vognbaner, stoplinier og krydsets indretning.

Prioriterede kryds (dvs. uden signalregulering) på motortrafikveje i åbent land bør belyses, når der er konstateret mørkerelaterede uheld eller behov for at skabe opmærksomhed og bedre synsforhold. I prioriterede kryds, kan der være forhøjet uheldsrisiko f.eks. hvor den krydsende trafikant fejlbedømmer den ligeudkørendes hastighed.

Ved belysning af krydset kan den ligeudkørende i tide blive opmærksom på krydset og afpasse sin hastighed. Belysningsanlæg er således en god hjælp til at krydset opdages på tilstrækkelig afstand og belysningen forøger i væsentlig grad synligheden af andre trafikanter, samt af vognbane-markeringer heller mv.

Når man etablerer vejbelysning i et prioriteret kryds bør man være opmærksom på behovet for også at belyse eventuelle nærliggende kryds af tilsvarende karakter.

Rundkørsler er generelt sikkerhedsfremmende i forhold til kryds ved at nedsætte antallet og især alvorligheden af kollisioner. Rundkørsler tenderer dog til at give flere eneuheld i mørke og ved lav trafikintensitet, hvilket kan forklares med at trafikanten altid er nødt til at reagere på rundkørslen, nedsætte hastigheden og svinge igennem den, uanset om der er andre trafikanter.

Tilsvarende mangel på reaktion fører sjældent til uheld i et kryds uden at der er andre trafikanter.

Alle rundkørsler såvel i åbent land som i byer skal derfor indrettes med belysning som dels giver synlighed af rundkørslen på passende lang afstand, dels sikrer erkendelse af trafikantens egen hastighed og dels giver gode synsbetingelser i rundkørslen og dens til- og frafarter.

For både kryds og rundkørsler gælder, at nærliggende busstoppesteder skal indpasses i belysningen, jf. afsnit 3.2.6.



Billede 3-5 Belyst rundkørsel på motortrafikvej. Belysningsanlægget øger trafikantens opmærksomhed og mindsker risikoen for at rundkørslen "overses". (Frederikssundsvej/Udlejrevej i Ølstykke)

3. MÅLSÆTNINGER

3.2.2 HOVEDLANDEVEJE

Til hovedlandeveje hører i nærværende sammenhæng de statsveje (for motoriseret trafik) som ikke er motorveje eller motortrafikveje. Det er altså de statsveje som også fungerer som lokale samfærdselsveje, hvor der er adgang for fodgængere, cyklister og knallerter.

- i bymæssigt område

Hovedlandeveje i bymæssige områder omfatter meget forskelligartede veje fra landeveje gennem mindre byer til storbyernes ind- og udfaldsveje. Alle typer veje skal belyses, jf. Vejbelysningsreglerne.

For hovedlandeveje i bymæssige områder er der flere begrundelser for belysning og samtidig en flerhed af målsætninger.

Der er bl.a. mange bløde trafikanter (sammenlignet med veje i åbent land), krydsende trafik og parkering ved vejsiden som gør trafiksituationen kompliceret. Herudover er der meget lys i omgivelserne og endelig har man behov for at kunne orientere sig og genkende steder for at kunne finde vej.

En forholdsvis høj belysning af kørebanen skal give god synlighed på kørebanen og modvirker at lys i omgivelserne blænder eller virker distraherende eller generende. En vis belysning af de nærmeste omgivelser skal give synlighed af trafikanter som nærmer sig kørebanen, hjælpe orienteringen og genkendeligheden og endelig give belysning for de bløde trafikanter færdsel.



Billede 3-6 Flere af de store indfaldsveje til København forløber både i bymæssigt og landligt miljø. (Ballerup Byvej)



Billede 3-7 På hovedlandeveje i tæt bymæssig bebyggelse er der brug for et højt belysningsniveau som modvægt til den megen belysning langs vejsiden.
(Dr. Boulevard i Herning, én af landets mest trafikerede hovedveje)

- i åbent land

Den generelle målsætning om bevarelse af landskabelig ro i nattetimerne vægtes højt således at belysning normalt undlades på disse veje.

Omvendt kan der findes strækninger i åbent land hvor sikkerhedsmæssige, tryghedsmæssige eller andre forhold kan begrunde belysning.

Belysning skal i så fald etableres med minimal påvirkning af omgivelserne.

Særlige forhold som kan medføre belysning af hovedlandeveje i åbent land kan være:

- Et højt antal uheld i mørke
- Fremkommelighedsproblemer i mørke
- Færdsel af et vist antal bløde trafikanter på eller nær kørebanen i mørk
- En strækning med eventuelle kryds i åbent land mellem belyste byområder der er så forholdsvis kort at belysningen bør fortsættes ubrudt
- En strækning mellem signalregulerede kryds eller rundkørsler der er så kort at belysningen bør fortsættes ubrudt.

3. MÅLSÆTNINGER

KRYDS PÅ HOVEDLANDEVEJE

Signalregulerede kryds belyses altid uanset om det er i åbent land eller bymæssigt område. Dette er et lovkrav i henhold til Cirkulære om vejbelysning, CIR nr. 152 af 12/10/1999. Belysningen er en hjælp til afstandsbedømmelsen og til at erkende vognbaner, stoplinier og krydsets indretning.

I åbent land med prioriterede kryds (dvs. uden signalregulering) er der normalt ikke behov for belysning. Der kan dog være forhøjet uheldsrisiko f.eks. hvor den krydsende trafikant fejlbedømmer den ligeudkørendes hastighed.

Ved belysning af krydset kan den ligeudkørende i tide blive opmærksom på krydset og afpasse sin hastighed. Når man etablerer vejbelysning i et prioriteret kryds bør man være opmærksom på behovet for også at belyse eventuelle nærliggende kryds af tilsvarende karakter.

En kompliceret indretning af et kryds med svingbaner, heller o.l. på en ubelyst vej kan føre til forhøjet risiko for fejlkørsel. Belysning af krydset kan hjælpe på orienteringen og erkendelsen af krydsets indretning, så risikoen for fejlkørsler mindskes.

På belyste hovedlandeveje med almindelige kryds hvor en lokalvej støder til eller krydser en hovedlandevej, har trafikken på lokalvejen vigepligt og der er normalt ikke behov for anden belysning end den som findes på hovedlandevejstrækningen.

Kryds af en vis størrelse og kompleksitet på belyste hovedlandeveje kræver særlig belysning, jf. Vejbelysningsreglerne. Det gælder f.eks. hvor kryds er indrettet med svingbaner og et udvidet vejprofil. Belysningen skal give gode synsbetinger og overblik over et bredere felt med kørebaneafmærkning mv. end det som findes på vejstrækningen.

Busstoppesteder i nærheden af kryds og rundkørsler skal indpasses i belysningen, jf. afsnit 3.2.6.



Billede 3-8 Signalregulerede kryds belyses altid. (Hørsholm Kongevej ved Helsingørmotorvejen)



Billede 3-9 Rundkørsler på statens veje belyses altid. (Hørsholm Kongevej ved Helsingørmotorvejen)

RUNDKØRSLER PÅ HOVEDLANDEVEJE

Rundkørsler er generelt sikkerhedsfremmende i forhold til kryds ved at nedsætte antallet og især alvorligheden af kollisioner. Rundkørsler tenderer dog til at give flere eneuheld i mørke og lav trafikintensitet, hvilket kan forklares med, at trafikanten altid er nødt til at reagere på rundkørslen uanset om der er andre trafikanter, nedsætte hastigheden og svinge igennem den. Tilsvarende mangel på reaktion fører sjældent til uheld i et kryds uden at der er andre trafikanter.

Alle rundkørsler såvel i åbent land som i byer skal derfor, iht. Vejbelyningsreglerne indrettes med belysning som dels giver synlighed af rundkørslen på passende lang afstand og dels giver gode synsbetingelser i rundkørslen og dens til- og frafarter.

Rundkørsler udformes forskelligt efter behovet. Specielt er der forskellige måder at føre cykelstier igennem eller forbi rundkørsler.

Belysningen skal medvirke til at sikre cyklister og gåendes sikkerhed og tryghed. Belysningen udstrækkes til de steder, hvor cyklister eller gående føres over kørebanen uanset om det sker i selve rundkørslen eller det sker i til-/frafarterne. Hvis cyklisterne føres fra cykelsti ud på kørebanen i en vis afstand fra rundkørslen, så skal også disse steder belyses. Busstoppesteder i nærheden af rundkørslen skal indpasses i belysningen, jf. afsnit 3.2.7.

Rundkørsler udføres visuelt forskellige så de virker individuelt genkendelige. Dette søges understøttet ved belysningen som dels kan udformes individuelt, og dels kan suppleres med særligt markeringslys og med belysning af skulpturer, konstruktionsdele o.l., hvilket samtidig forøger synligheden set på afstand. Dette er nærmere beskrevet i afsnit 7.

3. MÅLSÆTNINGER

Fodgængerfelter på hovedlandeveje

Fodgængerfelter belyses altid enten ved vejbelysningen på stedet eller ved separat belysning.

Dette er et lovkrav i henhold til Cirkulære om vejbelysning, CIR nr. 152 af 12/10/1999.

Vejbelysningsreglerne anviser i hvilke tilfælde særskilt belysning er nødvendig i henhold til belysningsklasse F2 eller F1. Disse tilfælde kan i korthed sammenfattes til følgende beliggenheder:

- På ubelyste veje
- På frie strækninger (selv om der er vejbelysning)
- På belyste veje med lav belysningsstyrke dvs. E2 eller mindre
- På den højt prioriterede vej ved prioriterede kryds (men ikke nødvendigvis på den lavt prioriterede vej)
- Fodgængerfelter med anden kritisk beliggenhed (f.eks. dårlige oversigtsforhold, generende lys fra omgivelser) Særskilt belyste fodgængerfelter forekommer typisk hvor hovedlandeveje går gennem mindre byer. 3.2.3





3.2.3 VEJE FØRT UNDER BRO ELLER IGENNEM TUNNEL

Om underføringer skal belyses dels om dagen og dels om natten afhænger primært af underføringens udstrækning men også af underføringens geometri og af vejbaneforløbet både horisontalt og vertikalt. En kort underføring giver en kort "afbrydelse" i belysningen fra vejens belysningsanlæg. En sådan kort "afbrydelse" hvor vejen er mørk anses ikke for at forringe trafikikkerheden, hvis personer og genstande foran og i underføringen kan ses på baggrund af den bagved liggende belyste kørebane."Der skelnes mellem 4 typer af underføringer (tunneler):

Type 1: Underføringer der er så korte at de hverken behøver at være belyst om dagen eller om natten. Typisk 20-25 m.

Ligger underføringen på en belyst vej, vil den normalt kunne belyses af vejens normale belysningsanlæg.

Type 2: Underføringer der er så lange at de behøver belysning om natten, hvis den pågældende strækning i øvrigt er belyst, men så korte at de ikke behøver at være belyst om dagen. Typisk 20 – 60+ m.

Korte underføringer kan nøjes med belysning ved nødsporet så eventuelt holdende trafikanter under broen kan ses.

Længere underføringer belyses i hele kørebansens bredde, til samme eller en belysningsklasse over niveauet for den øvrige vejstrækning.

Type 3: Underføringer eller tunneler der er så lange at de behøver en særlig belysning om dagen, men så korte at de ikke behøver være belyst i hele underføringens længde.

Typisk 60 – 120 m.

Belysning om dagen kan indskrænkes til en zone i midten af underførselen. En sådan lys kørebanezone giver sammen med den dagslysbelyste udkørsel tilstrækkelig baggrund for at opdage genstande og personer som måtte befinde sig i underførslen (tunnelen).

Om natten er der behov for fuld belysning til samme niveau eller en klasse over niveauet for den øvrige vejbelysning.

Type 4: Underføringer eller tunneler der er så lange at de behøver fuld belysning i hele underføringens længde både om natten og om dagen. Typisk > 80 m.

Der er særlige retningslinier for belysningen som navnlig omhandler belysningen om dagen. (NVF Rapport nr. 4/1995 Belysning af vej-tunneler). underføringer med en væsentlig



Billede 3-12 Længere tunnel med eget belysningsanlæg (Limfjordstunnelen).

færdsel af cyklende og gående bør der lægges vægt på disse behov for orientering og tryghed.

3.2.4 VEJE FØRT OVER BRO

På broer belyses vejen på samme måde som vejen i øvrigt og med de samme krav til belysningens niveau eller fordeling, men master og armaturer må ofte monteres anderledes, f.eks. på brokanten for at sikre at belysningsanlægget indgår i en harmonisk visuel helhed med bygværket f.eks. med symmetri og overens placering i forhold til piller, landfæster, rækværker mm.

Dette kan f.eks. medføre at master på og ved broen skal stå med en anden afstand end på resten af vejen.

Større broer som er hævet højt over land eller vand skal belyses uanset om vejen i øvrigt er belyst, hvis der er adgang for bløde trafikanter for at skabe orientering og tryghed. De fleste trafikvejsbroer over farvande er således belyste. Tilhørende rampestrækninger bør også belyses, hvis skrænter til siderne er høje og stejle og tæt på fortov, cykelsti eller kørebane.

3.2.5 GAMLE KOMMUNALE VEJLYSNINGSANLÆG ANLAGT PÅ TIDLIGERE AMTSVEJE

Efter kommunalreformen er ca. 20% af de tidligere amtsveje overgået til Vejdirektoratet. Hvor der er etableret belysningsanlæg på disse veje, har anlæggene varierende alder, afhængig af de tidligere amters mulighed for at afse midler til at opdatere belysningsanlæggene. Belysningen overholder derfor ikke nødvendigvis de gældende regler for vejbelysning. Der kan være en energibesparelse samt en sikkerhedsmæssig opgradering forbundet med en udskiftning af nogle af anlæggene. I visse tilfælde kan en udskiftning tillige føre til en forskønnelse af belysningsanlægget, hvilket også vil medvirke til at skabe en arkitektonisk sammenhæng på belysningsanlæggene på statens veje.



Billede 3-14 Rastepladser ligger ofte afsides og belysning kan øge trygheden og komforten for pladsens brugere. (Himmerland rasteplads langs E45).

3.2.6 SIDEANLÆG

Sideanlæg omfatter Serviceanlæg, Info Terie, Rasteanlæg, Parker & Samkør pladser, Busterminaler og mindre pladser.

Serviceanlæg og Info Terie findes langs motorveje og har forskelligt udstyr fra tankanlæg og minimarked til cafeteria og/eller kiosk. Fælles er, at de indeholder et rasteanlæg med picnicarealer og P-pladser. Rasteanlæg kan være udstyret med toiletter og i visse tilfælde også med handi-captotiletter. Rasteanlæg findes såvel langs motorveje som langs andre veje.

Normalt belyses sideanlæg kun når de har en vis størrelse og et vist udstyr, der som minimum er toiletfaciliteter. Større sideanlæg ligger som regel i åbent land.

Belysning på sideanlæg har 4 formål:

- At give overblik over sideanlæggets udstrækning og indretning
- At give belysning til almindelig færdsel
- At give tryghed. Navnlig chaufførers tryghed i forhold til kriminalitet skal forbedres i fremtiden.
- At give mulighed for "service" dvs. lys til at man kan ordne mindre problemer ved køretøj, bagage eller lignende samt betjene tømmeanlæg.

Hvis der på bestemte mindre rastepladser, Parker & Samkør pladser eller holdepladser foregår kriminalitet eller truende adfærd i ly af mørket kan dette evt. afhjælpes med belysning.

Belysning til orientering kan være relativt svag, mens belysning til nedsættelse af risikoen for kriminalitet skal være relativt kraftig. Etableringsomkostninger og vedligeholdelsesomkostninger er næsten ens, mens energiomkostningerne selvsagt er meget forskellige. Muligheder for brug af bevægelsesstyring af (dele af) belysningen skal overvejes.

Belysningen skal indrettes til minimale virkninger overfor omgivelserne, specielt når der er tale om sideanlæg i åbent land.

3.2.7 BUSHOLDEPLADSER

På ubelyste vejstrækninger som typisk er i åbent land er der almindeligvis ikke behov for belysning af busstoppesteder eller buslommer, men visse placeringer kan gøre belysning nødvendig.

Det gælder for eksempel hvor busstoppestedet/buslommen ligger tæt på et belyst kryds, en belyst rundkørsel eller lignende særligt belyst område på en i øvrigt ubelyst vej.



Billede 3-15 Ved busstoppesteder tilpasses masteplaceringen så busstoppestedet er godt belyst. (Måløv Byvej).

3. MÅLSÆTNINGER

Sådanne steder skal belysningen udstrækkes til at omfatte busstoppestedet eller buslommen, således at buspassagererne føler sig trygge og tilgodeset og ikke blændet eller generet af det nærværende liggende belysningsanlæg. Desuden skal belysningen sikre, at bilisterne tydeligt kan se fodgængere (buspassagerer) som krydser kørebanen eller står eller går i området.

På belyste veje giver vejbelysningen normalt tilstrækkelig belysning ved busstoppesteder og buslommer; men det er god byggeskik at tilpasse mastplaceringen så busstoppestedet belyses godt, f.eks. ved at placere en mast ved eller tæt på stoppestedet.

3.2.8 STIER I TILKNYTNING TIL STATSVEJENE

Stier i tilknytning til det overordnede vejnet er cykel- og gangstier

- langs trafik- og motortrafikveje
- som føres mellem eller udenom kryds og rundkørsler
- som føres under eller over det overordnede vejnet (stiunderføringer og stibroer)
- som ligger i forbindelse med sideanlæg som busholdepladser, Parker & Samkør pladser o. lign.

Stierne har normalt ikke behov for belysning med mindre det er i bymæssigt område eller den nærliggende vej belyses.

Stier i forbindelse med rundkørsler og belyste kryds skal være omfattet af rundkørsels/krydsets belysning.

Hvor stier føres en kortere strækning ved en ubelyst vej mellem belyste områder kan der være behov for separat

belysning af stien for at hjælpe orienteringen. Dette gælder ligeledes hvor stien føres i eget tracé adskilt fra vejen.

Stiunderføringer belyses som regel for at tydeliggøre underføringen og for at give tryghed. Dette gælder også selvom de omgivende veje og stier er ubelyste. Stiunderføringer af en vis længde og som benyttes til skolevej bør være permanent belyste.

Stibroer skal vurderes individuelt i det pågældende miljø med henblik på belysningsbehov. Som regel vil det være tilstrækkeligt at stiens endepunkter er belyst.

Stier som er separeret fra vejen med hegn eller et tilstrækkeligt bredt mellemliggende areal belyses kun såfremt lokale forhold tilsiger det.



Billede 3-16 Eksempel på belyst stiunderføring, der sikrer trygge forhold for gående og cyklende



Billede 3-17 Portaltavler belyst vha. projektører i siderabatten (Køge Bugt Motorvejen ved Brøndbyvester Boulevard).

3.2.9 TAVLER

Portaltavler

Portaltavler er afgørende vigtige for vejvisningen og skal derfor være klart synlige under alle forhold. Generelt gælder at 0 m-tavler ("frakørselstavler") og 500 m-tavler altid belyses mens 1000 m- og 1500 m-tavler kun belyses ved særligt behov. Der anvendes retroreflekterende tavlemateriale som under de fleste forhold sikrer god synlighed ved køretøjernes eget lys, men ved vejrforhold med dårlig sigtbarhed samt ved temperaturforhold med dug på tavlerne bliver synligheden utilstrækkelig.

Synligheden må derfor som hovedregel sikres med særskilt belysning.

Øvrige tavler

Behovet for synlighed af øvrige tavler vurderes i forhold til deres betydning for trafikssikkerhed og for vejvisning.

Tavler som står nærmere jorden bliver belyst stærkere fra køretøjernes lygter end portaltavler og har ikke i almindelighed behov for yderligere synliggørelse.

Tavler anbefales af driftsmæssige hensyn som udgangspunkt ikke belyst. Kun undtagelsesvis kan tavler belyses når der ikke ved andre tiltag kan opnås tilstrækkelig synlighed. Dette kan f.eks. være nødvendigt når:

- Tavlens placering gør at den belyses utilstrækkeligt af trafikantens lygter.
- Der er behov for at fremhæve tavlen i forhold til andre elementer.

3. MÅLSÆTNINGER

Vejtype/anlægstyper	Altid belyst Lovkrav iht. Cirkulære om Vejbelysning	Altid belyst Krav med udgangspunkt i Vejbelysningsreglerne eller tilsvarende regelsæt	Altid belyst Suppl. krav i belysnings- plan for statens veje	Kun belyst under sær- lige forhold*
Motor- og motortrafikveje by inkl. ramper og udfletningsanlæg			X	
Motor- og motortrafikveje, land inkl. ramper og udfletningsanlæg				X
Hovedlandevej, by		X		
Hovedlandevej, land				X
Signalregulerede kryds, by og land	X			
Prioriterede kryds, by			X	
Prioriterede kryds, land				X
Rundkørsler, by og land		X		
Fodgængerfelt	X			
Underføring over 20-25 m (type 2, 3 og 4)			X	
Vej ført over bro				X
Sideanlæg, med min. toiletfaciliteter			X	
Sideanlæg uden faciliteter				X
Parker & Samkør pladser			X	
Busholdepladser og stoppesteder				X
Stier i by eller langs belyst vej			X	
Stier langs ubelyst vej				X
Stier i eget tracé			X	
Stiunderføringer			X	
Stibroer				X
Portaltavler			X	
Øvrige tavler				X

Tabel 1 Samlet oversigt over krav til vejbelysning iht. vej-/anlægstype

4. REGLER, RETNINGSLINJER OG PRAKSIS

I DET FØLGENDE GIVES EN KORT GENNEMGANG AF DELS TIDLIGERE REGLER, RETNINGSLINJER OG PRAKSIS OG DELS NUVÆRENDE REGLER OG DEN PRAKSIS DER HERSKER I DAG. GENNEMGANGEN GIVES FOR AT GIVE MULIGHED FOR, MED KENDSKAB TIL HVORNÅR ET ANLÆG ER ETABLERET OG/ELLER RENOVERET AT VURDERE, HVILKE KRAV DET KAN FORVENTES AT OPFYLDE.

De forskellige belysningsanlæg er udført efter de regler og sædvaner for belysning som var gældende på det tidspunkt de blev etableret og naturligvis med den teknologi og byggeskik der var aktuell ved anlæggelsen.

Oprindeligt udførtes næsten al vejbelysning med lysrørsarmaturer ophængt i wirer over kørebanen. Senere lysrørsanlæg udførtes med rørmaster, hvor lysrørsarmaturerne monteredes på en kortere eller længere arm. Der er imidlertid næsten ingen tilbage af disse anlægstyper på statsvejene.



Billede 4-1 Belysningsanlæg med lysstofrørsarmaturer ophængt i wirer på gittermaster. Alder ukendt. (Gl. Køge Landevej/Amagermotorvejen, ikke en statsvej).

4. REGLER, RETNINGSLINJER OG PRAKSIS

RETNINGSLINJER OG PRAKSIS FØR 1967

Før 1967 var dimensioneringen og udformningen af vejbelysning baseret på vejbelysningscirkulæret fra 1964. Her blev den lystekniske kvalitet specificeret som krav til installeret lysstrøm pr m^2 kørebane, krav til maksimal lyspunktsafstand og krav til en armaturplacering ude over vejbanen.

De anvendte lyskilder var næsten udelukkende glødelamper eller lysstofrør og lyspunktshøjden varierede imellem 5 og 8,5m.

RETNINGSLINJER OG PRAKSIS FRA 1967 TIL 1976

I 1967 begyndte man på de større trafikveje at udforme vejbelysningen på grundlag af krav til vejbanens luminans og luminansfordeling og anvendte i første omgang de internationale retningslinjer fra CIE der anbefalede en vejbeluminesans på 2 cd/m^2 med en regelmæssighed $L_{\min}/L_{\text{mid}}$ på 0,4. Også krav til langsregelmæssigheden $L_{\min}/L_{\max}$ i køreretningen blev indført. Endelig blev der også taget hensyn til luminansforholdene på våd vej, men her forsøgte man i første omgang at stille krav til materialerne i vejbelægningen og vejbelægningens struktur, så regelmæssigheden på fugtig vej ikke blev væsentlig ringere end på tør vej.



Billede 4-2 Tidstypisk belysningsanlæg fra slutningen af 60'erne med nedhængende skærm og lange arme.
(Ballerup Boulevard v. Ring 4).



Billede 4-3 Eksempel på ældre anlæg med firkantkoniske master og ombyggede armaturer.
(Hillerød motorvejen ved Høje Gladsaxe).

Disse kravspecifikationer blev anvendt ved etableringen af belysningsanlæg på en række hovedindfaldsveje og motorveje i og omkring de større byer som København, Odense, Århus og Ålborg i slutningen af 60'erne og begyndelsen af 70'erne. Anlæggene er dog senere ombygget til et lavere energiforbrug.

Anlægsudformningen var typisk firkantkoniske 11,5m høje master med kuffertarmaturer med hvælvet skærm og en 400W eller 250W kviksløvslyskilde med mat ellipsoideformet kolbe. Skærmen var som regel "nedhængende" og med prismatisk struktur til spredning/styring af lyset, hvilket gjorde anlægget meget synligt fra omgivelserne. Da lyskilden var stor og da man af hensyn til regelmæssigheden på våd vej gerne ville have en asymmetrisk lysfordeling var disse armaturer relativt store.

Masterne i disse anlæg var generelt højere end de nuværende og armaturerne var større. Der findes stadig armaturer med den oprindelige nedhængende skærm, men mange er ombygget til plan skærm. Armaturer med hældning er som regel blevet forsynet med et "skørt" således at lysåbningen bliver (næsten) vandret.

En anden hovedtype var længdekædeanlæggene på motorvejene omkring København hvor armaturerne var ophængt i wirer med 14 m afstand i 12 – 14 m højde mellem høje kraftige master. Armaturkæden blev båret af 20 m høje master der stod med en afstand på 80 – 100 m.



Billede 4-4 Længdekædeanlæg på de københavnske motorveje med forskellige armatur- og mastetyper. (Helsingørmotorvejen).

Et særligt anlæg, som var det første med højtryksnatriumlyskilder herhjemme blev etableret på M70 omkring Limfjordstunnelen ved Ålborg. Anlægget var med 22,5m høje master opsat med 100 m afstand og på hver mast sad 2 kuffertarmaturer hver bestykket med 2 x 400W højtryksnatriumlyskilder.

Det var første gang man anvendte så kompakt en lyskilde med så høj en luminans herhjemme og man havde tydeligvis endnu ikke vænnet sig til at en sådan lyskilde. At udnytte mulighederne for at styre lyset ned på vejbanen, kræver en helt anden form for optik end de eksisterende lyskilder gjorde.

Anlægget havde således ikke nogen særlig høj belysningsvirkningsgrad, idet meget lys blev spildt ud i omgivelserne og energiforbruget var da heller ikke markant lavere end i de

eksisterende anlæg med kviksløvslyskilde selv om højtryksnatriumlyskilder havde et langt højere lysudbytte end kviksløvlampen.

Men i stedet for at udvikle ny optik til den kompakte lyskilde så man både fik gevinsten af det høje lysudbytte og den bedre styringsmulighed gik man den anden vej og udviklede i stedet for en række højtryksnatriumlyskilder i wattager fra 50 – 400W med ellipsoideformet opaliseret kolbe som kunne anvendes sammen med de optiktyper man kendte og anvendte i eksisterende armaturer.

I 1973 kom den første energikrise, hvor man i en periode slukkede hvert andet armatur og hvor man begyndte at reducere luminansniveauet for nye anlæg samtidig med at udarbejdelsen af nye vejbelysningsregler tog fart.

FØRSTE UDKAST TIL 9.20 PROJEKTERING AF VEJBELYSNING JUNI 1976

I 1976 kom første udkast til vejbelysningsregler i en form og med et indhold som også findes i de vejbelysningsregler der er gældende i dag.

Her blev introduceret nye krav til belysningen iht. belysningsklasser for forskellige vejtyper. Specielt var kravene til belysningens regelmæssighed meget lave

Endvidere kom de første retningslinier om begrænsning af lyspunktshøjden og afskærmende armaturer af hensyn til fjernvirkningen.

Der kom også en anbefaling om at udføre belysningsanlæg således at de kunne reduceres til et lavere niveau, når bare regelmæssighedskravet ikke var lavere end det der var gældende for den laveste belysningsklasse i rækken.

Endelig introducerede man en række standardbelægninger som man kunne anvende til luminansberegning af anlægget og hvor det hurtigt blev normal praksis at anvende klasse N2 for tør vej og W4 for våd vej. En vigtig forudsætning herfor var udviklingsarbejde med lyse vejbelægninger.

Med disse regler blev det muligt at udforme anlæggene med lavere lyspunktshøjde og større lyspunktsafstande end tidligere og det blev hurtigt praksis hovedsageligt at anvende de 3 laveste belysningsklasser L5, L6 og L7 blandt L-klasserne og E2 blandt E-klasserne. Endvidere begyndte man at indrette installationerne, så det var muligt at slukke hvert andet armatur på nær i kryds og andre steder med vanskeligere trafikforhold.

Vejtype	Belysningsklasse	Krav til	Værdier
Trafikveje	L-klasser (7 i alt)	Luminans	Fra 2 cd/m ² til 0,5cd/m ²
		Regelmæssighed	Fra 0,4 til 0,25 (tør vej) Fra 0,25 til 0,15 (våd vej)
		Langsregelmæssighed (kun veje med høj hastighed)	0,6 (tør vej) 0,35 (våd vej)
Trafikvejskryds	LE-klasser (5 i alt)	Horisontal belysningsstyrke	Fra 45 lx til 7 lx
		Regelmæssighed	0,4
Boligveje, stier, P-pladser, sidearealer på trafikveje	E-klasser (4 i alt)	Halvrumlig belysningsstyrke Regelmæssighed	Fra 5 lx til 1 lx 0,15



Billede 4-5 Eksempel på anlæg med lange mastearme (Hareskovvejen ved Brønshøj).

FØRSTE UDG. AF 9.20.01-9.20.07, UDSTYR, VEJBELYSNING 1979-1981

I 1979 udkom de første af de 7 hæfter med regler og anvisninger for vejbelysning som med mindre revisioner har været gældende helt frem til de nuværende regler kom i 1999.

De 7 hæfter omfattede:

Regler og anvisninger for vejbelysning 1979-1999

9.20.01 Vejregler for dispositionsplan, etablering, ændring og reduktion samt vejbelægnings lystechniske egenskaber. (Planlægning), 1979, 1981, 1992.

9.20.02 Vejregler for udformning, miljøhensyn og reduktion samt ændring af eksisterende anlæg. (Projektering) 1979, 1981.

9.20.03 Registrering af eksisterende vejbelysningsanlæg 1979.

9.20.04 Økonomi ved ændring af eksisterende vejbelysningsanlæg 1979.

9.20.05 Håndbog 1979.

9.20.06 Eksempelsamling 1979.

9.20.07 Tillæg til håndbog 1980.

Reglerne foreskrev først og fremmest normal brug af de lave belyningsklasser L5, L6 og L7 med luminansniveauer på $0,5\text{cd/m}^2$ og 1cd/m^2 og regelmæssigheder på 0,25 og 0,35 og endvidere at der på veje med begrænset kørehastighed ikke var noget krav til langsregelmæssigheden.

Med disse regler og anvisninger kom der mere skub i at etablere og renovere vejbelysningsanlæg på et fælles grundlag og med den anden energikrise først i firserne kom der rigtig gang i at renovere en række af de større belyningsanlæg, der var etableret gennem 70'erne med de høje luminanskrav og med den energiforbrugende kviksløvslyskilde. Denne udvikling blev også muliggjort af at der nu var højtryksnatriumlys kilder på markedet i alle størrelser fra 50 – 400W med opaliseret, ellipsoideformet kolbe, som kunne erstatte kviksløvslyskilderne.

For nogle af de armaturtyper hvor det var muligt, blev den hvælvede, perlemønstrede eller prismatiske skærm udskiftet med en plan skærm for at reducere fjernvirkningen og spildlyset til omgivelserne. Enkelte af disse ombygninger var dog ikke helt heldige, idet armaturåbningen, der var født med en hældning på 15 grader, med den plane skærm gav en generende fjernvirkning i den retning som den pegede imod. Dette medførte en praksis om, at for armaturer med plan skærm, der skulle være totalt afskærmende måtte skærmen højst hælde 3 grader.

Endelig blev anlægget ombygget til reduceret drift ved at installationerne blev ændret så man kunne slukke hvert andet armatur i de trafiksvage timer. Man begyndte også at indføre dæmpning på nogle af de anlæg, hvor regelmæssigheden lå tæt på minimumsværdien så en slukning af hvert andet armatur ville give for lav regelmæssighed.



Billede 4-6 Typisk belysningsanlæg på en hovedlandevej. Anlæg med rundkoniske rørmaster og kuffertarmaturer fra ca. 1990 (Vej 133 ved Stokkemærke på Lolland).

Typisk blev alle 400W kviksløvluskilderne udskiftet med 150W højtryksnatriumlyskilder og alle 250W kviksløvluskilder blev udskiftet med 70 eller 100W højtryksnatrium.

Sammenlagt opnåede man med disse tiltag en mærkbar energibesparelse på op mod 80% for nogle af disse anlæg. I nogle nyanlæg udnyttede man de nye lempeligere regler helt til grænsen og fik både anlæg som virkede meget tværsribede fordi langsregelmæssigheden var meget lav og anlæg som virkede meget mørke fordi vejbelægningen måske ikke helt levede op til standardbelægningens krav om lyshed. Det første imødegik man ved efterhånden at indføre et reduceret krav til langsregelmæssigheden på mellem 0,3 og 0,4 og det andet ved mere konsekvent at foreskrive at der skulle være et lyst tilslag i belægningen så forskriften om vejbelægningens lysteekniske egenskaber i 9.20.01 afsnit 5.1 var opfyldt. Endelig syntes man i en del tilfælde at niveauet for klasse L7 var for lavt uden at man ville op på en L6, så her foreskrev man en høj L7 med et mellemniveau på 0,75 cd/m².

Kravet om vejbelægningens lyshed modsvarede af specifikationer i Vejdirektoratets Udbudsforskrifter for veje, hvor det er beskrevet hvorledes kravet til lyshed mv. kan opfyldes.

I midten af firserne startede en ny udvikling idet man begyndte at anvende højtryksnatriumlyskilder med klar rørførm kolbe i "små" wattager dvs. ned til 70W og 50W. Disse lyskilder gav en langt større mulighed for at dirigere lyset ned på vejbanen med en høj belysningsvirkningsgrad til følge. Man begyndte at fremstille asymmetriske lysfordelinger med totalt afskærmende armaturer med vandret

lysåbning hvor man samtidig kunne opnå rimelig store lyspunktafstande med både en tilfredsstillende total- og langsregelmæssighed på tør vej uden at regelmæssigheden på våd vej blev for lav. Det var især Philips, der med sin POT-optik, beherskede denne teknik. POT-optikken blev i første omgang brugt i kuffertarmaturet SGS203 med fast indstilling, og blev senere blev modificeret, så optikken kunne indstilles i 5 stillinger med forskellige grader af asymmetri i lysfordelingen.

Udviklingen af bl.a. POT-optikken medførte en større fleksibilitet i udformningen af belysningsanlæggene og en ny bølge af renoveringer og udskiftninger af eksisterende anlæg, både gamle lysrørsanlæg og ældre kviksløvs- eller højtryksnatriumanlæg, hvor man ud over at udskifte armaturerne også reducerede lyspunkthøjden, så man fik højere belysningsvirkningsgrad og mindre fjernvirkning. Samtidig indførte man i højere grad reduktion af lysniveauet i de trafiksvage timer ved at dæmpe alle lysskilderne.

De væsentligste nye muligheder var:

- Større lyspunktafstand i forhold til lyspunkthøjden
- Lavere lyspunkthøjde i forhold til kørebanebredden
- Masteplacering længere væk fra kørebanen
- Kortere eller ingen mastearme
- Sjældnere behov for mastepacering i begge vejsider
- Mindre dominerende udseende på grund af mindre armaturstørrelse og slankere master.



Billede 4-7 Københavnerarmatur med plan skærm placeret i midterrabat. (E45 ved Ålborg).

Belysningsanlæg til motorveje blev fra denne periode og fremefter etableret med master i midterrabat monteret med dobbeltarmaturer.

Det var i denne periode, at Philips opnåede sin næsten enerådende status som armatur-leverandør. Hovedårsagen var, at ingen andre leverandører for alvor satte sig på at kunne opfylde belysningskravene med armaturer i (relativt) lav højde, med plan (næsten) vandret skærm og uden lang mastarm. Først i 2003 fremkom der med Louis Poulsens Mini Icon et reelt alternativ.

I begyndelsen af 90'erne kom der nye vejregler for Byernes trafikarealer der indførte en ændret klassificering af vejnettet (baseret på hastighedsklasser). Man var derfor i 1992 nødt til at revidere 9.20.01 og indføre de nye begreber som udgangspunkt for valg af belysningsklasse.

I begyndelsen af 90'erne begyndte man også i stort omfang at ombygge kryds i åbent land til rundkørsler for at forbedre trafiksikkerheden. Uheldsundersøgelser viste dog, at specielt uheld i mørke dels med påkørsel af cyklister og dels med afkørsel i midterøen var et problem. Derfor besluttede man at anbefale, at alle rundkørsler belyses efter samme retningslinier som kryds. Dog skulle sidearealet i midterøen belyses med belysningsklasse E1 for at tydeliggøre denne.

Trafikpolitiske ønsker til vejene ændrede sig i starten af 1990'erne i retning af smukkere og mere sikre og fredelige veje. Disse ønsker blev bl.a. formuleret i Vejdirektoratets "Strategi for Smukke Veje" fra 1995.

For belysningsanlæggenes del blev ønsker og behov imødekommet ved hjælp af:

- Lyspunkthøjde og mastepacering som var tilpasset omgivelserne
- Slanke, rundkoniske master
- Armaturer i nye og smukkere designs
- Korte mastearme tilpasset armaturet eller topmonterede armaturer

Den mest udbredte armaturtype til disse formål var Philips "Københavnarmatur" med POT-optik, SGS361 og SGS363 på en kort buet arm, som også viste sig meget anvendelig til rundkørsler.

Hvor designet var mindre vigtigt anvendtes kuffertarmaturet SGS203 og senere det mere moderne Iridium, begge fra Philips.

Efter årtusindskiftet er de væsentligste nyheder følgende:

- Fremkomsten af eftergivelige master som kan anvendes relativt tæt på kørebanen uden autoværn.
- Milewidesystemet bestående af eftergivelige master, trafiksignaler og armaturer (fra Philips)
- Icon armaturet fra Louis Poulsen, som det første designede vejbelysningsarmatur der er lysteknisk konkurrencedygtigt i forhold til Philips POT-optik, og til f.eks. kryds og rundkørsler har vist sig effektiv bl.a. på grund af sine mange indstillinger (11 lyskildepositioner).
- Pivot armaturet fra Philips, som er specielt beregnet til stier og (relativt smalle) lokalveje, hvor man ønsker minimal belysning uden for færdselsarealet.
- Brugen af LED og fiberlys som markeringslys.

FÆLLES EUROPÆISK STANDARD FOR VEJBELYSNING DS/EN 13201 OG NYE DANSKE VEJBELYSNINGSREGLER

I midten af 90'erne begyndte arbejdet med at udarbejde fælles europæiske bestemmelser for vejbelysning. Et arbejde som blev kompliceret ved, at der i de forskellige lande var vidt forskellig mening om både hvordan struktur og indhold skulle være.

Samtidig blev der i 1995 af Vejdirektoratet nedsat en arbejdsgruppe, der skulle gennemgå og revidere de eksisterende vejbelysningsregler, så de dels fik et tidssvarende indhold og dels blev i overensstemmelse med den kommende europæiske standard.

I 1999 kom de nye danske vejbelysningsregler mens den fælles europæiske standard stadig kun lå som et forslag, selv om det næsten havde sin endelige form. Uenighed om specielt Del 1 Valg af belysningsklasse gjorde at færdiggørelsen trak ud, og da den endelig kom i 2004 var man blevet enige om at trække den omstridte Del 1 ud så standarden endte med kun at fastlægge fælles europæiske belysningsklasser, hvorimod brugen af dem blev et nationalt anliggende. Standarden kom dermed til at omfatte følgende dele:

Fælles europæisk standard for vejbelysning DS/EN 13201

- DS/EN 13201-2 Vejbelysning
Del 2: Funktionskrav
- DS/EN 13201-3 Vejbelysning
Del 3: Beregning af funktion
- DS/EN 13201-4 Vejbelysning
Del 4: Metoder til måling af lysteknisk funktion

DS/EN 13201 er ikke bindende i forhold til national lovgivning og har ingen juridisk status i forhold til de danske vejbelysningsregler fra 1999.

4. REGLER, RETNINGSLINJER OG PRAKSIS

NUVÆRENDE VEJBELYSNINGSREGLER

De nuværende vejbelysningsregler fra 1999 er i stedet for de tidligere 7 hæfter opdelt i 7 kapitler og 3 annekser og er suppleret med 2 håndbøger for dels tekniske forhold og dels visuel udformning. Regler og håndbøger er tilgængelige på Internettet på vejregler.dk. Opbygningen er som vist nedenfor.

Vejbelysningsreglerne, 1999, indhold

- Vejbelysningsregler
 - Forord og Indholdsfortegnelse
 - Kap 1. Indledning
 - Kap 2. Dispositionsplan for vejbelysning
 - Kap 3. Etablering af vejbelysning
 - Kap 4. Belysningsanlæggenes udformning
 - Kap 5. Ændring af eksisterende vejbelysningsanlæg
 - Kap 6. Periodevis reduktion af vejbelysning
 - Kap 7. Vejbelægningsers lystekniske egenskaber
 - Anneks A - Belysningsklasser
 - Anneks B - Armaturer
 - Anneks C - Vejbelægningsregler
 - Kolofon
- Vejbelysning - Håndbog for tekniske forhold
- Vejbelysning - Håndbog for visueludformning

De nye regler adskiller sig i deres opbygning fra de gamle ved, at der i kapitel 3 gives en klar og direkte vejledning i valg af belysningsklasse og i kapitel 4 en vejledning om hvordan anlægget skal udformes og hvilke krav der skal stilles til anlægsdelene.

Håndbogen om tekniske forhold informerer om lysteknik, vejbelysning og vejregler for vejbelysning. Håndbogen om visuel udformning giver eksempler på vejbelysning og omtaler vejregler for vejbelysning med vægt på den visuelle udformning.

I reglerne er vejen eller trafikarealet opdelt i følgende typer:

- Motor- og motortrafikveje
- Trafikveje
- Kryds
- Rundkørsler
- Stier, fodgængerområder/gader og parkeringspladser
- Fodgængerfelter
- Hastighedsdæmpende foranstaltninger

Tidligere kriterier for veje i åbent land angående fastlagte minimumslængder af ubelyst vej mellem to belyste strækninger på samme vej er nu udgået, og spørgsmålet overlades til en konkret vurdering i hvert enkelt tilfælde.



De lystekniske krav der stilles til den enkelte belysningsklasse findes i Anneks A mens de lystekniske krav der stilles til armaturer og vejbelægning findes i Anneks B og C. Belysningsklasserne er, som i de tidligere regler opdelt i L, LE og E klasser samt specielt for fodgængerfelter F klasser. Kravene er i stor udstrækning de samme som tidligere men der er følgende ændringer:

L- Klasserne

- Regelmæssighedskravet er nu ens for alle klasser og er 0,4. Især for de lave klasser er det en væsentlig skærpelse af kravet, som kun kan realiseres med en rimelig anlægsøkonomi ved brug af moderne lyskilder og optik.
- På veje med begrænset hastighed er der nu også indført et krav til langsregelmæssigheden på 0,3.
- Der er indført en ny belysningsklasse L7a med et luminansniveau på $0,75 \text{ cd/m}^2$ som var savnet i de gamle regler.
- Begrebet for synsnedvættende blænding er ændret fra D til TI, men talværdierne er også ændret, så de skulle svare til samme krav til blændingsbegrænsningen som tidligere.

LE- og E- klasserne

- For LE-klasserne er der kun sket en mindre ændring ved at der i Anneks B anvendes nogle nye afskærmningsklasser for armaturerne til at fastlægge blændingsbegrænsningen, hvor der normalt skal vælges mellem klasse G4, G5 eller G6.
- For armaturer i E- klasserne anvendes de tidligere benyttede blændingstal for klasserne D5 og D6.

OVERENSSTEMMELSE MELLEM DS/EN 1302-2 OG DE DANSKE VEJBELYSNINGSREGLER

Den fælles europæiske standard for vejbelysning der også er dansk standard drejer sig om funktionskrav til vejbelysning med definition af en række forskellige belysningsklasser og de dertil hørende lystekniske krav, som skulle omfatte alle de forskellige klasser der kan anvendes i de europæiske lande. Disse klasser omfatter primært det der er specificeret i Anneks A i de danske regler.

Desværre er der ingen af belysningsklasserne i den europæiske standard der er helt i overensstemmelse med de danske klasser, selvom der med de danske regler fra 1999 er gjort mange tiltag for at harmonisere dem med den europæiske standard.

I den europæiske standard er der en serie af klasser, MEW-klasserne, der svarer til L-klasserne i de danske regler, men der er en række forskelle:

- I den europæiske standard tillades en større synsnedvættende blænding end i de danske regler.
- For de to laveste klasser i den europæiske standard stilles ikke noget krav til langsregelmæssigheden, hvor der i de danske regler stilles et krav på 0,3.
- I de danske regler stilles krav om en regelmæssighed på våd vej på 0,2 for de højeste klasser hvor kravet på 0,15 er ens for alle klasser i de europæiske regler.

Til vores LE- og E klasser svarer den europæiske standards CE- og A- klasser. Her har man valgt nogle andre værdier for belysningsstyrken for en del af klasserne så de danske klasser ligger midt imellem 2 af de europæiske klasser.

Den europæiske standard giver mulighed for at specificere belysning af kørebanens omgivelser enten ved Surround Ratio eller ved en selvstændig belysningsklasse. I de danske regler er valgt den sidste mulighed og E-rækkens klasser E1 og E2 anvendes for omgivelserne.

Forskellene er ikke store, men fuld overensstemmelse er der ikke, og man kan ikke, som det er tanken med den fælles europæiske standard, anvende standardens klasser til entydigt at specificere kravene til et anlæg, der skal opfylde de danske regler.



UDBUDSFORSKRIFTER FOR VEJBELYSNINGSMATERIEL

For at lette projekteringen af belysningsanlæg og gøre disse både bedre og mere ensartede, blev der samtidig med nedsættelsen af den arbejdsgruppe, der skulle udarbejde nye vejbelysningsregler også nedsat en gruppe, der skulle udarbejde udbuds- og anlægsforskrifter for vejbelysningsanlæg. Denne gruppe afsluttede sit arbejde i 2002 og forskrifterne omfattende i alt 8 dokumenter. De Almindelige Arbejdsbeskrivelser var opdelt i 5 dokumenter: AAB'er for henholdsvis Fundamenter, Master, Armaturer og lyskilder og Montage. Udbudsforskrifterne er senere revideret i 2010 – 2011 med bl.a. samling af AAB'erne til ét dokument, og har nu nedenstående indhold, som er tilgængeligt på www.vejregler.dk

- Almindelige betingelser og arbejdsbeskrivelser: Vejbelysningsmateriel - AAB
- Paradigma for Særlig arbejdsbeskrivelse: Vejbelysningsmateriel - SAB-P
- Paradigma for Tilbuds- og afregningsgrundlag: Vejbelysningsmateriel - TAG-P
- Paradigma for Tilbudsliste: Vejbelysningsmateriel - TBL-P

UDBUDSFORSKRIFTER FOR VEJE

Vejbelysningsreglerne angiver at belægningen på veje, der belyses med L- eller LE-rækkens belysningsklasser, normalt udføres som middellys og med begrænset spejling i våd tilstand. Disse lystechniske egenskaber for belægningen muliggør et relativt lavt energiforbrug og en række andre fordele uden at fordyre belægningen væsentligt.

Kravet om lyshed modsvares af specifikationer i Vejdirektoratets udbudsforskrifter for veje, hvori det er beskrevet hvorledes kravet til lyshed mv. kan opfyldes. Disse udbudsforskrifter er tilgængelige på vejregler.dk

Lystechniske egenskaber og krav hertil er omtalt i følgende udbudsforskrifter:

Befæstelser – Asfalt

- Varmblandet asfalt
Vejledning (Kap. 2, 5, og 8)
Almindelig arbejdsbeskrivelse (AAB) (Afsnit 2.2.1)
Paradigma for tilbudsliste (TBL-P)
- Koldasfalt
Vejledning (Kap. 2, 5, og 8)
Almindelig arbejdsbeskrivelse (AAB) (Afsnit 2.2.1)
- Overfladebehandling
Vejledning (Kap. 5) Eksisterende vejbelysningsanlæg

EU ECO DESIGN DIREKTIV AF 2008

Under *EU Ecodesign of Energy-Using Products Directive* har EU fremsat krav til vejbelysningsprodukters (*Public Street Lighting products*) energieffektivitet, miljøpåvirkning mm.

Produkter dvs. lyskilder og armaturer som opfylder kravene vil samtidig give de laveste livscyklusomkostninger (*LCC, Life Cycle Costs*) for "forbrugeren", dvs. den som etablerer og driver vejbelysningen, når de gældende kvalitetskrav til belysningen i øvrigt er opfyldt.

Direktivets krav indenfor vejbelysningsprodukter blev fastlagt i 2008.

De væsentligste konsekvenser af ECO-design kravene vil være en udfasning af kviksvølvlamper i 2015 og de mest ineffektive lysstofrør i 2010, for "tykke" 38 mm lysstofrør dog 2012. Yderligere information fås på Energistyrelsens hjemmeside www.ens.dk

5. EKSISTERENDE VEJBELYSNINGSANLÆG

AFSNITTET GIVER OVERBLIK OVER DE EKSISTERENDE BELYSNINGSANLÆG — HVOR FINDES DE, HVOR GAMLE ER DE OG HVORDAN ER DEN GENERELLE ANLÆGSTILSTAND. ENDVIDERE REDEGØRES FOR VEJDIREKTORATETS VEDLIGEHOLDELSESPRINCIPPER.

5.1 OMFANG AF EKSISTERENDE VEJBELYSNING

Vedlagte kortbilag (i afsnit 10) viser de vejstrækninger som var belyst ved udgangen af 2008. På kortene skelnes mellem følgende anlægstyper

- Belyste vejstrækninger/forbindelsesveje
- Belyste kryds og rundkørsle
- Belyste sideanlæg

Nedenstående tabel viser det samlede antal anlæg registreret i VEJLYS-web inden for hver anlægstype ultimo 2008.

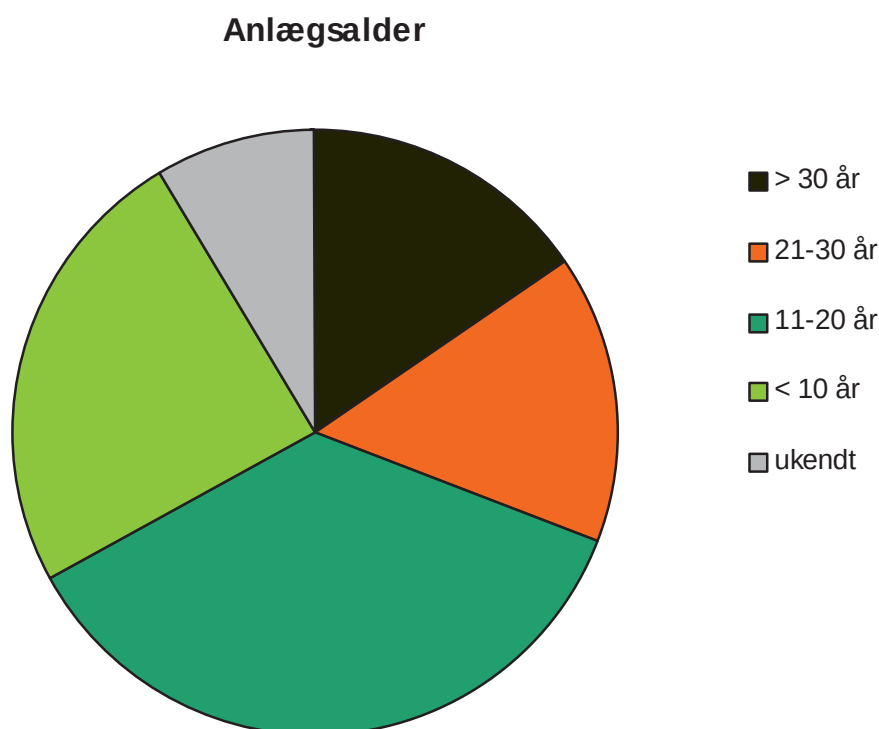
Efter 1. januar 2007 anslås statsvejnettet at omfatte i alt ca. 1.600 anlæg med i alt ca. 21.000 master når også skilte- og portalbelysning, stibelysning, torontoanlæg, belyste bygværker og andre mindre belysningsanlæg regnes med.

5.2 BELYSNINGSANLÆGGENES ALDER

De eksisterende belysningsanlæg på statsvejnettet er etableret på forskellige tidspunkter i forbindelse med vejnettets opbygning eller i forbindelse med renoveringer. De ældste anlæg er op imod 50 år gamle, men har da som regel undergået visse ombygninger frem til i dag.

Dataudtræk fra VEJLYS-web, jf. *Figur 5-1* viser, at hovedparten af anlæggene er *under 20 år gamle* mens der stadig er ca. 30 % anlæg *over 20 år*. Oversigten er gjort op ud fra antal master i anlæggene, således at den afspejler aldersfordelingen af de godt 19.000 master.

Anlægstype	Antal anlæg pr. 31-12-2008	Ca. antal master pr. 31-12-2008
Vejbelysning (strækning)	514	12.730
Forbindelsesveje	22	508
Sideanlæg	113	1.542
Kryds og rundkørsler	303	4.214
TOTAL	952	18.994



Figur 5-1 Eksisterende vejbelysning, anlægsalder

Figur 5-2 viser den eksisterende vejbelysning fordelt på anlægstyperne vejbelysning (alm. vejstrækning), forbindelsesveje, sideanlæg samt kryds og rundkørsler. Stier er ikke medtaget da der er så få belyste stier.

Figuren viser at anlægstyperne fordeler sig ujævnt mht. alder. Det er primært belysningen på selve vejstrækningen (inkl. forbindelsesveje) som er af ældre dato. De mange nyere anlæg på vejstrækninger omfatter primært belysning på nye jyske motorveje og belysning omkring Ålborg udført i perioden 1998-2004.

Størstedelen af belysningsanlæggene ved kryds og rundkørsler er udført inden for de sidste 20 år. Det er ønsket om reduktion af antallet og alvorligheden af trafikuheld samt den stigende trafikmængdes behov for fremkommelighed, der har motiveret ombygningen af et stort antal kryds, hvor der enten er etableret rundkørsel eller udvidede kørebanearealer med svingbaner samt lysregulering. I begge tilfælde har nye belysningsanlæg været påkrævet.

5.3 VEDLIGEHOLDSPRINCIPPER

Drift og Vedligehold af vejbelysningsanlæggene over hele landet varetages af de enkelte vejcentre efter bestillerrollemodellen, hvor Vejdirektoratets ansvarlige fungere som "bestiller", mens "entreprisestyrer" er en ekstern part som varetager styring af den daglige drift inkl. økonomistyring og primær kontakt til vedligeholdsentreprenører. Entreprisestyrer kan enten være ressourcepersoner hos VD eller sidde eksternt hos rådgiver.

Vejcentre Sjælland og Hovedstaden har en fælles vedligeholdsentreprenør for det samlede område, mens de øvrige vejcentre har en række mindre serviceaftaler med forskellige entreprenører eller el-leverandører.

Drift og Vedligeholdsentrepriserne udbydes løbende iht. gældende udbudsregler.

Alle VDs belysningsanlæg vedligeholdes som en kombination af afhjælpende og forebyggende vedligehold, som i hovedtræk består af en vagtordning og en række eftersyn.

Vagtordning

For alle områder er der indgået vagtordninger for håndtering af akutte henvendelser og afhjælpninger.

Typisk er der kriterier for hvor hurtigt afhjælpning skal være igangsat (hvor hurtigste udrykningstid er på 2 timer). Der er ligeledes defineret områder som er mere kritiske end andre, hvor afhjælpning kræves straks, f.eks. i veikryds, rundkørsler, på ramper og forbindelsesveje samt ved busstoppesteder og fodgængerfelter.

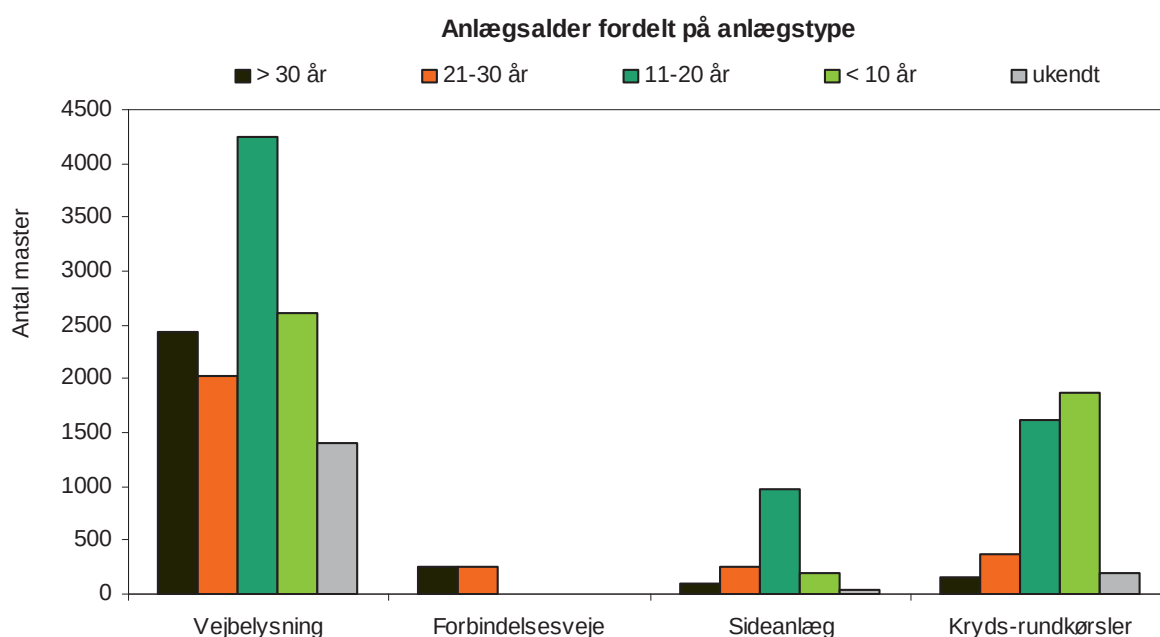
Eftersyn

Ved eftersyn forstås gennemkørsler foretaget fra en kørende servicevogn i lygtetændingstiden under reduceret drift. Vejbelysningsanlæggene gennemkøres i alt 7 gange om året, flest gange om vinteren hvor brændetiden er længst.

Eftersynet omfatter kontrol og registrering af synlige fejl og mangler på anlæggene.

På motor- og motortrafikveje samt på hovedlandeveje kan der opsættes kriterier for hvor store lysudfald der accepteres før der afhjælpes eller punktudskiftes, f.eks. max. 3 ikke-lysende armaturer på stribes.

Ved behov foretages punktudskiftning, hvilket vil sige udskiftning af enkelte lyskilder i perioden imellem gruppeudskiftninger.



Figur 5-2 Eksisterende vejbelysning, anlægsalder fordelt på anlægstype (Ekskl. stier).

Hovedeftersyn

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

Ved hvert hovedeftersyn udføres visuel kontrol af samtlige armaturer, master, wire- og armaturophæng samt af den samlede installation inkl. skabe, kabelinstallationer m.v. Hovedeftersynet foretages uden adskillelse eller åbning af dæksler, skabe, armaturer mv. Under hovedeftersynet indkobles samtlige armaturer manuelt således, at der kan kontrolleres for udrændte lyskilder. Aflæsning af elmålere er indeholdt i eftersynet.

Udvidet hovedeftersyn

Hvert 4-5 år erstattes hovedeftersynet af et udvidet hovedeftersyn. Ved det udvidede hovedeftersyn udføres den samme visuelle kontrol som ved det almindelige hovedeftersyn. Derudover åbnes udvalgte armaturer og mastelemme med henblik på en nærmere undersøgelse af de elektriske komponenters tilstand og der foretages gruppeudskiftninger af lyskilder (dog ikke i delslukkede armaturer).

Gruppeskift

Gruppeskift foretages efter lyskildernes økonomiske levetid, som 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.

I de senere år er der sket en markant forbedring af levetiden især for lysstofrør, kompaktlysrør, metalhalogen til vejbelysning. De bedste kompaktlysrør og lysstofrør (med tændingsstribe) har en økonomisk levetid på ca. 10.000 timer og kan gruppeudskiftes ca. hvert 3. år. Metalhalogen (med skruesokkel) har en økonomisk levetid på ca. 15.000 timer og kan gruppeudskiftes med 3. – 4. års mellemrum. De bedste kviksløvliskilder har en økonomisk levetid på ca. 18.000 timer og kan gruppeudskiftes ca. hvert 4. år. Højtryksnatrium lyskilder har en økonomisk levetid på 24.000 til 30.000 timer og kan udskiftes hvert 6. år. I de senere år er der kommet såkaldte "Long Life" lyskilder på markedet med levetider i nærheden af det dobbelte af de ovennævnte værdier, og som i visse tilfælde kan anvendes. Det antages i denne sammenhæng at den årlige tændingstid er 4100 timer.

5.4 ANLÆGGENES VEDLIGEHOLDSMÆSSIGE TILSTAND

Generelt

Der er stor forskel på anlæggenes stand, da der er stor spredning på alderen.

I Københavnsområdet er mængden af gamle anlæg så stor, at der må forventes betydelige investeringer til udskiftning af anlæg de kommende år. På Hillerød motorvejen km 37-42 er der længdekædeanlæg hvor der ikke kan skaffes reservedele til armaturerne længere.

Anlæg fra før ca. 1988 kan ikke påregnes at være udført som klasse II anlæg, med dobbeltisolation. Det medfører en øget risiko for elektrisk afledning, med mulighed for elektrisk stød.



Billede 5-1: Udskiftning af gamle længdekædeanlæg på de motorvejsnettet i Københavnsområdet, her M3.

Belysning under broer

Mange gamle armaturer under motorvejsbroerne er i ringe stand. Yderligere er deres placering over vognbanerne yderst uheldig i relation til drift og vedligehold, idet der skal omfattende trafikafspærringer til for at komme til dem.

Belysning af portaltavler

Der kan ikke købes reservedele til 140W lysrørsarmaturer, som er anvendt mange steder til belysning af portaltavler. 140 W lysstofrør er udgået af produktion.

Levetiden på lyskilderne i de gamle lysrørsanlæg er lav i forhold til armaturernes placering over vejbanen. De skal serieudskiftes hvert 2. år. Placering over vognbanerne er uhensigtsmæssig i relation til drift og vedligehold, idet der skal omfattende trafikafspærringer til for at komme til dem. Fejlsøgning på tværs af sådanne anlæg er praktisk taget umulig, da hele motorvejen ikke kan spærres på en gang.

Brændetimeanlæg/adskillelse af anlæg/fremmede ejede anlæg

En række belysningsanlæg er såkaldte brændetimeanlæg, som så vidt muligt skal undgås i fremtiden. Ved brændetimeanlæg forstås at el-afregning foretages på baggrund af den installerede effekt samt forventede brændetimer over året. Der er altså ikke installeret målere.

En del af brændetimeanlæggene forsynes sammen med vejbelysningsanlæg på kommunale veje som opgrænser til Vejdirektoratets. Ofte ejer Vejdirektoratet ikke selv tændsæbet og i visse tilfælde heller ikke resten af belysningsanlægget. Skillepunkterne til kommunernes anlæg er ikke veldefinerede eller praktiske i forhold til at adskille anlægget.

5.5 OVERDRAGELSE AF EKSISTERENDE ANLÆG

En del af belysningsanlæggene på statsvejnettet vil med tiden blive overdraget til kommuner.

Når en strækning af statsvejnettet gennem et byområde skal udbygges eller fornyes sker det ofte på den måde, at der bygges en ny strækning der går uden om byområdet. Den eksisterende strækning overdrages derefter til den stedlige kommune med det tilhørende belysningsanlæg.

For ældre belysningsanlæg betaler staten kompensation til kommunen for vedligeholdelse af det overdragne belysningsanlæg efter særlige aftaler.

6. FREMTIDIGE VEJBELYSNINGSANLÆG

AFSNITTET BESKRIVER FOR HVER AF DE OMFATTEDE VEJ- OG ANLÆGSTYPER, HVORDAN FREMTIDIGE VEJBELYSNINGSANLÆG SKAL UDFORMES MED HOVEDVÆGT PÅ BELYSNINGSANLÆGGENES GEOMETRISKE UDFORMNING. FÆLLES RETNINGSLINIER FOR ARMATUR-, LYSKILDE- OG MASTEVALG ER ANGIVET I AFSNIT 8 LYTEKNIISK PROJEKTERING.

6.1 GENERELT

De fremtidige belysningsanlæg skal udformes enkelt, smukt, logisk og funktionelt og samtidig tilgodese målsætningerne jf. afsnit 3.

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

BNår der er flere masterækker ordnes masterne til at stå overfor hinanden.

- En sammenhængende strækning skal have ensartet belysningsanlæg mht. anlægstype, mastetype, armaturtype og lyspunkthøjde(r). Skift indenfor dette skal følge af ændringer i kørebaneforløb, bredder, krydsninger o.l.
- Mastearmen eller armaturet skal stå vinkelret på den vej eller det areal masten står ved.
- Lange mastearme skal så vidt muligt undgås med mindre der er tale om et bevidst design af mast, arm og armatur.

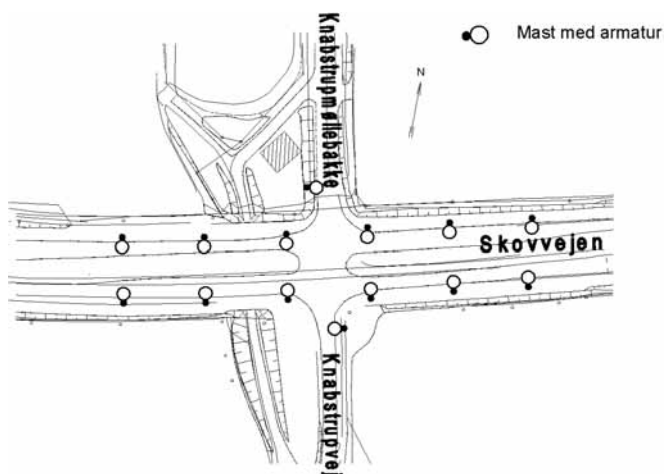
Brugen af moderne armaturer med indstillelig optik sammen med et varieret lyskildeudvalg muliggør, at disse mange hensyn kan tilgodeses samtidig med vejbelysningsreglerne og regler for masternes afstand til kørebanen. Generelle retningslinier vedr. valg af egnet belysningsmateriel er beskrevet i afsnit 8.

Allerede ved planlægning af et vejforløb som skal belyses kan egnede placeringer af belysningsmaster medplanlægges, hvorved det samlede anlæg bliver visuelt mere harmonisk og økonomisk optimalt.

Det almindelige er dog, at belysningen planlægges til sidst og indrettes efter de kørebaneforløb og krydsninger mv. der er fastlagt ved den trafikale planlægning og projektering. Det skyldes ikke mindst, at hovedparten af belysningsanlæg etableres ved eksisterende veje f.eks. i forbindelse med udvidelser og ombygninger.

Det er afmærkningerne på/ved kørebanen i form af kantmarkeringer og spærreflader, som afgrænser det kørebaneareal, hvortil der stilles lystekniske krav i L-rækkens eller LE-rækkens belysningsklasser, hvorimod arealer udenfor dette medregnes til omgivelser, hvor kravet til belysning er lavere. Afmærkningsplaner som tillige viser heller, midterrabatter, kanaliseringer o.l. er således vigtige grundlag som bør foreligge ved projektering af belysningsanlæg.

Belysningsklasse for et vejanlæg vælges i øvrigt efter vejbelysningsreglerne.



Figur 6-1 Eksempel på ordnede logiske masteplaceringer ved et kryds på en ellers ubelyst vej. (Skovvejen / Knabstrupvej, se også Billede 6-2 og Billede 6-3)

6.2 MOTORVEJE OG MOTORTRAFIKVEJE

6.2.1 MOTOR- OG MOTORTRAFIKVEJE I BYMÆSSIGT OMRÅDE

Traditionelt har belysningsanlæg til motor- og motortrafikveje været etableret i midterrabat og det er også i fremtiden som hovedregel en god løsning. Lyspunkterne i midten giver en klar visuel ledning, et enkelt visuelt udtryk og belysning ud på omgivelserne er begrænset. Midterrabatplacering har dog den driftsmæssige ulempe at vedligeholdelsesarbejde må foregå fra vejbanen med sikkerhedsmæssige og økonomiske ulemper til følge og særlige krav til afspærring og arbejdstidspunkt.

Motorveje og motortrafikveje i bymæssigt område belyses til belysningsklasse L5 eller L3 i henhold til vejbelysningsreglerne, på til- og frakørsler dog L7b.

På dette punkt er det en fordel med sideplacering, dvs. en masterække i hver af de to vejsider. Ulempen er især når masterne på grund af nødspejlsplacering er placeret så langt fra kørebanen, at der kastes relativt meget lys udenfor vejen ud på omgivelserne.

En ulempe ved sideplacering er desuden forhøjede byggeomkostninger fordi der er to masterækker med tilhørende

kabler i jord. Dette skal stilles over for de driftsmæssige fordele ved sideanlæggene i form af større sikkerhed og billigere vedligeholdelseskostninger.

6-sporede veje med midterrabat < 7 m (Fig. 6-2)

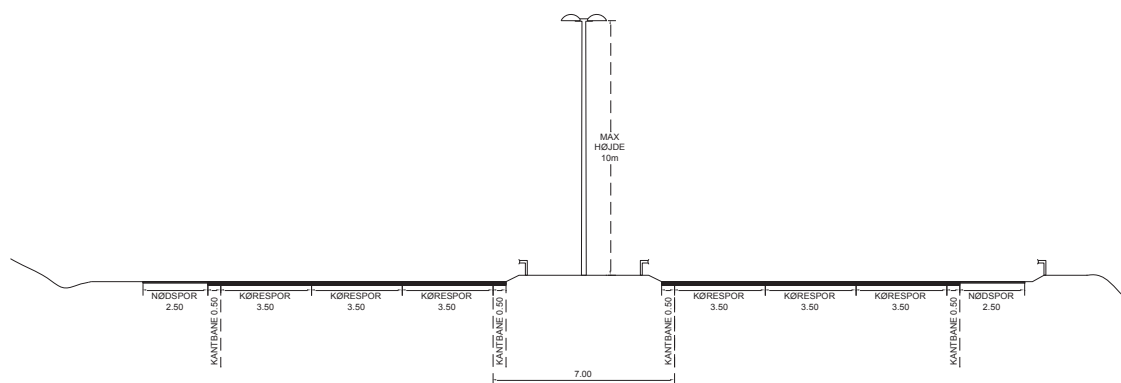
Med de begrænsninger i lyspunkthøjde (10 m), som fremgår af vejbelysningsreglerne, kan der belyses op til 3 kørespor samt nødspejls i hver retning fra et anlæg i en ikke for bred midterrabat. Det er dog tænkeligt, at armaturudviklingen i fremtiden kan ændre på dette forhold.

4-sporede veje med midterrabat < 11 m (Fig. 6-3)

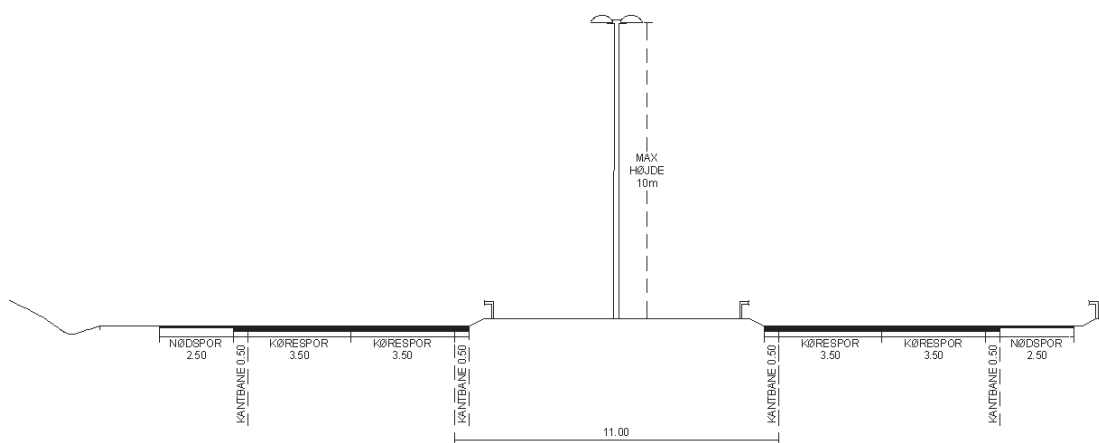
Med 2 kørespor i hver retning, som findes på de fleste motorveje, kan et belysningsanlæg i midterrabatten med dobbeltarmatur på hver mast anvendes ved midterrabatter på op til 11 m.

Smal midterrabat (Fig. 6-3 ell. 6-4)

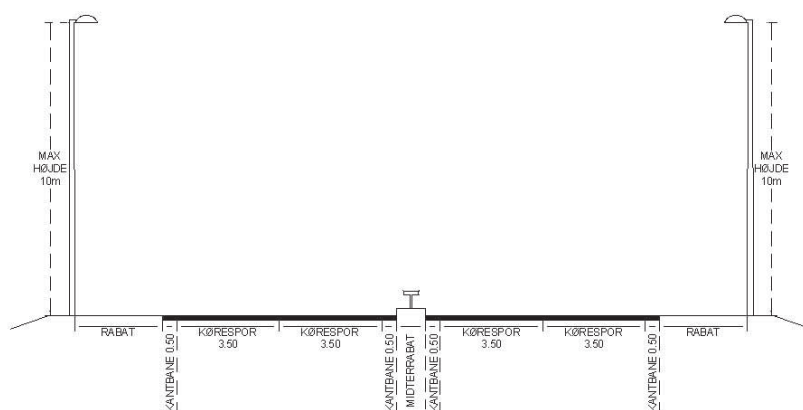
Når midterrabatten er relativt smal, som det er tilfældet de fleste steder i bymæssige områder anvendes én masterække i midterrabatten med dobbeltarmatur på hver mast. På eksisterende veje som ikke tidligere har haft master i midterrabatten kan det visse steder være vanskeligt at etablere nye master i midterrabatten. Her kan det være mere hensigtsmæssigt at placere master ved hver vejside.



Figur 6-2 Det typiske tværprofil for en motorvej i bynært område. Når afstanden mellem de to kørespor der grænser op til midterrabatten ikke overstiger ca. 7 m kan op til 6 kørespor belyses fra 10 m højde i midterrabatten.



Figur 6-3 Når der kun er 4 kørespor, kan afstanden mellem de to kørespor der grænser op til midterrabatten være op til ca. 11 m og stadig belyses med et anlæg i midterrabat uden lange arme.

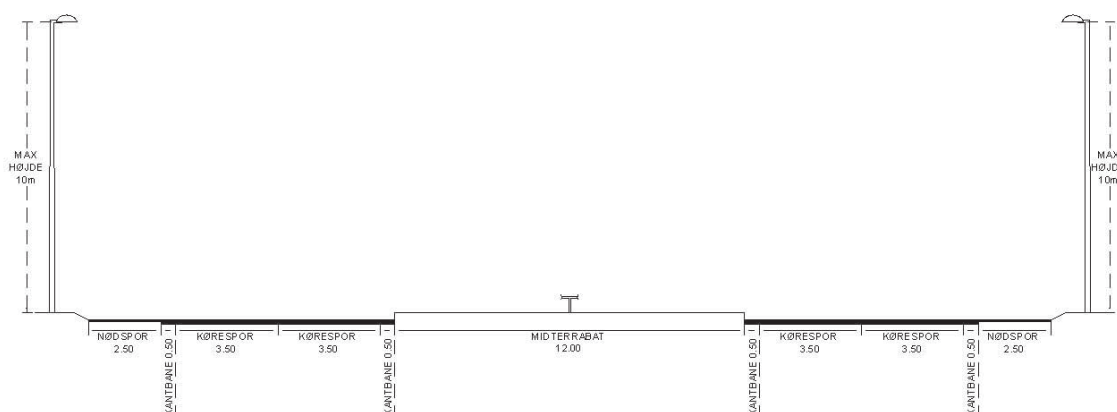


Figur 6-4 En motortrafikvej med meget smal midterrabat må belyses fra siderabatten.



0.250 m

Alders



Figur 6-5 Visse eksisterende motorveje er etableret med 12 m bred midterrabat. En eventuel kommende belysning må udformes med 2 masterækker.

Bred midterrabat > 11 m (Fig. 6-5)

Når midterrabatten er bred vil der enten skulle anvendes lange mastearme, hvilket som regel er æstetisk uønsket, eller der må etableres flere masterækker. Det afhænger af den konkrete situation om masterækkerne bør placeres i midterrabat eller ved vejsiderne, når alle hensyn tages i betragtning.

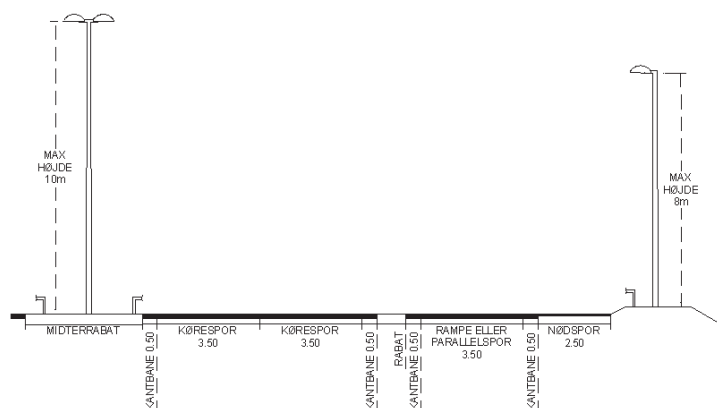
Brede kørebanearealer, > 6 kørespor (Fig. 6-6)

Ved bredere kørebanearealer end 6 kørespor kan det ikke forventes at belysningsklassens krav til regelmæssigheder kan opfyldes med den anbefalede maksimale lyspunktshøjde (10 m jf. vejbelysningsreglerne).

Der er i så fald to muligheder:

- Enten må der dispenseres fra den anbefalede maksimale lyspunktshøjde og anvendes en højere mast (f.eks. 12 m).
- Eller der skal etableres masterækker langs alle vejsiderne, hvorved der bliver 3 eller 4 masterækker.

Bredere kørebanearealer end 3 kørespor findes navnlig ved udfletnings- og forbindelsesanlæg og har derfor en begrænset udstrækning. Den gængse løsning er at sætte en supplerende masterække, der hvor antallet af kørespor overstiger 3.



Figur 6-6 Hvor der er <6 kørespor eller hvor der er rampe eller parallelspor suppleres med master i siderabat.

Hvis motorveje og motortrafikveje i åbent land belyses sker dette til belysningsklasse L5, iht. vejbelysningsreglerne, på til- og frakørsler dog L7b. Ud fra strækningens karakter vil det være muligt med baggrund i Vejbelysningsreglerne at gå en belysningsklasse ned, dog således at belysningsklasse L7b er den lavest anvendelige klasse.

6.2.2 MOTOR- OG MOTORTRAFIKVEJE I ÅBENT LAND

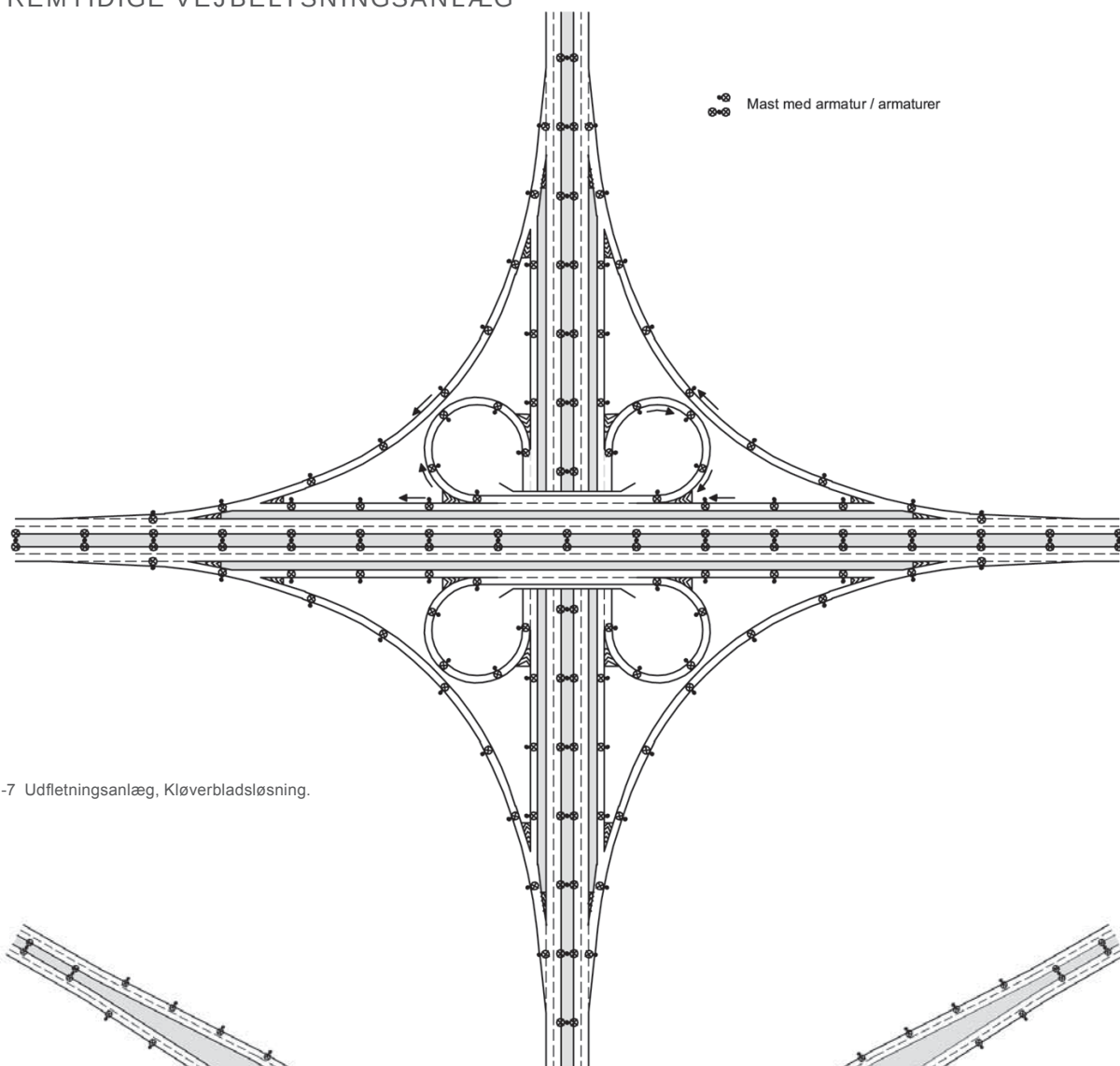
Anlæggene i åbent land udformes principielt ligesom anlæg i bymæssige områder, men mastehøjden skal begrænses mest muligt og armaturerne skal være velafskærmede i den valgte montagestilling dvs. G4 eller højere afskærmningsklasse.

Eksisterende motorveje med meget bred midterrabat må sandsynligvis belyses som vist på Figur 6-5.

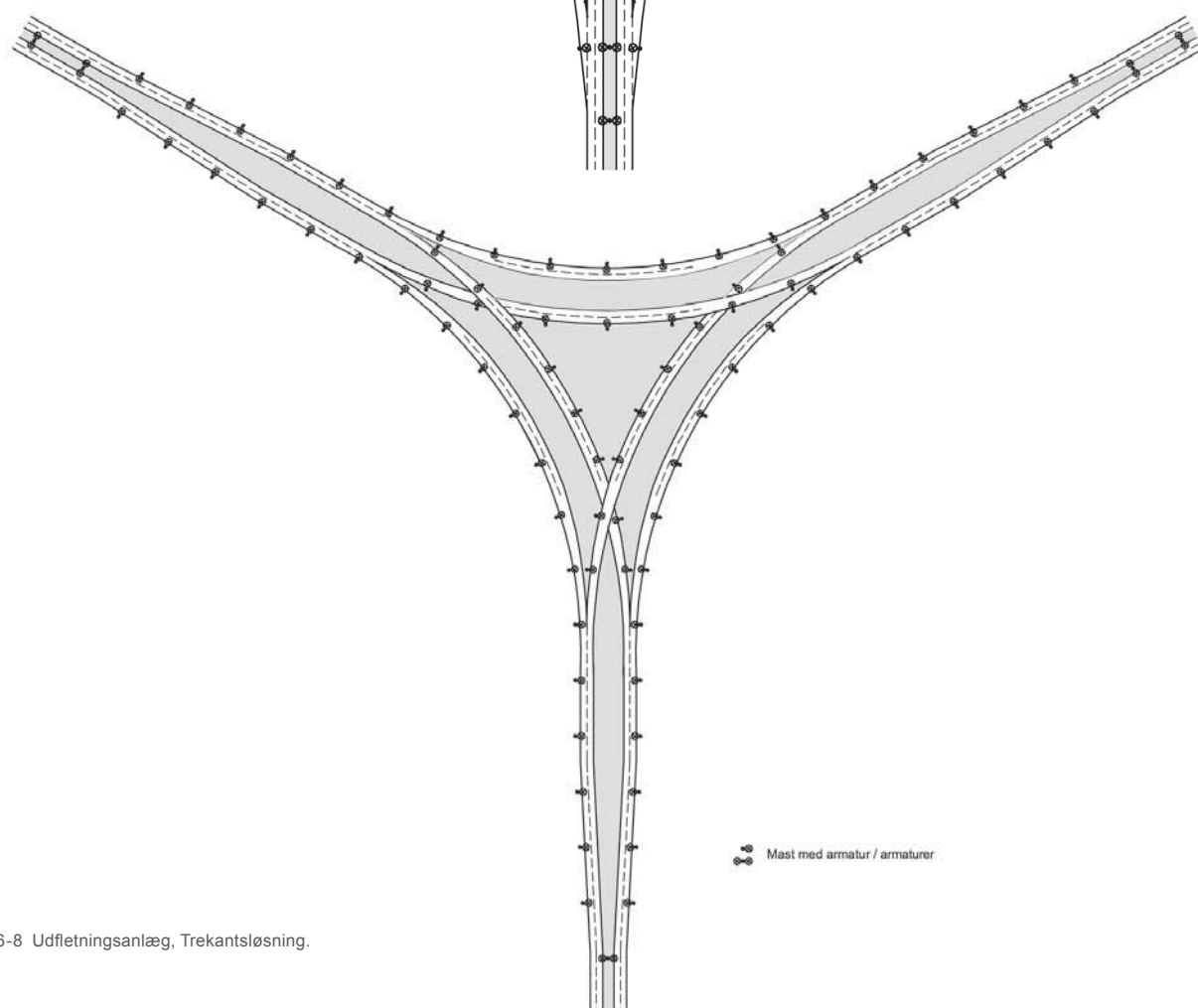
Masters afstand fra kørebanen skal være udenfor sikkerhedszone i henhold til *Håndbog Trafikarealer Land, Hæfte 3, Tværprofiler* med mindre de enten beskyttes af autoværn eller udføres som eftergivelige master.

Anlæg i åbent land skal være forberedt for en reducere (dæmpning) eller slukning af belysningen, hvis denne kun skønnes nødvendig i begrænsede perioder af døgnet (typisk myldretid).

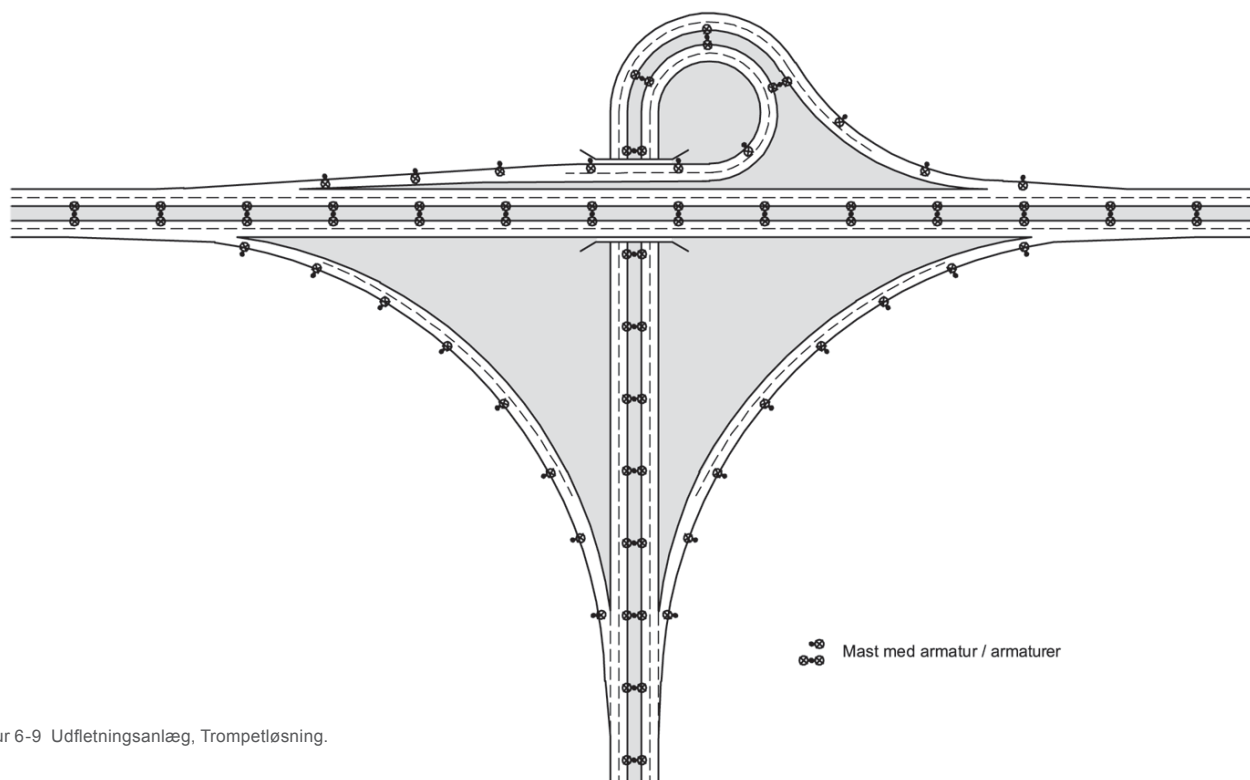
6. FREMTIDIGE VEJBELYSNINGSANLÆG



Figur 6-7 Udfletningsanlæg, Kløverbladsløsning.



Figur 6-8 Udfletningsanlæg, Trekantsløsning.



Figur 6-9 Udfletningsanlæg, Trompetløsning.

6.2.3 UDFLETNINGS- OG FORBINDELSESANLÆG

Der er 3 principielt forskellige udformninger af udfletnings- og forbindelsesanlæg, nemlig Kløverblad-, Trekant- og Trompetløsning. (Se bl.a. hæfterne: Veje og stier i åbent land Hæfte 4.0 Planlægning af Vejkryds samt Hæfte 4.4 Toplanskryds.)

De typiske placeringer af master med armaturer ved de 3 typer udfletnings- og forbindelsesanlæg er vist på principtegninger i Figur 6-7, Figur 6-8 og Figur 6-9.

Principperne for masteplacering anvendes både når vejen i øvrigt er belyst og når den er ubelyst.

Belysningen omfatter foruden udfletnings- og forbindelsesanlæggene også passende strækninger af vejene før og efter som angivet på figurerne.

Ubelyst motor-/motortrafikvej

I trafiksvage perioder i de sene nattetimer kan belysningen normalt slukkes med mindre der pågår vejarbejde.

Belyst motor-/motortrafikvej

Belysningsniveauet hæves med ét klassetrin i ud- og sammenfletningsområderne, hvor der er mange kørespor og hvor antallet af kørespor ændres.

6.2.4 TILSLUTNINGSANLÆG INKL. RAMPER

Tilslutningsanlæg er toplans kryds hvor alle ramper er tilslutningsramper. De forekommer som regel hvor en sekundær vej krydser over eller under en primær motorvej eller motortrafikvej og tilsluttet ved til- og/eller frakørselsramper.

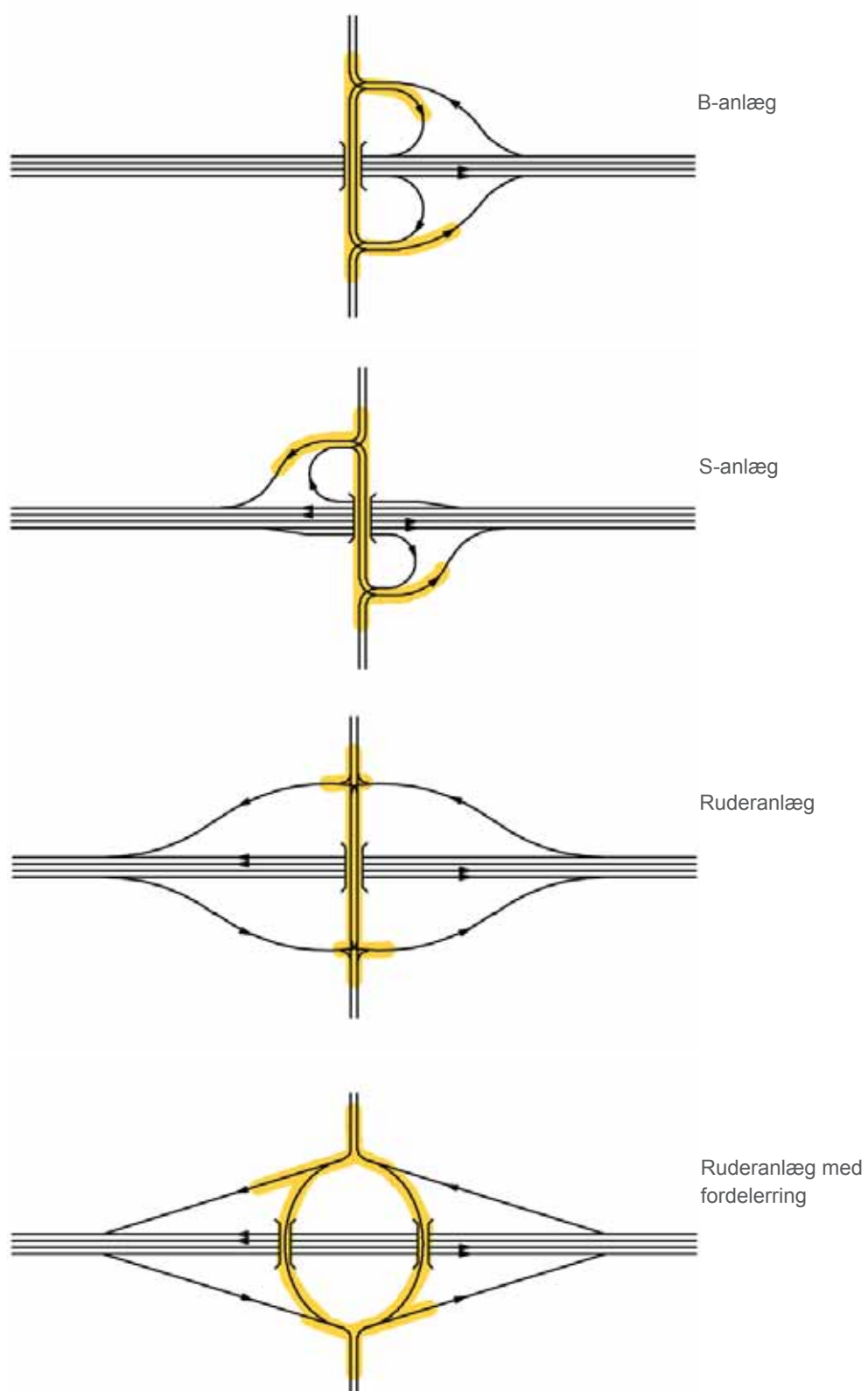
Der opstår herved principielt to kryds kaldet rampekryds, hvor ramperne udmunder i den sekundære vej.

I åbent land hvor ingen af vejene er belyste er belysning normalt heller ikke nødvendig i tilslutningsanlægget med mindre særlige forhold gør sig gældende.

Figur 6-10 viser 4 typer af tilslutningsanlæg. Udstrækningen af belysningen er indikeret i de tilfælde hvor der skal etableres belysning på veje som i øvrigt er ubelyste. Belysningen er valgt på baggrund af de erfaringer man har gjort sig med denne type anlæg samt ud fra et landskabsmæssigt hensyn.

Dette dækker også tilfælde, hvor den krydsende (sekundære) vej er belyst men primærvejen er ubelyst. Hvis også primærvejen er belyst, så belyses ramperne i hele deres udstrækning

Belysningsklasse L5, eller under særligt vanskelige forhold L3 jf. vejbelysningsreglerne anvendes på udfletnings- og forbindelsesanlæggene.



Figur 6-10 Tilslutningsanlæg til motorveje og visse motortrafikveje. Med farve er markeret udstrækningen af belysning i de tilfælde hvor vejene i øvrigt er ubelyste, men der af en eller anden grund etableres belysning i/ved rampekrydsene.

Rampekryds (Fig 6-10)

Der etableres belysning i rampekrydsene hvis:

- Mindst én af vejene er belyst
- Rampekryds er signalregulerede
- Rampekryds er udformet som rundkørsler eller fordelerring
- Der er komplicerede forhold (på sekundærvejen) ved rampekrydsene med spærreflader, heller, svingbaner o.l.
- Der er konstateret særlige problemer med spøgelsesbilister.

Som regel belyses også vejstrækningen mellem de to rampekryds eller rundkørsler, hvor der som angivet på *Figur 6-10* er en bro eller en underføring over eller under primærvejen.

Ved rampekrydsene placeres masterne efter samme principper som ved andre kryds og rundkørsler, jf. afsnit 6.2.5.

Ramper (Fig. 6-11)

Hvis primærvejen er belyst etableres belysning på til- og frakørselsramperne i hele deres udstrækning, tilligemed rampekrydsene som nævnt ovenfor.

I tilfælde hvor primærvejen er ubelyst har der gennem årene været forskellig holdning til, hvor langt ud fra belyste rampekryds der burde være belysning af henholdsvis tilkørsels- og frakørselsramper. En holdning har været at frakørselsramper skulle være belyste på et relativt langt stykke for at trafikanten kunne opfatte afstand korrekt og dermed bremse korrekt ned før rampekrydset.

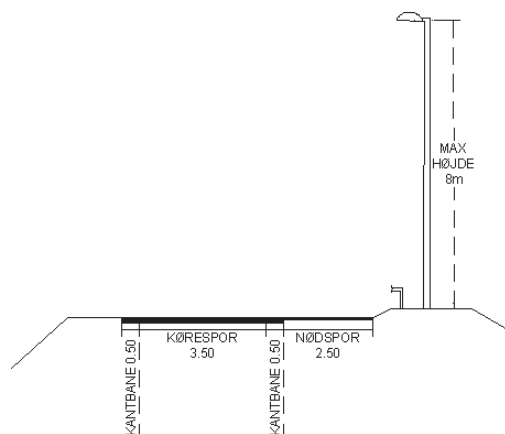


6. FREMTIDIGE VEJBELYSNINGSANLÆG

Der er imidlertid opstået mistanke om at belysningen på frakørselsrampen kan virke som ledelys og føre til forkert indkørsel på motorvejen dvs. imod trafikretningen (som spøgelsesbilist). Derfor lægges der nu mere vægt på at tydeliggøre tilkørselsramperne, hvilket bl.a. kan ske ved at belyse et stykke svarende til én til to mastef afstande ud ad tilkørselsramperne, men frakørselsramperne kun belyses fra én mast lige ved rampekrydset. Princippet er indikeret på *Figur 6-10*.

Ved B- og S-anlæg uden adskillelse mellem til- og frakørselsspor bør belysningen føres langs tilkørslen og forbi skillepunktet mellem til- og frakørsel således at tilkørslen markeres. Princippet er indikeret på *Figur 6-10*.

Hvis der i et ubelyst tilslutningsanlæg vurderes at være behov for visuel ledning til tilkørselsramperne kan der etableres f.eks. 2 stk. master med armaturer på det første stykke af de to tilkørselsramper.



Figur 6-11

Enkeltsporet rampe med master ved nødspor. Ved dobbeltsporet rampe kræves evt. højere mast, "større" lyskilde eller kortere mastef afstand.



Billede 6-2 Krydsbelysning som på enkel vis signalerer at her sker noget. (Skovvejen ved Knabstrup).



Billede 6-3 Belysningen bidrager væsentligt til at gøre opmærksom på krydset som ellers knapt anes pga. vejens krumning. (Skovvejen ved Knabstrup).

En enkeltsporet rampe kan belyses med én masterække i siderabatten med max. mastehøjde på 8 m. Master opstilles altid i højre side i rampens kørselsretning. Ved dobbeltsporet rampe kan anvendes mastehøjde på op til 10 m.

6.2.5 KRYDS OG RUNDKØRSLER PÅ MOTORTRAFIKVEJE

Ved ét-plans kryds og rundkørsler på motortrafikveje er den krydsende sidevej som regel en lokal vej med blandet færdsel. I praksis vælges LE4 da der ved sådanne rundkørsler ofte er sammenblanding af trafikanttyper og desuden er der høj hastighedsklasse på primærvejen.

Belysningsanlæggene indrettes ligesom på hovedlandeveje jf. afsnit 6.3.3 og 6.3.4 under hensyntagen til den relevante hastighedsklasse.

Ved ubelyste motortrafikveje med en (bred) midterrabat sker der undertiden fejkørsel ved at en venstresvingende trafikant fra sidevejen kører ind i det nærmeste kørespor imod trafikretningen. Hyppigheden af denne type fejkørsel kan nedsættes ved belysning, hvor det "rigtige" spor dvs. forbi midterrabatten tydeliggøres. Udstrækningen af belysningen på begge sider af krydset afpasses herefter.

På sidevejen skal belysningen omfatte et kort stykke med vognbanemarkering, vigelinie ("hajtænder") og midterhelle således at disse erkendes tydeligt f.eks. på tilsvarende måde som belysning af til- og frararter ved en rundkørsel jf. afsnit 6.3.4.

Mellem to belysningsanlæg på samme vej, bør der ikke forekomme korte ubelyste strækninger. Det er op til en konkret vurdering i de enkelte tilfælde om belysningen bør gøres sammenhængende.

Belysningen af kryds skal som minimum opfylde belysningsklasse LE5 og de belyste vejstykker på begge sider skal opfylde den tilsvarende L belysningsklasse dvs. som minimum opfylde L7b.

6.3 HOVEDLANDEVEJE

6.3.1 HOVEDLANDEVEJE I BYMÆSSIGT OMRÅDE

Valg af anlægstype, lyspunkthøjde og materieltype påvirker udseendet af og oplevelsen af det lokale miljø, hvor vejen både fungerer som gennemfart og til lokal færdsel. Det er derfor vigtigt at et valg træffes med baggrund i den konkrete vej og det lokale miljø.

Der er to ønsker som skal balanceres mod hinanden:

- At markere og identificere en sammenhængende stræning som statsvej ved hjælp af en ensartet anlægstype og materieltype.
- At respektere det lokale miljø ved tilpasning af anlægstype, højde og materieltyper.

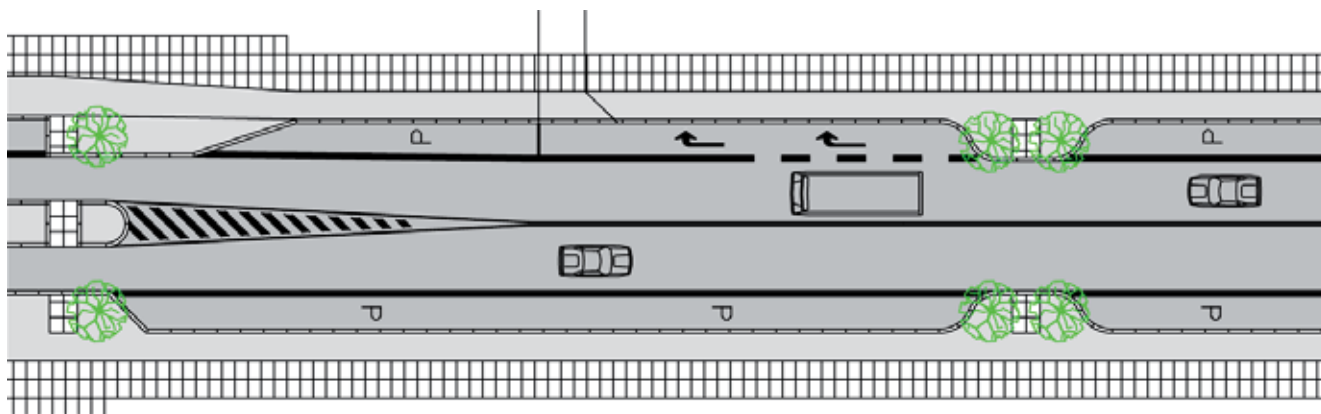
Det første ønske kan f.eks. gives mest vægt ved store veje i større byområder med erhverv eller hvor boligområder er adskilt fra vejen.

Det andet ønske kan f.eks. gives mest vægt på veje gennem mindre byområder, hvor der typisk er boliger og forretninger langs vejen.



Billede 6-4 Mange hovedlandeveje udgør hovedgaden i de mindre byer som de gennemløber. Her er fortov/ cykelsti, svingbaner mm. som der skal tages hensyn til ved belysningen (Vej 133 igennem Stokkemarke på Lolland).

Hovedlandeveje hører jf. vejbelysningsreglerne til gruppen af trafikveje, hvor der anvendes belysningsklasser fra L7b til L6. I vejbelysningsreglerne findes udførlige anvisninger på, hvor de enkelte klasser anvendes.



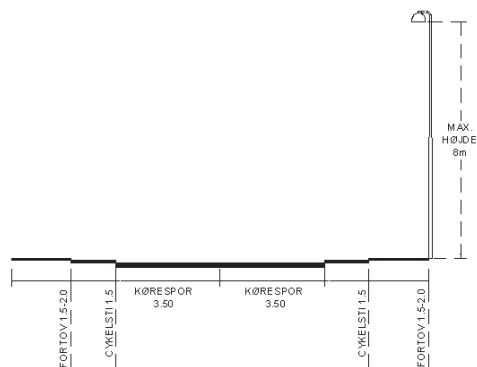
Figur 6-12 Det er snarere reglen end undtagelsen at hovedlandeveje gennem byområder har skiftende tværprofil. Belysningsanlæg skal tilpasses til de skiftende profiler.



Billede 6-5 Belysning på en større hovedlandevej i bymæssigt område. (Ballerup Byvej)

2-sporede veje (Fig. 6-13)

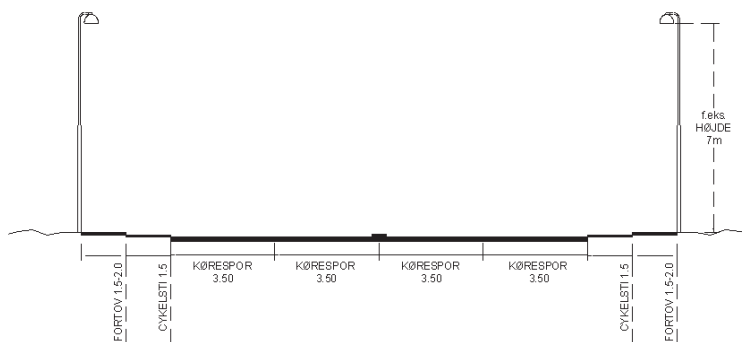
På 2-sporede veje vil ensidet masteplacering som regel være tilstrækkeligt. Ofte ønsker man masterne placeret bag fortov og vil samtidig gerne undgå lange arme på masten. Disse ønsker sætter begrænsning for, hvor lav lyspunktshøjde der kan anvendes.



Figur 6-13 En 2-sporet vej m. fortov, cykelsti og ensidet anlæg. Lyspunktshøjde typisk 8 m.

3-sporede veje (Fig. 6-14)

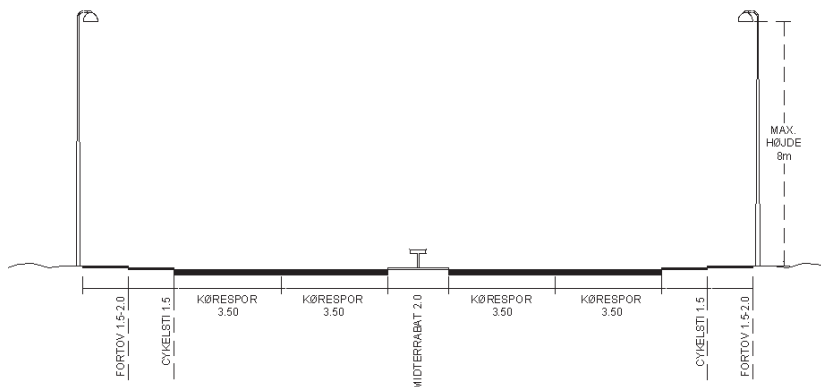
På 3-sporede veje kan ensidet masteplacering eventuelt anvendes, men ganske ofte vil det kræve uønskede høje master eller uønskede lange arme på masterne eller andre ulemper, således at man vil foretrække tosidet masteplacering, hvorved der opnås symmetri i belysningen.



Figur 6-14 3- og 4-sporede veje (uden midterrabat) behøver som regel et 2-sidet anlæg, til gengæld kan lyspunktshøjden ofte være lavere.

4-sporede veje (Fig. 6-14 eller 6-16)

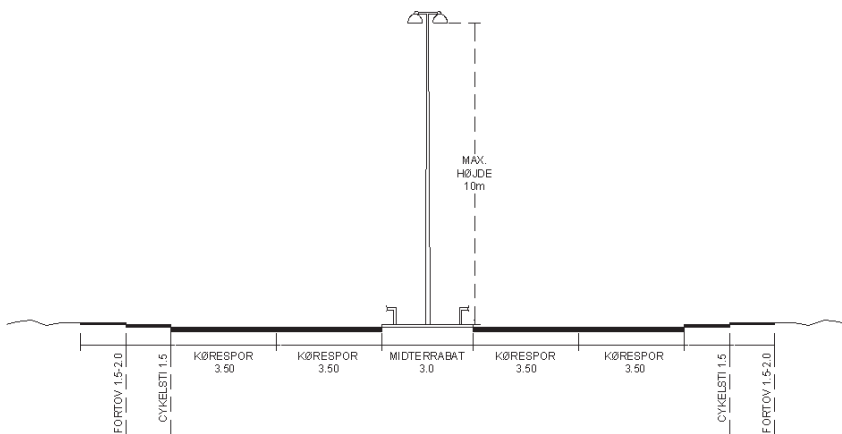
På 4-sporede veje vil tosidet masteplacering som vist i Figur 6-14 være nødvendig (med mindre der er en egnet midterrabat).



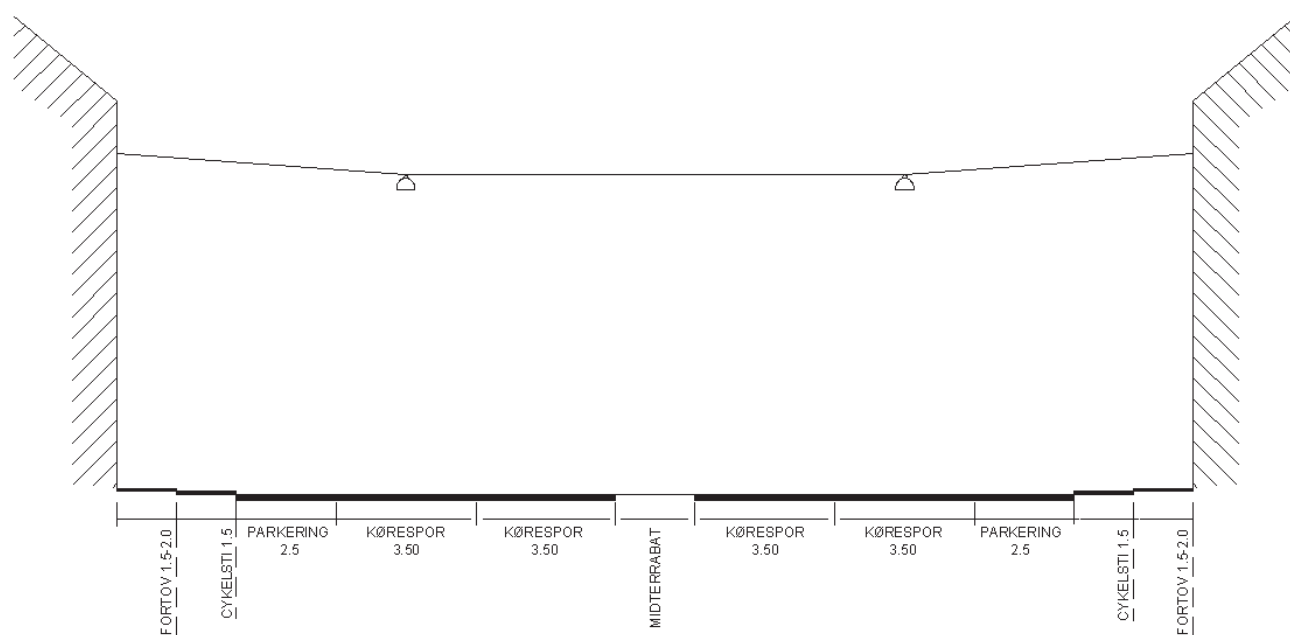
Figur 6-16 4-sporet vej m. midterrabat og 2-sidet anlæg 8 m lyspunktshøjde.

Veje med midterrabat (Fig. 6-15)

På veje med midterrabat, som er egnet hertil, vil masteplacering i midterrabatten komme på tale. Et midterrabatanlæg vil virke mindre dominerende, kaste mindre lys ud på omgivelserne og vil være billigere at etablere end et tosidet anlæg. Til gengæld vil midterrabatanlægget give mindre lys på fortov/cykelsti og vil evt. være dyrere i lyskildeskift på grund af mere omfattende afspærringsbehov end et tosidet anlæg.



Figur 6-15 4-sporet vej m. midterrabat og anlæg i midterrabat, 9 - 10 m lyspunktshøjde.



Figur 6-17 Gaderum med høje facader, fortov, cykelsti og en bred vej. Armaturer i wirer over kørebanen.

Veje mellem høje husfacader (Fig. 6-17)

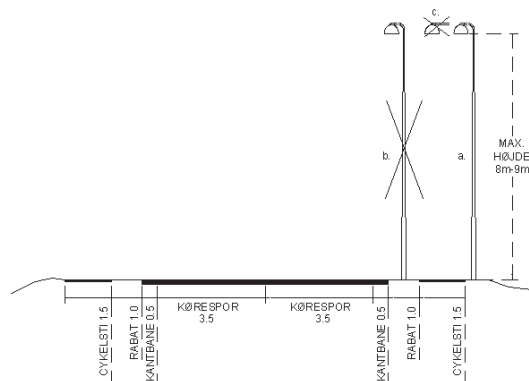
På veje mellem høje husfacader f.eks. med boliger tæt på vejen vil der ofte være armaturer ophængt over kørebanerne i wirer mellem facaderne og/eller mellem gittermaster. Denne anlægstype kan udmærket være den bedste også i fremtiden fordi:

1. Armaturerne har en vis afstand fra facaderne og såles ikke kaster meget lys ind ad vinduerne
2. Der kan være problemer med at få plads til master i gaderummet.

6.3.2 HOVEDLANDEVEJE I ÅBENT LAND

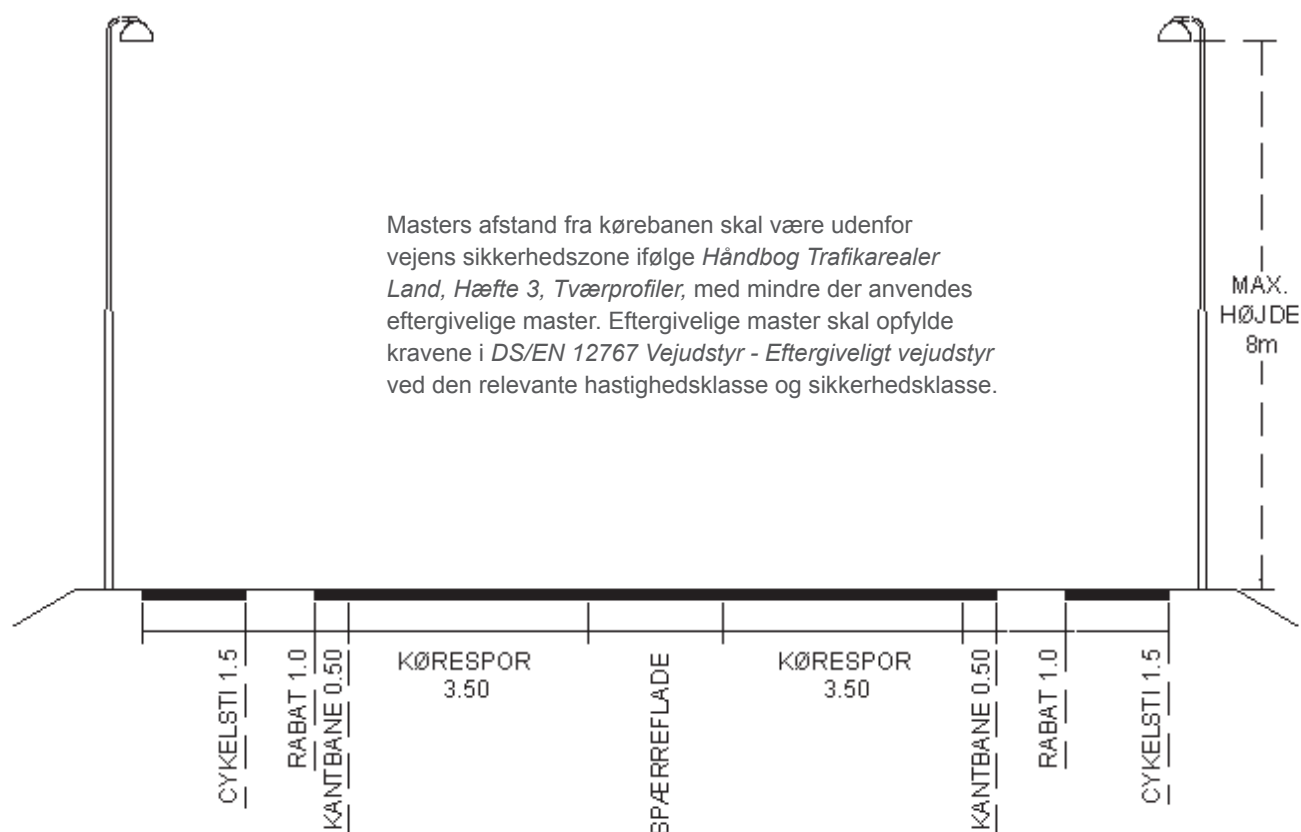
Når hovedlandeveje i åbent land belyses, etableres belysningsanlægget kun på (del-) strækninger, hvor de særlige forhold optræder, som har medført ønske om belysning, jf. afsnit 3.2.2. Lysniveauet skal reduceres i perioder med svag trafikintensitet og belysningen kan slukkes i perioder hvor de særlige forhold ikke optræder.

Mellem to belysningsanlæg på samme vej inklusiv kryds, rundkørsler o.l., bør der ikke forekomme korte ubelyste strækninger. Det er op til en konkret vurdering i de enkelte tilfælde om belysningen bør gøres sammenhængende. Anlægstyperne adskiller sig principielt ikke fra anlæg i byområder, men mastehøjder skal begrænses til det nødvendige og armaturerne skal være velafskærmede, således at fjernvirkning minimeres. Armaturerne skal derfor have plan vandret lysåbning således at afskærmningsklasse G5 eller G6 opnås.



Figur 6-18 En 2-sporet vej m. rabat og cykelsti. Belysningsklasse typisk L7b.

- a. Ensidig belysning fra lav højde er vanskelig fordi masterne må placeres relativt langt fra kørebanen, typisk ca. 3,5 m.
- b. Placering i rabatten ca. 1,0 m fra kørebanen er ofte for tæt på kørebanen, selv ved brug af eftergivelige master.
- c. Lange mastearme er en mulighed, men er som regel æstetisk uønskede.



Figur 6-19 Vej med spærreflade, S eller venstresvingsbane ved et kryds.

Hvis der ønskes begrænset lyspunktshøjde og mulighed b. og c. i forrige figur er uønsket, så er masteplacering i begge vejsider som regel nødvendig.

6.3.3 KRYDS

Almene regler for hvornår kryds skal gives en særlig belysning ud over belysningen på strækningerne er givet i Vejbelysningsreglerne. Det følgende afsnit behandler særlige forhold ved større kryds.

Kryds med udvidet vejprofil og/eller signalregulering

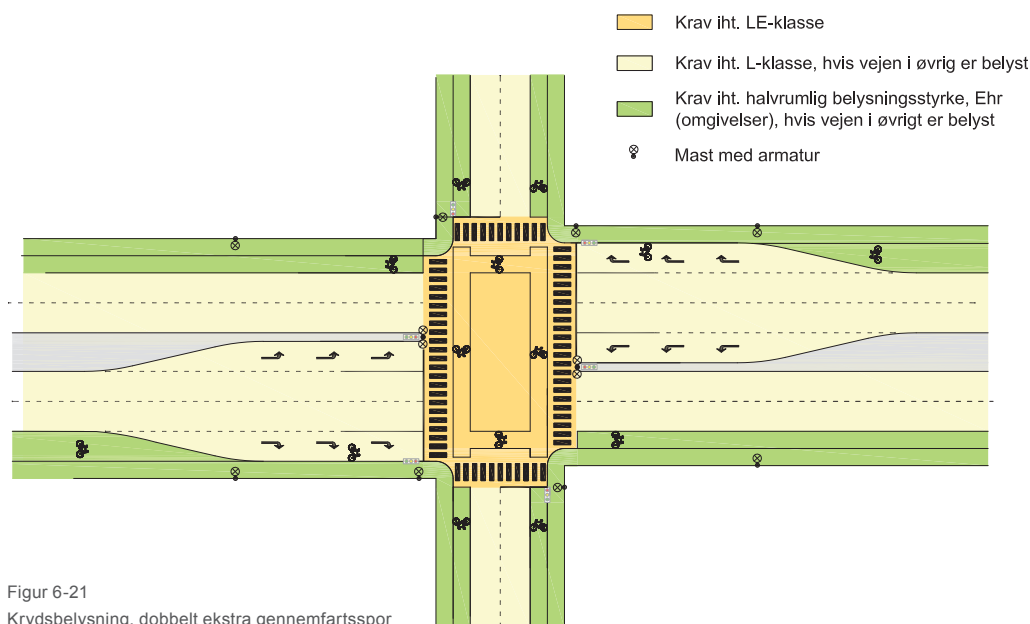
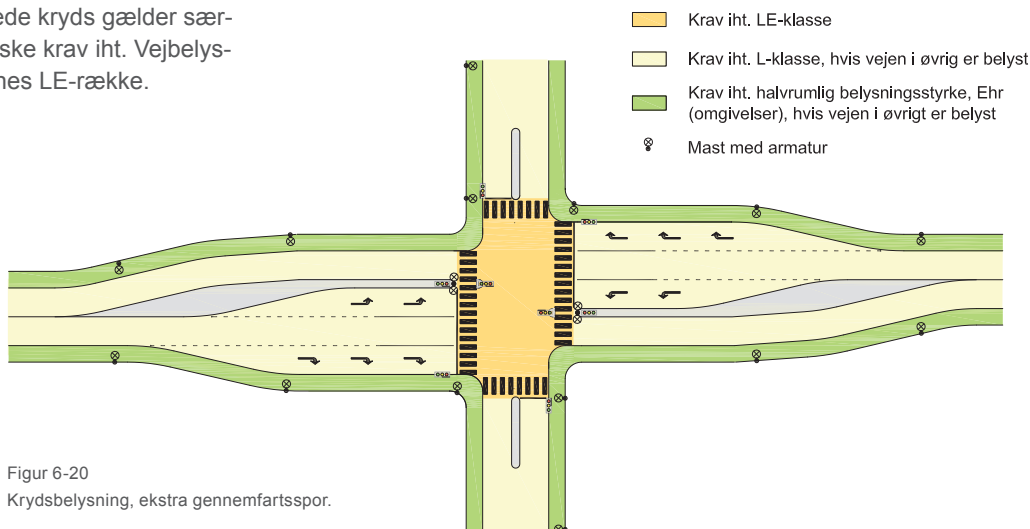
Særlig udformning af belysningsanlæg er nødvendig ved kryds, når der er et udvidet vejprofil med heller og ekstra vognbaner eller der er signalregulering eller typisk begge dele. Typisk er der tale om en hovedlandevej (statsvej) som krydses af en lokal vej (kommunevej).

I bymæssige områder hvor hovedlandevejen er belyst

Hvor der er ekstra vognbaner som vist på Figur 6-20 og Figur 6-21 vil det ganske ofte være nødvendigt med ekstra master langs disse ekstra vognbaner for at opfylde vejens belysningsklasse (L-klasse).

Desuden vil ekstra master og armaturer som regel være nødvendige ved selve krydset for at opfylde den særlige belysningsklasse (LE-klasse) der gælder for krydsets areal.

I komplicerede kryds gælder særlige lystekniske krav iht. Vejbelysningsreglernes LE-række.



6. FREMTIDIGE VEJBELYSNINGSANLÆG

Princippet for udformningen af belysningsanlægget indeholder 2 elementer:

- Hovedbelysningsanlæggets linieføring og mastehøjde fortsættes fra vejstrækningen igennem krydset (så godt som muligt). Der tilføjes master i nødvendigt omfang langs de udvidede kørebanearealer.
- Omkring krydset tilstræbes det at anvende maste-positioner som også anvendes til trafiksignaler dvs. kombimaster.

Hvor hovedbelysningsanlægget føres i midterrabat med én højde kan de ekstra master i siderabat langs de ekstra vognbaner godt være lavere; mens det omvendte (høje master i siderne og lave i midten) ikke anbefales. Dels på grund af uharmonisk fremtræden og dels på grund af gener overfor private grundejere.

De udvidede kørebanearealer vil ofte komme tæt på private grunde og bygninger. Lysindfaldet på disse skal søges begrænset mest muligt ved valg af masteplacering, mastehøjde, armaturtype og -indstilling samt eventuelt

særlig afskærmning. I tilfælde, f.eks. med ensidig lyspunkt-placering, hvor der bliver forskel på belysning af tilfart og frafart ved krydset, så bør tilfarten have den højeste belysningsstyrke eller luminans.

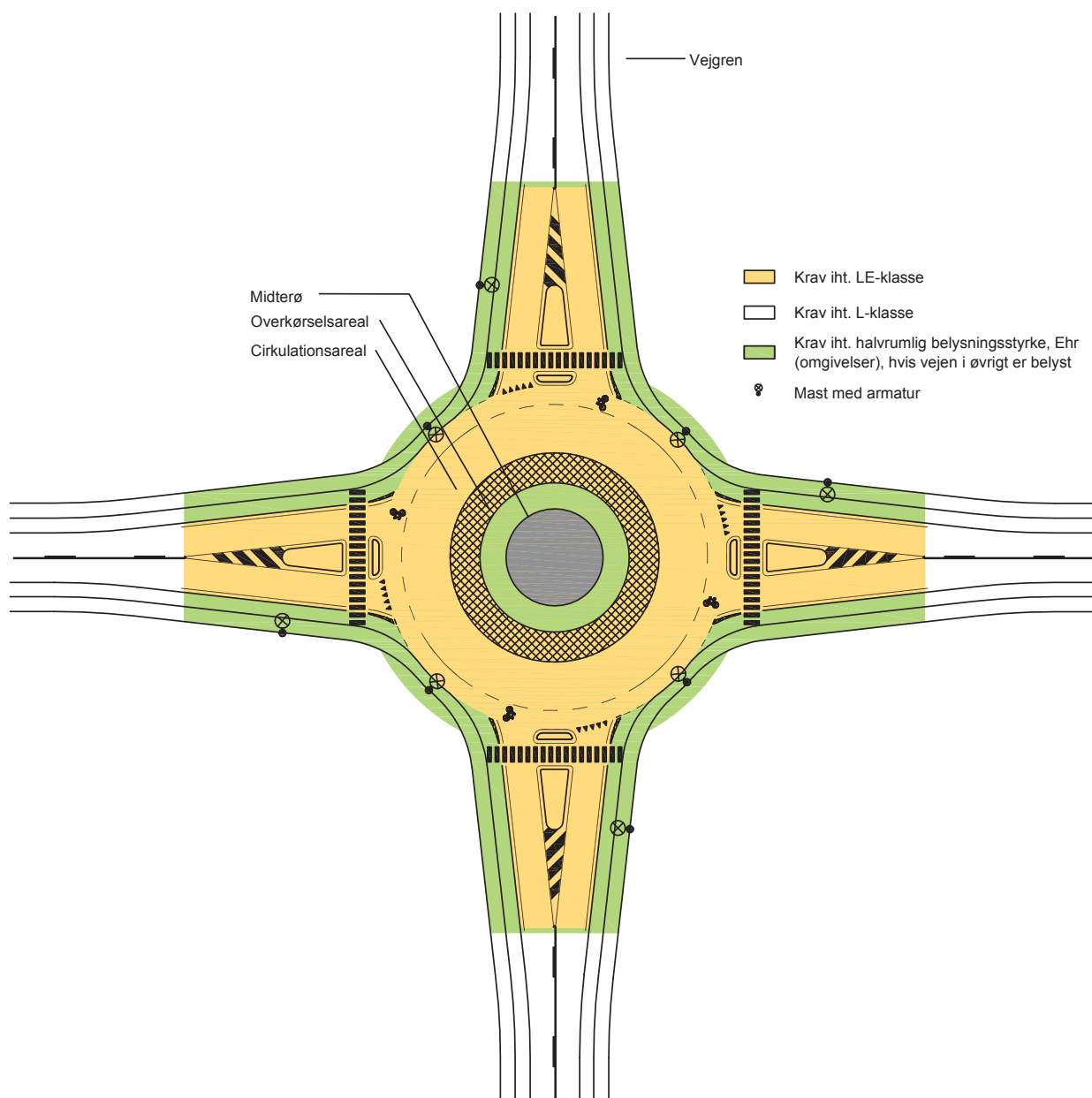
I åbent land

Generelt skal der i åbent land kun anvendes belysningsklasse LE5. Hvis der på hovedlandevejen er anvendt en belysningsklasse højere end L7b, så anvendes i krydset den samme belysningsklasse som gældende i bymæssigt område iht. Vejbelysningsreglerne.

Principperne for udformning af belysningsanlæg er ellers de samme som i bymæssigt område, jf. *Figur 6 20* og *Figur 6 21*. Belysningen udstrækkes kun til én eller nogle få masteafstande på begge sider af krydset, men bør som minimum omfatte eventuelle spærreflader og ekstra vognbaner og svingbaner. Udstrækningen vælges i øvrigt under hensyn til synsforholdene på stedet.



Billede 6-6 Ved signalregulerede kryds anvendes typisk kombimaster for signalanlæg og belysning (Ballerup Byvej).



Figur 6-22 Principskitse med betegnelser for elementer i en rundkørsel samt de arealer hvortil der stilles belysningskrav i henhold til vejbelysningsreglernes LE-belysningsklasser

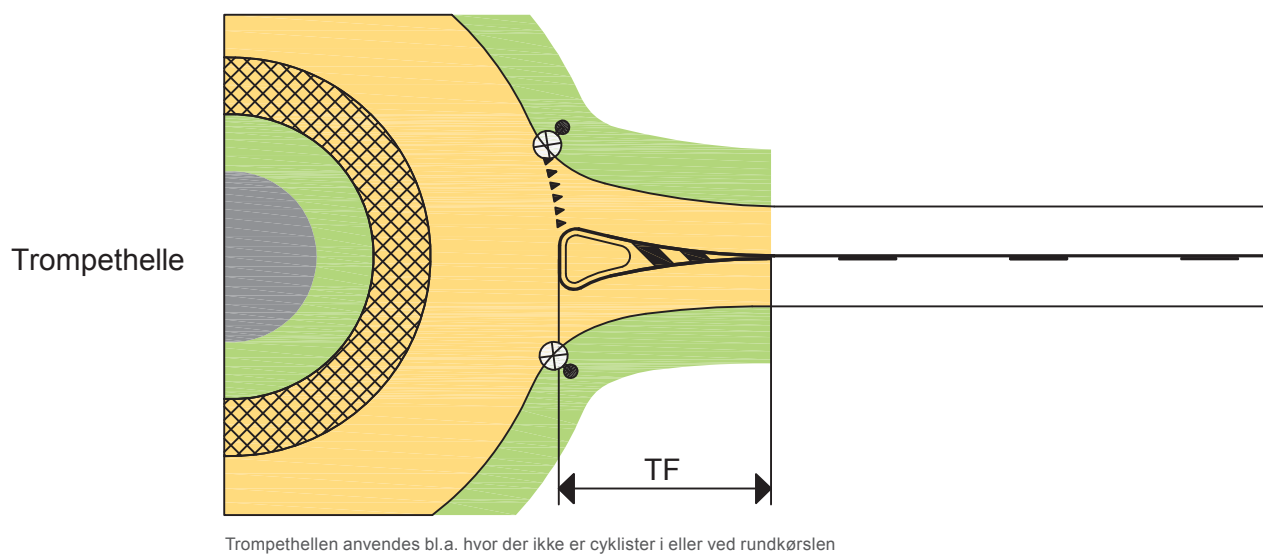
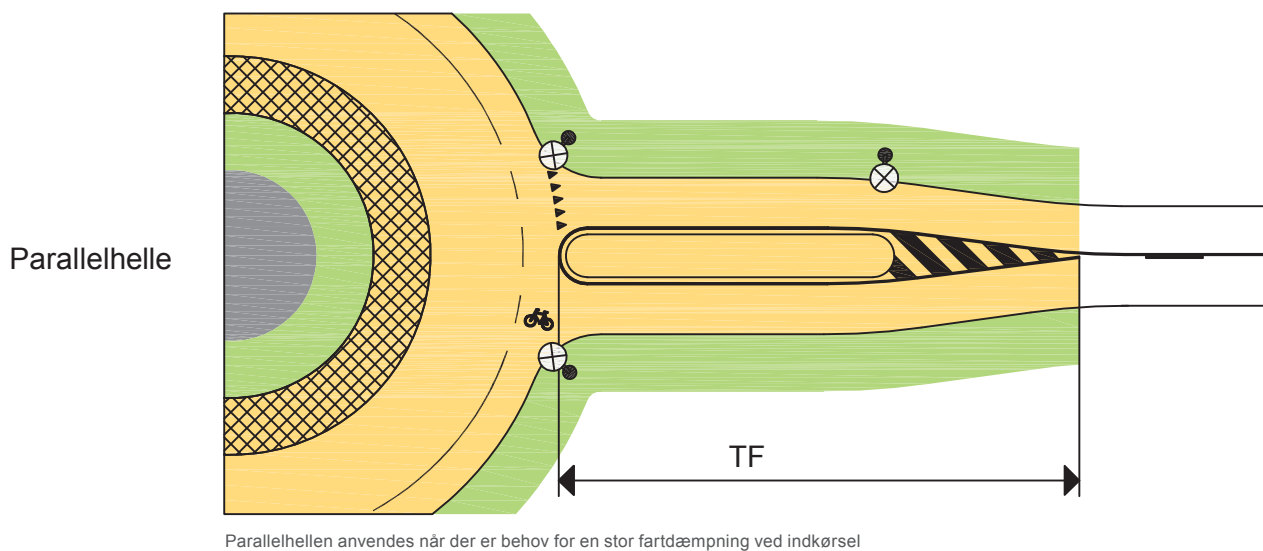
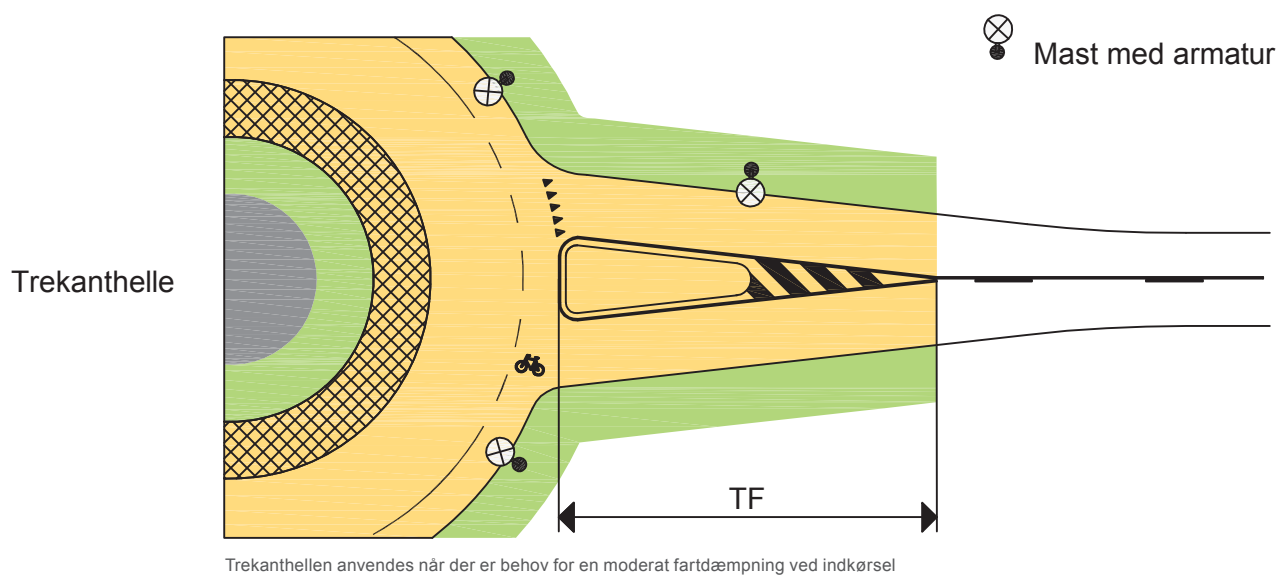
6.3.4 RUNDKØRSLER PÅ HOVEDLANDEVEJE

De vigtigste betegnelser for elementer i rundkørsler er vist på Figur 6-22 sammen med en angivelse af de arealer i rundkørslen hvortil der stilles lystekniske krav jf. vejbelysningsreglerne.

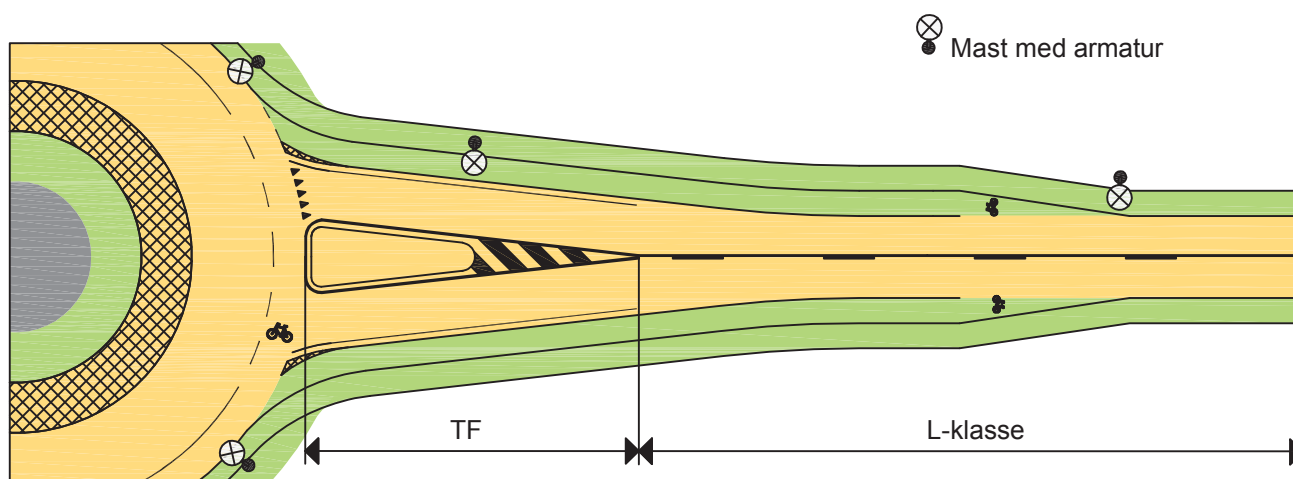
Rundkørsler findes i mange størrelser og med en række forskellige udformninger af til- og frafarterne, se Figur 6-23, hvilket naturligvis har indflydelse på, hvordan belysningsmaster kan opstilles ved rundkørslen.

Omgivelserne kan også have betydning, idet de er medbestemmende for, hvor man ønsker at sætte master. Ud over dette er der ikke principielle forskelle mellem anlægstyper eller valg af belysningsklasse til rundkørsler i bymæssige områder og rundkørsler i åbent land.

Udstrækningen af belysning på til- og frafarterne og ad vejgrene er afhængig af rundkørselens udformning som vist på Figur 6-23 og Figur 6-24.



Figur 6-23 Principielle udformninger af sekundærheller med vejledende angivelse af belysningens udstrækning på til-/frakørslen, TF.



Figur 6-24 Hvor cykelsti føres ud på kørebanen nær rundkørslen skal dette sted være omfattet af belysningen. Vejstykket belyses til den relevante L-belysningsklasse.

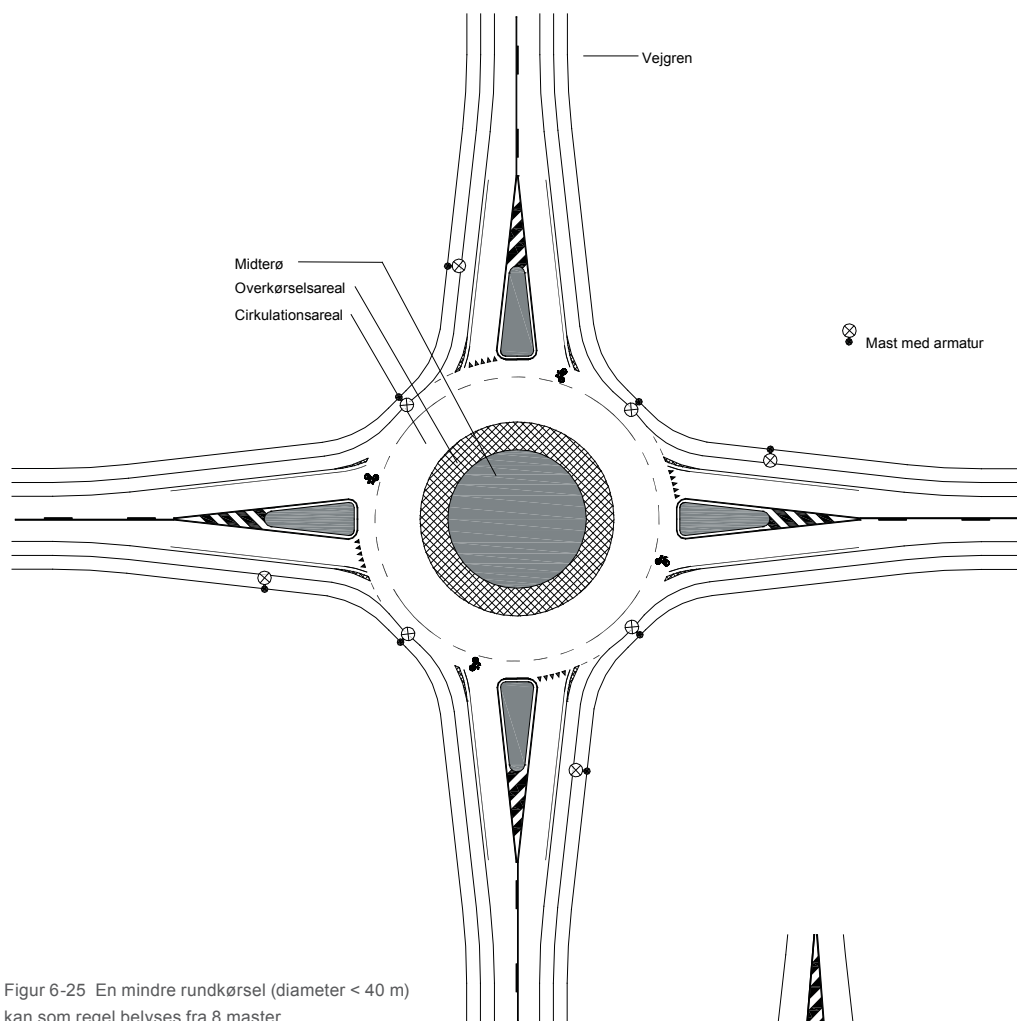
I tilfælde hvor cykelsti fra rundkørslen føres ud på vejgre-
nen et stykke fra rundkørslen som vist på Figur 6-24, skal
dette sted samt vejstykket før og efter være omfattet af be-
lysningsen. Til vejstykket anvendes den L-belysningsklasse,
som svarer til rundkørslens LE-klasse.

Samme princip gælder også ved andre afvigelser fra det
ubrudte vejforløb nær rundkørslen, så som:

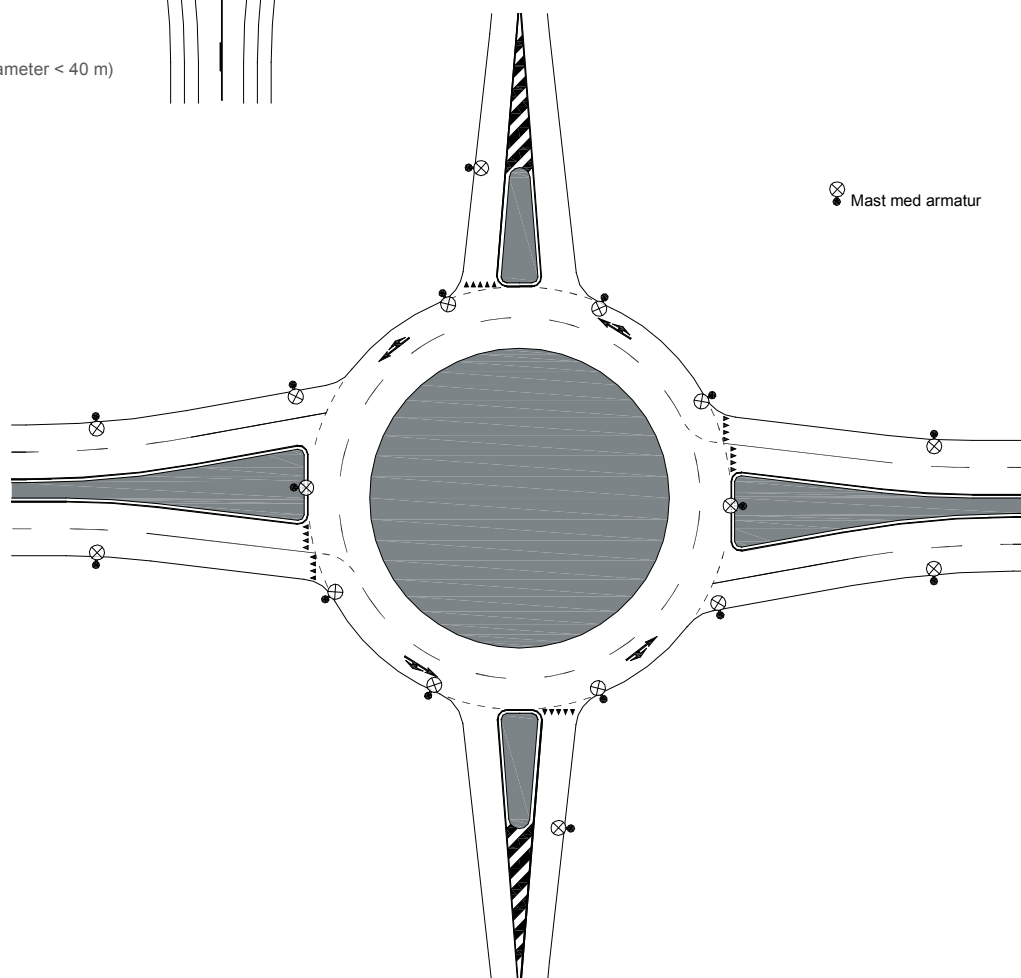
- Busstoppesteder og buslommer jf. afsnit 6.7 og figur 6-31.
- Sekundære kryds
- Stikrydsninger
- Indkørsler til belyste pladser f.eks. Parker & Samkørpladser



6. FREMTIDIGE VEJBELYSNINGSANLÆG



Figur 6-25 En mindre rundkørsel (diameter < 40 m) kan som regel belyses fra 8 master



Figur 6-26 Større rundkørsler (diameter på 50-60 m) og brede sekundærheller kræver et forøget antal master. Bredt cirkulationsareal kræver stor, evt. maksimal (10 m) lyspunktshøjde. I brede sekundærheller kan masteplacering i begge sider af til-/frararterne være nødvendigt

Anlægsudformning

Som hovedregel placeres masterne på ydersiden af rundkørslen og ved vejside af vejgrenenes til-/frafarter, som vist på *Figur 6-25* og *Figur 6-26* bl.a. fordi det giver en god visuel afgrænsning af rundkørslen i mørke og "automatisk" giver en høj belysningsstyrke på konfliktområderne ved cykelsti/-bane og til-/frafarter.

Hvis der forekommer "lange transporter" skal det sikres at disse kan passere forbi masterne. Masteplacering bør ske med baggrund i "kørekurver" for det lange dimensionsgivende køretøj.

Afhængigt af rundkørselens størrelse og udformning kan andre masteplaceringer komme på tale, f.eks. i brede sekundærheller (*Figur 6-26*) eller hvor en midterrabat ender ved rundkørslen. Placering i midterøen kan også i visse tilfælde være en mulighed.

Rundkørselens diameter er i høj grad bestemmende for det nødvendige masteantal. En mindre rundkørsel (op til ca. 40 m i diameter) kan typisk belyses fra 8 master, se *Figur 6-25*. En større rundkørsel (50-60 m i diameter) kræver flere master, se *Figur 6-26*.

Cirkulationsarealets bredde inkl. en eventuel cykelsti er bestemmende for den nødvendige mastehøjde for at lyset kan kastes langt nok ind i rundkørslen, hvor kravet om belysningsklasse E1 i midterøen ofte er afgørende.

Ofte er vejgrenenes retninger uregelmæssigt fordelt, hvilket fordrer særlig tilpasning af masteplaceringen.

Følgende skal tilstræbes:

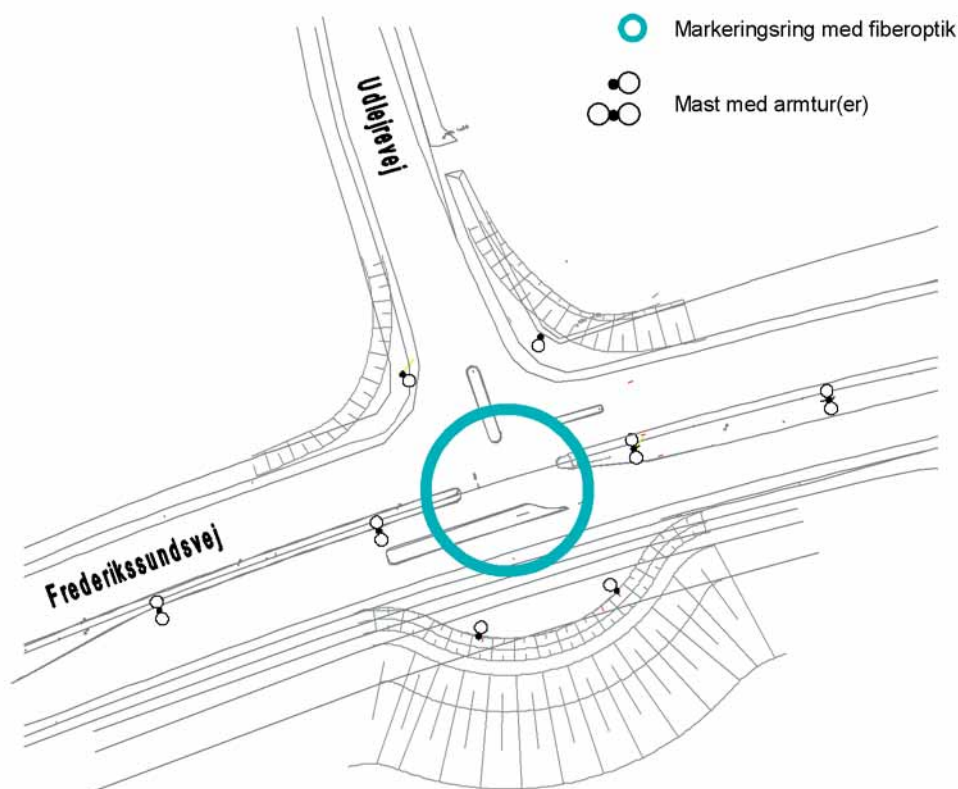
- Mastearme skal være korte
- Mastearme skal pege mod rundkørselens centrum eller stå vinkelret på vejen de står ved
- I boligkvarterer skal spildlys ind på private grunde og ind mod boliger begrænses mest muligt.

Lys i kantelement

Til særlig fremhævelse af rundkørselens midterø anbefales den særlige type kantelement langs øen, hvori der indbygges fiberlys eller LED's (lysdioder).

Navnlig på ubelyste veje er det gavnligt med den forøgede synlighed af midterøen på en vis afstand, når man nærmer sig rundkørslen.

Løsningen med fiberlys består af en sidelysende lysfiber som lægges i en not (rille) i kantelementet og (typisk 3 stk.) lysgivere, som er installeret i brønde i midterøen.



Figur 6-27 Projekttegning af rundkørslen Frederikssundsvej/Udlejervej (foto på næste side). Rundkørslen er ca. 35 m i diameter.

6. FREMTIDIGE VEJBELYSNINGSANLÆG



Billede 6-7 Enkelt belysningsanlæg i en mindre rundkørsel. Master er placeret dels ved ydersiden og dels i den brede midterrabat, som "ender" ved rundkørslen. (Frederikssundsvej ved Udlejrevej, Ølstykke)



Billede 6-8 Forsøgsprojekt med en alternativ udformning af belysningen i en rundkørsel (Skovvejen/Cementvej).



Billede 6-9 Kombineret Torontoanlæg og belysning af fodgængerfelt på en lige strækning. (Vej133 igennem Stokkemærke på Lolland).

6.3.5 FODGÆNGERFELTER

Fodgængerfeltet belyses alene med den almindelige vejbelysning, men det er god skik at placere master med armaturer tæt på, således at fodgængerfeltet bliver et af de højest belyste steder. Det vil f.eks. være tilfældet ved kryds, når belysningen indrettes som vist på Figur 6-20 og Figur 6-21.

Særskilt belysning

Særskilt belysning er en integreret del af de såkaldte Torontoanlæg, som kan have forskellige udformninger. Der findes særlige armaturer hertil.

En type er beregnet til opsætning på en lang arm som hænger ud over fodgængerfeltet. Hvis der ikke er klare trafikale grunde til at anvende denne model skal den undgås af æstetiske hensyn.

En anden type har asymmetrisk optik således at den kan placeres på mast ved vejsiden og lyse ind på fodgængerfeltet.

Master og armaturer placeres i hver side lidt foran fodgængerfeltet i køreretningen således at personer i fodgængerfeltet belyses på den side der vender imod trafikken.

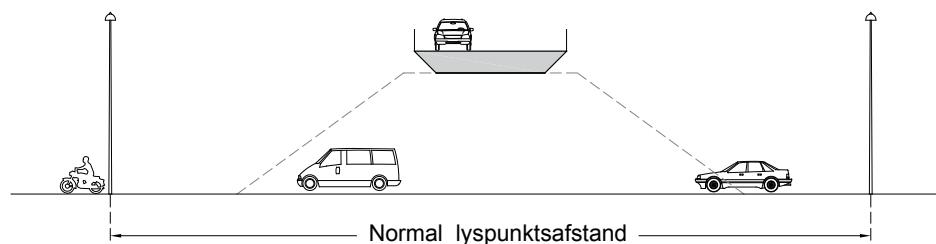
Lyskilder til særskilt belysning af fodgængerfelter bør normalt have hvidt lys med god farvegengivelse for at give personer et naturligt udseende ved de relativt høje belysningsstyrker, som kræves. Metalhalogenlamper er velegnede.

På steder hvor fodgængerfeltet ikke skal belyses særskilt dvs. typisk ved rundkørsler eller signalregulerede kryds, skal belysningsklassen i fodgængerfeltet være den samme som på den øvrige strækning.



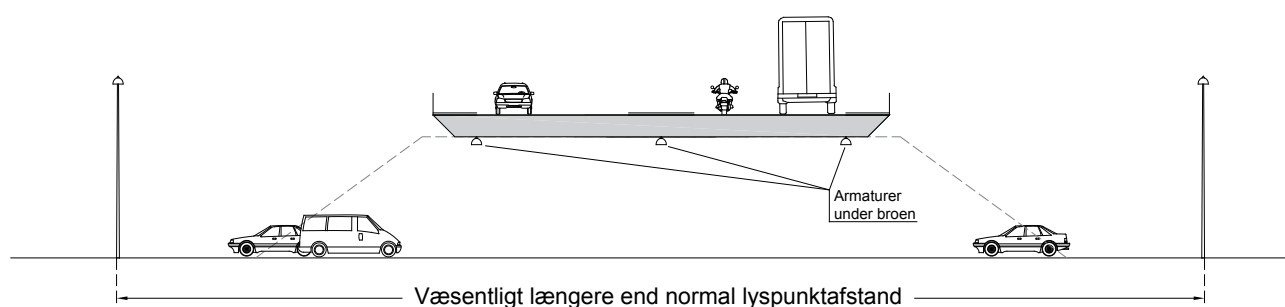
Billede 6-10 Ved at placere master korrekt kan fodgængerfeltet belyses som en del af den samlede krydsbelysning (Ølstykke).

6. FREMTIDIGE VEJBELYSNINGSANLÆG



Figur 6-28

Smalle broer (korte underføringer) kan dækkes af en normal lyspunktsafstand.



Figur 6-29

Brede broer bryder lyspunktsafstanden på den underførte vej. Når det er væsentligt bør der være særskilt belysning i underføringen.

6.4 VEJE FØRT UNDER BRO ELLER IGENNEM TUNNEL

Underføringer og tunneler opdeles i 4 hovedtyper jf. afsnit 3.2.3.

Type 1 underføringer (20-25 m) - ikke belyst (Fig. 6-28)

Type 1 underføringer på op til 20 – 25 m længde kan om natten belyses af en eventuel vejbelysning på strækningen. Underføringer under stier og under normale to-/tresporede veje er i denne kategori.

Placeringen af belysningsmasterne omkring underføringen tilpasses broen således at broen ligger mellem to master med (næsten) normal lyspunktsafstand og således at armaturerne kan belyse vejen under broen. Masterne bør placeres i en afstand på mindst 5 m til 10 m fra underføringens to ender.

Type 2 underføringer (20-60+ m) – belyst om natten (Fig. 6-29)

Type 2 underføringer belyses om natten med en særskilt belysning hvis den øvrige strækning er belyst. Belysningen placeres normalt i loftet i vejsiderne eller indbygget over et eventuelt nødspor.

Ved kortere underføringer end ca. 60 m og god oversigtlighed er det tilstrækkeligt at opsætte en række armaturer over siderabatten til belysning af nødspor og den højre kørebane, mens venstre kørebane belyses mindre.

Ved længere (end 60 m), krumme eller uoversigtlige underføringer, dimensioneres belysningen på normal måde for hele kørebanen og til én klasse over niveauet for den øvrige vejstrækningens belysningsklasse.



Billede 6-11 Underføring type 2 med egen belysning. Armaturer er monteret i loftet (Gladsaxe Ringvejs underføring under Motorring 3).

Type 3 underføringer (60-120 m) – delvist belyst om dagen (Fig. 6-30)

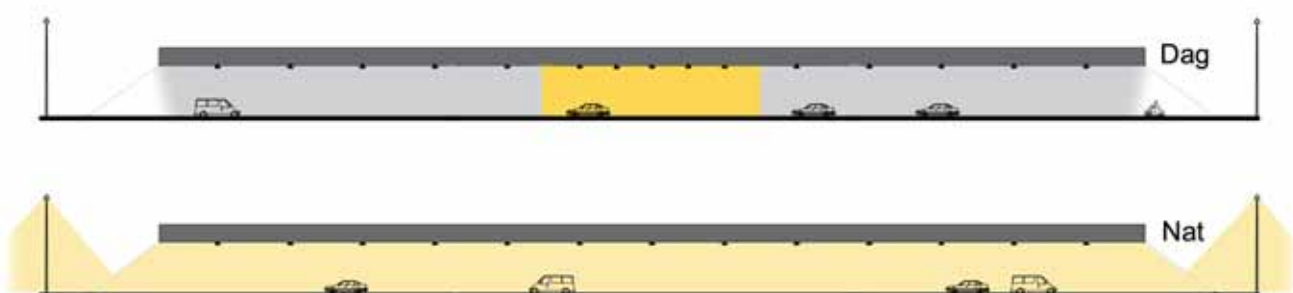
Type 3 omfatter underføringer eller tunneler på 60-120 m længde, hvor udkørslen er synlig i stopsigtelængden fra indkørslen og her både i højden og bredden fylder mindst 2° i synsfeltet.

Underføringen belyses om dagen i en zone i midten af underføringen på 30-40m længde som ved fuldt dagslys (20 klx) i det fri giver en vejbeluminans på 200 cd/m^2 og i mørkt vejr (5 klx) 60 cd/m^2 .

Om natten belyses underføringen i hele længden med en belysningsklasse, der er én klasse højere end belysningen på den øvrige vejstrækning. Hvis den øvrige vejstrækning er ubelyst belyses underføringen med belysningsklasse L5.

Type 4 underføringer (> 80 m) - fuldt belyst om dagen

Type 4 omfatter underføringer eller tunneler som er mindst 80 m lange og ikke har sigtforhold som for type 3. Belysning af disse udformes i henhold til NVF Rapport nr. 4/1995 Belysning af vej-tunneler.



Figur 6-30 Længere underføring som om dagen belyses kraftigt i en zone i midten, og om natten belyses i hele længden, men med et lavere natniveau.



Billede 6-12 Overføringer i flere niveauer kan være en belysningsmæssig udfordring. (Helsingørsmotorvejen og Tuborgvej)

6.5 VEJE FØRT OVER BRO

På broer belyses vejen så vidt muligt på samme måde som den øvrige vej dvs. med samme belysningsklasse og som regel kan typen af master og armaturer fra den almindelige terrænplacering videreføres over broen monteret på broens kantbjælke eller i en eventuel midterrabat.

Masterne skal placeres visuelt harmonisk i forhold til broens konstruktion og arkitektur, hvilket f.eks. kan medføre en kortere masteafstand på broen end på den øvrige vej.

Hvis broen er kortere end lyspunktsafstanden bør det tilstræbes at undgå master på broen..

De hyppigst forekommende broer er toplans-kryds f.eks. mellem en statsvej og en lokal vej. Det skal tilstræbes at master står midt over bropiller og/eller symmetrisk i forhold til brokonstruktionen set fra den krydsende vej.

Princippet er vigtigst ved symmetriske brokonstruktioner hvor vejene ser ud til at krydses nær vinkelret på hinanden.

På broer med et asymmetrisk og kurvet forløb eller hvor krydsningen er stærkt på skrå er symmetriprincippet mindre vigtigt.

Hvis broens vejprofil eller den mulige placering af master er anderledes end på vejen skal belysningsanlægget tilpasses så belysningsklassens krav opfyldes.

På meget lange broer kan der af landskabsarkitektoniske eller af andre grunde vælges en anden udformning af belysningsanlægget end den der bruges på almindeligt terræn. Det samme gælder broer med en markant arkitektur eller en særlig beliggenhed.



Billede 6-13 Til motorvejene i København er udviklet en særlig mast til montering på støjskærm (MOTORRING 3).

6.6 SIDEANLÆG

6.6.1 SERVICEANLÆG, INFOTERIE OG RASTEANLÆG

Belysning på sideanlæg, og navnlig på rasteanlæg, skal i fremtiden i højere grad end tidligere synliggøre personer, således at sikkerhed og tryghed forbedres. Det kræver forøget belysning på lodrette flader. Virkemidlerne hertil kan være kortere afstand mellem lyspunkter, mere bredstrålende lysfordelinger eller større lyspunkthøjde sammen med forøget lyskildelysstrøm (wattage).

Endelig skal der være god belysning omkring bygninger og andre faciliteter således, at ingen kan skjule sig i mørket tæt på steder, hvor brugerne skal færdes.

De nævnte virkemidler skal afstemmes mod ønskerne om dels at undgå blænding på pladsen og på den nærliggende motorvej og dels at begrænse belysningsanlæggets synlighed i landskabet (fjernvirkning).

Alle faciliteter f.eks. tømmeanlæg og vandposter skal belyses således at de kan benyttes i mørke.

Når tankanlæg, minimarkeder, cafeterier m.m. etableres af andre (ikke VD) selskaber vil de som regel skulle etablere udendørs belysning af eget delområde, f.eks. tankanlæg. Dette skal imidlertid koordineres med VD's belysningsanlæg på tilgrænsende områder således at alle relevante områder belyses.

Ved andre bygninger f.eks. toiletbygninger kan der på bygningen monteres armaturer, som indgår i den samlede belysning omkring bygningen. Bygningsbelysning og vej-/pladsbelysning skal således koordineres med hinanden selv om de eventuelt planlægges i hvert sit projekt.

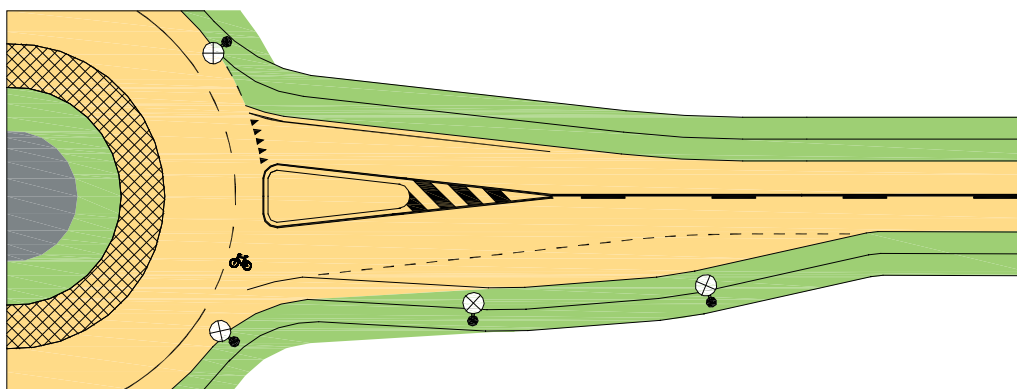
Sideanlæg er nævnt i vejbelysningsreglerne med anbefalede belysningsklasser men præciseres her.	
Rasteanlæg med faciliteter	Belysningsklasse
Kørebanearealer	LE5 (eller L7b)
P-pladser	E2
Gangarealer, perifere	E2
Gangarealer, centrale	E1
Afskærmningsklasse for armaturer nær motor-/motortrafikvej	Minimum G4
Blændingstalsklasse, minimum	Minimum D5



Billede 6-14 Nyere belysning af rasteanlæg
(Glenshøj rasteanlæg på E45).

- Veje, P-pladser og gangarealer er sammenhængende belyst så der opnås god overskuelighed.
- Kørebaneløbene er tydeliggjorte ved belysning, som er udstrakt til begyndelsen af udkørselsvejen så den er let at få øje på.
- Belysningen er kraftigst foran og ved toiletbygningen. Belysningen på øvrige P-pladser er generelt svagere, men tæt ved belysningsmasterne er belysningen kraftig nok til, at man kan ordne mindre problemer med køretøj, bagage eller lignende.





Figur 6-31 En buslomme tæt på en rundkørsel skal være omfattet af rundkørselens belysningsanlæg

6.6.2 PARKER & SAMKØR PLADSER

Efter vejbelysningsreglerne belyses Parker & Samkør pladser som minimum til belysningsklasse E4, hvilket er en spredt orienteringsbelysning med mørke områder imellem. Steder, hvor der er behov for en tryghedsskabende eller kriminalitetshæmmende belysning, anvendes belysningsklasse E2.

Normalt belyses pladser til belysningsklasse E2 eller E3. Men pladser, hvor der er behov for at give tryghed og for at nedsætte risikoen for kriminalitet dvs. tyveri, hærværk og overfald, skal have en stærkere og mere jævn belysning, som f.eks. belysningsklasse E1

Belysningsanlægget udformes bedst med master og armaturer ved pladsens yderkanter så risikoen for påkørsel minimeres og således at omgivelserne belyses lidt. En Lyspunkthøjde på ca. 5 m vil som regel være tilstrækkelig.

Parker & Samkør pladsens belysningsanlæg ønskes som regel diskret i omgivelserne, og derfor vælges der armaturer med plan vandret lysåbning og god afskærmning.

Parker & Samkør pladsens indkørsel bør fremhæves så den er let at finde i mørke, f.eks. ved placering af en mast med armatur tæt herved.

Parkér-og-rejs samt kys-og-kør pladser kan også indrettes i forbindelse med et enkelt busstoppested, jf. afsnit 6.6.4.

6.6.3 BUSTERMINALER

Busterminaler er primært indrettet med henblik på, at flere forskellige buslinjer kan optage, afsætte eller udveksle passagerer. I forbindelse med busterminaler kan der være indrettet parkér-og-rejs pladser til trafikanter, der ønsker at køre i bil til terminalen og fortsætte rejsen med kollektiv trafik og kys-og-kør pladser, hvor bilister kan afsætte passagerer, der skal fortsætte rejsen med kollektiv trafik.

Større busterminaler belyses som minimum til belysningsklasse E2 og på centrale steder for læsning af busplaner o. lign. til belysningsklasse LE4 eller LE3.

6.7 BUSSTOPPESTEDER OG BUSLOMMER

På belyste hovedlandeveje giver vejbelysningen normalt tilstrækkelig belysning ved busstoppesteder/buslommer; men det er god byggeskik at tilpasse masteplaceringen så busstoppestedet/buslommenbelyses godt, f.eks. ved at placere én eller flere master ved eller tæt på stoppestedet/buslommen.

Når rundkørsler og signalregulerede kryds i åbent land belyses, så skal nærliggende busstoppesteder/buslommer være omfattet af belysningen, f.eks. som vist på figur 6-31.

Busstoppesteder ved motorveje og motortrafikveje som ligger i tilbagetrukne buslommer dvs. separeret fra vejen, belyses ikke tilstrækkeligt af den eventuelle vejbelysning. Disse bør have en særskilt belysning der hænger sammen med en eventuel bagvedliggende lokal vej-, sti- eller P-pladsbelysning.



Billede 6-15 Separate stier belyses når de indgår i et overordnet stinet. Der anvendes velafskærmede armaturer (cykelsti i Egebjerg ved Ballerup, ikke statsejet).

6.8 STIER I TILKNYTNING TIL STATSVEJENE

Stier der anlægges i forbindelse med statens veje fungerer mest som en del af det lokale kommunale vejnet, selv om anlægsudgiften betales af staten. Separate stibelysningsanlæg overdrages derfor i vid udstrækning til den lokale kommunale vejmyndighed for drift og vedligeholdelse.

Derfor skal disse anlæg have separat elforsyning og tænding uafhængigt af anlæg som drives i statsligt regi.

Stier beliggende bag støjskærme skal opfattes som stier i eget tracé og kan have behov for egen belysning. Støjskærme af glas har ikke nødvendigvis transmittans der sikrer den nødvendige belysning fra vejens belysningsanlæg.

I de fleste tilfælde belyses stier som en del af den almene vejbelysning. Dette gælder cykelstier langs belyste hovedlandeveje og stier i forbindelse med belyste kryds og rundkørsler. Cykelstien medregnes derfor normalt til de omgivelser, hvortil der stilles belysningskrav i L-rækkens belysningsklasser og bredden af omgivelserne kan hermed blive større end de 3,5 m der regnes med som standard.

I rundkørsler skal cykelstier medregnes til det primære areal, hvortil der stilles krav efter LE-rækkens belysningsklasser

Stier i eget tracé belyses jf. vejbelysningsreglerne med belysningsklasse E2

6.8.1 STITUNNELLER

Belysningen i stitunneller har som primært formål at skabe sikkerhed og tryghed for cyklister og fodgængere. På samme måde som vejunderførsler jf. afsnit 6.4, bør belysningen af stitunneller afhænge af deres længde.

Om natten belyses stitunneller dog som hovedregel uanset om stien i det fri er belyst. Om der er behov for belysning i dagtiden afhænger udover længden også af arealet af dens åbning. Som hovedregel bør stitunneller have belysning i dagtiden, hvis længden er større end $10 \times \text{højde} \times \text{bredde}$, eller $10 \times \text{åbningsarealet}$.

Der kan være lokale forhold som gør at denne regel må fraviges. Hvis åbningerne til stitunnellen ligger lavt i forhold til omgivelserne, eller der er meget høj beplantning eller høje bygninger som omkranser åbningerne kan der også være behov for belysning i dagtiden, selvom ovennævnte forhold mellem længden og åbningen ikke er opfyldt.

Det kan også være stitunnellens egen geometri som er årsag til at reglen må fraviges. Tillader geometrien af stitunnelen og dens omgivelser, at der kommer tilstrækkelig dagslys ind til stitunnellens indre kan belysning i dagtiden undlades, selvom længden overstiger ovennævnte regel. Omvendt kan geometrien kan være udformet (f.eks. med krumning eller knæk) således, at belysning i dagtiden er nødvendig, selvom længden er kortere end ovennævnte regel. Det vil bero på en vurdering i de enkelte tilfælde. I de tilfælde hvor en stitunnel belyses kan belysningen optimeres ved at stitunnellens vægge males i lyse farver.

Udover den almindelige belysning kan den også tænkes kombineret med et arki-tektonisk islæt, som sikrer både sikker færdsel og genkendelighed af objekter.





Billede 6-16a Portaltavler med projektørstander i siderabatten bestykket med 6 projektører

6.9 BELYSNING AF TAVLER

6.9.1 PORTALTAVLER

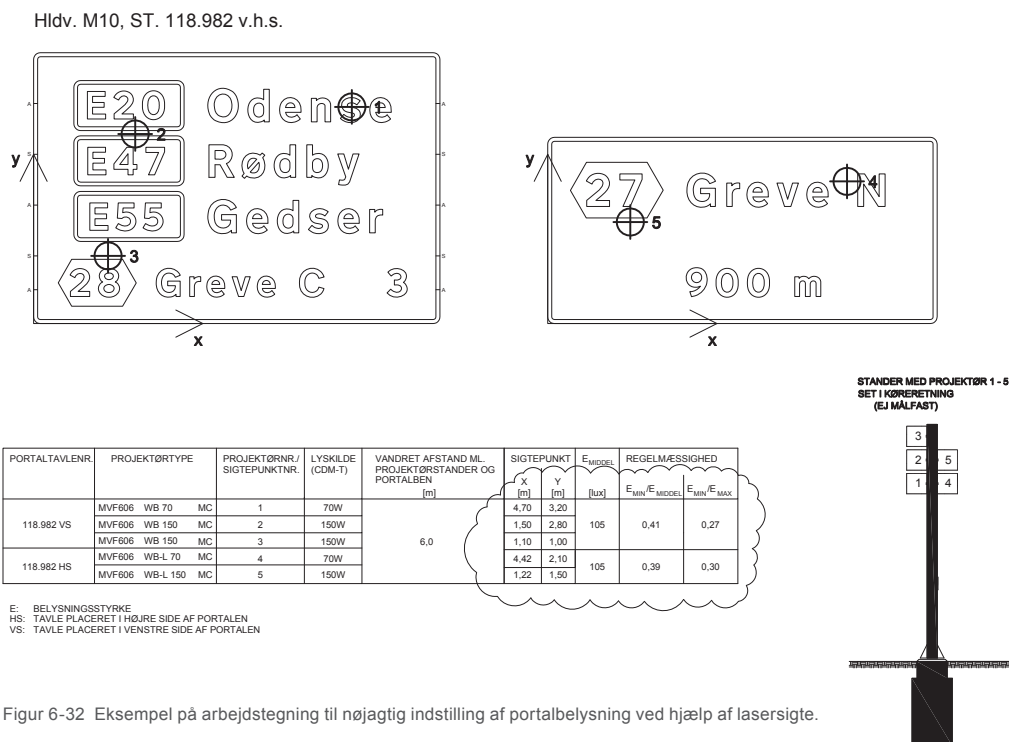
Portaltavler har almindeligvis været belyst med lysrørs-armaturer monteret under tavlen, dvs. over kørebanerne. Trafikudviklingen især på motorveje har imidlertid medført stærkt forøgede ulemper ved vedligehold og lyskildeskift på grund af øget omfang af afspærring og krav om at arbejdet skal foregå i trafiksvage perioder om natten.

I fremtiden skal portaler så vidt muligt belyses med udstyr der enten er lettere tilgængeligt for vedligehold eller er (næsten) vedligeholdelsesfrit.

Der stilles følgende lystekniske krav til belysningsstyrken på hver deltavle for sig:

Middelbelysningsstyrke	E_m	100 lx
Regelmæssighed	E_{min}/E_m	mindst 0,40
	E_{min}/E_{max}	mindst 0,25

Et system som allerede har fået en stor udbredelse er projektører på en stander eller lignende ved vejsiden f.eks. bag autoværn. På motorveje kan det serviceres med lyskildeskift fra nødsporet, hvilket kan foregå om dagen med et minimum af afspærring.



Figur 6-32 Eksempel på arbejdstegning til nøjagtig indstilling af portalbelysning ved hjælp af lasersigte.

Lyskilderne som anvendes i projektorerne er af typen metal-halogen. Disse har typisk en levetid på 12.000 timer, hvilket er ca. 1/2 af lysstofrør. Udskiftningsintervallerne er derfor typisk 2 gange højere, men da serviceringen kan foregå om dagen, uden at det medfører en afspærring af vejbanen og der ikke er behov for specielle anordninger for at få adgang til armaturerne er omkostningerne ved lyskildeskift ca. 10% af omkostningerne ved lyskildeskift til lysrørsarmaturer.

Energiforbruget ved belysning med projektorer er mellem 150 W til ca. 600 W. Ved brug af lysrørsarmaturer er energiforbruget mellem 120 W og 450 W på tilsvarende antal og størrelse af portaltavler. Der er derfor ikke en væsentlig stigning i energiforbruget ved at anvende projektorer sammenlignet med lysrørsarmaturer.

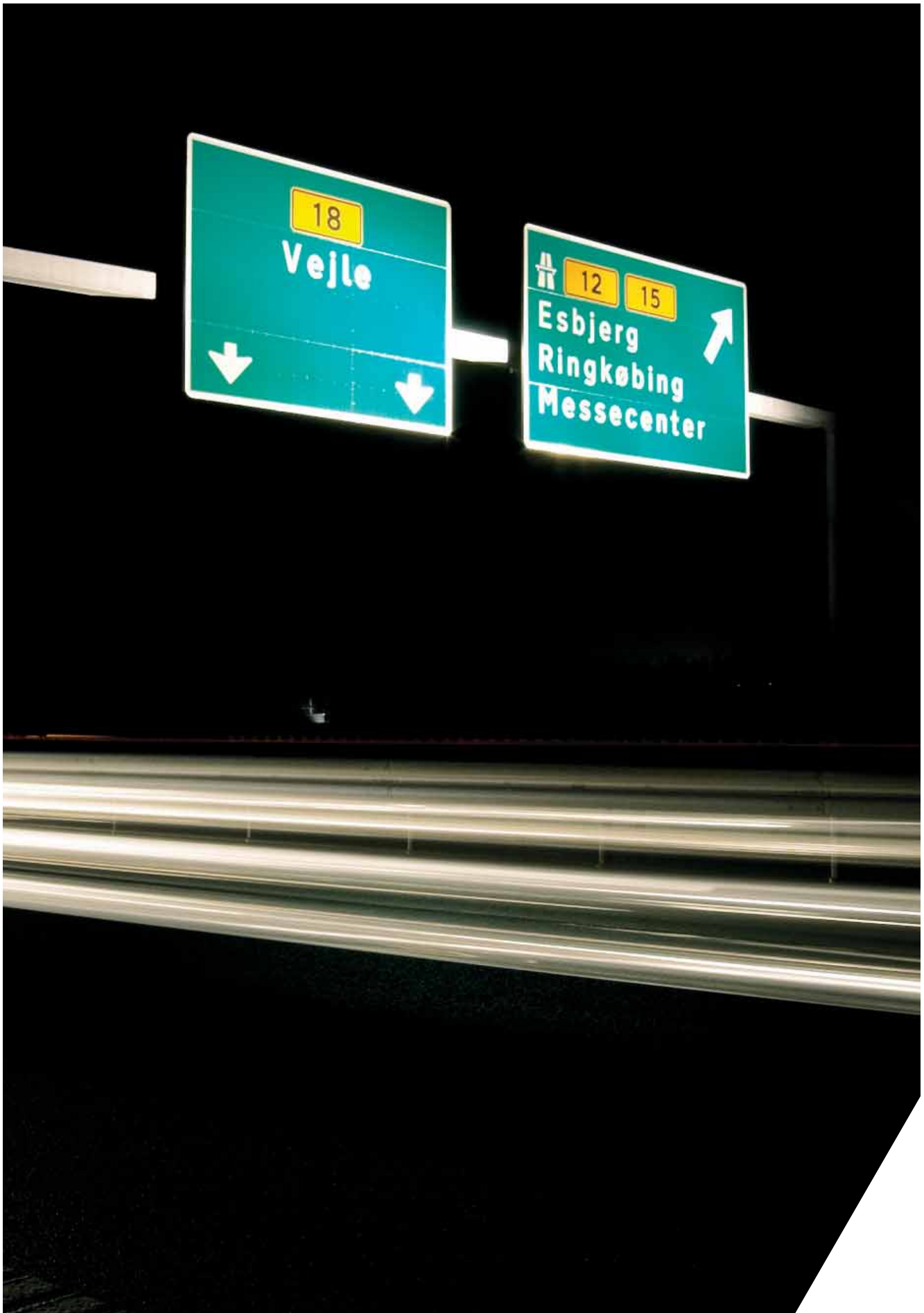
Da portaltavler er udformet individuelt til det enkelte sted, så er projektorbestykningen også individuel, afhængigt af vejprofil og af tavlernes antal, størrelse og placering.

Projektorantallet kan variere fra 2 til 8, med forskellig indstilling, lysfordeling og lyskildewattage. Projektorernes indstilling foretages i dagslys med et lasersigte.

Projektorstanderen placeres relativt tæt på tavlen (typisk 6 - 8 m), så den enkelte projektor enten peger skråt op med en vis vinkel eller peger skråt på tværs af vejen med en vis (anden) vinkel, således at modkørende ikke blændes.

Projektorernes højdeplacering skal være lavest mulig, men bør næppe være under ca. 2,5 m af hensyn til deres beskyttelse mod f.eks. opkastede materialer ved snerydning. Selv om projektorerne udstyres med en speciel og effektiv udvendig afskærmning er der en potentiel risiko for blænding af trafikanter som kommer skråt forfra f.eks. ad en tilkørsel i modsat side eller gener overfor omgivelserne f.eks. (høje) beboelsesejendomme o. lign. Det er derfor vigtigt at vejforløb og omgivelser analyseres inden beslutning om projektorstanderens placering.

Hvis der ved placering i siderabat vil forekomme blændingsgener overfor trafikanter eller omkringboende må der søges alternativ placering eller alternativ belysningsløsning.



Billede 6-16b Portaltavler med projektørstander i siderabatten bestykket med 6 projektører (Motorvejskryds Århus Vest).

6.9.2 ØVRIGE TAVLER

Øvrige tavler er placeret nær jorden, ved siden af vejen eller i skillerabat eller spærreflade. Sådanne tavler kan belyses med projektører, som er monteret over tavlen. Placering neden for tavlen kan også være en mulighed.

Til mindre tavler har der traditionelt været anvendt simple armaturer fra skilteleverandører. Disse giver dog ikke en tilstrækkelig god belysningsfordeling på større tavler og har et relativt højt energiforbrug f.eks. 80 W.

I fremtiden bør anvendes professionelle projektører med vel-egnet lysfordeling og moderne lyskilder f.eks. metalhalogen. Det gælder f.eks. spidsmarkeringstavler (N43) i udfletnings-anlæg.

LED-projektører (baseret på lysdioder) forventes også at kunne anvendes til mange tavler i fremtiden.



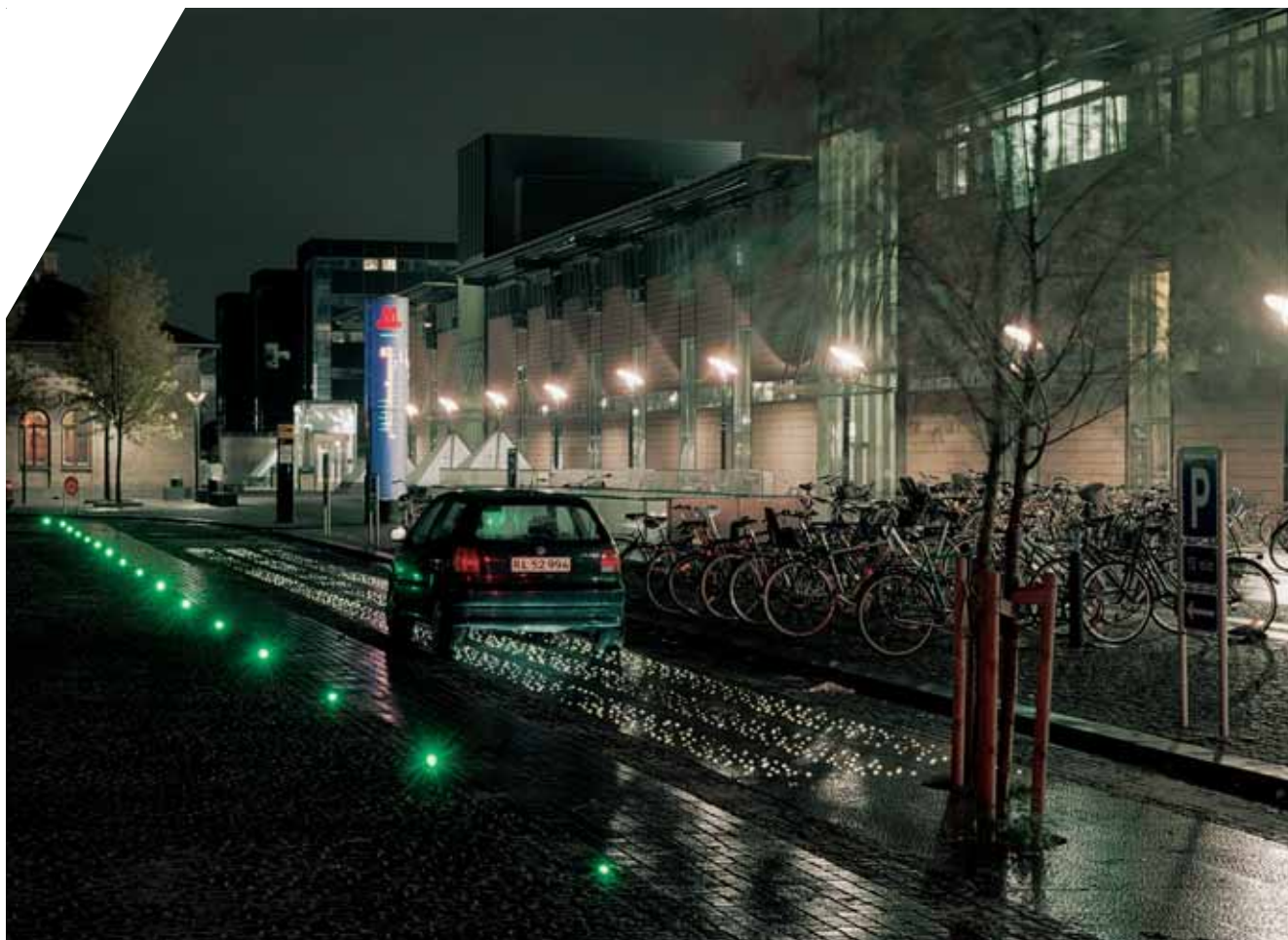
7. SUPPLERENDE BELYSNING

AFSNITTET BESKRIVER SUPPLERENDE BELYSNINGSELEMENTER SOM KAN ANVENDES PÅ ELLER VED VEJENE SOM ET SUPPLEMENT ELLER ET ALTERNATIV TIL DEN ALMINDELIGE VEJBELYSNING. AFSNITTET ER TÆNKT SOM ET IDÉKATALOG OG GIVER FORSLAG TIL NYE OG ALTERNATIVE BELYSNINGSFORMER.

Vejbelysning i henhold til vejbelysningsreglerne retter sig primært mod det vandrette færdselsareal. Det er imidlertid de mere "opretstående" dele udenfor færdselsarealet, så som skrænter, kantpæle, hegn, bevoksning, bygninger,

bygværker og kunst, der giver genkendelighed og den rumlige oplevelse, som desuden har betydning for afpasning af kørehastigheden.

Vejbelysningen belyser i nogen grad de opretstående dele, men når man på særlige steder ønsker at gøre dem mere klart synlige, må der etableres supplerende belysning. Ligeledes kan man på en ubelyst vej, hvor man gerne vil forbedre trafikantens synsforhold, men forholdene ikke gør det nødvendigt at etablere vejbelysning iht. vejbelysningsreglerne, overveje at etablere en anden form for belysning som løser nogle af trafikantens synsopgaver.



Billede 7-1 Ved brug af 1W LED-lysdioder i nedfældede armaturer på en cykelsti på Frederiksberg har man med et grønt orienteringslys markeret cykelstien.

Lyskilden kan indstilles så den er synlig både dag og nat uden at blænde.

Kys & Kør pladsen langs cykelstien er markeret med hvidt lys i hele pladsens udstrækning.



Billede 7-2 Rundkørsel med sidelysende fiber i kanten af midterøen og langs en lav mur i yderkanten (Frederikssund/Strandvangen i Frederikssund).

Den supplerende belysning etableres med to hovedformål:

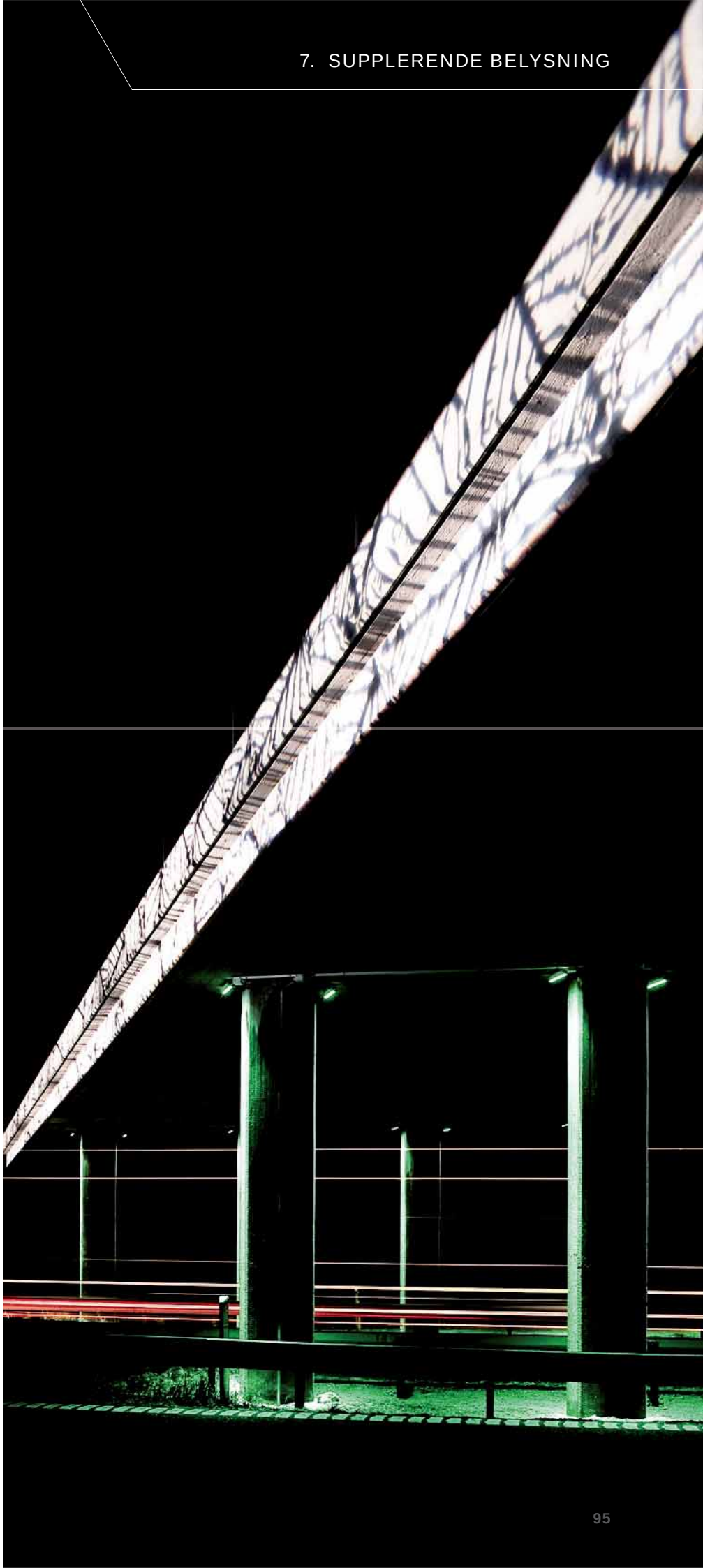
1. at markere vejelementer for at skabe opmærksomhed og forbedre synligheden og dermed trafiksikkerheden
2. at markere eller fremhæve landmarks langs vejen som bygninger, bygværker, anlægsdele, beplantning og kunst for at skabe genkendelighed og oplevelse.

Inden supplerende belysning besluttet skal der altid foretages en driftsmæssig vurdering af belysningen både i forhold til driftsstabilitet, driftsøkonomi og trafiksikkerhed.

MARKERING AF VEJELEMENTER

På såvel ubelyst som belyst vej kan der være visse steder som man ønsker at markere mere tydeligt. Det kan f.eks. være et kompliceret vejforløb, til- og frakørsler, rundkørsler samt krydsende veje eller stier. En markering vha. en særlig belysning kan være med til at lede trafikanterne på rette vej eller forhindre, at de kører den forkerte vej, f.eks. på motorvejenes til- og frakørsler. En udbredt anvendelse er også markering af gang og cykelstier, specielt hvor disse føres tæt ved eller på tværs af trafikerede veje.

En anden form for belysning er at forbedre synligheden af objekter og afmærkning på kørebanen længere fremme end billygterne rækker, men dog uden at belyse vejbanen tilstrækkeligt til at belysningen opfylder en belysningsklasse. Denne belysningsform anvendes i stor stil i rundkørsler, hvor midterøen markeres med en lysende linie nedlagt i midterøens hævede kantsten som vist på Billede 7-2. Den lysende linie varsler rundkørslen på lang afstand og formindsker dermed sandsynligheden for at rundkørslen "overses". Andre vejelementer som med fordel kan belyses er heller og bump.





MARKERING AF LANDMARKS

Landmarks kan både indgå som en del af vejnettet, f.eks. broer eller byporte, eller det kan være bygværker, kunstværker eller naturfænomener langs vejen. Fælles er, at landmarks gør et sted genkendeligt, så vejens og rejsens monoton brydes. Ved belysning opretholdes genkendeligheden om natten, men med en anderledes fremtræden på grund af kunstlysets særlige karakter og retning.

Ved belysning af landmarks er der typisk tale om en scenografisk belysning hvor en lyskilde belyser et særligt element. Der kan dog også være tale om elementer som i sig selv er lysende, f.eks. lysende strukturer og mønstre på bygværker eller kunstværker der i sig selv er lysende.

BELYSNINGSMATERIEL

LED lyskilder er meget anvendelige til supplerende belysning på grund af deres ringe størrelse og effektforbrug samt deres mulighed for at udsende forskellig lysfarve.

Da selve det lysende element i lyskilden er mindre end 1x1mm kan man gøre lyset ekstremt rettet og således med en lille effekt gøre lyset synligt på stor afstand. LED lyskilderne nedfældes enten i vejbanekant eller vejside eller placeres lavtsiddende i vejsiden. En vejstrækningens forløb vil således uden det store energiforbrug kunne markeres med LED lyskilder anbragt med 20-30 m mellemrum.

LED lyskilden vil også kunne anvendes til at oplyse op-
ragende dele af objekter på kørebanen og herved måske forhindre eller begrænse konsekvensen af kollisioner. Ved at udforme armaturer med flere dioder der danner en horisontal vifte sendes lys ud næsten horisontalt på kørebanen fra lavtsiddende armaturer under trafikanternes øjenhøjde. Ved at lyse på tværs af vejen og på langs i køreretningen undgås blænding. Sådanne armaturer er endnu ikke afprøvet på markedet.



Billede 7-5 Eksempel på sikkerhedsbelysning som samtidig udgør et landmark på statsvejnettet (Nyborgbroerne).

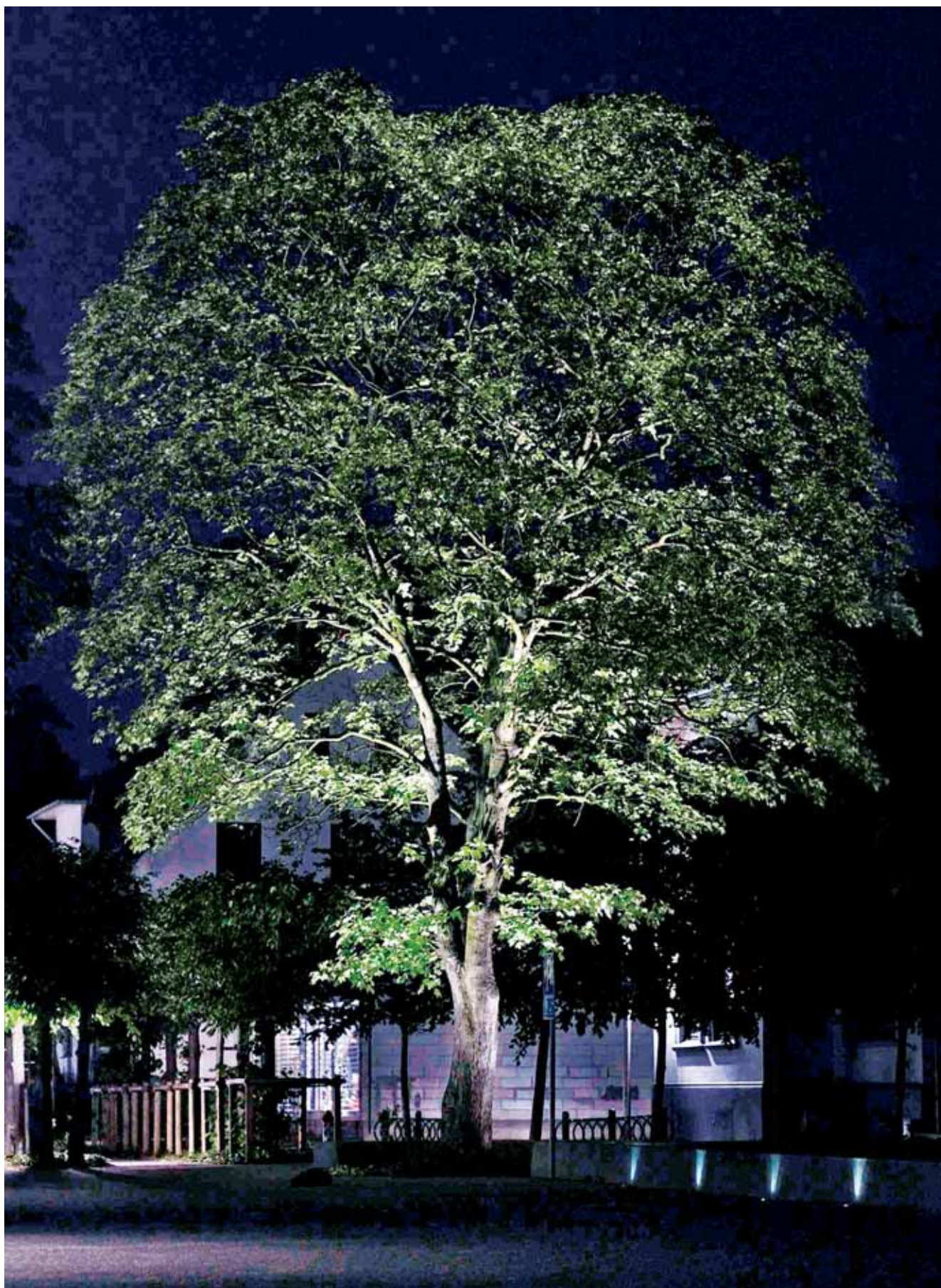
Anvendelsesområder for LED-lyskilder er f.eks.:

- Markering af cykel-/gangsti
- Markering af vejforløb
- Markering af til- og frakørsler, f.eks. med grøn lysfarve
- Markering af "forkert kørselsretning" på frakørsler, f.eks. med rød lysfarve
- Markering af "forhindringer" på vejen, f.eks. heller og bump

En anden anvendt lyskilde er fiberlys, som enten kan være sidelysende eller endelysende. Den sidelysende fiber anvendes typisk i rundkørsler til markering af midterøen, som vist på Billede 7-2. Endelysende fibre anvendes i stor stil i selvlysende tavler men kan også anvendes til at skabe en særlig effekt på en plan væg, som vist på Billede 7-4.

Belysningsmateriel til scenografisk belysning er typisk projektorer, linieformede armaturer, LED lyskilder og fiberlys.

De fleste af de nævnte eksempler på belysningsmateriel findes i udgaver for nedfældning (i terræn eller belægning) såvel som i udgaver for udvendig montage og for indbygning.



Billede 7-6 Belysning af træer og mure giver orientering, genkendelighed og oplevelse.

8. LYSTTEKNISK PROJEKTERING

AFSNITTET OPSUMMERER GÆLDENDE RETNINGSLINIER OG PRAKSIS I FORBINDELSE MED PLANLÆGNING OG PROJEKTERING AF BELYSNINGSANLÆG. DER GIVES GENERELLE ANVISNINGER PÅ VALG AF ARMATURER, LYSKILDER OG MASTER SAMT PÅ VALG AF FORSYNINGS- OG STYRINGSPRINCIPPER.

PROJEKTERINGEN SOM OMTALES I AFSNIT 8.1 ER EN TEKNISK DISCIPLIN, MEN ANLÆGSUDFORMNING, ARMATURER, LYSKILDER, MASTER M.M., DER OMTALES I AFSNIT 8.2 OG FREM, VÆLGES SÅ VIDT MULIGT EFTER VISUELLE OG ARKITEKTONISKE KRITERIER INDENFOR DE TEKNISK MULIGE RAMMER.

8.1 PROJEKTERINGEN

Projekteringsgrundlag

Belysningsanlæg på statens veje udformes med udgangspunkt i vejbelysningsreglerne samt Håndbog for smukke veje. Førstnævnte lægger både vægt på belysningens funktion og teknik og på belysningens arkitektoniske kvaliteter. Vejbelysningsreglerne suppleres af "Vejbelysning - Håndbog for tekniske forhold" og "Vejbelysning - Håndbog for visuel udformning".

Betydningen af lystekniske beregninger

For veje mv. som belyses skal der vælges en eller flere belysningsklasser i henhold til vejbelysningsreglerne og nærværende belysningsplan. Vejbelysningsanlæg på statens veje skal opfylde kravene i de valgte belysningsklasser og dette skal dokumenteres ved lystekniske beregninger i henhold til vejbelysningsreglerne og de bagvedliggende standardmetoder.

Det betyder blandt andet, at der skal foreligge fotometriske datafiler med målinger af lysfordelingerne for de anvendte armaturer med de relevante lyskildetyper og optikindstillinger. Disse datafiler anvendes i det lystekniske beregningsprogram.

De lystekniske beregninger tjener to formål:

1. At fastlægge de mulige maste- og lyspunktspaceringer så belysningsklassens krav opfyldes med rimeligt få ma-

ster og armaturer. Dette sker gennem en række beregninger f.eks. med forskellige masteafstande, lyskildewattager og optikindstillinger.

2. At dokumentere det færdige anlægs lystekniske parametre.

Vejanlæg har ofte skiftende tværprofil, krumninger, kryds mv. som kræver individuelle beregninger for at fastlægge de optimale placeringer af master med armaturer.

Vejbelægningens betydning

Lystekniske beregninger for L-rækkens belysningsklasser bygger på forudsætninger om vejoverfladens refleksionsegenskaber.

En standardforudsætning er, at belægningen på veje, som skal belyses, udføres med lyst tilslag for "belyst vej" i henhold til en af AAB'erne for Befæstelser – Asfalt, se litteraturoversigten afsnit 12. Herved bliver refleksionsegenskaberne (lysheden og spejlingen) som beskrevet i vejbelysningsreglerne, nemlig $Q_d = 0,078 \text{ cd/m}^2/\text{lx}$ og spejling svarende til standard refleksionstabeller N2 og W4 for henholdsvis tør og våd tilstand.

På (eksisterende) veje, som ikke tidligere har været belyst, kan belægningen antages at være udført med en mindre mængde lyst tilslag for "ubelyst vej" i henhold til AAB'erne for Befæstelser – Asfalt. Q_d kan da antages at være lavere med et forhold som mellem de i AAB'erne nævnte (stedfortrædende) refleksionsværdier dvs. $0,080/0,095 = 0,84$.

Q_d for en belægning på tidligere ubelyst vej antages derfor som $Q_d = 0,078 \times 0,84 = 0,066 \text{ cd/m}^2/\text{lx}$ med mindre belægningen vil blive udskiftet inden for en kortere årrække. Spejlingsgraden kan antages at svare til refleksionstabel N2.

For mørke veje uden lyst tilslag i stenmaterialet antages, som nævnt i vejbelysningsreglerne, $Q_d = 0,054 \text{ cd/m}^2/\text{lx}$ og refleksionstabel N3 for tør tilstand.

Når der skal etableres belysning på en ikke tidligere belyst vej, kan man dog regne med refleksionsegenskaber som "belyst vej" ($Q_d = 0,078 \text{ cd/m}^2/\text{lx}$, N2/W4), hvis belægningen vil blive fornyet til "belyst vej" inden for den nærmeste årrække.

Belysningsprojekterings hovedelementer

Projekteringen af belysningsanlæg omfatter følgende elementer, hvoraf nogle kan udelades afhængigt af projektets omfang og karakter:

Projektforslag:

- Indhentning af grundlag for det kommende vejanlæg bestående af:
 - ejgeometri med afstribningsplan og omgivelser
 - evt. tværprofiler
 - vt. signalanlæg
 - evt. kørekurver for lange trans porter
 - evt. eksisterende master eller anlæg
 - evt. tilstødende anlægs type, lyskilder og armaturer
 - evt. afstand til andre belysningsanlæg i nærheden
 - evt. fotos
- Fastlæggelse af relevante trafik- og/eller færdselsarealer, de tilhørende belysningsklasser samt refleksionsegen-skaber for vejbelægninger.
- Fastlæggelse af æstetiske, miljømæssige og tekniske krav til belysningsgeometri (placering og højde)
- Fastlæggelse af æstetiske, miljømæssige og tekniske krav til master, armaturer og lyskilder
- Valg af relevante kandidater indenfor armaturtyper og mastetyper
- Afprøvning af armaturer ved lystekniske beregninger for typiske geometrier i vejanlægget
- Valg af armaturtyper, lyskilder, mastehøjde(r) og mastetype(r), herunder evt. kombimaster og eftergivelige master jf. afsnit 8.7 og 8.8.
- Supplerende lystekniske beregninger for delanlægs geometrier
- Aftale om evt. opdeling og overdragelse af anlæg eller anlægsdele mellem (driftsafdeling) og lokal vejmyndighed.
- Valg af styrings- og reguleringsmetode.
- Udarbejdelse af projektforslag med økonomisk overslag og tegninger til godkendelse hos Vejdirektoratet.
- Afklaring af behov for gennemførelse af trafikikkerheds- og tilgængelighedsrevision (kun ved større projekter, hvor dette ikke er udført som en del af det samlede projekt).

Projekt:

- Indhentning af ledningsoplysninger fra ledningsejere og koordinering med disse.
- Indhentning af oplysninger om andre forhold f.eks. høj spændingsledninger, som kan påvirke mulighederne for mastepacering.
- Afklaring af el-forsyning og evt. opdeling af anlæg. Jf. bl.a. principper i afsnit 8.9
- Indarbejdelse af besluttede ændringer i forhold til projekt forslaget med tilhørende lystekniske beregninger.
- Detaljering af mastepacering, lyskildewattager og armaturernes optikindstillinger, eventuelt supplerende lystekniske beregninger.
- El-teknisk projektering med bl.a. el-tekniske beregninger og dokumentation samt tegning og beskrivelse af tavle(r) med styring og regulering.
- Udarbejdelse af arbejdsbeskrivelse og tegninger.
- Udarbejdelse af udbudsmateriale med tilhørende økonomisk overslag.

Efter anlæggets etablering udarbejdes anlægskodokumentation og "som udført" materiale:

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

Anlægskodokumentation skal indlægges i VEJLYS-web.

8.2 OVERORDNEDE KRAV TIL DET SAMLEDE BELYSNINGSANLÆG

Anlægskudformningen skal vælges så den visuelt passer til det samlede vejprofil, til omgivelserne og til den type trafikafvikling vejen skal bære under skyldig hensyntagen til miljø, energiforbrug, driftsøkonomi og anlægsøkonomi. Når anlægskudformning, stil og materiel differentieres mellem de forskellige veje skal det være i overensstemmelse med deres plads i betydningshierarkiet, således at de ekstra midler, som forskønnelse koster, anvendes hvor flest muligt får glæde af det.

Belysningsanlægget skal have en enkel, smuk og logisk fremtræden både i dagslys og om natten når det er i brug. Dimensionerne skal være i harmoni med omgivelsernes skala, og armaturerne skal belyse det, de er opsat for. Belysning af omgivelserne udenfor vejen (private grunde mv.) skal minimeres, ligesom der skal tages hensyn til nattehimmel, risiko for blænding, god lysfarve mv.

Master, armaturer og anlægsudformning skal indbyrdes være i visuel harmoni.

Det er herunder ønskeligt at undgå lange mastearme ved vidende, at det i mange tilfælde strider mod ønsket om at minimere belysningen af omgivelserne udenfor vejen, og i nogen grad mod ønsket om et lavt energiforbrug.

Mange belysningsanlæg etableres på en kort strækning, i et kryds eller rundkørsel på en ellers ubelyst vej. Når flere af sådanne enkeltanlæg etableres med års mellemrum og i forskelligt regi er det vigtigt hver gang at notere sig anlægs- og materieltype af de nærliggende anlæg, således at der opretholdes en fælles løsningsmåde og stil over den samlede vejstrækning.

I afsnit 10.4 Typiske kombinationer anvises forskellige kombinationer af master, mastearme og armaturer, som har de ønskede udtryk.

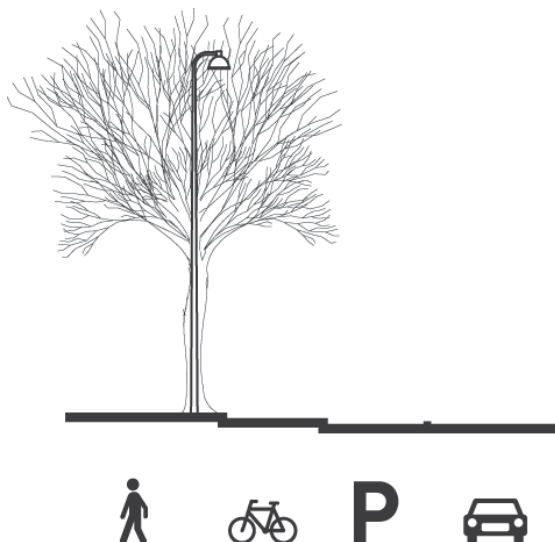
8.3 SAMSPIL MELLEM VEJBELYSNING OG DET OMGIVENDE MILJØ

I meget åbne områder samt naturområder skal belysningsanlægget være så diskret som muligt, såvel ved dag som ved nat. Armaturer skal have stærkt begrænset fjernvirkning og blænding dvs. afskærmningsklasse G6 og vandret lysåbning. Master skal være lave, svarende til højden af den omgivende bevoksning. Hvor lyset rammer bevoksning med en vis belysningsstyrke skal der vælges hvid lysfarve og god farvegengivelse, så farver kan opleves.

I beboelsesområder skal belysningsanlægget også fungere som færdselsbelysning for fodgængere. Hvid lysfarve og god farvegengivelse er ofte påkrævet, ligesom begrænsning af belysningen ind på private grunde. Mastepacering og mastehøjde skal svare til bygningernes højde. Armaturer vælges med plan og (næsten) vandret lysåbning. Design af master og armaturer vælges i overensstemmelse med omgivelsernes stil.

I visse bymiljøer er det ønsket at bygningsfacader, træer mv. ved hjælp af en vis belysning "træder frem af mørket", hvilket i nogen grad kan imødekommes ved anlægsudformning og armaturvalg, men bedst imødekommes med supplerende belysning.





Figur 8-1
Belysningsmaster og træer placeret på række med hinanden.

I erhvervsområder kan stilen være mere teknisk betonet f.eks. med brug af "kuffertarmaturer" og standardmaster. I sådanne områder kan belysning ind på de private grunde endog være ønsket. Det er samtidig vigtigt at indrette belysning så skilte med vejvisning både til sideveje og til de enkelte virksomheder belyses godt.

8.4 SAMSPIL MELLEM VEJBELYSNINGSANLÆG OG BEPLANTNING

Hvor veje udstyres med beplantning som for eksempel miljøprioriterede gennemfarter bør der ske en koordinering mellem beplantningen og vejbelystningen, dels med hensyn til masteplaceringen og mastehøjden og dels med hensyn til stil og farve af master og armaturer.

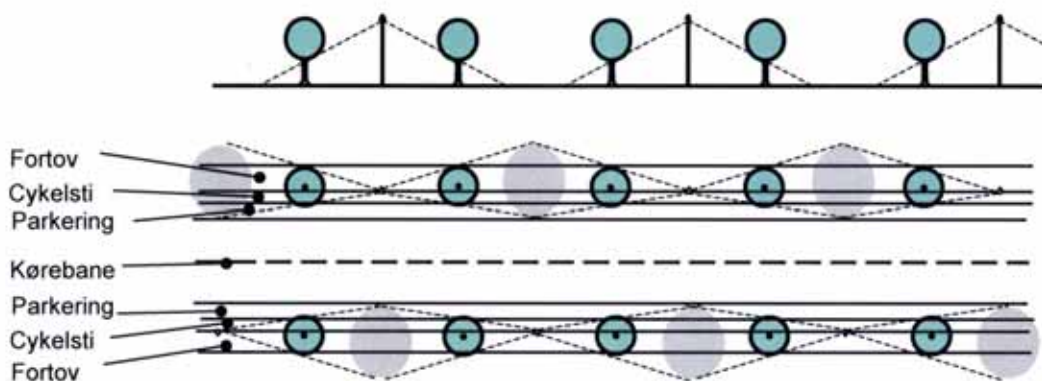
Master og træer kan udmærket placeres i række med hinanden som vist på Figur 8-1. Skyggen fra trækroner får ikke et omfang af betydning, hvis masterne placeres i hvert eller hvert andet træ-mellemrum som vist på Figur 8-2. I øvrigt er skyggerne minimale i vinterhalvåret, hvor træerne er nøgne og behovet for belysning er størst. Endelig bør træerne beskæres passende.

Hvor master etableres ved skel til skov eller lignende med træer som rager væsentligt ud over vejprofilet, således at væsentlige skygger opstår, kan der anvendes mastearme af en vis længde, blot de ikke virker visuelt dominerende.

8.5 OVERORDNEDE KRAV TIL ARMATURER

Armaturer skal være i en god teknisk kvalitet og et passende design således at de passer til både belysningsopgaven, det fysiske miljø samt vejens og omgivelsernes visuelle fremtræden.

Minimumskrav til armaturer er givet i AAB, Vejbelystningsmateriel.



Figur 8-2 Vej med træer og master på linie ved fortovskant. De grå pletter viser hvor der kan optræde skygge fra træerne. I tosidige anlæg med forskudt masteplacering som vist vil skyggeområdet blive delvist oplyst fra modsat vejsides armaturer.

Billede 8-1 Disse armaturer anvendes ofte på statsvejene.



Københavnerarmatur
(Philips).



Icon Mini armatur
(Louis Poulsen)



Milewide
(Philips)

I den konkrete anvendelse vil kravene som regel skulle skærpes på en række punkter. Det gælder for eksempel kapslingsklassen hvor AAB'ens minimumskrav er IP44, men samtidig kræver tæthed mod insekter, hvilket indebærer kapslingsklasse IP53.

Et godt og operationelt krav til tæthed er minimum IP54, fordi det i rimelig grad sikrer at armaturet ikke behøver at rengøres mellem lyskildeskiftene. Moderne armaturer har som regel en højere kapslingsklasse på f.eks. IP65.

Herudover er der i Vejbelysningsreglerne krav til armaturernes afskærmning (G-klasse) for at mindske blænding og fjernvirkning. Disse krav kan skærpes i det konkrete projekt.

Armaturer til vejbelysning i L- og LE-rækkens belyningsklasser skal som regel have plan skærm eller lysåbning og være beregnet til montage med lysåbningen vandret eller nær vandret. Samme krav kan gælde i E-rækkens belyningsklasser, når vejen ligger i lave eller mørke omgivelser.

I visse anvendelser er det ønsket, at armaturet har svagt lysende dele som er synlige på afstand, f.eks. et opalt armaturhus.

Der skal være tale om så lave luminanser, at det ikke på nogen måde er blændende.

Armaturer til vejbelysning i L- og LE-rækkens belyningsklasser skal have lysfordelinger, der gør dem velegnede til de belyningsgeometrier der vælges ud fra praktiske og æstetiske overvejelser. Det betyder bl.a. at optikken skal være indstillelig i forskellige grader af asymmetri. Således har de mest brugte armaturer 5 til 10 indstillinger, som hver er dokumenteret med en fotometrisk datafil.

I E-rækkens belyningsklasser er kravene mindre krævende. Der kan anvendes (mindre) udgaver af vejbelysningsarmaturer med blødere lysfordelinger eller parklygter og pullerter. Indstillelig optik er mindre nødvendig. Der er et stort udvalg af armaturer som kan anvendes men ikke alle er optimale med hensyn til både design og lysteknik.

LED-armaturer til vejbelysning er nu på markedet, blandt andet som varianter af eksisterende armaturer, men meget få har lysfordelinger, som er velegnede til L- og LE-rækkens belyningsklasser på samme måde som armaturer med konventionelle lyskilder f.eks. metalhalogen eller højtryksnatrium. Lidt flere muligheder findes til E-rækkens belyningsklasser.

Billede 8-2
Eksempler på
velegnede parklygter
og pullerter til stier,
pladser, sidearealer o.l.



NYX (Focus)



Terminallygte
(Louis Poulsen)



Night Watch
(Philips)

Desuden er LED-armaturer indtil videre langt dyrere end konventionelle armaturer. Markedsføringen af LED-armaturer er ofte aggressiv og misvisende, bl.a. hvad angår energiforbrug, hvor sammenligning med moderne konventionelle armaturer ofte glemmes. Derfor skal LED-armaturer altid vurderes konkret i forhold til gode armaturer med konventionelle lyskilder til den pågældende opgave, både hvad angår anlægsøkonomi, energiforbrug, drifts- og vedligeholdelsesudgifter samt æstetik og komfort.

For armaturer til andre formål (supplerende belysning, portalbelysning mm.) varierer de lystekniske krav efter opgaven, men kravene til design og materialekvalitet er som beskrevet i begyndelsen af nærværende afsnit.

For alle armaturer skal der foreligge lysfordelinger, som er målt på det konkrete armatur og målingerne skal foreligge frit tilgængeligt som fotometriske datafiler i et leverandørafhængigt og internationalt accepteret standardformat, således at dokumentation i kurveform samt lystekniske computerberegninger kan udføres uafhængigt af leverandøren.

8.6 OVERORDNEDE KRAV TIL LYSKILDER

Lyskilder skal vælges med en lysfarve (farvetemperatur og farvegengivelse) som passer både til belysningsopgaven og vejens omgivelser. Tekniske minimumskrav er givet i AAB, Vejbelysningsmateriel.

Derudover skal lyskilderne have et højt lysudbytte og en lang levetid, samt ikke mindst kunne udnytte armaturets optik til at give effektive og blændfri lysfordelinger.

Endelig skal lyskilderne kunne dæmpes. Undtaget fra dette krav er dog lyskilder ved kryds og rundkørsler jf. vejbelysningsreglerne.

Af denne grund har højtryksnatrium i en årrække været de foretrukne lyskilder til veje i L- og LE-rækkens belysningsklasser på trods af ringe farvegengivelse. Fremkomsten og udviklingen af metalhalogen lyskilder (med keramisk udladningsrør) har dog givet et godt og stadig mere anvendt alternativ med hvidt lys og udmærket farvegengivelse.

Metalhalogenlyskilden har indtil nu ikke de samme gode egenskaber ved dæmpning som højtryksnatrium, men den tekniske udvikling forventes at råde bod på dette, således at metalhalogen i fremtiden vil være den foretrukne lyskilde.

Kravet om hvidt lys er navnlig aktuelt på steder, hvor der færdes mennesker til fods eller på cykel dvs. i bygader og sideanlæg samt på stier og pladser.

På steder hvor der anvendes lav lyspunkthøjde virker lyskilder med klar kolbe skarpe og blændende, med mindre der er tale om særlige armaturer eller lygter f.eks. med dobbelt optik. Der bør på disse og lignende steder i E-rækkens belysningsklasser anvendes lysrør, kompaktlysør eller metalhalogen med mat (ellipsoideformet) kolbe, der har en langt lavere luminans.

LED lyskilder (lysdioder) til belysningsformål har været under udvikling siden 1999, men først fra omkring 2010 findes de som seriøst alternativ i vejbelysning med hensyn til energieffektivitet, farvetemperatur og farvegengivelse. Samtidig sker der en løbende udvikling af de konventionelle lyskilder højtryksnatrium, metalhalogen, kompaktlysør og almindelige lysrør hen imod længere levetid.

Endvidere er der fremkommet såkaldte "long-life" lyskildetyper med rundt regnet fordoblet levetid. Som illustreret i tabellen er levetiden for LED'er altså ikke så markant længere levetiden for de konventionelle lyskilder. Når der er tale om sædvanlig varm hvid lysfarve er effektiviteten (lysudbyttet) heller ikke meget højere.

Når der annonceres med højere lysudbytte for LED-lyskilder end ovenfor nævnt er der tale om høj farvetemperatur f.eks. 5000 K, som virker blålig. LED'er er endvidere langt dyrere i forhold til den lysstrøm de leverer end de konventionelle lyskilder.

Selv om LED'er og tilhørende armaturer fortsat udvikles i gunstig retning, må man indtil videre træffe valget på grundlag af sammenligning med alternativer som forklaret i afsnit 8.5."

Lyskildetype og lysfarve	Gennemsnitlig levetid i timer (til 50% udfald)	Lyskilde Lysudbytte i lm/W
LED 3000 K varm hvid	35.000 – 50.000	Ca. 90
Højtryksnatrium, gullig	30.000 – 38.000	Ca. 100
Højtryksnatrium Long-Life, gullig	Ca. 50.000	Ca. 95
Metalhalogen (CDO-), varm hvid	18.000 – 20.000	Ca. 90
Metalhalogen Long-Life, varm hvid	Ca. 35.000	Ca. 90
Kompaktlysrør, varm hvid	13.000	Ca. 70
Lysstofrør m. tændingsstribе, varm hvid	13.000	Ca. 75

8.7 OVERORDNEDE KRAV TIL MASTER

Master skal vælges i en type som passer æstetisk og funktionelt til armaturerne, til vejen, dens omgivelser og til det øvrige vejudstyr.

Tekniske krav til master uanset design er givet i AAB Vejbe-
lysningsmateriel samt AAB Fælles for vejudstyr.
Alle master skal være CE-mærkede, men da dette er en
ramme med variationsmuligheder er disse ved
hjælp af AAB indskrænket en snævrere ramme som danske
forhold kræver.

Alle master skal derfor opfylde kravene som beskrevet i disse AAB'er, og der skal fra leverandøren foreligge dokumentation for opfyldelse af det relevante sæt af krav i AAB med baggrund i DS/EN 40 serien af standarder, og for eftergivelige master tillige DS/EN 12767. Denne dokumentation kan kun undlades, hvis den pågældende mastetype allerede er dokumenteret og optaget på positivlisten på Vejdirektoratets hjemmeside.



Billede 8-3 Milewide kombimast med belysningsarmatur og signalanlæg.

Ved bestilling eller udbud skal bestilleren eller dennes rådgiver overfor leverandøren/entreprenøren specificere at:

- Sikkerhed skal være dimensioneret efter "Class A" i DS/EN 40-3-3 med de i AAB angivne partialkoefficienter (Mange katalogførte master opfylder ikke dette, men kun "Class B").

Desuden skal der træffes og specificeres valg indenfor rammen af de i AAB angivne muligheder:

- Referencevindhastighed i ht. AAB Vejbelysningsmateriel (24 m/s eller 27 m/s)
- Terrænkategori i ht. AAB Vejbelysningsmateriel (II, I eller 0)
- Korrosionsklasse i ht. AAB Fælles for vejudstyr (C3 eller C4)
- Evt. overfladebehandling (maling eller lign.) i ht. AAB Fælles for vejudstyr.
- Hvorvidt masten skal være skal være eftergivelig. Hvis den skal være eftergivelig skal der specificeres: Hastighed, Energiabsorbering og Sikkerhedsklasse som nærmere beskrevet i afsnit 8.8.

Normalt anvendes standard rundkoniske rørmaster af galvaniseret stål og med standard fodflange for montering på fundament.

Bertlede master eller master med aftrappet profil anvendes ikke på statens veje.

Milewidesystemet som er en hel serie af vejudstyr i sammenhørende design og stil anvendes typisk hvor man ønsker sammenhæng med øvrigt vejudstyr, f.eks. i kryds.

Systemet omfatter både skiltning, master, belysning, gadesignaler og buslæskærme. Milewide masten er af typen eftergivelig mast.

Hvor der er behov for eftergivelige master, jf. afsnit 8.8, skal de i så høj grad som muligt ligne de normale master. F.eks. ligner de oktogonalkoniske (ottekantet) eftergivelige stålmaster i høj grad standard koniske stålmaster, når de ses på afstand.

Indenfor samme anlæg kan man således udmærket have både eftergivelige og ikke-eftergivelige master.

Kombimaster anvendes hvor det er muligt, og skal være eftergivelige efter de samme retningslinier som øvrige eftergivelige master.

Master som er beskyttet af autoværn skal ikke være eftergivelige, men mastens afstand fra autoværnet skal tillade autoværnets normerede udbøjning uden at masten rammes, hvilket afhænger af autoværnstypen.

Der findes mastearme til de forskellige hovedtyper af armaturer. Brugen af mastearme har som primær funktion, at sikre, at armaturet kan sidde på masten, sekundært at man ved at regulere længden af mastearmen kan sikre korrekt belysningsstyrke af vejbanen.

De armaturer, der hovedsagelig arbejdes med, har en lysfordeling, der overflødiggør en arm, som er længere end at hvad der er tilstrækkeligt til at sikre at armaturer kan sidde på masten. I designet af masternes placering i forhold til vejbanen bør det tilstræbes at de placeres på en sådan måde at armen ikke er længere end armaturet, da dette æstetisk passer bedst til armaturet og det øvrige vejudstyr.

Se også *Typiske kombinationer* i Appendiks: Belysningsmateriel.

8.8 SÆRLIGE KRAV TIL EFTERGIVELIGE MASTER OG DERES BRUG

Der skelnes overordnet mellem vejenes beliggenhed:

I åbent land

skal master indenfor vejens sikkerhedszone være eftergivelige, med mindre de er beskyttet med autoværn. Sikkerhedszoner fremgår af f.eks. Vejdirektoratet's "Håndbog i anvendelse af eftergivelige master" afsnit 3.2 inkl. tabel 4.

I bymæssigt område

skal master indenfor visse afstande fra kørebanen være eftergivelige, med mindre de er beskyttet med autoværn. De pågældende afstande fra kørebanen fremgår af "Byernes trafikarealer", Geometrisk udformning af veje og stier i byområder, Forudsætninger for den geometriske udformning, Kapitel 6 Arealforhold, hvor de særligt aktuelle afsnit er: 6.1.7 og 6.2.3 Afstand til faste genstande 6.3.2 Påkørselsvenligt vejudstyr

Vejdirektoratet's krav

1. til eftergivelige master og
2. om hvilken klassificering eftergivelige master skal opfylde afhængigt af beliggenhed, vejtype mm.
 - Fremgår af *Håndbog i anvendelse af eftergivelige master*

Indledningsvist står i håndbogen:

"Eftergivelige master er underlagt de krav, der er beskrevet i DS/EN 12767 *Vejudstyr. Eftergiveligt vejudstyr. Krav og prøvningsmetoder*, for at kunne betegnes som eftergivelige og dermed på sigt opnå et CE-mærke."

DS/EN 12767 er en teknisk standard som specificerer en række klasser af eftergivelighed (performance types), samt beskriver tests.

Betegnelsen "eftergivelig" kan altså kun anvendes om master, der opfylder mindst én af disse klasser, hvilket dog ikke gør masten anvendelig alle steder, men kun sådan som angivet i håndbogen.

Masterne skal i øvrigt opfylde de samme krav og være dokumenterede som beskrevet i afsnit 8.7.

Angivelse af klassificering

Klassificeringen som i DS/EN 12767 kaldes "Performance Type" har en 3-leddet angivelse: Hastighed, Energi absorbering, Sikkerhedsklasse

- Hastighed 50, 70 eller 100 km/h som i DS/EN 12767 kaldes "Speed class"
- Energiabsorbering kan være: HE (High Energy absorbing), LE (Low Energy absorbing) eller NE (No Energy absorbing)
- Sikkerhedsklasse (Occupant risk) kan være 0 til 3 for belysningsmaster, hvor 0 angiver at masten ikke opfylder kravene til sikkerhedsklasserne, og 3 er den højeste sikkerhed. Se i øvrigt Håndbogen og DS/EN 12767.

Eksempler på klassificeringsangivelse (Performance type):

- 100,LE,2
- 70,NE,3

Valg af eftergivelig mastetype

Ved valg af eftergivelig mastetype anvendes Håndbog i anvendelse af eftergivelig master. Valget er ikke entydigt da der skal tages hensyn til følgende parametre:

- Hastighedsgrænsen.
- Beliggenhed (åbent land/bymæssigt område).
- Er der bløde trafikkanter?
- Andre særlige forhold.



Billede 8-4 Eksempel på brug af effektive master (Sølsted nord for Tønder).

Ved fastlæggelse af disse parametre fastlægges to af de tre elementer til klassifikationen af mastetyper:

1. Hastighed (speed class). Vælges efter Håndbogens afsnit 1.1 angiver hvilken hastighed jf. DS/EN 12767 der skal vælges for en given "ønsket hastighed", V₀).
2. Energiabsorbering. Vælges efter retningslinierne i Håndbogens afsnit 3 (ca. ½ sides tekst på side 21) på grundlag af By/Land-beliggenhed, hastighedsgrænser, bløde trafikanter og særlige forhold.

Den sidste kategori, sikkerhedsklassen, indeholder Håndbogen ikke anvisninger for. I stedet kan man anvende det princip, at når valget står mellem ligeværdige produkter, så vælges det produkt med den højeste sikkerhedsklasse. Ved udbud af leverance af eftergivelige master specificeres altså kun:

- Klassificeringskategori = Hastighed og Energiabsorbering f.eks. 70,HE

Mens Sikkerhedsklasse specificeres som:

- "Højest mulig, idet tilbudsgiver skal oplyse sikkerhedsklassen."

8.9 FORSYNINGS- OG STYRINGSPRINCIPPER

Forsyningsprincip

Belysningsanlæg på statsvejene etableres i fremtiden, så de er uafhængige af de lokale el- og belysningsanlæg, hvad enten de måtte være kommunale eller ejet af energiselskaber.

Eksisterende anlæg ændres eller renoveres med tiden til at følge dette princip.

Anlæg på kommunale veje skilles normalt elektrisk fra Vejdirektoratets anlæg og overdrages til den kommunale vejmyndighed for eltilslutning, drift og vedligehold.

El-tilslutning af Vejdirektoratets belysningsanlæg skal (så vidt muligt) ske gennem en stikledning til det offentlige elforsyningsnet, således at der kan opnås uafhængig levering af el.

Stikledningen forsyner anlægget gennem et eller flere vej-belysningsskabe, som alle skal have installeret fjernaflæste målere.

Belysningsanlægget forsynes gennem et eller flere vej-belysningsskabe, som alle bør have installeret (evt. fjernaflæste) målere, der leveres af elforsynings-selskabet.

Vejbelysningsanlæg etableres med materiel af isolationsklasse II uden jording og uden PE-leder. Lokale mindre anlægsdele kan, når dette ikke er muligt, etableres med materiel af isolationsklasse I og tilhørende lokal jording.

Styringsprincipper

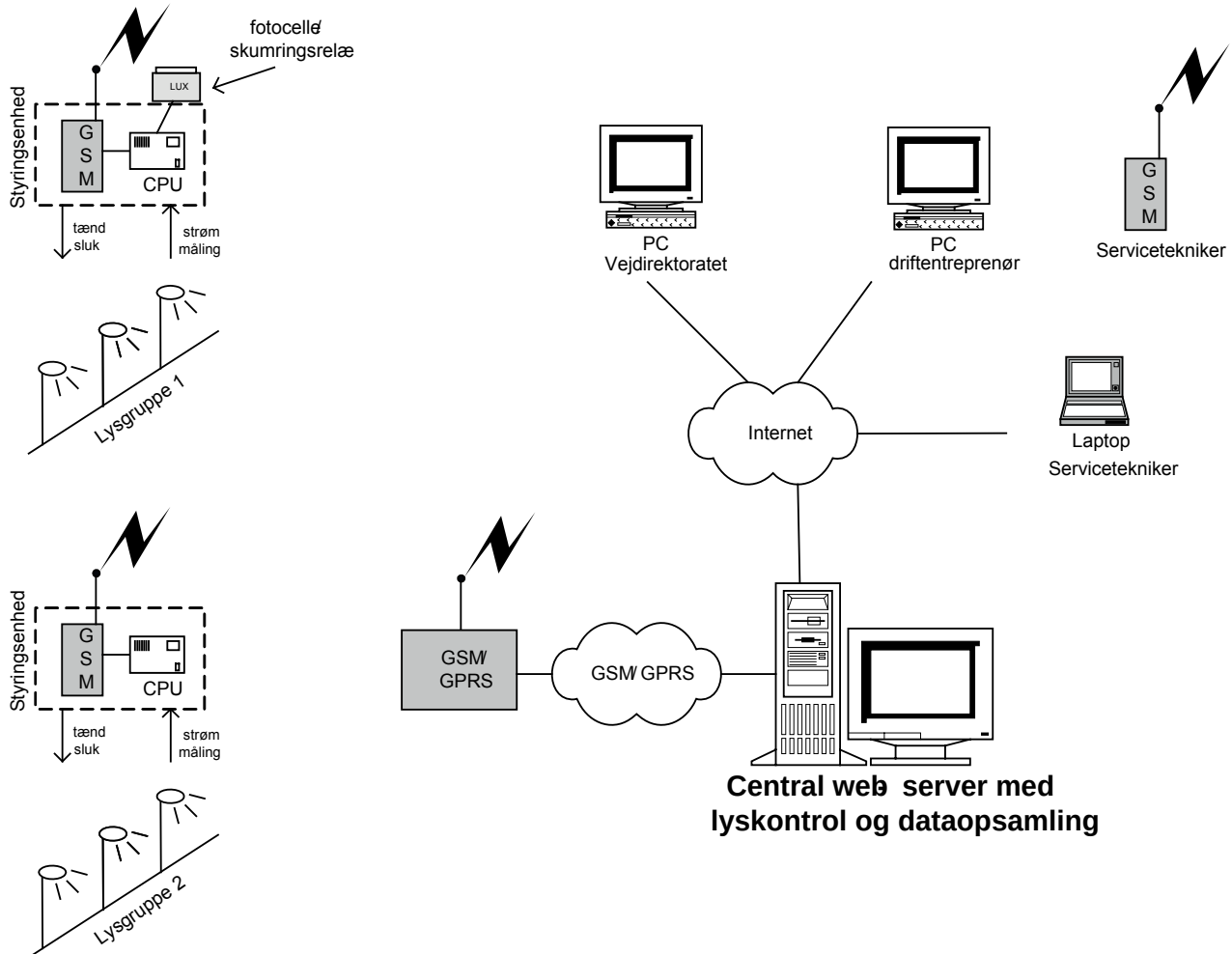
Vejbelysningen styres overordnet fra nogle få regionalt placerede vej-belysningsanlæg, hvor der er installeret fotoceller der sender tænd- og sluksignaler til serversystemet, som i kombination med et skumringsrelæ derefter sender tænd- og slukkommandoer til alle vej-belysningsskabe i hvert vejcenter. Se figur 8-3.

Kommunikationen mellem serversystemet og vej-belysnings-skabene skal være trådløs og tovejs som GPRS-kommunikation via GSM-nettet.

Styring, overvågning og fjernaflæsning (af strømforbrug) sker fra et overordnet serversystem som "hostes" hos et privat selskab.

Serversystemet foretager aflæsning og overvågning, og giver alarmer til drifts-personale.

Serversystemet, og derigennem de enkelte belysningsanlæg, fjernbetjenes af driftspersonale fra de forskellige Vejcentres driftsentreprenører via Internettet (med PC) og GSM-nettet (med mobiltelefon). Se figur 8-3.



Figur 8-3. Principiel opbygning af belysningsstyring og overågning. Lysgruppe 1 øverst til højre, er regionalt placeret og sender tænd- og sluksignal til serversystemet. I kombination med skumringsrelæ sender der fra serversystemet tænd- og sluksignal til øvrige vejbelysningsskabe, her repræsenteret som Lysgruppe 2.

Vejbelysningsskabet

Vejbelysningsskabet skal normalt indeholde (evt. fjernaf-læst) måler, kabelafgange med smeltesikringer, transientbeskyttelse iht. Stærkstrømsbekendtgørelsen (afsnit 6, Bilag B, kap. 53, fig. B.2) og lysstyringsenhed.

Ved længere sammenhængende vejstræk kan der med fordel desuden installeres spændingsregulering, således, at belysningen kan dæmpes i perioder med lav trafikintensitet, f.eks. om natten.

De enkelte vejbelysningsskabes lysstyringsenheder indeholder:

- CPU
- GSMradio

- I/O-del, som består af
 - Styringsrelæer, som tænder/slukker belysningen.
 - Strømmåler med interface til CPU.
 - Analoge og digitale indgange til måling og overvågning.

Der bør installeres:

- Dørkontakt i skabet.
- Evt. skumringsrelæ.
- Evt. varme i skabet for at afværge kondensdannelse og derved beskytte elektronikken.



9. PLAN FOR UDSKIFTNING OG NYANLÆG

I DETTE AFSNIT REDEGØRES FOR DE KRITERIER SOM LIGGER TIL GRUND FOR ETABLERING AF BELYSNINGSANLÆG PÅ VEJSTRÆKNINGER, SOM KUN I SÆRLIGE TILFÆLDE BELYSES.

DESUDEN GIVES RETNINGSLINIER FOR HVORNÅR EKSISTERENDE BELYSNINGSANLÆG UDSKIFTES ELLER RENOVERES. ARBEJDSGRUPPENS TEKNISKE ANBEFALING VEDR. STRÆKNINGER SOM BØR BELYSES I FREMTIDEN OPLISTES.

9.1 KRITERIER FOR ETABLERING AF BELYSNINGSANLÆG

Jf. Tabel 1 i afsnit 3.2 afgøres beslutningen, om en vejstrækning skal belyses dels af vejens placering og dels af vejens type. På veje i åbent land etableres som hovedregel ikke belysning, men særlige forhold kan dog ændre på dette, herunder primært:

- Trafikmængde
- Fremkommelighed
- Vejforløbets kompleksitet
- Oversigtsforhold
- Bynærhed
- Ulykkesfrekvens

Trafikmængde

Trafikmængden er en afgørende faktor for om en vej bør belyses eller ej. Vejbelysningen vil i væsentlig grad medvirke til at nedbringe antallet af mørkeuheld på vejen og øge kørekomforten og i mindre grad medføre øget fremkommelighed. Jo større trafikmængde des større nytteværdi vil belysningsanlægget få, jf. afsnit 2.3.

Som udgangspunkt bør behov for vejbelysning vurderes for alle vejstrækninger med en faktisk eller forventet årsdøgntrafik (ÅDT) på over 50.000. Er et eller flere af nedennævnte

kriterier (f.eks. bynærhed, dårlige oversigtsforhold mm.) ligeledes tilstede, bør vejbelysning etableres.

Fremkommelighed

Strækninger, hvor der dagligt er kø-kørsel er tegn på, at vejens kapacitet er næsten fuldt udnyttet. Da der erfaringsmæssigt sker mange uheld, typisk med bagendekollisioner, på sådanne strækninger, bør disse som udgangspunkt belyses.

Vejforløbets kompleksitet

Vejforløb med mange til- og frakørsler samt store udfletningsanlæg hvor trafikanten skal tage stilling til rutevalg bør som udgangspunkt belyses. Typisk ligger strækninger med mange til- og frakørsler i bymæssigt område som under alle omstændigheder skal belyses, hvorimod større udfletningsanlæg både findes indenfor og udenfor bymæssig bebyggelse. Som udgangspunkt anbefales, at alle motorvejskryds belyses.

Oversigtsforhold

Vejforløb som er svære for trafikanten at overskue over en længere strækning bør belyses hvis også andre forhold taler herfor. Dårlige oversigtsforhold kan f.eks. skyldes stærkt kurvede vejforløb eller vejforløb med stor hældning.

Bynærhed

Ringveje og andre veje omkring eller forbi større byer bør belyses også selvom de ligger udenfor egentlig bymæssig bebyggelse. Typisk vil disse veje have flere til- og frakørsler, en relativt stor trafikmængde, jævnlig køkørsel og der kan ofte være kraftig belysning på vejens sidearealer (fra tankstationer, transport- og erhvervscentre mm.), som gør det nødvendigt også at belyse vejen.

Ulykkesfrekvens

Vejstrækninger og kryds hvor der forekommer særligt mange mørkeuheld eller andre trafikale hændelser i mørke bør belyses. Beslutning om etablering af belysning skal tages ud fra konkrete analyser af uheld og hændelser (sort-plet analyser) og en vurdering af hvorvidt vejbelysning vil kunne nedbringe antallet af uheld og hændelser.



9.2 UDSKIFTNING AF EKSISTERENDE BELYSNINGSANLÆG

Udskiftning og fornyelse af eksisterende belysningsanlæg sker som en del af det løbende vedligehold af vejbelysningsanlæg, som administreres af vejcentrene.

Administrationen sker via forvaltningssystemet VEJLYS-web. I VEJLYS-web foretages en prioritering af, hvilke belysningsanlæg der er tjenlige til udskiftning eller fornyelse ud fra enten sikkerhedsmæssige, driftsmæssige eller økonomiske hensyn.

Følgende faktorer indgår i prioriteringen:

- Tilgængelige reservedele
- Overholdelse af gældende belysningsklasse

- Antal udkald (ved fejl på anlægget)
- Samlet økonomi for anlægget (udgifter til eftersyn og vedligehold)
- Mastetilstand
- Strømforbrug (i forhold til anlæggets belysningsklasse)
- Driftsform (effektreguleret, reduceret eller ureguleret)
- Alder

Prioriteringsmodulet i VEJLYS-web er under udvikling, og der findes endnu ikke erfaringer fra fuld-skala anvendelse. Det er en forudsætning for at kunne anvende prioriteringsmodulet, at de nødvendige data er indtastet i VEJLYS-web, hvilket i dag kun er tilfældet i begrænset omfang.

10. KORTBILAG

Efterfølgende er vedlagt følgende kortbilag:

Eksisterende belysning

A1 Oversigtskort – hele Danmark

A2 Vejcenter Hovedstaden

A3 Vejcenter Sjælland

A4 Vejcenter Syddanmark

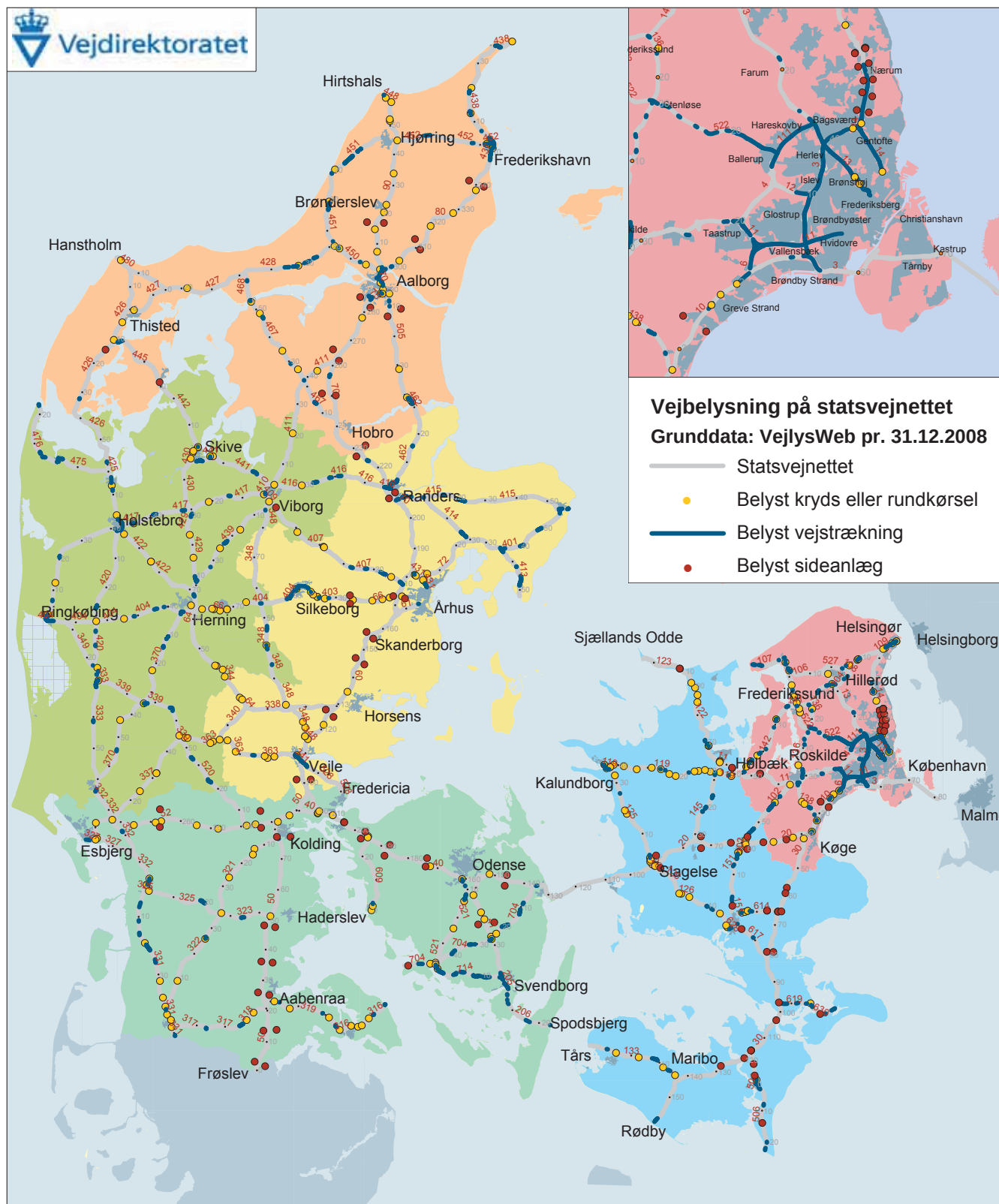
A5 Vejcenter Midtvestjylland

A6 Vejcenter Østjylland

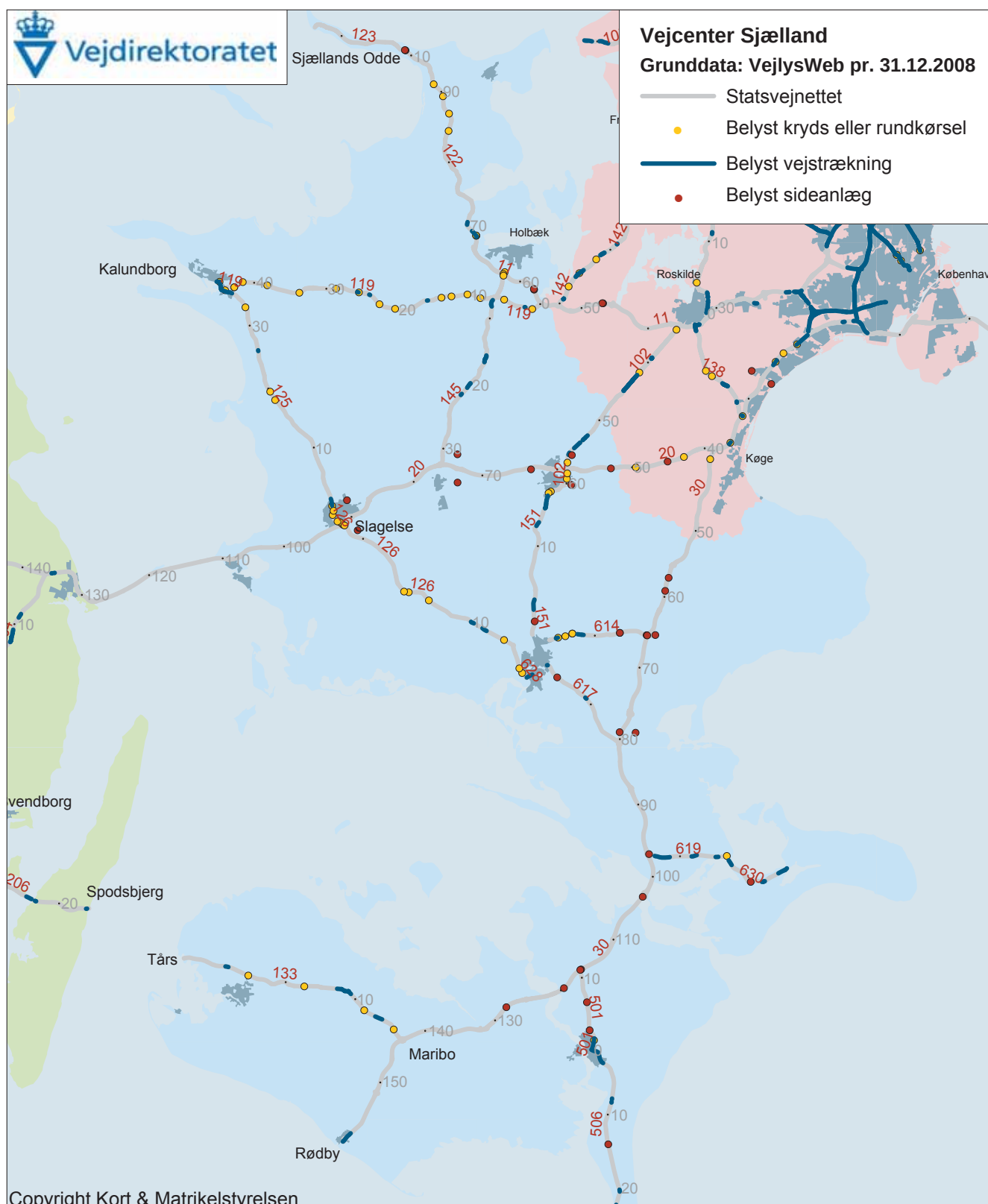
A7 Vejcenter Nordjylland

Kortbilag A1-A7 viser den eksisterende vejbelysning fordelt på følgende anlægstyper:

- Belyste vejstrækninger/forbindelsesveje
- Belyste kryds og rundkørsler
- Belyste sideanlæg
- Belyste stier (vises kun på korttype A2-A8)
- Vejbelysning under anden vejmyndighed (her er ikke skelnet mellem anlægstyper)



















11. LITTERATUROVERSIGT

LOVGRUNDLAG

www.retsinfo.dk

1. CIR nr 152 af 12/10/1999 Vejbelysning

VEJREGLER

vejregler.dk

2. Vejregel, vejbelysningsregler, marts 1999
3. Vejregel, Vejbelysning – Håndbog for tekniske forhold, marts 1999
4. Vejregel, Vejbelysning – Håndbog for visuel udformning, marts 1999
5. Vejregel, Trafikarealer, by – Hæfte 1, Forudsætninger for den geometriske udformning
6. Vejregel, Trafikarealer, land – Hæfte 1, Forudsætninger for den geometriske udformning
7. Vejregel, Trafikarealer, land – Hæfte 4.2, Rundkørsler
8. Vejregel, Trafikarealer, land – Hæfte 4.3. Signalregulerede vejkryds

UDBUDSFORSKRIFTER

vejregler.dk

9. Håndbog – Fælles for vejudstyr – Vejledning
10. Udbudsforskrift, Vejudstyr, Almindelige betingelser og arbejdsbeskrivelser, Fælles for vejudstyr - ABB
11. Udbudsforskrift, Vejbelysning, Almindelige betingelser og arbejdsbeskrivelser, Vejbelysningsmateriel – AAB
12. Udbudsforskrift, Vejbelysning, Paradigme, Vejbelysningsmateriel - SAB-P
13. Udbudsforskrift, Vejbelysning, Paradigme, Vejbelysningsmateriel - TAG-P
14. Udbudsforskrift, Vejbelysning, Paradigme, Vejbelysningsmateriel - TBL-P
15. Udbudsforskrifter, Befæstelser - asfalt, varmblandet asfalt, Vejledning
16. Udbudsforskrifter, Befæstelser - asfalt, varmblandet asfalt, Almindelig arbejdsbeskrivelse (AAB)
17. Udbudsforskrifter, Befæstelser - asfalt, varmblandet asfalt, Paradigme for tilbudsliste (TBL-P)
18. Udbudsforskrifter, Befæstelser - asfalt, koldasfalt, vejledning
19. Udbudsforskrifter, Befæstelser - asfalt, koldasfalt, Almindelig arbejdsbeskrivelse (AAB)
20. Udbudsforskrifter, Befæstelser - asfalt, overfladebehandling, vejledning

11. LITTERATUROVERSIGT

ANDEN VD LITTERATUR

vejdirektoratet.dk

21. VD publikation, 2006, Statsvejnettet, oversigt over tilstand og udvikling, rapport 314
22. VD publikation, 2006, Guide til systematisk ulykkesbekæmpelse, rapport 308
23. VD publikation, 2006 (høring), Håndbog, Vejudstyr, drifts- og vedligeholdsmmanual
24. VD publikation, 2005, Håndbog, Faste genstande langs veje i åbent land, metode
25. VD publikation, 2005, Håndbog, Faste genstande langs veje i åbent land, eksempler
26. VD publikation, 2005, Håndbog i anvendelse af eftergivelige master
27. VD publikation, 2002, Trafiksikkerhed i rundkørsler
28. VD publikation, 2002, Smukke veje, en håndbog
29. VD publikation, 2002, Smukke veje, fra ide til virkelighed
30. VD publikation, 2000, Idékatalog for Cykeltrafik
31. VD publikation, 1998, Fodgængeres Trafiksikkerhed
32. Teknisk notat, 7/4-2005, Opgradering af motorvejsstrækninger. Uheld på motorvejsstrækninger uden lys.

INTERNATIONAL LITTERATUR

33. NVF rapport nr. 4 1995, Belysning af Vejtunneler
34. Trafiksikkerhetshåndboken, Transportøkonomisk institutt, Norge, webudgaven, jan. 2007 www.toi.no
35. Effektkatalog for trafiksikkerhetstiltak, TØI rapport 851/2006, Transportøkonomisk institutt, Norge. www.toi.no
36. CIE rapport nr. 93 Road Lighting as an Accident Countermeasure
37. Safety of Motorway Lighting, Transportation Research Record No. 1758, Canada
38. Determining Impact of Road Lighting on Motorway Capacity, Transportation Research Record No. 1646

APPENDIX: BELYSNINGSMATERIEL

AFSNITTET GIVER EN OVERSIGT OVER DET BELYSNINGSMATERIEL SOM VURDERES EGNET TIL ANVENDELSE PÅ STATENS VEJE. ENDVIDERE FINDES EN BRUTTOLEVERANDØROVERSIGT, HVOR DER IKKE ER TAGET STILLING TIL MATERIELLETS ANVENDELIGHED.

Oversigterne med leverandørnavne bygger dels på kendskab til de produkter, som allerede anvendes, og dels på nyt tilsendt materiale fra leverandører i forbindelse med udarbejdelse af belysningsplanen.

Leverandør	Mast	Mastehøjde	Form og materiale	Anvendelse
Alfred Priess	Nedal eftergivelig mast	3-12 m	Aluminium. Konisk eller cylindrisk. Iht. DS/EN 12.767 *	Indenfor sikkerhedszone MV MTV HLV Kryds+Rundkørsler
AP Steel	Konisk rørmast	4 – 12,5 m	Konisk stål, varmforzinket	Udenfor sikkerhedszone eller bag autoværn MV MTV HLV Kryds+Rundkørsler Sideanlæg og stier
	Eftergivelig mast	7 – 12 m	Ottekant konisk. Iht. DS/EN 12.767 * Varmforzinket stål	Indenfor sikkerhedszone MV MTV HLV Kryds+Rundkørsler
Danintra	Konisk rørmast	3 – 12 m	Konisk stål, varmforzinket	Udenfor sikkerhedszone eller bag autoværn MV MTV HLV Kryds+Rundkørsler Sideanlæg og stier
	Eftergivelig mast	7 – 10 m	Ottekant konisk. Iht. DS/EN 12.767 * Varmforzinket stål	Indenfor sikkerhedszone MV MTV HLV Kryds+Rundkørsler
Milewide	Milewidemast		Cylindrisk aluminium. Iht. DS/EN 12.767 *	Indenfor sikkerhedszone MV MTV HLV Kryds+Rundkørsler

Tabel 1 Master MV = Motorveje, MTV = Motortrafikveje, HLV = Hovedlandeveje

*) Bemærk: Eftergivelige master skal anvendes efter deres klassifikation (Performance type) iht. DS/EN 12.767.

Se afsnit 8.7 og 8.8 og Håndbog i anvendelse af eftergivelige master (2008).

Afsnit 1.1 til 1.4 oplister materiel, der bedømmes som velegnet i henhold til belysningsplanen og de bagvedliggende vejregler. Listerne viser i sagens natur et status quo billede som kan ændres i fremtiden når nye attraktive produkter kommer på markedet. Det er derfor tanken at denne del af belysningsplanen med jævne mellemrum – f.eks. hvert 5. år – tages op til revision, således at nyt udstyr kan blive taget i betragtning.

Afsnit 1.5 viser en brutto leverandøroversigt, hvor der ikke er taget stilling til materiellets anvendelighed. Også denne oversigt må forventes at ændre sig over årene.

1.1 MASTER

Den nedenstående masteoversigt viser anbefalede standard mastetyper. Det gælder for de nævnte leverandører, at de kan levere:

- Iht. AAB for Master
- Med mastearme lige, buede mm. til de fleste formål
- Som kombimaster dvs. kombineret signal- og lysmast

Visse master af særlig konstruktion eller design som f.eks. til Københavnske motorvejef. afsnit 1.4 leveres gennem udbud.

Herudover kan de fleste armaturleverandører levere "designmaster" dvs. master som er designet til bestemte armaturer.

Andre mastetyper kan i øvrigt komme på tale til individuelle projekter f.eks. af arkitektoniske grunde. Se brutto leverandørlisten afsnit 1.5.

Der stilles de samme tekniske krav jf. AAB for master til "designmaster" og andre master, som der stilles til standardmaster.

1.2 ARMATURER

Den nedenstående oversigt viser armaturer, som kan anbefales til de forskellige vejtyper på grundlag af:

- Almen kvalitet og holdbarhed herunder opfyldelse af de overordnede krav i belysningsplanen samt AAB for Armaturer

- Et attraktivt eller et neutralt design
- Fås med plan skærm eller plan lysåbning
- Har en lysteknisk funktion som gør dem anvendelige i den aktuelle belysningsklasse med tilhørende krav til begrænsning af blænding og gener overfor omgivelserne
- Har let tilgængelige fotometriske datafiler i internationalt standardformat.

Bemærk at hvert armatur kun er angivet med et navn og evt. en størrelse eller en hovedudformning, der som regel dækker over en lang række udgaver med forskellige reflektorer, lyskildetyper, wattager mm., hvorimellem der skal vælges til den enkelte anvendelse.

VEJBELYSNING I L- OG LE-RÆKKENS BELYSNINGSKLASSER

De armaturer som er vist i tabellen anbefales fordi de kan opfylde L- og LE-rækkens belysningsklasser, når de opsættes på den mest anvendte måde, som er beskrevet i vejbelysningsreglerne og i nærværende belysningsplan. Dvs.:

- Ensidig masteplacering
- Med begrænset lyspunkthøjde
- Med kort mastearm dvs. flere meters afstand (minimum 3 m) uden for køresporene
- Med max. 3° hældning
- Med lyspunktafstand på mindst 4 gange lyspunkthøjden
- Opfylder afskærmningsklasse G4 eller højere ved den aktuelle hældning.

Dette fordrer normalt armaturer med

- Metalhalogen- eller højtryksnatrium med klar kolbe
- Indstillelig optik med mange indstillingsmuligheder
- Stærkt asymmetriske lysfordelinger.

Vejbelysning i L- og LE-rækkens belysningsklasser				
Leverandør	Armatur	Mastehøjde	Montering	Anvendelse
Delux – AEC II-luminazione		6 – 9 m	På mastetop eller kort arm	HLV industri områder
Louis Poulsen		6-10 m	Sidemonteret på kort arm Topmonteret i wireophæng	Alle vejtyper inkl. sideanlæg og stier, hvor lysende armaturhus ønskes
Louis Poulsen		6-10 m	Sidemonteret på kort arm Topmonteret i wireophæng	Alle vejtyper inkl. sideanlæg og stier
Louis Poulsen		6-10 m	På mastetop	Alle vejtyper inkl. sideanlæg hvor lysende top af armaturhus ønskes
Louis Poulsen		6-10 m	På mastetop	Alle vejtyper inkl. sideanlæg

Det er navnlig kravet til regelmæssighed på våd kørebane samt kravet om belysningsklasse E2 eller E1 på de nærmeste omgivelser i vejsiden modsat masterne, som volder vanskeligheder.

Derfor har armaturer, der er udviklet til markeder i f.eks. Central- og Sydeuropa, hvor der *ikke* stilles krav til våd

kørebane normalt ikke de nævnte egenskaber. Bemærk dog at disse armaturer kan fungere udmærket i tosidet mastepacering.

Ovenstående tabel viser egnede armaturer, som fungerer godt i alle anlægstyper:

Vejbelysning i L- og LE-rækkens belysningsklasser				
Leverandør	Armatur	Mastehøjde	Montering	Anvendelse
Philips	Milewide 	7-10 m	På kort lige arm enkelt + dobbelt	MV MTV HLV Til-/frakørsler Kryds og Rundkørsler
Philips	København Stor (Ø462) 	8-10 m	Sidemonteret på kort arm Topmonteret i wireophæng	Alle vejtyper
Philips	København Lille (Ø380) 	Ca. 5 m	Topmonteret i armatursvøb	Vejunderføringer (under broer)
Philips	Hafnia 	6-8 m	På kort arm	Sideanlæg Stier
Philips	Sitezone 	8 m	På mastetop eller på special-arm	HLV Sideanlæg Stier
Philips	Koffer 	5-9 m	På mastetop På kort lige arm	MTV HLV
Philips	Iridum, lille 	5-8 m	På mastetop På kort lige arm	HLV Kryds og Rundkørsler

Vejbelysning i L- og LE-rækkens belysningsklasser				
Leverandør	Armatur	Mastehøjde	Montering	Anvendelse
Philips	Iridium, mellem 	8-10 m	På mastetop På kort lige arm	MV MTV HLV Til-/frakørsler Kryds og Rundkørsler

Tabel 2 Armaturer til vejbelysning

MV = Motorveje, MTV = Motortrafikveje, HLV = Hovedlandeveje

Belysning af tavler				
Leverandør	Betegnelse	Materieltype	Montering	Anvendelse
Philips	Decoflood 606*	Projektører	Stander	Portaltavler Jordtavler
	Decoflood 616*	Projektører	Beslag på tavlen	Jordtavler
	LEDline ² serie	LED projektører	Beslag på tavlen	Specialtavler
Thorn	Contrast C	Projektører	Beslag på tavlen	Jordtavler

Tabel 3 Armaturer til belysning af tavler

* Det forventes at Decoflood 606 og 616 afløses af en ny udgave ultimo 2010

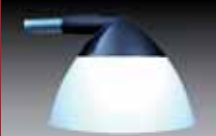
SIDEANLÆG, STIER MM. I

E-RÆKKENS BELYSNINGSKLASSER

E-rækkens belysningsklasser er mindre krævende med hensyn til armaturernes lysfordelinger. Til gengæld stilles der ofte krav om begrænsning af ubehagsblænding og andre genevirkninger.

Her anvendes som regel hvidt lys med god farvegengivelse. Til armaturer med klar (eller næsten klar) skærm anbefales metalhalogenlyskilder med ellipsoideformet mat kolbe eller kompaktlysrør, som virker mindre "skarpe" og blændende end lyskilder med klar kolbe.

Armaturer til sideanlæg, stier mm. i E-rækkens belysningsklasser				
Leverandør	Armatur	Mastehøjde	Montering	Anvendelse
Armaturer med vandret lysåbning eller svag hældning				
Fagerhult	Circo 2676 	4,5-8m	På mastetop eller kort arm	Sideanlæg Stier
Focus Lighting	Nyx 330 	3,5 - 7 m	På mastetop	Sideanlæg Stier
Hess	Sera 600 (lille) 	4 - 8 m	På mastetop På kort arm	Sideanlæg Stier
Iguzzini	Lavinia lille 	5 – 8 m	På mastetop i enkelt, dobbelt eller trippel montage	Sideanlæg Stier
Lightmakers – Bega	Bega 8071 til 8075 	5-7 m	På specialmast i enkelt eller dobbeltmontage	Sideanlæg Stier

Armaturer til sideanlæg, stier mm. i E-rækkens belysningsklasser				
Leverandør	Armatur	Mastehøjde	Montering	Anvendelse
Louis Poulsen	Icon Mini Opal 	6-8 m	Sidemonteret på kort arm Topmonteret	Sideanlæg Stier
Louis Poulsen	Icon Mini Basic 	6-8 m	Sidemonteret på kort arm Topmonteret	Sideanlæg Stier
Philips	København Lille (Ø380) 	4-8 m	Sidemonteret på kort arm Topmonteret	
Philips	Hafnia 	6-8 m	På kort arm	Sideanlæg Stier
Philips	Citysoul lille 	5-8 m	På kort arm	Sideanlæg Stier
Philips	Cityswan 	4-8 m	På kort arm	Sideanlæg Stier
Philips	Pivot 	4-6 m	På mastetop	Sideanlæg Stier

Armaturer til sideanlæg, stier mm. i E-rækkens belysningsklasser				
Leverandør	Armatur	Mastehøjde	Montering	Anvendelse
Philips	Milewide Mini 	6-7 m	På kort arm enkelt + dobbelt	Sideanlæg Stier
Thorn & Jakobs- son	Dyana 1 	6-9 m	På kort arm	Større sideanlæg
Thorn & Jakobs- son	Chr. 4 Asym. 	3-5 m	På mastetop	Sideanlæg Stier
Parklygter og pullerter				
Louis Poulsen	Terminallygte* 	4,3 m	På mastetop	Sideanlæg
Philips	Nightwatch* 	1,2 m	Pullert	Sideanlæg Stier

Tabel 4 Armaturer til sideanlæg, stier m.m.

*) Der findes på markedet adskillige typer af parklygter og pullerter af udmærket materialekvalitet. Netop de to her nævnte har også god lysteknik til opfyldelse af belysningsklasserne.

SUPPLERENDE BELYSNING

Den følgende oversigt viser materiel som er egnet til supplerende belysning af andet end selve trafik- og færdselsarealerne, jf. beskrivelsen i kapitel 7.

Supplerende belysning				
Leverandør	Betegnelse	Materieltype	Montering	Anvendelse
Louis Poulsen	IPR14	Oplys projektører	Nedfældet	Bygninger Bygværker Træer
	Nimbus Opal	LED-armatur	Indbygget Nedfældet	Markering
	Dot	LED-armatur	Nedfældet	Markering Sideanlæg
Philips	Decoflood serie	Projektører		Tavler Bygværker Kunst
	LEDline ² serie	LED projektører	Påbygget Nedfældet mm.	Tavler Bygværker Kunst
	Decoscene	Oplys projektører	Nedfældet	Bygværker Træer
Roblon	FL150 XT-2	Lysgiver	I skab eller brønd	Driver fiberlys
	PMMA-fiber, sidelight	Sidelysende fiber	Indfældet Nedfældet	Rundkørsel midterø Bygværker Sideanlæg
	Sirius	Fiberlys-armatur	Indbygget Nedfældet	Markering: Bygværker Sideanlæg
	Compas	Fiberlys-armatur	Nedfældet	Effekt: Bygværker Sideanlæg
Viborg Lysleder	MDI 912	Lysgiver	I skab eller brønd	Driver fiberlys
	HMG301 fiber	Sidelysende fiber	Indfældet Nedfældet	Rundkørsel midterø Bygværker Sideanlæg
	VLS401	Fiberlys-armatur	Indbygget Nedfældet	Markering: Rundkørsel Bygværker Sideanlæg
Xlight	Runway (LED)		Nedfældet i kørebane eller sti	Markeringslys

Tabel 5 Armaturer til supplerende belysning



1.3 LYSKILDER

Den nedenstående oversigt viser de mest brugte lyskilder til vejbelysning med de af leverandørerne anvendte koder. Der er praktisk taget kun 4 leverandører af lyskilder på det danske (og nordeuropæiske) marked som vist i oversigten.

LED (lysdiode) lyskilder er ikke omtalt

NYHEDER PÅ VEJ

Nogle nyheder som eventuelt vil finde anvendelse i fremtiden er:

- Orus armaturet fra Thorn Lighting, med en "flat beam" lysfordeling, som er specielt beregnet til vejbelysning fra meget lav højde (<1 m). Armaturet er beregnet til montage på broautoværn o. lign. uden brug af master. Systemets anvendelse på statsvejene er på forsøgsstadiet.
- Egentlige vejbelysningsarmaturer med LED-lyskilder, f.eks. fra firmaet Ledtech. LED-lyskilderne er dog endnu ikke lysteknisk eller energioekonomisk på højde med armaturer med højtryks damplamper.

1.4 TYPISKE KOMBINATIONER

Belysningsplanen specificerer som udgangspunkt ikke valg af konkrete armaturer, lyskilder og master for specifikke veje, men angiver følgende typiske kombinationer af mast og armaturer, som skal sikre at belysningsanlæg på statens veje i fremtiden vil fremstå mere ensartede:

De typiske kombinationer omfatter to standardudgaver benævnt hhv. design og økonomi samt en Milewide udgave.

På de københavnske motorveje og på indfaldsvejene til København er der de seneste år gennemført en konsekvent designlinje, som også skal følges fremover, jf. Figur 4 og Figur 5.

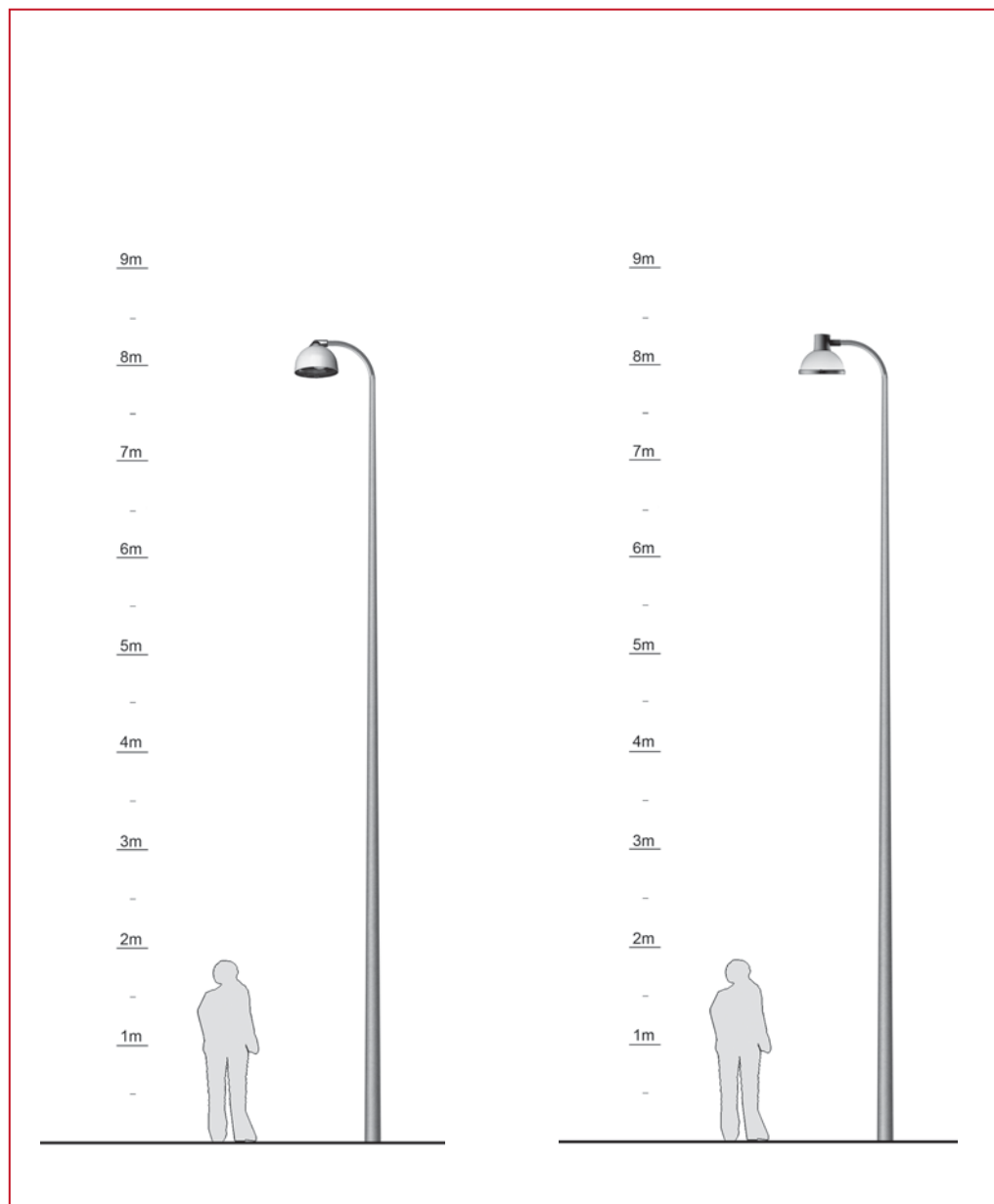
Type	Sokkel	ZVEI-LBS * betegnelse	GE- Lighting	Osram	Philips	Sylvania (Osram)
Metalhalogen Klar kolbe	E27, E40	HIT-CE	Constant-Color CMH-/TT	HCI-TT HCI-E/P klar	CDO-TT	
Do."Cosmopolis	PGZ 12				CPO-T White	
Metalhalogen Mat ellipsoide	E27, E40	HIE-CE	Constant-Color CMH-/E	HCI-E/P mat	CDO-ET	
Højtryksnatrium Klar Kolbe	E27, E40	HST-MF	Lucalox XO T	NAV-T Super	SON-T Pia Plus	Lumalox Plus/Med
Do."Cosmopolis	PGZ 12	HST			CPO-T Gold	
Højtryksnatrium Mat ellipsoide	E27, E40	HSE-MF	Lucalox XO E	NAV-E Super	SON Pia Plus	
Metalhalogen kompakt klar kolbe	G12	HIT-CE	Constant-Color CMH-/T	HCI-T	CDM-T	
Do.	Dobbelt	HIT-DE	Constant-Color CMH-/TD	HCI-TD	CDM-TD	
Kompaktlysrør trippel	GX24d	TC-T	Biax T	Dulux T	PL-T 4P TOP	Dulux T
Metalhalogen Reflektorlampe	Fiber-lysgiver	-			CDM SA/R 150W	

Tabel 6 Oversigt over lyskilder

* ZVEI-LBS: Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie

Standard - Design

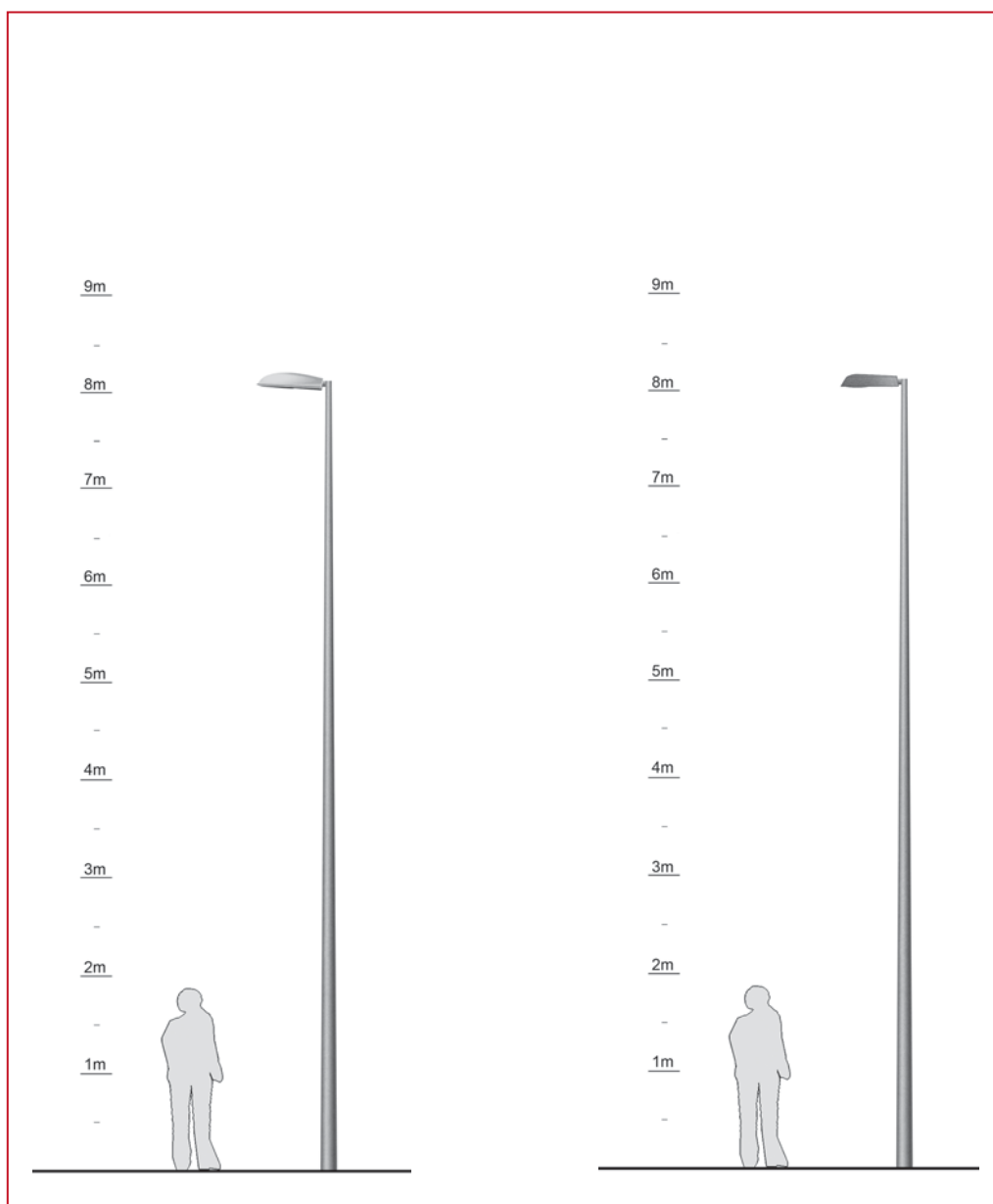
Specifikation	Mast	Standard konisk mast almindelig eller eftergivelig iht. ABB for Master, 7 – 10 m
	Arm	Buet arm 0,5 m iht. ABB for Master
	Armatur	Philips Københavner armatur Louis Poulsen Icon armatur eller lignende
Anvendelse	Kombinationen Standard Design anvendes typisk på veje i bymæssigt miljø og i rundkørsler og kryds hvor der er krav til udformning og design.	



Figur 10-1 Kombination "Standard - Design". Rundkonisk rørmast med buet arm og hhv. Københavner og Icon Mini armatur.

Standard - Økonomi

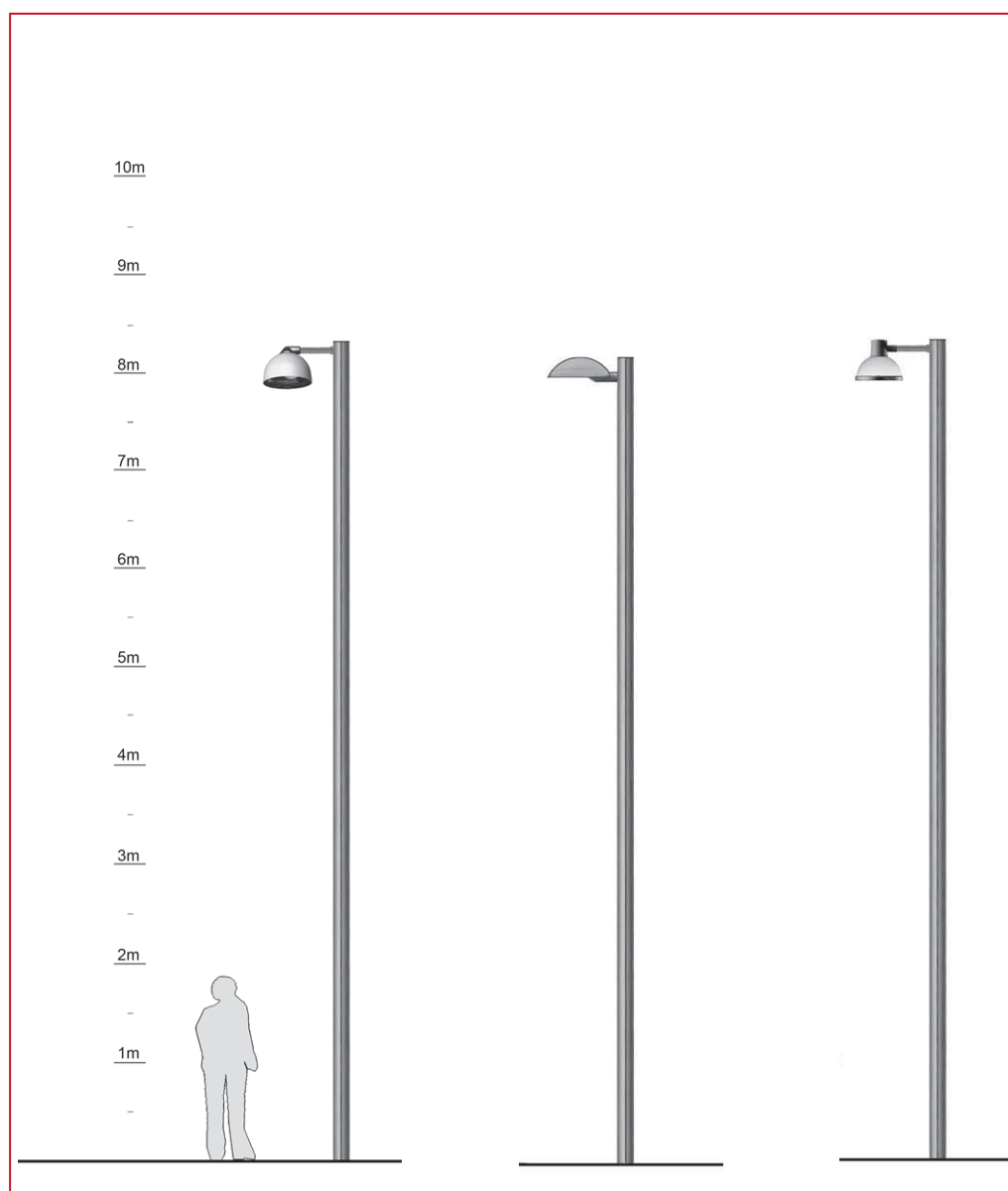
Specifikation	Mast	Standard konisk mast almindelig eller eftergivelig iht. ABB for Master, 7 – 10 m
	Arm	Standardmast med kort lige arm
	Armatur	Philips Iridium armatur Philips Koffer armatur eller lignende
Anvendelse	Kombinationen Standard Økonomi anvendes kun i begrænset omfang og kun på steder hvor det designmæssige spiller en mindre væsentlig rolle, f.eks. igennem industriområder og lignende.	



Figur 10-2 Kombination "Standard - Økonomi". Rundkonisk rørmast med kort lige arm og hhv. Iridium og Koffer armatur.

Milewide

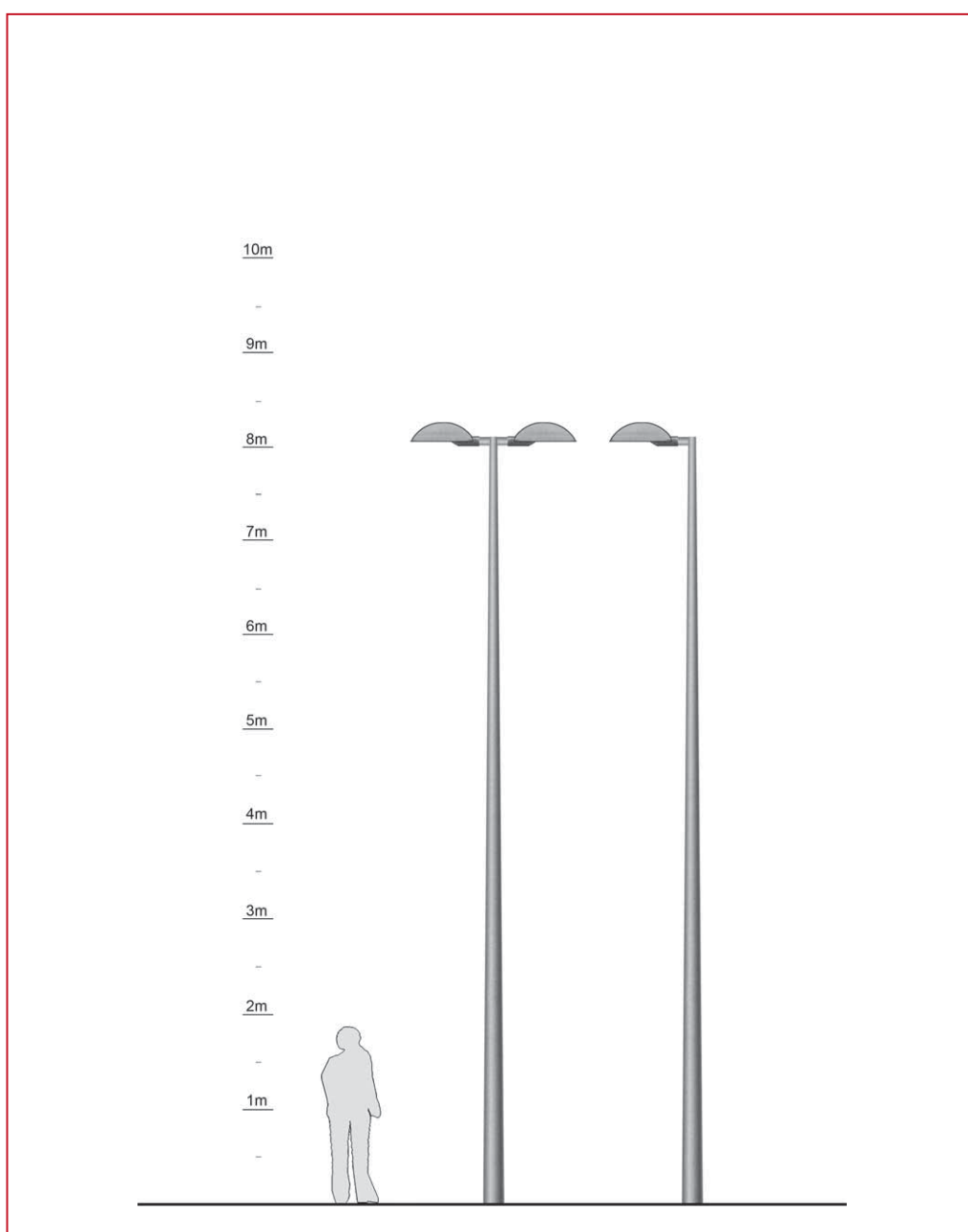
Specifikation	Mast	Milewide kombimaster med gadesignal og/eller armaturer, 7 – 10 m
	Arm	Kort lige arm
	Armatur	Philips Københavnerarmatur (Stor) Philips Milewide armatur på kort arm Louis Poulsen Icon armatur (Opal eller Basic)
Anvendelse	Milewide løsningen anvendes på særlige steder hvor der er ønske om sammenhængende design med andet vejudstyr, eller på anden måde ønskes et markant udtryk.	



Figur 10-3 Kombination "Milewide". Milewide kombimast med kort lige arm og hhv. København, Milewide og Icon Mini armatur.

Motorveje omkring København

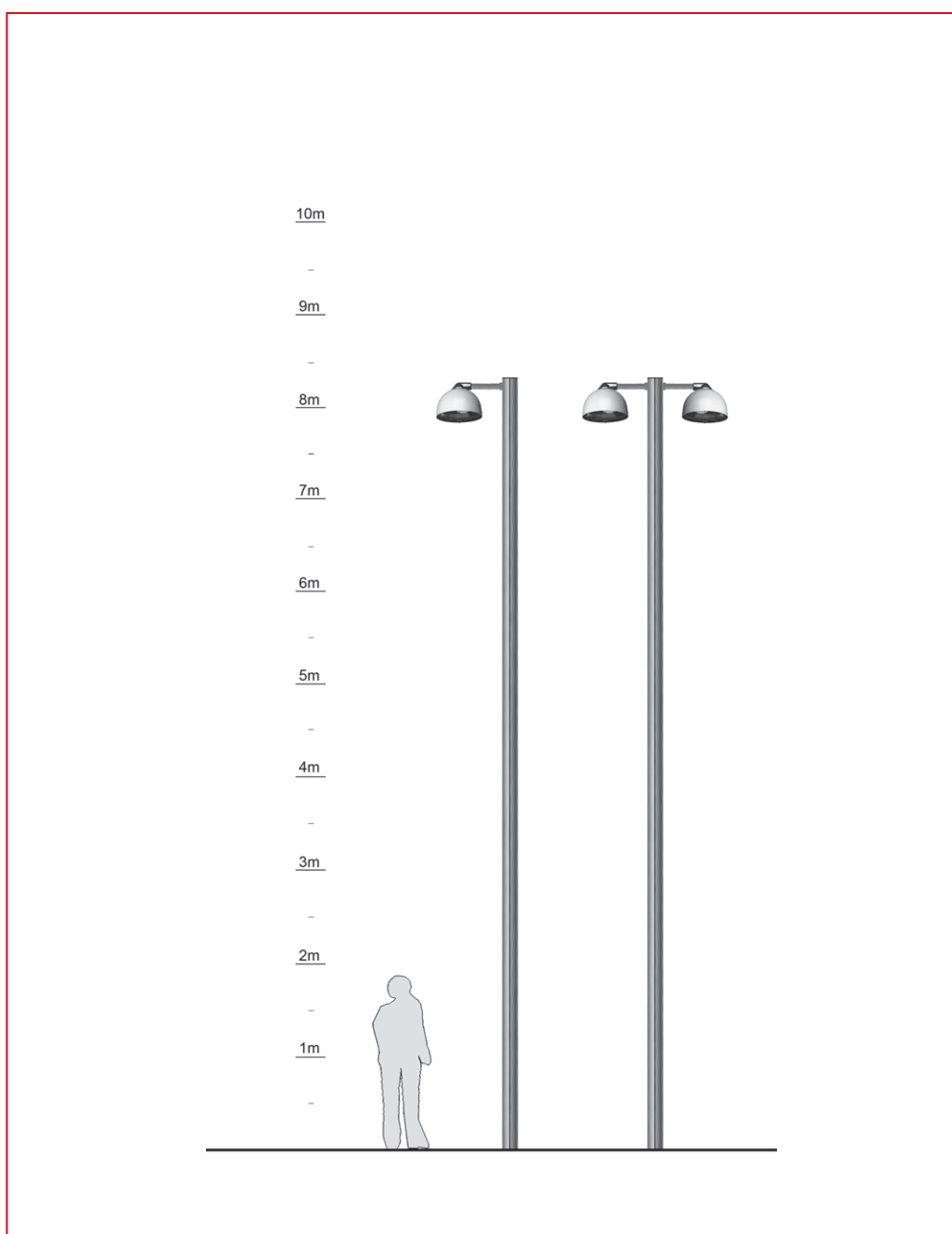
Specifikation	Mast	Special konisk mast med forhøjet konusvinkel - 10 m i midterrabat - 8 m langs ramper og parallelveje - 8 m skrå mast monteret på støjskærm
	Arm	Kort lige arm 0,165 m fra mastecenter til armaturflange
	Armatur	Philips Milewide armatur
Anvendelse	På motorveje omkring København.	



Figur 10-4 Til motorvejene omkring København anvendes en specialdesignet konisk mast med forhøjet konusvinkel, kort lige arm og Milewide armatur.

Indfaldsveje i Københavnsområdet

Specifikation	Mast	Milewide kombimaster, 7 – 9 m
	Arm	Kort lige arm
	Armatur	Københavnerarmatur stor (Ø450) m. rørflange
Anvendelse	På indfaldsvejene i Københavnsområdet	



Figur 10-5 Til indfaldsvejene i København anvendes Milewide kombimaster med Københavner armatur.

1.5 BRUTTOLISTE OVER

LEVERANDØRER

Bruttolisten viser (alfabetisk) leverandører som leverer materiel i relevante kategorier, men hvor der ikke er taget stilling til graden af materiellets anvendelighed.

Leverandør	Armaturer				Master m. tilbehør
	Vejbelysning		Sideanlæg og stier	Supplerende belysning	
	Standard Design	Standard Økonomi			
Agén Lys – AEC m.fl.	X	X	X	X	
Alfred Priess					X
AP Steel					X
COPCA – Escofet				X	X
Danintra – Siteco	X	X	X		X
Daluiso					X
Erco			X	X	
Louis Poulsen	X		X	X	(X)
Milewide					X
Philips Lys	X	X	X	X	(X)
Focus Lighting			X	X	
Hess	X	X	X		
Iguzzini	X	X	X	X	(X)
Lightmakers – Bega			X	X	(X)
Roblon (lysleder)				X	
Thorn & Jakobs-son	X	X	X	X	
Viborg Lysleder				X	
Xlight				X	

Tabel 7 Leverandørliste

(X) Designmaster til visse armaturer



12. INDEKS

- 2-sporede veje; 68
- 3-sporede veje; 68
- 4-sporede veje; 56;68
- 6-sporede veje; 56
- afskærmningsklasse; 47;58;70;84;102;128
- anlægssdokumentation; 101
- anlægstype; 11;15;16;17;18;36;37;49;50;51;55;66;69;70;73;129
- asymmetrisk optik; 39;43;79;84
- B-anlæg; 62
- belysning af portaltavler; 53
- belysningsniveau; 18;20;25;61
- belysningsvirkningsgrad; 40;43
- beplantning; 88;95;103
- bevægelsesstyring; 32
- bløde trafikanter; 17;24;25;110
- broer; 31;34;53;80;82;84;88;96;129
- brændetideanlæg; 53
- busholdepladser; 15;32;33;36
- buslomme; 86;87
- busstoppesteder; 24;27;28;32;33;51;75;86;87
- busterminaler; 31;86
- bynærhed; 10;19;113
- CE-mærkning; 108
- cyklister; 17;24;28;44;74;88
- dobbeltarmatur; 44;56
- DS/EN 13201; 45
- DS/EN 12767; 70;108;110;127
- dæmpning; 42;60;105
- eftergivelige master; 45;59;70;100;107;108;109;110;126;127
- eftersyn; 51;52;114
- endelysende; 97
- energibesparelse; 31;43
- energiforbrug; 17;39;40;42;48;90;92;96;101;105
- eneuheld; 23;27
- enkeltsporet; 64
- E-rækkens belysningsklasser; 47;87;104;105;128;129;132
- ét-plans kryds; 65
- farvegengivelse; 80;102;105;132
- farvetemperatur; 105
- fejlkørsler; 26
- fiberlys; 45;77;96;97;135;137
- fjernaflæsning; 112
- fjernvirkning; 13;41;42;43;70;84;102;104
- flat beam; 136
- fodgængere; 24;33;88;102;126
- fodgængerfelt; 13;18;28;29;36;46;51;79;80
- forbindelsesanlæg; 13;20;58;60;61
- forbindelsesveje; 49;50;51;115
- fordelerring; 62;63
- fotometriske datafiler; 99;104;128
- frakørselsramper; 21;61;63;64
- fremkommelighed; 10;11;12;13;17;18;19;20;22;25;51;113
- gennemfartsspor; 71
- geometriske udformning; 55;108
- hovedeftersyn; 52
- hvælvet skærm; 39
- højtryksnatrium; 40;41;42;43;105;129;137
- indstillelig optik; 55;104;129
- klasse II anlæg; 53
- knallerter; 24
- kommunale veje; 18;53;110
- kompaktlysrør; 52;105;132;137
- kriminalitet; 32;86
- kuffertarmaturer; 39;40;43;102
- kviksløvslyskilde; 39;40;42;43;48;52
- kys-og-kør pladser; 86;93
- kørebaneafmærkning; 20;27
- landmarks; 95;96;97
- lange transportere; 76
- LED; 45;77;92;93;96;97;105;131;135;136
- ledelys; 22;64
- levetid; 52;53;90;105
- luminans; 38;40;41;42;47;72;81;104;105
- lysfarve; 96;97;101;102;105
- lysfordeling; 39;43;84;90;92;99;104;105;107;129;132;136
- lyskildewattager; 90;99;101
- lyspunktafstand; 43;44;80;128
- lyspunkthøjde; 43;44;45;55;56;58;66;68;84;86;105;128
- lysregulering; 51
- lysrørsanlæg; 37;43;53
- lysstofrør; 37;38;48;52;90
- lysstrøm; 38;52;84
- lyst tilslag; 43;99;100
- lystekniske beregninger; 15;99;100;101
- lysudbytte; 40;105
- længdekædeanlæg; 39;40;53;54;114
- markeringslys; 18;28;45;96;135
- masteoversigt; 128
- mastepositioner; 71
- metahalogen; 52;80;90;92;105;129;132;137
- MEW-klasser; 47
- midterhelle; 65
- midtterrabat; 44;56;57;58;59;65;68;69;72;76;78;82;141

INDEX

midterør; 44;75;76;77;94;95;97;135
Milewidesystemet; 45;107
myldretider; 22;60
nedhængende skærm; 38;39
parklygter; 104;134
plan skærm; 39;42;44;104;128
portaltavler; 15;34;35;36;53;89;90;91;132
POT-optik; 43;45
primærvejen; 61;63;65
prioriterede kryds; 23;26;29;36
pullerter; 104;134
punktudskiftning; 52
rampekryds; 61;62;63;64
rasteanlæg; 31;84;85
reduceret drift; 42;52
rundkoniske master; 45
rundkoniske rørmaster; 43;107
S-anlæg; 62;64
sideanlæg; 15;16;31;32;33;36;49;50;56;84;
105;115;127;129;130;132;133;134;135
sidelysende; 77;94;97;135
sideplacering; 56
signalregulerede kryds; 18;22;25;26;36;72;79
sikkerhedsklasse; 70;108;110
sikkerhedszone; 59;70;108;127
skørt; 39
sort plet arbejder; 12
spærreflade; 56;63;70;72;92
spøgelsesbilister; 22;63;64
stibelysningsanlæg; 49;88
stibroer; 33;34;36
stiunderføringer; 33;34;36
styringsprincipper; 16;99;110;112
støjskærm; 30;83;88;141
supplerende belysning; 16;93;94;95;96;97;98;
102;104;135;143
svingbaner; 26;27;51;63;66;72
synsnedsættende blænding; 47
tilgængelighedsrevision; 100
tilkørselsramper; 22;64
tilslutningsanlæg; 13;22;61;62;64
toplans kryds; 60;61;84
Torontoanlæg; 28;49;79
trafikmængde; 10;12;19;20;22;51;113
trafiksikkerhed; 10;11;12;15;16;17;18;19;
20;29;35;44;95;100;126
tryghedsskabende; 86
tunneler; 29;80;81;82;126
udbudsforskrifter; 15;16;43;48;125
udfletningsanlæg; 20;36;59;60;61;92;113
udlicitering; 18
udvidet vejprofil; 27;70
ufravigelige krav; 18
ulykkesfrekvens; 10;113
underføringer; 29;33;34;36;80;81;82;130
vejarbejder; 12;20;22;61
vejbelysningsarmaturer; 45;104;105;136
vejbelysningscirkulære; 38
vejbelysningsskabe; 110;111;112
VEJLYS-web; 49;101;114
visuel ledning; 56;64





Vejdirektoratet har lokalkontorer i Aalborg, Fløng, Herlev, Herning, Middelfart, Næstved og Skanderborg samt hovedkontor i København.

Find mere information på vejdirektoratet.dk.

VEJDIREKTORATET
Niels Juels Gade 13
Postboks 9018
1022 København K
Telefon 7244 3333

vd@vd.dk
vejdirektoratet.dk

