

Designmanual for vejbelysningen i

Herning Kommune

Teknik og Miljø

Herning Kommune

Teknik og Miljø

Designmanual for vejbelysningen i Herning Kommune

5079rap001, Rev. 1, 22.8.2016

Indholdsfortegnelse

1.	Indledning	3
1.1	Formål	3
1.2	Afgrænsning	3
2.	Valg af LED og generelle krav til belysningen	4
2.1	Indledning	4
2.2	Generelle krav til belysningen	4
3.	Armaturer	5
3.1	Retningslinjer for valg af armaturer	5
3.2	Parklygter og belysning i boligområder	6
3.3	Belysning på private fællesveje	7
4.	Konvertering fra eksisterende belysning til LED	8
4.1	Retningslinjer for valg af farveegenskaber for lyskilder	8
4.2	Retningslinjer for valg af armaturer med LED	8
4.3	Totaløkonomi og forudsætninger	9
4.4	Garantiforhold	10
4.5	Private fællesveje	10
5.	Master	11
5.1	Retningslinjer for valg af master	11
6.	Vejbelægnings betydning for energiforbrug og lysningskvalitet	13
7.	Udskiftning af armaturer i eksisterende nyere anlæg	14
8.	Fremtidige nyanlæg	15
8.1	Retningslinjer for nye anlæg	15
8.2	Vejtyper	15
8.3	Særlige veje	16
8.4	Byrum og rekreative områder	19
9.	Styring	21
9.1	Styringsstrategi	21
9.2	Dæmpningsprofiler	22
9.2.1	Dæmpningsprincip for belysningsløsninger med konventionelle lyskilder 24	
9.2.2	Constant light output	24

Designmanual

1. Indledning

1.1 Formål

Denne Designmanual er en opdateret version af Designmanualen – Udelys fra 2013. Designmanualen er opdateret af ÅF Lighting for Herning Kommune.

Formålet med Designmanualen er at skabe et værktøj for Herning Kommune, som kan anvendes i forbindelse med forestående energirenoveringer og udskiftning af kommunens vejbelysning.

Manualen fastsætter de krav, der er til belysningen i Herning Kommune og består af en grunddel med retningslinjer og en del med armaturkatalog. Retningslinjerne omfatter valg af lyskilder, armaturer og yderligere belysningsudstyr samt styring. Armaturkataloget opdateres løbende og indeholder de armaturer, som må anvendes i Herning Kommune.

Designmanualen udstikker en række konkrete anvisninger vedrørende den fremtidige belysning i Herning Kommune, herunder hvilke armaturer, der skal benyttes. Disse anvisninger er baseret på et fagligt grundlag, hvor alle parametre, der har betydning for en vellykket belysning, er tænkt med. Anvisningerne er således baseret på en helhedsorienteret vurdering med en afstemt vægtning af funktion, økonomi, æstetik og miljøpåvirkning. Derved sikres det, at kommunen får et belysningsanlæg med høj visuel komfort, som er i harmoni med omgivelserne og samtidig er økonomisk og energimæssigt optimeret drift.

Designmanualen vil blive opdateret løbende i forhold til den teknologiske udvikling og i forhold til fremdriften i selve renoveringsprocessen.

1.2 Afgrænsning

Designmanualen omfatter al kommunal belysning beliggende i Herning Kommune, herunder vejbelysning på offentlige veje og stier samt belysning på private fællesveje. Derudover gives en række overordnede anbefalinger til karakterskabende belysning.

2. Valg af LED og generelle krav til belysningen

2.1 Indledning

I Herning Kommune har man med få undtagelser valgt fremover at anvende LED i hele kommunens vejbelysning. Med introduktion af LED-teknologien følger også en ny driftsstruktur. Drift og vedligeholdelse af de traditionelle vejbelysningsanlæg er kendetegnet ved billige reservedele og lyskilder, som skiftes relativt ofte. En driftsstruktur baseret på LED vil medføre dyrere reservedele med en længere udskiftningscyklus. Derudover skal LED-armaturer rengøres og inspiceres ligesom armaturer med traditionelle lyskilder. Udover dette driftsøkonomiske perspektiv skal man tage anlægsinvesteringen i betragtning, og den er stadig er højere for LED-teknologien. Til gengæld er LED indført for at få optimere totaløkonomien over levetiden.

Potentialet for LED-teknologien er stort. Teknologien er i stadig udvikling og man skal være opmærksom på at sikre sig, at den valgte LED-løsning lever op til de krav, der stilles til belysningen, herunder vejregler samt krav til blænding og lysforurening.

Det anbefales, at LED-løsninger altid sammenlignes med det eksisterende anlæg og med konventionelle alternativer med henblik på at afdække forhold vedrørende økonomi, energibesparelser og lyskvalitet i ét helhedsorienteret billede.

2.2 Generelle krav til belysningen

Det er vigtigt at skabe en komfortabel, velafblændet belysning af god kvalitet, som giver gode visuelle forhold, sikrer let orientering og som respekterer et givet områdes kvaliteter. Dette sker blandt andet ved at skabe balance mellem lys og mørke og sikre afstemte belysningsniveauer og tilpassede lysretninger. Det er vigtigt at øjet ikke "stresses" af høje luminanser og for store kontraster.

Følgende skal derfor undgås:

- Negativ fjernvirkning fra lyspunkter, der fejlagtigt kan ses på lang afstand og forstyrrer helhedsoplevelsen af omgivelserne. Fjernvirkning opstår eksempelvis fra dårligt afskærmede eller for højt placerede armaturer.
- Barrierevirkning fra lyspunkter, der bremser blikket og forstyrrer oplevelsen af de bagvedliggende områder.
- Blænding. Blænding opstår som oftest, når lyskilden eller stærkt lysende armaturdele er synlige i normale synsretninger. Blænding vil enten sløre synligheden af trafikanter og genstande på vejen (synsnedsættende blænding) eller virke stærkt generende (ubehagsblænding).
- Lysforurening, dvs. spildlys fra eksempelvis dårligt afskærmede armaturer. Lysforurening har en lang række negative konsekvenser for blandt andet oplevelsen af nattehimmelen og det åbne land, ligesom uhensigtsmæssig belysning, der rækker ind på privat grund og ind i private boliger kan virke generende.

3. Armaturer

3.1 Retningslinjer for valg af armaturer

Ved valg af armaturtype, er det vigtigt, at sikre sig at armaturet opfylder de lystekniske krav, der stilles til belysningen. God belysning er ikke alene et spørgsmål om en høj lysmængde, men i høj grad også et spørgsmål om armaturenes fordeling af lyset og lyskildernes kvalitet.

Man ser ofte armaturtyper, der alene er valgt ud fra armaturets udseende og fremtoning i dagslys uden særlige hensyn til, hvordan belysningen fra armaturet fungerer og påvirker omgivelserne i mørke. Dette sker på trods af, at valg af armatur sammen med lyskilde er udslagsgivende for, hvordan vi oplever vore omgivelser i mørke og at vi desuden skal se på armaturerne i minimum 25 år. Ifølge vejbelysningsreglerne skal valg af armatur ske ud fra hensyn til følgende:

- Armaturets lysvirkning i mørke
- Armaturets lystekniske effektivitet
- Armaturets evne til at opfylde øvrige lystekniske krav
- Armaturets fremtræden i dagslys

Armaturer skal generelt have vandret eller næsten vandret lysåbning og have en plan eller let buet klar skærm i glas eller polycarbonat. Armaturerne skal være velafskærmede og må ikke forårsage generende lysvirkninger, herunder utilsigtet lys på områder, der ikke ønskes belyst. Dette kan blandt andet opnås ved at forhindre direkte indkig til lyskilden eller til stærkt lysende dele af armaturet indenfor normale synsretninger. Vejbelysningsreglernes krav til blændingsklasse og afskærmningsklasse skal følges.

Vejbelysningsarmaturer skal enten være forsynet med indstillelig optik eller kunne leveres med flere alternative optikker, således at asymmetrien og lysfordelingen kan varieres afhængig af vejprofil. Dette sikrer desuden, at der kan opnås en designmæssig sammenhæng i vejstrukturen og at lysteknisk krav kan opfyldes, uanset om vejprofilen ændrer sig.

I tilfælde, hvor man ønsker at armaturerne er synlige på afstand, eksempelvis for at lade armaturerne have en guidemæssig eller æstetisk funktion, kan der anvendes armaturer med diskret lysende armaturhus.

For at sikre de laveste totalomkostninger i levetiden og højest mulig energibesparelse i en lang årrække, skal armaturet være "fremtidssikret". Et armatur betragtes som fremtidssikret hvis:

- Armaturet kan fås med LED
- Armaturet overholder Vejbelysningsreglerne mht. blænding og våd vej
- LED enheden inkl. elektronisk udstyr let kan udskiftes
- Producenten kan garantere at en ny LED-enhed, der passer til armaturet, kan købes et godt stykke ud i fremtiden
- Armaturet giver en god visuel komfort
- Minimumskrav til levetid over 60.000 timer (L_{80F10}) (Maksimal lysstrømnedgang på 80% ved maksimal 10 % udfald af LED)
- Erstatningskomponenter og reservedele kan fås i minimum 20 år efter installation

Konkrete armaturvalg for Herning Kommune findes i afsnit 10. Armaturkatalog.

En effektiv måde at variere udtrykket og højne den æstetiske kvalitet i kommunen på, er at indfarve belysningsmateriellet på udvalgte pladser, strækninger eller områder. Der vælges én gennemgående farve til belysningsmateriel i kommunen for skabe en sammenhængende identitet på tværs af udvalgte områder. Der må på-

regnes en forøget udgift til drift og vedligehold ved valg af indfarvede master og armaturer på lige fod med øvrigt indfarvet byinventar. Ved indfarvning anvendes farven RAL 7021 Pearl. Se også afsnit 5. Master.

3.2 Parklygter og belysning i boligområder

Til belysning i boligområder og lignende bør der generelt benyttes mastemonterede armaturer med nedadrettet skærmåbning og en optik, der hovedsageligt retter lyset nedad. Denne type armaturer er langt bedre end de parklygter, der ofte benyttes i denne type områder. Dels fordi mange parklygter blænder, dels af hensyn til energioptimering.



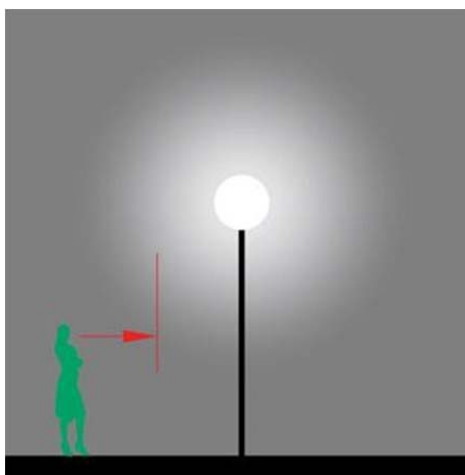
Figur 1: Eksempel på mastemonteret armatur med nedadrettet skærmåbning. Til venstre: Nyx, Focus Lighting. Til højre: Københavnerarmatur, Philips.

Parklygter kan anvendes, hvor der ønskes mere rumlys, og hvor lyssætningen bruges til at skabe stemning og intimitet. Parklygter kan derfor anvendes i blandt andet gågader, passager og pladser, hvor der ud over lysets funktionelle aspekt også ønskes en markerende funktion og en skulpturel virkning, der kan bidrage til områdets identitet.

Når parklygter anvendes bør man overveje, om det er acceptabelt i forhold til funktions- og designkrav, at der er indkig til lyskilden, dvs. at lyskilden er synlig. Parklygternes lysfordeling skal være "afskåret", så blænding undgås. Dette hindrer ikke lygterne i samtidigt at udsende rumlys, så personer, beplantning og bygninger belyses.



Figur 1: Parklygte, der giver et nedadrettet lys og har rotationssymmetrisk optik. Det betyder at den lyser 360 grader omkring masten, mens lyset, som det fremgår, ikke når over



Figur 2: Rundstrålende parklygter, det vil sige lygter uden optik, afskæring og afskærmning bør undgås i Herning Kommune, da de virker blændende og skaber unødigt lysforurening.

vandret og dermed ikke skaber lysforurening opadtil.

3.3 Belysning på private fællesveje

Belysningen på private fællesveje skal leve op til de funktionsmæssige og designmæssige retningslinjer i denne manual og skal desuden leve op til de danske Vejbelysningsregler.

Valg af armaturer på private fællesveje bør ske i henhold til armaturkataloget.

Nye armaturer bør være bestykket med LED med mindre beregninger viser, at dette ikke er økonomisk rentabelt eller det af andre årsager ikke er hensigtsmæssigt at anvende LED. Se i den forbindelse afsnit 4. Konvertering fra eksisterende belysning til LED.

4. Konvertering fra eksisterende belysning til LED

Ved fremtidige armaturudskiftninger og nyanlæg i Herning Kommune vælges som udgangspunkt LED-armaturer til vej og gadebelysning. Dette gælder i alle tilfælde hvor Vejbelysningsreglerne, de lystekniske egenskaber og designkravene fra Designkataloget kan overholdes ved anvendelse af LED-løsninger. Samtidig skal det gælde, at totaløkonomien, herunder energieffektivitet og -forbrug, skal være bedre end for de konventionelle lyskilder og armaturer.

I de tilfælde hvor LED-teknologien eller fleksibilitet og ydeevne af LED-armaturer ikke er tilstrækkelig anvendes konventionelle lyskilder og armaturer.

Kravene til lyskilder er:

- Lysudbytte: minimum 80-120 lm/W afhængig af område og retningslinier uddybet nedenfor.
- Farvetemperatur: 3.000-4.000 K
- Farvegengivelse (Ra-indeks): minimum 80, dog minimum 70 på trafikveje

4.1 Retningslinjer for valg af farveegenskaber for lyskilder

De LED-armaturer, der benyttes i Herning Kommune skal have farveegenskaber svarende til følgende:

- Der anbefales generelt hvide lyskilder i Herning Kommunes vejnet. Det betyder, at højtryksnatrium ikke anvendes til nyanlæg og at armaturer med højtryksnatrium udskiftes til hvide lyskilder, når det er rentabelt.
- På lokalveje og stier anvendes hvide lyskilder med en farvetemperatur på 3000 K og en Ra-værdi over 80. Det vil sikre, at omgivelserne gengives naturligt og at lyset og omgivelserne virker behagelige.
- På trafikveje anvendes 3000 K. Alternativt kan 4000 K anvendes, når man ønsker at differentiere belysningen i forhold til lokalvejene. Ra-værdien skal være over 70.
- På trafikveje med boliger tæt på vejen er det væsentligt, at der benyttes lyskilder med 3000 K og god farvegengivelse (Ra > 80).
- I områder hvor farvegengivelsen prioriteres højt, eksempelvis i bycentre, på pladser og steder, hvor mange mennesker opholder sig, skal Ra-værdien være over 80.
- Der skal altid anvendes ens armaturer og lyskilder med samme farvetemperatur og farvegengivelse på sammenhængende vejstrækninger. Krav til belysningsklasser i Vejbelysningsreglerne skal overholdes ved anlæggelse af nye og ved renovering af eksisterende belysningsanlæg.

4.2 Retningslinjer for valg af armaturer med LED

Analyse af besparelspotentialet for LED-armaturer skal ske ved lystekniske beregninger og skal foretages for de konkrete vejstrækninger.

Nye LED-armaturer skal afprøves og vurderes visuelt på prøvestrækninger, før de kan indgå i Designmanualen og anvendes i større områder.

Med LED kan der i en række tilfælde opnås nye frihedsgrader på grund af lyskildernes størrelse og udformning. LED kan for eksempel indbygges på steder, hvor det før var umuligt at have lys. Det giver nye muligheder for placering og udformning af armaturer. Designmæssigt giver det mulighed for ud-

vikling af nye lysløsninger, som skal vurderes i forhold til Designkataloget før de implementeres i praksis.

Da blanding kræver særlig opmærksomhed ved LED-armaturer bør der foretages blændingsberegning og blændingsvurdering inden nye LED-armaturer vælges.

Leverandørernes evne til at levere reservedele og service i armaturernes levetid skal samtidig vurderes nøje. I minimum 20 år fra installation skal reservedele kunne garanteres af leverandøren. Leverandørens generelle markedsposition, historik og tidligere erfaringsgrundlag med serviceorganisation tages bør tages til efterretning.

For at sikre en enkel og billig udskiftning af udtjente LED-moduler, skal alene modulopbyggede armaturer med mulighed for enkel og hurtigt udskiftning af LED-moduler vælges. Dette gælder både for Zhaga kompatible moduler samt øvrige modultyper.

4.3 Totaløkonomi og forudsætninger

Valg af LED-armaturer skal træffes på et tidligt tidspunkt i projektfasen. I den forbindelse skal nødvendige beregninger og vurderinger af LED-armaturerne udføres, så disse kan sammenlignes med alternative løsninger.

Hvis fordelene ved LED skal udnyttes fuldt ud med hensyn til lysfordeling, reducere af energiforbruget og optimering af mastefastde og mastehøjder, skal der foretages en egentlig projektering efter de lokale forhold.

En forudsætning for en bedre totaløkonomi ved valg af LED-løsninger er lang levetid og en høj energi-effektivitet. Derfor skal der altid indhentes dokumentation for, under hvilke forhold leverandørens oplysninger om levetid og energieffektivitet gælder.

Total cost of ownership TCO beregnes som de samlede omkostninger til anlæg og drift i 25 år pr. km vej og anvendes til sammenlægning af anlæg på samme strækninger og med samme finansieringsform. Metoden anvendes til at vælge den mest fordelagtige løsning på lang sigt og kan medføre at et anlæg som er dyrere i anlægsudgift er billigere samlet set over 25 år.

Forudsætning for en TCO beregning er en lysberegning på en fast defineret vejgeometri med opgivelse af mastefastde og deraf antal master/armaturer pr. km vej. Nedenstående TCO beregning tager ikke hensyn til finansieringsomkostninger og benytter en fast (dagens elpris). Hvis anlægsudgifterne er af samme størrelsesorden og finansieringsmodellen er den samme vil denne forudsætning ikke give nævneværdig indflydelse på resultatet. Dog vil en fast elpris undervurdere driftsomkostningerne da den ventes at stige i løbet af 25 år.

Total Cost of Ownership består af følgende elementer:

- 1) Anlægsomkostninger pr. km vej
(Anlægsudgifter til armatur, mast, styring og installation pr. km vej)
- 2) Drift og vedligehold pr. km vej i 25 år
(Årlige drift og vedligeholdsmarkostninger pr. armatur x Antal armaturer pr. km vej x 25 år)
- 3) Årlig til eludgift pr. km vej i 25 år (fast elpris kan benyttes)

(Elpris pr. kWh x årligt elforbrug pr. armatur x Antal armaturer pr. km vej x 25 år)

4.4 Garantiforhold

Med angivne levetider på 50-100.000 timer (L80F10) svarende til 12-25 år er det afgørende, at Kommunen sikrer sig så lang en garanti fra producenten eller drifts- og vedligeholdsentreprenøren som muligt. 5 års produktgaranti er almindeligt og bør suppleres med en aftale om, hvem der bærer udgiften til demontage og opsætning ved eventuelle utilsigtede udfald.

4.5 Private fællesveje

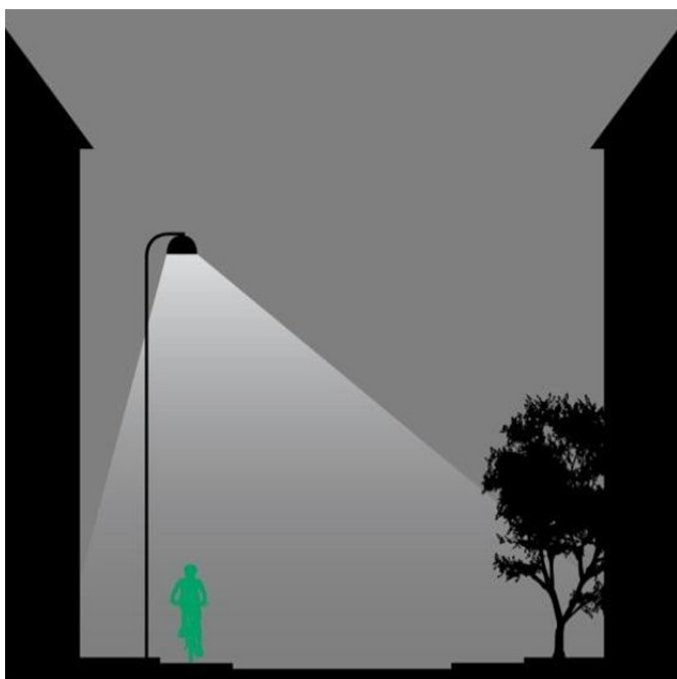
For at sikre et ensartet visuelt udtryk i hele Kommunen både i dagslys og i mørke, gælder ovenstående retningslinjer også for private fællesveje. En differentiering i armaturvalget kan ske efter retningslinjerne i Designkataloget og skal aftales med Kommunen.

5. Master

5.1 Retningslinjer for valg af master

Af æstetiske årsager bør man som udgangspunkt altid benytte rundkoniske rørmaster med kort buet arm. Hvor masterne er en del af en særlig designløsning, kan alternative masteudformninger benyttes.

Mastehøjden skal tilpasses omgivelsernes skala og være så lav som mulig under hensyntagen til overholdelse af Vejbelysningsreglerne.



Figur 3: Ensidet masteanlæg. I tilfælde, hvor der er både cykelsti og fortov, er det ofte optimalt at placere masten mellem cykelstien og fortovet. På strækninger uden cykelsti placeres master typisk bag fortoves bagkant.

Masteplaceringen skal være ordnet, så den opfattes naturlig og logisk i forhold til de arealer som belyses. Der anvendes primært ensidet masteplacering, hvor masterne er placeret i samme vejside.

På større trafikveje kan der være behov for at anvende tosidet masteplacering eller master med dobbelt armatur i midterrabat for at opnå et tilstrækkeligt belysningsniveau. I et tosidet anlæg skal masterne stå over for hinanden. På veje med vejtræer placeres master så vidt muligt mellem to træer. Master placeres som udgangspunkt ved bagkant af fortov, dvs. ved skel. Hvis der er cykelsti, placeres master som udgangspunkt mellem cykelsti og fortov for at udnytte armaturets bagudrettede lys. Såfremt dette ikke er muligt, placeres masterne også her ved fortovet bagkant.

Masteluger placeres ifølge Vejdirektoratets AAB vejbelysningsmateriel på bagsiden af masten set i kørselsretningen af hensyn til montørens sikkerhed ved drift og vedligehold samt af æstetiske årsager. Hvor der ikke er plads til dette kan denne regel fraviges. Mastelugen placeres 0,5 m over terræn ved master under 5 meter og 1,0 meter over terræn ved master over 5 meter.

Mastearme og armaturer skal stå vinkelret på den vej eller det areal, der belyses. Længden på mastearmen tilpasses områdets karakter sammen med masten og armaturets samlede visuelle udtryk. Meget lange mastearme skal undgås med mindre der er tale om et helt særligt design af enten mast, arm eller armatur.

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

Af æstetiske årsager skal mastens fodflange placeres under jordoverfladen. Indfarvning af belysningsmateriel kan som nævnt benyttes i udvalgte områder og på veje, der har en særlig karakter. I så fald skal farven RAL 7021 Pearl anvendes.



Figur 4: Eksempler på armaturer og master der vha. indfarvning har et tilpasset og æstetisk udtryk. De to vejarmaturer til venstre har en høj energieffektivitet, mens lygten til højre har en lavere effektivitet. Til venstre: ICON armatur, Frederiksberg Kommune. I midten: Københavnerarmatur, Helsingborg Strandpromenade. Til højre: Albertslund parklygte, Dragør Kommune.

6. Vejbelægnings betydning for energiforbrug og lysningskvalitet

Valg af vejbelægning har stor betydning for det projekterede energiforbrug til vejbelysning og for den oplevede komfort for de trafikanter, der færdes på vejene. Synligheden af kørebanen afhænger i høj grad af vejoverfladens refleksionsegenskaber. Når overfladen er udført i et lyst materiale med en høj refleksion bliver luminansen, og dermed synligheden af vejen, højere end hvis overfladen er udført i et mørkt materiale med en lav refleksion.

For at begrænse lysmængde og energiforbrug og samtidig sikre en høj luminans af vejoverfladen skal vejoverflader udføres i et relativt lyst materiale. Med baggrund i blandt andet dansk forskning fra 1970'erne og -80'erne er det således valgt, at vejoverflader udføres som middel lyse, hvilket normalt opnås ved at tilsætte en vis mængde lyst stenmateriale til asfaltens slidlag.

Ved anvendelse af middellyse vejoverflader kan der spares ca. 30 % energi til belysning i forhold til en overflade med almindeligt mørkt materiale. Omvendt vil der være ca. 30 % for lidt lys, hvis vejoverfladen ikke udføres som forudsat ved projektering af belysningen.

Det anbefales, at der fremadrettet anvendes middellyse vejbelægningsreglerne. Derved er det muligt at opnå en energibesparelse på op til 30 %.

7. Udskiftning af armaturer i eksisterende nyere anlæg

I de områder, hvor der inden for de seneste 5-7 år er opsat nye armaturer, består belysningsmateriellet hovedsageligt af Iridium og Kuffert-armaturer og i mindre grad af Grandeville.

De armaturer i nyere anlæg, der er bestykket med kviksølvlamper, skal skiftes til armaturer fra armaturkataloget. Områder med lavest tilbagebetalingstid prioriteres først. Det er typisk de ældste kviksølv armaturer med højest wattage.

Hvis nyere armaturer med andre typer lyskilder end kviksølv skal udskiftes, må man i det konkrete tilfælde foretage en vurdering af omfang og økonomi inkl. udgifter til både anlæg, drift og vedligehold.

Hvis der er tale om enkelte armaturer, der skal udskiftes, for eksempel fordi de er blevet beskadiget, kan det, afhængig af antallet, være mest hensigtsmæssigt at udskifte disse armaturer til den fremherskende armaturtype i området, der er anvendelig for vejtypen. Når enkelte armaturer udskiftes, skal man sikre sig at der fastholdes en ensartethed i områdets belysning. I den forbindelse skal man være særlig opmærksom på, at nye generationer af et armatur kan have ændret udseende, lysfordeling eller lysfarve.

Hvis der er tale om et større antal armaturer, skal alle armaturer i området skiftes til nye armaturer fra armaturkataloget. Hvis de armaturer, der skal udskiftes, findes inden for et velafgrænset delområde, for eksempel en stikvej, kan man evt. nøjes med at skifte armaturerne på den vej eller i det delområde, hvor de udtjente armaturer findes. Om denne løsning er acceptabel, må vurderes i det konkrete tilfælde. I den sammenhæng er det vigtigt, at man analyserer fremtidige konsekvenser af den løsning, der vælges.

Når et større antal armaturer i et område eller på en vej udskiftes, skal de nye armaturer være bestykket med LED med mindre beregninger viser, at dette ikke er økonomisk rentabelt eller det af andre årsager ikke er hensigtsmæssigt at anvende LED. Se i den forbindelse afsnit 4. Konvertering fra eksisterende belysning til LED.

8. Fremtidige nyanlæg

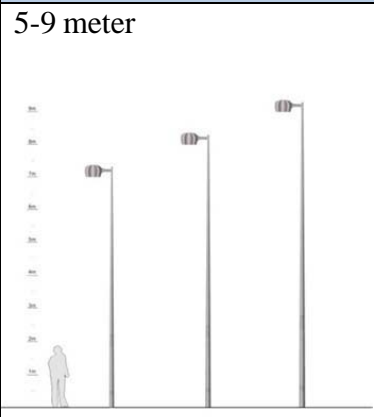
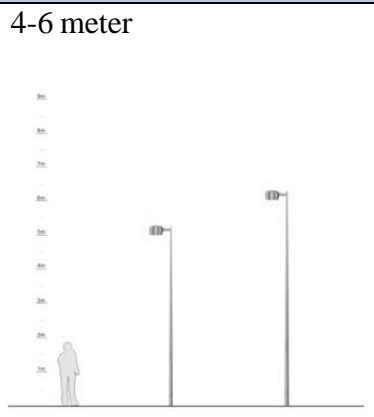
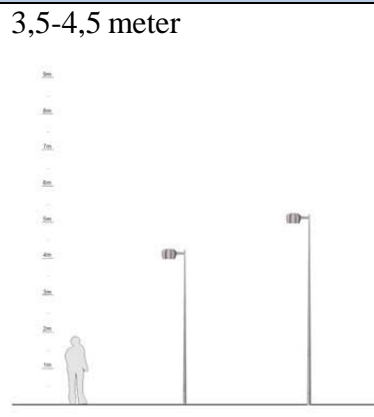
8.1 Retningslinjer for nye anlæg

Regler <ul style="list-style-type: none">• Vejbelysningsreglerne skal altid overholdes.
Sammenhæng og differentiering <ul style="list-style-type: none">• En sammenhængende strækning skal have et ensartet belysningsanlæg med hensyn til anlægstype, mastetype, armaturtype samt lyspunktshøjde(r) og placering i forhold til vejprofil.• Lyspunktshøjden skal tilpasses omgivelserne samt ændringer i kørebaneforløb, vejbredde og ved vejkryds og lignende.
Armaturler <ul style="list-style-type: none">• Belysningen skal være nedadrettet og velafskærmet. I armaturkataloget (se del II) er angivet, hvilke typer armaturer, der skal anvendes i de forskellige områder og på forskellige vejtyper.
Master og arme <ul style="list-style-type: none">• Det skal tilstræbes, at mastehøjden er så lav som mulig.• Hvis der anvendes mastearme, skal denne være så kort som muligt.• Der skal som udgangspunkt anvendes rundkoniske rørmaster. Hvor masterne er en del af en særlig designløsning, kan alternative masteformer benyttes.• På veje, hvor master placeres tæt på kørebanen og ikke er beskyttet af autoværn eller lignende, skal der, afhængigt af den tilladte makshastighed, anvendes eftergivelige master.• Som udgangspunkt skal anvendes galvaniserede stålmaster.
Indfarvning af belysningsmateriel <ul style="list-style-type: none">• Hvis der i et område ønskes en differentiering eller et mere eksklusivt udtryk, kan belysningsmateriellet indfarves. Ved indfarvning skal farven RAL 7021 Pearl benyttes.• Standardmateriel uden indfarvning er galvaniseret mast og armatur i producentens standardfarve.
Lyskilder <ul style="list-style-type: none">• Som udgangspunkt anvendes LED i hele kommunens belysning. I tilfælde, hvor et ønsket armatur ikke findes i en LED-version, kan der anvendes traditionelle lyskilder. Dette er nærmere specificeret i Del II Armaturkatalog.
Renovering/udskiftning <ul style="list-style-type: none">• Ved behov for udskiftning af enkelte lyspunkter på en længere vejstrækning skal udstyr svarende til de eksisterende armaturer, lyskilder og master anvendes.• Hvis der for en længere vejstrækning er planlagt en renovering inden for en kort årrække, anvendes den nye armatur- og lyskildetype med det samme, såfremt det er muligt.
Tænd/sluk og dæmpning <ul style="list-style-type: none">• Eksisterende anlæg dæmpes, når det er teknisk muligt. Nye anlæg etableres med mulighed for dæmpning.• Belysningen skal tændes, når dagslysniveauet når ca. 30 lux og slukkes når dagslys niveauet når ca. 20 lux.

Øvrige retningslinjer til de enkelte vej- og områdetyper fremgår af efterfølgende skemaer.

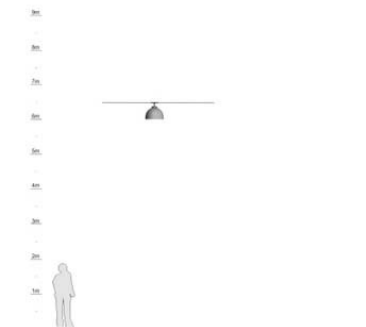
8.2 Vejtyper

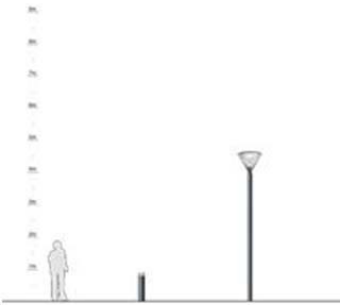
Skemaet herunder indeholder retningslinjer for belysning af forskellige vejtyper.

	Trafikveje	Lokalveje	Stier
Lyspunkts-højde	5-9 meter 	4-6 meter 	3,5-4,5 meter 
Armatur	For valg af armatur til den specifikke type vejstrækning - se Del II Armaturkatalog.	For valg af armatur til den specifikke type vejstrækning - se Del II Armaturkatalog.	For valg af armatur til den specifikke type vejstrækning - se Del II Armaturkatalog.
Lyskilde	LED. Farvetemperatur 3000 eller 4000K.	LED. Farvetemperatur 3000K.	LED. Farvetemperatur 3000K.
Montage	Topmonteret eller monteret på kort arm.	Topmonteret eller monteret på kort arm.	Topmonteret eller monteret på kort arm.
Mast	Rundkonisk rørmast.	Rundkonisk rørmast.	Rundkonisk rørmast.
Overflade	Standardfarve.	Standardfarve. I særlige områder anvendes indfarvning med farven RAL 7021 Pearl.	Standardfarve.
Tænd/Sluk og dæmpning	Dæmp 50 %: kl. 22-06.	Dæmp 50 %: kl. 22-06.	Dæmp 50 %: kl. 22-06.
Specifikke retningslinjer	Veje i åbent land (dvs. udenfor Herning og mellem mindre byer) belyses som udgangspunkt ikke jævnfør Vejbelysningsreglerne. Når vejene i Herning og de omkringliggende byer belyses, vil man derfor opleve en lysende velkomst til byen eller landsbyen.	Det anbefales at udskifte lygter med rotations-symmetrisk lysudsendelse, da disse spilder meget lys på steder, hvor der ikke er brug for det og dermed har et højere energiforbrug end nødvendigt. Det anbefales at bibeholde en vejvisende og dekorativ effekt ved at anvende armaturer med lysende armaturhus (opal armaturhus).	Cykelstier langs trafikveje belyses af vejbelysningen. Dette anbefales ud fra en TCO-mæssig betragtning samt af hensyn til energiforbrug. For at fremme cykeltrafikken i Herning Kommune anbefales det, at der etableres en særlig belysning af de større cykelstier, der forbinder vigtige områder. God belysning af stinettet øger borgernes tryghed og tilskynder til aktivitet og rekreation.

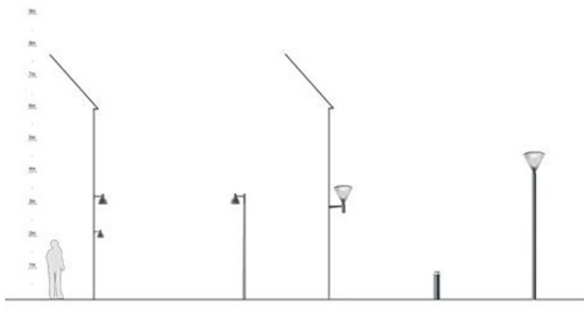
8.3 Særlige veje

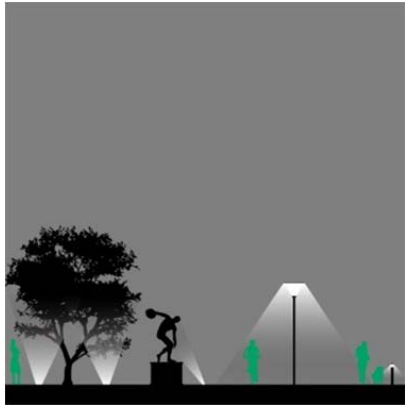
Skemaet herunder indeholder retningslinjer for belysning af særlige veje.

	Bredgade/Østergade Herning
Lyspunktshøjde	6-8 meter 
Armatuur	For valg af armatur til den specifikke type vejstrækning - se Del II Armatürkatalog.
Lyskilde	LED
Montage	Wirehængt eller på mast.
Mast	Designmast eller rørkonisk mast.
Overflade	Masten er indfarvet i RAL 7021 Pearl.
Tænd/Sluk og dæmpning	Dæmp 50 %: kl. 22-06, dog fredag-lørdag kl. 01-06
Specifikke retningslinjer	Belysningsanlægget er udformet med henblik på at give strækningen en særlig status i byen. Lysudsendelsen fra armaturer skal være nedadrettet. Armaturer skal være velafskærmede for at undgå blænding og negative fjernvirkninger. Armaturer skal have et lysende armaturhus med en vejvisende effekt.

	Hovedgader med handel i centerbyer
Lyspunktshøjde	4-6 meter, pullerter 1 meter 
Armatur	For valg af armatur til den specifikke type vejstrækning - se Del II Armaturkatalog.
Lyskilde	LED
Montage	Topmonteret
Mast	Rørkonisk mast
Overflade	Standardfarve
Tænd/Sluk og dæmpning	Dæmp 50 %: kl. 22-06 (hverdage) og kl. 01-06 (fredage og lørdage).
Specifikke retningslinjer	Belysningsanlægget er udformet med henblik på at give strækningen en særlig status i byen. Lysudsendelsen fra armaturer skal være nedadrettet. Armaturer skal være velafskærmede for at undgå blænding og negative fjernvirkninger. Armaturer kan have et lysende armaturhus med en vejvisende effekt.

8.4 Byrum og rekreative områder

	Eksempler på armaturer, der kan benyttes i byrum og rekreative områder
Områdetype	Større og mindre byrum, ældre og nyere. Belysningen tilpasses områdets formsprog.
Lyspunktshøjde	2-4 meter, pullerter 1 meter
	
Armatur	For valg af armatur til den specifikke type vejstrækning - se Del II Armaturkatalog.
Lyskilde	Hvidt lys
Tænd/Sluk og dæmpning	Dæmp 50 %: kl. 22-06 (hverdage) kl. 01-06 (fredage og lørdage).
Specifikke retningslinjer	<p>God funktionsbelysning og karakterskabende belysning kan give en kriminalpræventiv effekt og derved bidrage til at øge trygheden.</p> <p>Ved hjælp af få midler, som for eksempel et belyst træ eller en pullert ved siden af en parkbænk, kan byens mindre rumdannelser forvandles til attraktive opholdssteder, der indbyder til at folk mødes.</p> <p>For at overholde Vejbelysningsreglerne er det ikke nødvendigt, at belyse hele byrummet, for eksempel en hel plads. Man kan nøjes med at belyse de arealer og ganglinjer, der anvendes til aktiviteter og færdsel. Andre områder kan evt. belyses for at skabe stemning og oplevelse.</p> <p>Det er afgørende for stemningen i et byrum, at der arbejdes med forskellige belysningsniveauer og belysningstyper. Visse arealer kan endda med fordel forblive ubelyste.</p> <p>På pladser kan der med fordel arbejdes med belysning af særlige facader.</p>

<p>Generelle retningslinjer</p>	<p>Kommunens pladser og rumdannelser skal belyses om aftenen for at være indbydende opholdssteder frem for mørke og utrygge områder.</p> <p>Karakterskabende belysning prioriteres på lige fod med funktionsbelysning for at skabe oplevelser og attraktive opholdszoner.</p> <p>Der arbejdes med nogle grundlæggende belysningselementer, der kan skabe en genkendelighed og identitet på kommunens pladser og byrum.</p> <p>For at forstærke byrummets identitet og skabe en intim stemning, kan funktionsbelysningen suppleres af belysning af udvalgte træer, skulpturer eller lignende. Små velafskærmede pullerter kan give nogle rumskabende effekter ved pladsens siddepladser.</p> 
<p>Retningslinjer for rekreative områder</p>	<p>Kommunes rekreative områder har meget forskellige karakterer. Derfor er det vigtigt, at der for hvert enkelt område foretages en individuel vurdering af, hvorvidt belysning er påkrævet og i givet fald, hvilken type belysning, der vil være hensigtsmæssig i området.</p> <p>Kun på primære stier, der fordeler cyklister og gående mellem område eller ud i et område skal belyses. Øvrige stier belyses ikke.</p> <p>Ved belysning anvendes i reglen materiel med nedadrettet lysudsendelse.</p> <p>I områder med meget beplantning langs med stien, og hvor der er et ønske om rumlys, kan lygter med rotationssymmetrisk lysfordeling anvendes.</p> <p>I naturområder eller parker, hvor udsynet til nattehimlen ønskes bevaret, og der samtidig ønskes belysning, kan der anvendes pullertbelysning.</p> <p>Belysningen skal, uanset armaturvalg, altid være energieffektiv, velafskærmet med høj visuel komfort og have en passende lysfordeling. Dermed undgås blænding og barrierevirkninger mod de mørke omgivelser og trygheden højnes.</p>

9. Styring

Med en velegnet styring af belysningen er det muligt at dæmpe belysningsstyrken i de trafiksvage perioder og dermed opnå en væsentlig energibesparelse. Den fremtidige styring skal kunne håndtere armaturer med konventionelle lyskilder og i særdeleshed armaturer med LED.

Med LED er det enklere at regulere belysningsniveau afhængig af aktivitet, trafikmængde eller tidspunkt på døgnet. Med LED kan man således designe den dæmpningsprofil, som passer bedst til trafikintensiteten i det pågældende område, hvorved der kan opnås større energibesparelser i forhold til et anlæg, der ikke dæmpes eller dæmpes ens overalt.

Den fremtidige styringsteknologi i Herning Kommune består af:

- Central styring af tænd/sluk-tider og dæmpning eller
- Decentral styring integreret i armaturet (stand alone) på udvalgte strækninger

Herudover skal anlæggene have følgende styringsegenskaber:

- CLO (Constant Lumen Output – se afsnit 9.2.2)
- Lysregulerede kryds dæmpes eller delslukkes ikke, men tændes/slukkes alene via skumringsrelæ.
- Ved central styring skal styringssystemet benytte open source kode – således at afhængigheden af en enkelt leverandør undgås
- Energiovervågning via fjernaflæsbare elmålere kan sikre en løbende overvågning af energiforbruget så der i tide kan gribes ind hvis dæmpnings eller styringssystemerne ikke fungerer.

9.1 Styringsstrategi

En del af vejbelysningen i Herning Kommune anvender i dag delslukning af armaturer i de sene natte-timer. Det giver en god energibesparelse, men også meget stor uregelmæssighed i belysningen med store mørke områder til følge. Med delsluk kan udfald af et enkelt armatur medføre endog meget store mørke strækninger på op til 160 meter ved 40 meters mastefastand.

Vejregler for Vejbelysning og Sektorplan for Herning kommune fraråder af samme årsag delslukning og anbefaler i stedet dæmpning, som bibeholder regelmæssigheden af belysningen, men ved et lavere niveau.

Med dæmpning til 50 % vil der være mindst samme energibesparelspotentiale som ved delslukning af hvert andet armatur.

I Herning Kommune skal der fremadrettet ved renoveringer af anlæg installeres dæmpning, hvor det er teknisk/økonomisk muligt. Ved nyanlæg skal der altid etableres en af de i afsnit 9.0 nævnte former for dæmpning. Dette vil sikre et højt serviceniveau for borgerne samtidig med at energiforbruget reduceres.

Belysning i kryds og signalregulerede fodgængerfelter må ikke dæmpes eller delslukkes ifølge Vejregler for Vejbelysning.

Ved anvendelse af CLO (Constant Light Output – se afsnit 9.2.2) er det muligt at kompensere for den naturlige lysstrømsnedgang henover lyskildens levetid. Derved reduceres det forhøjede energiforbrug, som er nødvendigt uden CLO.

9.2 Dæmningsprofiler

I det følgende skitseres forskellige dæmningsprofiler til LED-løsninger og konventionelle lyskilder.

Nedenstående dæmningsprofiler gælder for nyanlæg og for eksisterende anlæg der er forberedt til dæmpning.

Mandag kl. 00.00 til fredag kl. 19.59:

100 %: Lygtetænding – kl. 19.59

70 %: Kl. 20.00-22.29

50 %: Kl. 22.30-04.59

70 %: Kl. 05.00-05.59

100 %: Kl. 6.00-lygteslukning

Fredag kl. 20.00 til lørdag 23.59: (Lys senere i weekenden)

100 %: Lygtetænding – kl. 19.59

70 %: Kl. 20.00-23.59

50 %: Kl. 24.00-04.59

70 %: Kl. 05.00-05.59

100 %: Kl. 6.00-lygteslukning

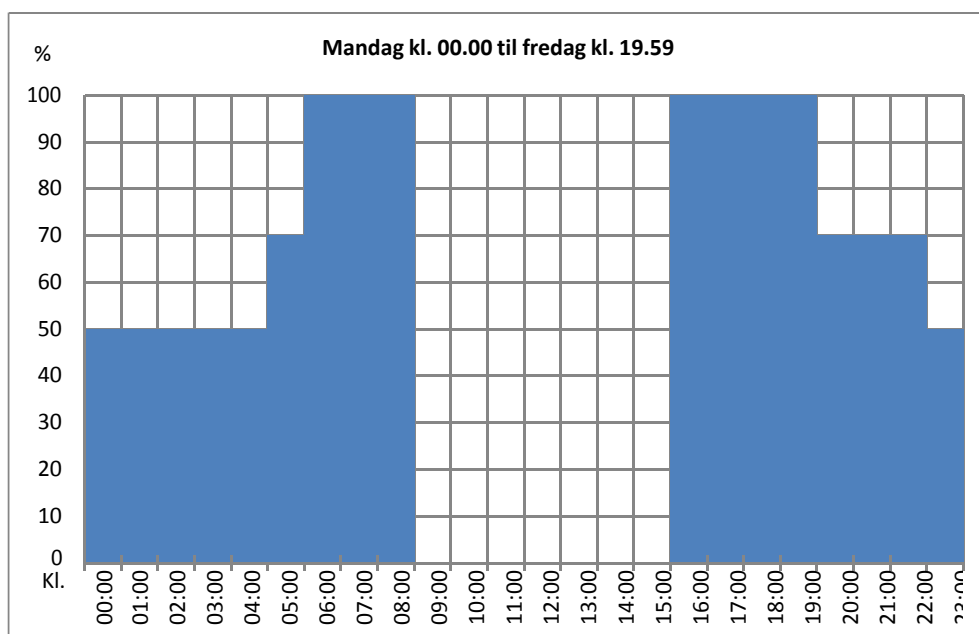
Søn- og helligdage kl. 00.00 til kl. 23.59

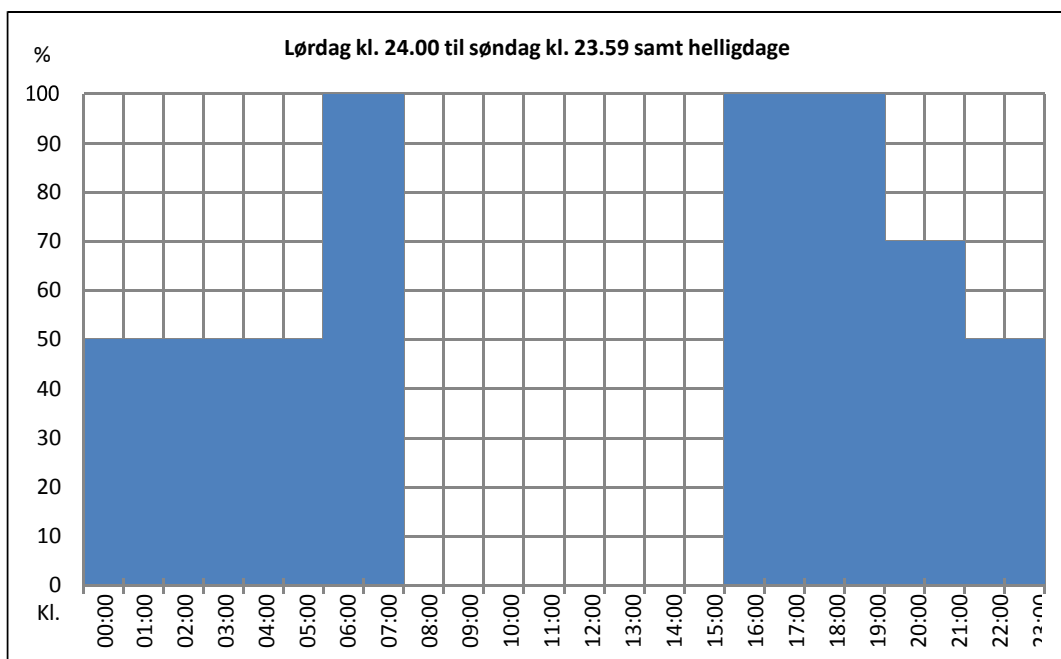
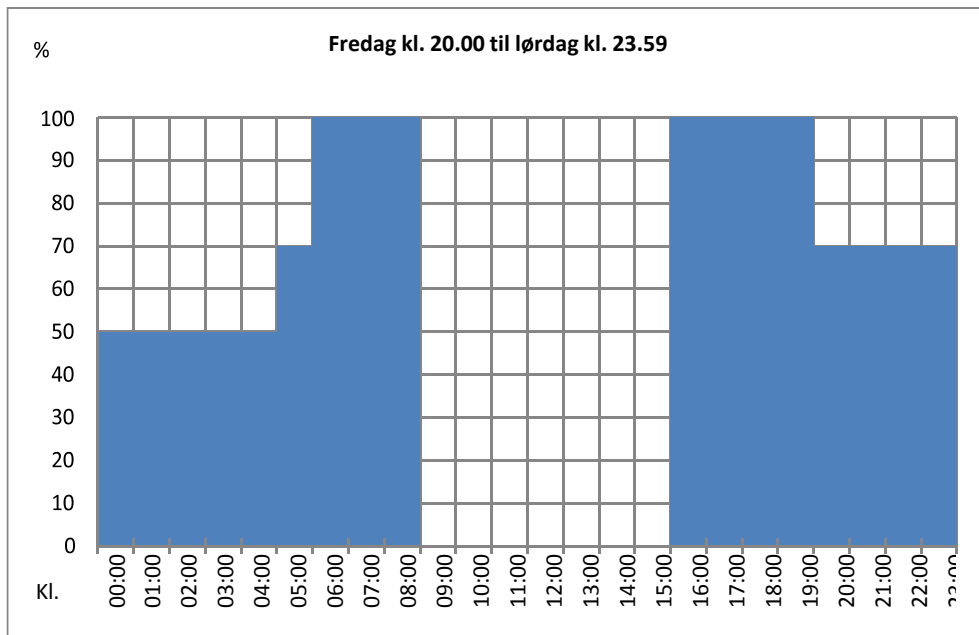
100 %: Lygtetænding – kl. 19.59

70 %: Kl. 20.00-21.59

50 %: Kl. 22.00-05.59

100 %: Kl. 6.00-lygteslukning





Trafikveje

På trafikveje udføres med en dæmningsprofil med ovenstående dæmningsprofiler. Tænd sluk tidspunktet styres af et skumringsrelæ og ændrer sig derfor automatisk i forhold årstidens variation af dagslyset.

Lokalveje

Lokalveje udføres med 'stand alone'-dæmpning til 50 % eller central styring med mulighed for central tænd/sluk.

Stier og parkler

Stier udføres med 'stand alone'-dæmpning til 50 %. På sekundære stier slukkes helt i nattetimerne

I parker og anlæg, hvor der ikke ønskes trafik om natten, slukkes belysningen helt som på sekundære stier.

På udvalgte cykelstier kan en aktivitetsstyret løsning vælges, hvor lysstyringen er afhængig af bevægelse. Denne løsning bør dog til hvert projekt overvejes og vurderes nøje med hensyn til anlægsomkostninger og energibesparelse. Løsningen er installeret med gode erfaringer i Århus og Middelfart.

Hovedgade, Torvet og centrale bymiljøer

Stor fleksibilitet ønskes

Karakterskabende lysinstallationer styres med urstyring med mulighed for tænd/sluk ved særlige lejligheder/tidspunkter

Udvalgte anlæg skal kunne overstyres – dvs. tændes og slukkes i særlige tilfælde ved vedligehold, byfester, nataktiviteter.

9.2.1 Dæmpningsprincip for belysningsløsninger med konventionelle lyskilder

Nogle konventionelle lyskilder er velegnede til dæmpning hvis forkoblingen er forberedt til det. Det gælder følgende lyskildetyper:

- Lysstofrør (HF)
- Kompaktlysstofrør (HF, 4-pin)
- Visse typer af metalhalogen og højtryksnatrium

For belysningsløsninger, der anvender disse lyskildetyper kan der opnås væsentlige besparelser ved at dæmpe belysningen. Det kræver dog en styreenhed i armaturet eller i masten samt at den elektroniske forkobling er forberedt for dæmpning.

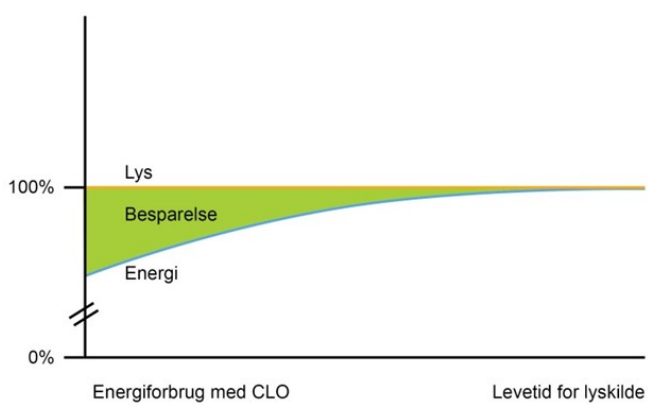
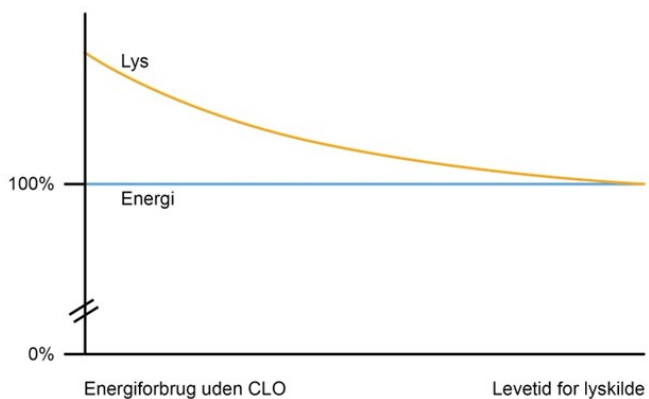
Ved anlæg med konventionelle forkoblinger kan der etableres dæmpning ved spændingsdæmpning, men det kræver nærmere undersøgelser om det er økonomisk rentabelt at etablere denne form for dæmpning i disse anlæg, som ofte er af ældre dato.

9.2.2 Constant light output

Til alle nye LED-løsninger vælges en styring som har integreret CLO (Constant Light Output).

Drivere og styreenheder skal være tilpasset dette princip, som giver energibesparelser på op til 15 %. Besparelsen sker ved at reducere lysstrømmen fra anlæggets idriftsættelse gradvist øger strømmen til armaturet i takt med at anlægget ældes og udsender mindre lys.

Med CLO fastholdes herved et ensartet belysningsniveau i hele anlæggets levetid. Uden CLO er man nødt til at have en højere belysningsstyrke fra starten af anlæggets levetid, og dermed et forhøjet energiforbrug for at kompensere for den lysstrømsnedgang, der vil være henover anlæggets levetid og for at sikre at den nødvendige lysstrøm er til stede ved slutningen af anlæggets levetid.



Med CLO (Constant light output) kan belysningsstyrken og dermed effektforbruget reduceres i hele levetiden. CLO giver energibesparelser på op til 15 %.