

Richtlijn Licht op Natuur



Colofon

Richtlijn Licht op Natuur

Gemeente Den Haag

Esther Vogelaar

esther.vogelaar@denhaag.nl

Van Grunsven

Roy van Grunsven

royvangrunsvan@gmail.com

Nobralux

Ruben van Bochove

ruben.vanbochove@nobralux.nl

NIOO-KNAW

Kamiel Spoelstra

K.Spoelstra@nioo.knaw.nl

Zoogdierenwerkgroep Zuid-Holland

Kees Mostert

kmos@xs4all.nl

Status: Definitief

Datum: 16 november 2017

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	1
1 Inleiding.....	1
2 Gevolgen van kunstlicht op natuur	2
2.1 Planten	2
2.2 Dieren.....	3
2.3 Insecten.....	3
2.4 Vogels.....	4
2.5 Vleermuizen	4
2.5.1 Stadsbreed onderzoek verspreiding vleermuizen Den Haag en leefwijze	5
2.5.2 Wettelijke bescherming	5
2.5.3 Lichtgevoeligheid.....	6
2.5.4 Onderzoek effecten kunstlicht grachtenstelsel binnenstad.....	7
2.5.5 Onderzoek vleermuisvliegroute Voordes - Zuiderpark	8
2.5.6 Gebouwen	9
3 Voorkomen en beperken van effecten	14
3.1 Geen verlichting	14
3.2 Gerichte verlichting.....	14
3.3 Dynamische verlichting.....	15
3.4 Gekleurde verlichting	16
3.5 Oriëntatie verlichting	18
4 Ambities en Uitgangspunten.....	19
4.1 Natura 2000-gebieden	20
4.2 De groengebieden	21
4.3 Ecologische verbindingzones.....	23
4.4 Overig groen (aandachtsgebieden vleermuizen)	24
4.4.1 Grachtenstelsel binnenstad.....	25
4.4.2 Vleermuisvliegroute Voordes - Zuiderpark	25
4.5 Gebouwen	26
4.6 Lichtkwaliteit	26
5 Literatuurlijst.....	28
Bijlage 1: Vleermuisbossen Zuid-Holland	
Bijlage 2: Vleermuiskaart Den Haag.....	

1 Inleiding

Den Haag kenmerkt zich door een afwisseling van bebouwing en groengebieden zoals parken, landgoederen, bossen en de duinen. We mogen dan ook best trots zijn op dit unieke landschap.

Ons groen vervult een belangrijk functie voor mensen om te recreëren en te ontspannen, maar is ook leefgebied van planten en dieren. De stedelijke omgeving is belangrijk voor het behoud van biodiversiteit aangezien het buitengebied steeds ongeschikter wordt, bijvoorbeeld door intensief landgebruik. Als gemeente willen we zorgvuldig omgaan met onze Stadsnatuur. Den Haag is dan ook de eerste stad in Nederland die de effecten van verlichting op natuur uitgebreid mee laat wegen in haar overwegingen bij het plaatsen van verlichting.

Duisternis wordt vaak geassocieerd met gevaar, zowel wat betreft verkeersveiligheid als criminaliteit. Verlichting wordt dan ook meestal aangebracht om het te vergroten. Sommige vormen van verlichting hebben ook zeker een positief effect op de veiligheid, fietslampjes zijn hier een goed voorbeeld van. Bewijzen voor een toename van ongevallen of criminaliteit als openbare verlichting uit wordt geschakeld, is echter niet voorhanden, ondanks grootschalig onderzoek [33]. De reactie van bewoners is zeer divers en varieert van zeer positief tot zeer negatief. Hierbij speelt naast het veiligheidsgevoel ook het besef van energieverbruik en de kosten van verlichting een rol. Daarnaast wordt verlichting beschouwd als een verworven recht, en wordt het verwijderen of uitschakelen van verlichting veelal niet geaccepteerd [34].

In de richtlijn Licht op Natuur wordt ingegaan op de gevolgen van kunstlicht op natuur en de afwegingen die daarbij horen ten aanzien van het wel, niet of op een bepaalde wijze plaatsen en gebruiken van openbare verlichting. Tegelijk met deze richtlijn is voor Den Haag de Visie op Licht ontwikkeld. In deze visie zijn een aantal lichtbeelden uitgewerkt. Een van deze lichtbeelden is No Light / Eco Light. De kaders voor dit lichtbeeld zijn beschreven in dit document.

De richtlijn Licht op Natuur is bedoeld als onderdeel van de Visie op Licht.

2

Gevolgen van kunstlicht op natuur

Dieren en planten zijn in miljoenen jaren aangepast aan donkere nachten met alleen wat licht van sterren en soms de maan. Door verstedelijking en daarmee de sterke toename van (openbare) verlichting is de afgelopen decennia het nachtelijke landschap echter sterk veranderd. In figuur 1 is goed te zien hoe de Randstad is verlicht.



Figuur 1: Kunstlicht in Nederland e.o.

Landelijk onderzoek NIOO-KNAW en WUR

In 2012 zijn het Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW) en de Wageningen Universiteit (WUR) gestart met een meerjarig onderzoek naar de gevolgen van kunstlicht in ons land. Met behulp van verschillende kleuren licht (rood, groen en wit) wordt op een aantal pekken in Nederland bekeken hoe planten- en diersoorten op dit experimentele licht reageren. Eind 2017 loopt het onderzoek af. Ook in andere landen, onder andere in het Verenigd Koninkrijk en Duitsland, wordt de laatste jaren meer onderzoek gedaan naar de ecologische aspecten van (nachtelijk) kunstlicht. De kennis die dit heeft opgeleverd, is de basis voor deze richtlijn.

In onderstaande paragrafen worden de effecten van kunstlicht beschreven op onze natuur.

2.1 Planten

Planten zijn uiteraard afhankelijk van licht voor fotosynthese en licht is dus erg belangrijk voor ze. De verlichtingssterkte van kunstlicht in de openbare ruimte is echter vele orden van grootte lager dan zonlicht. De bijdrage van kunstlicht aan fotosynthese is dan ook zeer beperkt.

Planten gebruiken echter licht ook als informatiebron. Bomen laten hun bladeren vallen als de dagen kort worden. Bladeren onder een lantaarnpaal “zien” niet dat de dagen kort zijn. Daardoor kun je in het najaar in bomen soms groene stukken zien onder een lamp terwijl de rest van de boom al kaal is.

Er is erg weinig onderzoek gedaan naar de effecten van nachtelijk kunstlicht op wilde planten, maar dat aspecten als timing van bloei, groeivorm en fysiologie van planten beïnvloed kunnen worden is recent aangetoond [1]. Dit kan ook indirect gevolgen hebben voor de interactie tussen planten en hun natuurlijke vijanden, zo blijken sommige planten meer bladluizen te hebben onder kunstlicht [2]. Het blootstellen van bijzondere vegetaties of beschermde plantensoorten aan nachtelijk kunstlicht zou ze dus kunnen beïnvloeden. Er is echter nog veel onzekerheid.

2.2 Dieren

Donkere plekken zijn zeldzaam en als dieren zich door het landschap bewegen, komen ze vele lichtbronnen tegen. De laatste jaren begint het duidelijk te worden dat dit een grote impact heeft op de natuur en een bedreiging kan vormen voor sommige diersoorten [3].

Nachtelijk kunstlicht kan verschillende invloeden hebben; sommige diersoorten zijn nachtactief en afhankelijk van duisternis voor hun natuurlijke gedrag, sommige dieren worden aangetrokken door licht en raken gedesoriënteerd, andere soorten vermijden licht juist.

Er zijn ook subtielere consequenties, veel dieren gebruiken daglengte om in te schatten welke tijd van het jaar het is. Als het 's nachts niet donker wordt kan dit mis gaan waardoor ze bepaald gedrag op het verkeerde moment vertonen.

Deze effecten verschillen tussen verschillende diergroepen. Voor sommige diergroepen speelt dit geen rol en kunnen ongehinderd in een verlichte omgeving zoals een stad leven, voor andere soorten zal dit moeilijker zijn. Deze laatste zullen of niet in steden kunnen leven of alleen indien er voldoende donkere plekken zijn.

2.3 Insecten

Over de impact van nachtelijk kunstlicht op insecten is relatief veel bekend. Veel nachtactieve insecten worden aangetrokken door kunstlicht. Dit kan om zeer grote aantallen gaan. In veel gevallen raken de dieren hierbij ernstig beschadigd, door het fysieke contact met de lamp of de hoge temperatuur van sommige lampen en overleven ze dit niet [4].

Daarnaast zijn er minder opvallende effecten. Nachtvlinders vertonen bepaald gedrag alleen als het donker is. Zo raakt de productie van stoffen waarmee vrouwtjes mannetjes lokken (feromonen), verstoord als het niet donker is, wat leidt tot minder paringen [5, 6].

Veel soorten insecten hebben meerdere generaties per jaar, waarvan er één overwintert. Dit gebeurt vrijwel altijd in een inactieve staat. Het is dus essentieel voor een insect om te

weten of hij tot deze generatie behoort en zich voor moet bereiden op een winter of zich meteen tot volwassen insect moet ontwikkelen. Om dit in te schatten gebruiken ze onder andere de daglengte. In de zomer zijn de dagen langer dan in de winter en daarmee kunnen ze bepalen welke tijd van het jaar het is. Onder invloed van nachtelijk kunstlicht kunnen de dieren dit niet langer goed inschatten. Hierdoor gaan ze niet in winterrust als het wel zou moeten [7], maar wat ze meestal niet zullen overleven.

Het is mogelijk dat kunstlicht de samenstelling van een insectenpopulaties verandert [8]. Dit kan gevolgen hebben voor vogels en vleermuizen die deze insecten eten maar ook voor de vegetatie waar deze insecten leven. Echter, een oorzakelijk verband tussen de timing van verschillende stadia die insecten doorlopen en de verandering in samenstelling van ongewervelden als gevolg van licht is niet aangetoond.

2.4 Vogels

De meeste vogels zijn overdag actief maar dat betekent niet dat ze niet beïnvloed worden door kunstlicht [9]. Veel vogels die normaal gesproken overdag actief zijn, zijn tijdens de jaarlijkse vogeltrek naar het zuiden ook 's-nachts actief. 's-Nachts is het veiliger om te vliegen omdat roofvogels ze dan niet kunnen zien. Maar oriëntatie is 's-nachts lastiger, zoals bijvoorbeeld boven zee waar het landschap je niet helpt en op bewolkte nachten als de sterren niet zichtbaar zijn of boven land waar juist veel kunstlicht aanwezig is.

In Den Haag kan de vogeltrek goed aanschouwd worden op 'de Vulkaan' in het Westduinpark en op het Zuider Havenhoofd te Scheveningen waar veel vogels de kustlijn volgen. Jaarlijks komen hier veel vogelaars op af. Vogels kunnen gedesoriënteerd raken door kunstlicht, net als insecten, hierdoor kunnen ze tegen gebouwen en torens aanvliegen [10, 11] of rondjes blijven vliegen rond platforms op zee [12].

Ook vogelsoorten die in en rond de stad leven worden beïnvloed door kunstlicht. Zo blijkt dat vogels zoals merels en koolmezen vroeger kunnen gaan broeden door kunstlicht [15], 's nachts onrustiger zijn [13] meer stress hebben [14]. Vogels gaan ook vroeger zingen door kunstlicht wat invloed heeft op hun partnerkeuze [17]. Het eerder broeden kan invloed hebben op het broedsucces omdat de kans bestaat dat er nog te weinig insecten aanwezig zijn bij vroege broedsels.

2.5 Vleermuizen

Een diergroep die zeer gevoelig is voor kunstlicht zijn vleermuizen. Vleermuizen zijn nachtactief en hebben in tegenstelling tot wat mensen soms denken, zeer gevoelige ogen.

Deze soortgroep stellen wij in deze richtlijn dan ook centraal

In Den Haag komen 12 soorten vleermuizen voor! Van de 21 tot nu toe voorkomende soorten in Nederland is dat heel bijzonder.

2.5.1

Stadsbreed onderzoek verspreiding vleermuizen Den Haag en leefwijze

In de zomerperiode van de jaren 2009-2011 is door Stichting Zoogdierwerkgroep Zuid-Holland voor het eerst in de hele stad onderzoek gedaan naar de aanwezigheid van vleermuizen [23]. Met een bat-detector kunnen de sonargeluiden die de dieren uitstoten worden opgevangen zodat we de dieren kunnen waarnemen. Overdag verblijven de dieren in gebouwen of holten van bomen, dat is per soort verschillend. In de periode 2014-2017 wordt het onderzoek herhaald.

De meest algemeen voorkomende soort in Den Haag is de gewone dwergvleermuis gevolgd door de redelijk algemene ruige dwergvleermuis (in respectievelijk 80% en 10% van de gevallen). Dan volgen de voor Den Haag veel zeldzamere watervleermuis, rosse vleermuis, laatvlieger, meervleermuis, gewone grootoorvleermuis, baardvleermuis en de tweekleurige vleermuis. De franjestaart is alleen overwinterend aangetroffen en een enkele waarneming is bekend van de vale vleermuis. Recent is ook vastgesteld dat de kleine dwergvleermuis in de stad aanwezig is. Deze soort is moeilijk te traceren. In ieder geval komt het totaal nu op 12 soorten.

In de winterperiode zijn de vleermuizen in winterslaap omdat er dan weinig insecten te vinden zijn. Tijdens de winterslaap vertragen de dieren hun hartslag sterk om zo min mogelijk energie te verliezen. Sommige soorten overwinteren in holten van bomen, andere in gebouwen of bijzondere bouwwerken zoals bunkers. De Haagse bunkers worden ieder jaar door de Zoogdierwerkgroep Zuid-Holland gecontroleerd op overwinterende dieren. Bunkers zijn een goed onderkomen omdat de temperatuur nooit onder het vriespunt komt. Daarnaast moet de luchtvochtigheid hoog genoeg zijn zodat de dieren niet uitdrogen. In de bunkers in Den Haag overwinteren veel meer-, water-, baard- en gewone grootoorvleermuizen en een enkele franjestaart.

Vleermuizen zijn niet gevaarlijk, maar juist heel nuttig omdat ze per nacht heel veel insecten kunnen verorberen. Ze gebruiken hun sonar om in het donker de weg te vinden en insecten te zoeken, maar gebruiken ook hun ogen om hun omgeving waar te nemen.

Wat vleermuizen extra gevoelig maakt voor kunstlicht, is dat ze verschillende delen van het landschap voor verschillende doeleinden gebruiken. Er zijn plekken waar ze overdag rusten, plekken waar ze overwinteren (zoals de bunkers) en plekken waar ze jagen (foerageergebieden). Ze hebben een netwerk van geschikte plekken nodig, die aan vaak zeer specifieke eisen moeten voldoen, en moeten ook van de ene naar de andere plek kunnen vliegen. Een schijnbaar kleine verandering die een verbinding tussen verschillende gebieden ongeschikt maakt, kan dan ook grote consequenties hebben voor een populatie vleermuizen.

2.5.2

Wettelijke bescherming

Vleermuizen en hun leefgebied (inclusief verblijfplaatsen) zijn Europees beschermd via de Habitatrichtlijn. In Nederlandse wetgeving was de soortbescherming tot voor kort vastgelegd in de Flora- en faunawet en de gebiedsbescherming in de

Natuurbeschermingswet 1998. De twee wetten zijn op 1 januari 2017 opgegaan in de Wet Natuurbescherming.

Vanuit soortbescherming geldt dat voor soorten waarvoor verlichting aantoonbare schadelijke gevolgen heeft, zoals voor vleermuizen, dat het ongeschikt maken van het leefgebied, ofwel essentieel foerageergebied en vliegroutes niet is toegestaan.

Daarnaast kan verlichting in strijd zijn met gebiedsbescherming als het een effect heeft op een populatie van een aangewezen diersoort in een Natura 2000-gebied, zoals voor meervleermuizen in het Natura 2000-gebied Meijndel & Berkheide. Daarbij kan een ingreep in een dergelijk gebied gevolgen hebben voor een populatie, maar ook ingrepen daarbuiten, via de zogenaamde externe werking. Het is dus belangrijk te weten waar en wanneer dit een rol speelt en hoe dit te voorkomen. De wettelijke bescherming heeft er toe geleid dat er relatief veel onderzoek gedaan is naar de impact van kunstlicht op deze diergroep, recent samengevat in Rowse et al. [18].

Voor Zuid-Holland zijn door de Zoogdierenwerkgroep Zuid-Holland alle bosgebieden in Zuid-Holland in kaart gebracht die van groot belang zijn voor kolonies boombewonende vleermuizen (zie bijlage 1) in de regio. Den Haag heeft een relatief groot aandeel van deze oude bosgebieden waar boomkolonies aanwezig zijn of waar de bomen door ouderdom potentieel geschikt raken als verblijfplaats (in holten). Den Haag heeft danook een belangrijke verantwoordelijkheid ten aanzien van het behoud van (toekomstige) koloniebomen. Deze gebieden kunnen worden beschouwd als beschermd vanuit de Wet Natuurbescherming.

2.5.3 Lichtgevoeligheid

Er zijn veel verschillende soorten vleermuizen met verschillende eigenschappen, maar voor dit doeleinde zijn de in Den Haag voorkomende vleermuizen in te delen in twee groepen: 1) de minder lichtgevoelige soorten: gewone dwergvleermuis, ruige dwergvleermuis en de laatvlieger en 2) en de zeer lichtgevoelige soorten: watervleermuis, meervleermuis, gewone grootoorvleermuis, tweekleurige vleermuis, de baardvleermuis en de franjestaart [19]. De rosse vleermuis is, als het de jacht betreft, niet heel gevoelig aangezien de soort soms boven sportvelden en verlichte parkeerplaatsen jagend wordt gezien [16], maar waarschijnlijk wel erg lichtgevoelig als het om verblijfplaatsen gaat. Van de kleine dwergvleermuis is nog weinig bekend.

Sommige minder lichtgevoelige soorten, zoals de gewone dwergvleermuis, maken gebruik van lantaarnpalen om de daar aangetrokken insecten te vangen. Hierdoor kunnen de soorten lokaal talrijker zijn maar op landschapsschaal lijkt er geen positief effect te zijn [20], mogelijk is het uitsluitend een aggregatie effect (samenklontering). Ook de soorten die bij licht jagen, kunnen op andere momenten juist last hebben van kunstlicht. Zo volgen gewone dwergvleermuizen bij voorkeur bomenrijen maar steken ze gaten tot 80 meter naar de volgende bomenrij vrij eenvoudig over. Als er verlichting is bij deze open plek zijn ze echter veel minder geneigd over te steken [21]. Hierbij is zowel de lengte van de opening als de lichtintensiteit van belang. Voor hun vliegroute zijn ze dus wel degelijk gevoelig voor licht.

Uit het praktijkonderzoek in Den Haag blijkt dat de minder lichtgevoelige soorten zoals gewone dwergvleermuis en laatvlieger voor het overgrote deel toch donkere foerageerplaatsen prefereren boven locaties met verlichting. Maar een heel klein deel van de dieren zoekt onder sommige omstandigheden verlichting op om er te foerageren [23].

De zeer lichtgevoelige soorten jagen niet bij lantaarnpalen en vermijden verlichting sterk. Dit zijn dus ook de soorten die als eerste verdwijnen door de toename van verlichting [18, 22]. Een verstedelijkte omgeving, zoals Den Haag, heeft echter wel enkele andere voordelen voor deze soorten. Er zijn oude parkbossen met holle bomen en bunkers of gebouwen waar overwinterd kan worden. Indien deze verbonden zijn door voldoende donkere bomenrijen of watergangen, het is afhankelijk van de soort waar ze de voorkeur aan geven, kunnen ze ook in en om de stad voorkomen. Om vleermuizen te behouden voor Den Haag en waar mogelijk de situatie te verbeteren is de duisternis in de kerngebieden en deze donkere verbindingen essentieel.

Resultaten landelijk onderzoek NIOO en WUR (publicatie volgt in 2017)

Een belangrijk resultaat van het meerjarig onderzoek naar de gevolgen van kunstlicht op natuur is bereikt eind 2016. De effecten van verschillende kleuren licht voor vleermuizen is nu duidelijk. Op basis van de data uit eerdere jaren, gecombineerd met de data van 2015 en 2016, zijn er voor het eerst genoeg data voor statistisch harde uitspraken over minder algemene, langzaam vliegende lichtschuwe soorten. Deze soorten zijn minder actief in wit en groen licht, maar even actief in het rode licht vergeleken met donker controle. De wendbare, sneller vliegende dwergvleermuizen laten een omgekeerde reactie zien: een grote toename van activiteit in het witte en groene licht, en geen toename van activiteit in het rode licht vergeleken met donker controle. Dat betekent dat het rode licht, met minder blauw en meer rood, het meest op donker lijkt, en het minst verstorend is voor vleermuizen. Interessant genoeg is het zo dat dwergvleermuizen, als ze de keuze hebben tussen donker, en wit, groen, en rood licht het liefst in het donker en in het groene licht zitten (Spoelstra et al. in prep.). Van verblijfplaatskeuze van andere soorten vleermuizen zijn er uit dit onderzoek geen gegevens omdat er vrijwel uitsluitend gewone dwergvleermuizen in de kasten in de experimentele verlichting zaten.

Conclusie:

- Langzaam vliegende, lichtschuwe vleermuizen verminderen activiteit in wit en groen licht, maar niet in rood licht.
- Snelle, beweeglijke, niet-lightschuwe vleermuizen zijn meer actief in wit en groen licht, maar niet in rood licht. De verhoogde activiteit is waarschijnlijk gerelateerd aan de insecten dichtheid rond wit en groen licht.
- Het effect van licht op snelle, beweeglijke, niet-lightschuwe vleermuizen verdwijnt direct bij het uitzetten van het licht.

2.5.4 Onderzoek effecten kunstlicht grachtenstelsel binnenstad

In de binnenstad van Den Haag bevinden zich weinig donkere gebieden. Uitzondering hierop is het grachtenstelsel. Donkere gebieden zijn bij uitstek geschikt voor vleermuizen om te foerageren. In 2016 is onderzoek verricht naar de functie van het grachtenstelsel voor vleermuizen en mogelijke gevolgen van het toevoegen van kunstlicht (bij bruggen).

Uit het onderzoek is gebleken dat de grachten in het centrum van Den Haag een belangrijk foerageergebied vormen voor de gewone dwergvleermuis. Vanuit de natuurwetgeving is het dan ook van belang zorgvuldig met het behoud van het leefgebied van vleermuizen om te gaan. In het voorjaar werden 128 foeragerende dieren vastgesteld (in juli 76 en in het najaar 61 dieren). Uit het onderzoek van enkele jaren geleden werden in het zomerhalfjaar ongeveer ca 150 gewone dwergvleermuizen vastgesteld in het centrum. Dat betekent dat een groot deel van de populatie in het voorjaar boven de grachten foerageerde. De grachten in de binnenstad zijn dus van essentieel belang voor de populatie gewone dwergvleermuizen in de Haagse binnenstad (bescherming Wet Natuurbescherming). Met name de gebieden nabij en onder bruggen worden intensief gebruikt. Juist deze delen van het grachtenstelsel zijn voldoende donker. Enkele malen zijn andere soorten aangetroffen zoals de ruige dwergvleermuis en watervleermuis (ter hoogte van Koningskade/Hofvijver).

- *Verlichting onder bruggen:* Verlichting onder bruggen zal doorgaans verstorend werken voor vleermuizen. Het is van groot belang dat er naast licht ook voldoende donkere plekken gehandhaafd blijven.
- *Verlichting bruggenhoofden:* Het verlichten van bruggenhoofden heeft naar inschatting hetzelfde negatieve effect als de verlichting onder bruggen. Juist hier zijn tamelijk veel foeragerende dieren aangetroffen vanwege het feit dat dit vaak schaduwrijke plekken zijn.
- *Verlichting grachten:* Soorten als gewone dwergvleermuis en ruige dwergvleermuis kunnen over het algemeen goed foerageren boven de grachten in het centrum zolang er een evenwichtige balans blijft tussen verlichting en ook donkere en rustige plekken [35].

2.5.5 Onderzoek vleermuisvliegroute Voordes - Zuiderpark

Uit het stadsbreed onderzoek van de Zoogdierenwerkgroep Zuid-Holland [23] is gebleken dat tussen landgoed Overvoorde (Rijswijk) en het Zuiderpark (Den Haag) verschillende vleermuissoorten voorkomen, namelijk watervleermuis, gewone dwergvleermuis en ruige dwergvleermuis, en meer incidenteel ook laatvlieger en rosse vleermuis. In Overvoorde bevinden zich meerdere kraamkolonies van watervleermuizen (in bomen). Toentertijd is ook een vliegroute van watervleermuizen geconstateerd tussen Overvoorde (de Voordes) en het Zuiderpark. Dit was echter vrij globaal, zonder specifieke tellingen. De waterpartijen in het Zuiderpark wordt door de dieren gebruikt als jachtgebied.

Vanwege aanstaande ruimtelijke ontwikkelingen, zoals een bouwproject ter hoogte van het Westhovenplein en de aanleg van een fiets-/voetgangersbrug over de Korte Laak is in 2016 onderzoek gedaan naar de exacte locatie van de vliegroute en de functionaliteit met het oog op aanstaande ontwikkelingen [36].

Het overgrote deel van de watervleermuizen vliegt vanuit de Voordes, over de bomen op het terrein van het Westhovenplein, via de bomenrij langs de Drakesteinweg, naar de Korte Laak om vervolgens hun route te vervolgen naar het Zuiderpark (hoofdvliegroute) waar ze foerageren. Een klein deel vliegt via de watergang Geysterenweg naar de Korte

Laak (nevenvliegroute), zie figuur 2. Deze vliegroute is suboptimaal wegens het ontbreken van goede geleiding (= bomen/struiken) en verstoring door lichtinval (kunstlicht). Vanwege de herontwikkeling locatie Westhovenplein raakt de hoofdvliegroute waarschijnlijk in onbruik door de aanwezigheid van appartementencomplexen en het verdwijnen van de aanwezige grote bomen die worden gebruikt ter oriëntatie en vanwege donkerte

Conform de Wet Natuurbescherming is de functionele leefomgeving, dus ook de vliegroute, beschermd. Voor het behoud van de vliegroute zijn in- en extern verschillende afspraken gemaakt om de vliegroute te optimaliseren. De nevenvliegroute wordt ingericht als hoofdvliegroute door aanplant van bomen/struiken. Daarnaast zijn aanpassingen nodig ten aanzien van openbare verlichting. Dit is van belang voor het in stand houden van de kolonie watervleermuizen.



Figuur 2: Hoofdvliegroute watervleermuizen (rood) en nevenvliegroute (geel)

De groenstructuur tussen de Voordes en de Korte Laak (zie figuur 2 in geel) wordt opgenomen in de Stedelijke Groene/Ecologische Hoofdstructuur van Den Haag om het behoud van de vliegroute te borgen (ontsloten via WebGIS).

2.5.6 Gebouwen

Hieronder volgt een samenvatting van een literatuuronderzoek met betrekking tot vleermuizen in relatie met verlichting en gebouwen en bunkers. Dit onderzoek is

uitgevoerd door Kees Mostert van de Stichting Zoogdierenwerkgroep Zuid-Holland. Zie hoofdstuk 6 voor de geraadpleegde literatuur.

Over het algemeen is er heel weinig specifiek onderzoek gedaan naar de precieze effecten van verlichting op vleermuizen in relatie tot gebouwen. Desondanks wordt over het algemeen aangegeven dat er vooral een negatief effect is te verwachten van directe verlichting op de in- en uitvliegopeningen van gebouwen en bunkers. Hieronder worden de bevindingen uiteen gezet met betrekking tot kerkgebouwen, monumentale en grote gebouwen en bunkers.

Kerkgebouwen

Algemeen

In kerkgebouwen zijn regelmatig verblijfplaatsen van vleermuizen aanwezig. In Zuid-Holland zijn er drie perioden geweest waarin een groot deel van de kerkgebouwen zijn onderzocht op vleermuizen. In een op de drie kerken zijn daarbij sporen gevonden van vleermuizen. Het aantal daadwerkelijk bewoonde kerkgebouwen is vrij gering en bestaat voor het overgrote deel uit kleine kolonies van de gewone grootoorvleermuis. Er zijn ook enkele verblijfplaatsen bekend van laatvlieger en meer incidenteel van gewone dwergvleermuis, ruige dwergvleermuis en baardvleermuis. Opvallend is dat kerkgebouwen in (grote) steden veel meer in trek zijn dan in kleine dorpen. De verblijfplaatsen bevinden zich meestal in de kerkzolder en soms ook in de kerktoeren. Ook de aanwezigheid van (oudere) bomen bij het kerkgebouw kan een rol spelen.

Effecten van verlichting

Directe verlichting op de in en uitvliegopeningen zal doorgaans verstorend werken voor vleermuizen. Het is van groot belang dat er naast licht ook voldoende donkere plekken gehandhaafd blijven. In een aantal gevallen zijn kerkgebouwen verlicht, soms alleen de kerktoeren, soms een groter deel van het gebouw. Dit hoeft op zichzelf geen probleem te zijn zolang de lichtbundels niet direct gericht staan op de uitvliegopeningen.

Onderzoek

Wanneer er een wens is om kerkgebouwen (nader) te verlichten, dient eerst onderzocht te worden in hoeverre vleermuizen gebruik maken van het kerkgebouw. Dat kan door overdag een bezoek te brengen aan met name de kerkzolder en kerktoeren en zowel op de aanwezigheid van vleermuizen maar vooral ook op de aanwezigheid van keutels te letten. Los daarvan dient er ook een detector-onderzoek in de avond plaats te vinden (volgens de standaard procedure) omdat sommige soorten ook ver en onzichtbaar kunnen wegkruipen in kleine ruimten die overdag niet inspecteert kunnen worden. Wanneer er geen (sporen van) vleermuizen zijn aangetroffen is er geen ontheffing nodig in het kader van de Wet Natuurbescherming.

Wanneer er in kerkgebouwen wel (sporen van) vleermuizen zijn aangetroffen dienen vooral de in- en uitvlieg openingen goed in beeld te worden gebracht. Meestal zijn er meerdere uitvlieg mogelijkheden. Op het moment dat nieuwe verlichting wordt geplaatst dient te worden nagegaan hoe diverse uitvliegplekken buiten de verlichting kunnen worden gehouden. Er zijn diverse verlichte kerkgebouwen bekend waarbij langdurig bewoning van vleermuizen is vastgesteld. Zolang de dieren maar in de schaduw kunnen uit en invliegen.

Sommige kerkgebouwen worden ook gedurende de wintermaanden gebruikt als massa overwinteringsplaats van dwergvleermuizen. Er dient dus ook te worden onderzocht of er dieren in de winter aanwezig zijn. Bij perioden in de winter met meer dan acht graden C. kunnen dwergvleermuizen weer gaan jagen en zijn dan dus ook gevoelig voor verlichting. Het is dus geen optie om zonder onderzoek in de winterperiode van 1 november tot en met 1 maart verlichting te gebruiken die in de zomermaanden al verstorend kunnen worden ervaren.

Monumentale gebouwen

Algemeen

Ook in monumentale gebouwen kunnen verblijfplaatsen van vleermuizen aanwezig zijn. Als er geen zolderingen aanwezig zijn, dan geldt vanuit de verbodsbepalingen van de Wet Natuurbescherming voor dergelijke gebouwen feitelijk hetzelfde protocol als voor woonhuizen en bedrijfspanden (vier bezoeken met een bat-detector gedurende het zomerseizoen conform Vleermuisprotocol). Ook de aanwezigheid van (oudere) bomen bij het gebouw kan een rol spelen. In het geval van de aanwezigheid van zolderingen moet er rekening gehouden worden met mogelijke verblijfplaatsen van grootoorvleermuizen. Wanneer deze niet aanwezig zijn gaat het bij bewoning door vleermuizen vrijwel altijd om gewone of ruige dwergvleermuis. Incidenteel worden in dergelijke gebouwen ook verblijfplaatsen van laatvlieger en meervleermuis gevonden. Laatstgenoemde twee soorten zijn echter niet te verwachten in het overgrote deel van Den Haag, omdat deze soorten grote stedelijke gebieden lijken te vermijden.

Effecten van verlichting

Directe verlichting op de in- en uitvliegopeningen zal doorgaans verstorend werken voor vleermuizen. Zolang de verlichting niet direct op de in- en uitvliegopeningen is gericht en restverlichting zoveel mogelijk vermeden kan worden zijn er niet veel effecten te verwachten,

Onderzoek

Bij nieuwe verlichting op monumentale gebouwen dient eerst onderzocht te worden in hoeverre vleermuizen gebruik maken van het gebouw. Voor het onderzoek geldt dezelfde protocol als ook voor woonhuizen en bedrijfspanden wordt toegepast (zie boven). In het geval van een zoldering kan overdag een bezoek gebracht worden om keutels en eventuele dieren te zoeken.

Wanneer er sporen van vleermuizen op de zoldering worden aangetroffen dienen vooral de in- en uitvlieg openingen goed in beeld te worden gebracht. Meestal zijn er meerdere uitvliegmogelijkheden.

Op het moment dat nieuwe verlichting wordt geplaatst, dient te worden nagegaan hoe diverse uitvliegplekken buiten de verlichting kunnen worden gehouden. Sommige gebouwen worden ook gedurende de wintermaanden gebruikt als massa overwinteringsplaats van dwergvleermuizen. Er dient dus ook te worden onderzocht of er dieren in de winter aanwezig zijn. Bij perioden in de winter met meer dan acht graden C. kunnen dwergvleermuizen weer gaan jagen en zijn dan dus ook gevoelig voor verlichting. Het is dus geen optie om zonder onderzoek in de winterperiode van 1 november tot en met 1 maart verlichting te gebruiken die in de zomermaanden al verstorend kunnen worden ervaren.

Bunkers

Algemeen

Een groot aantal bunkers in en rond Den Haag worden gebruikt voor overwintering van vleermuizen. Er wordt hier niet alleen overwinterd, maar in het najaar vind hier ook de paring plaats van sommige soorten. In de loop van augustus verzamelen hier zich de eerste dieren waarna het aantal snel kan oplopen. Doorgaans gaan de dieren eind oktober begin november in slaap tot ergens in maart (mede afhankelijk van de weersomstandigheden). In de nazomer worden sommige bunkers gebruikt als paarplaats. De vleermuizen gebruiken de bunkers dus in principe in de periode van 1 augustus tot 31 maart. Er zijn echter enkele gevallen bekend waarbij er ook verblijfplaatsen en zelfs kraamkolonies voorkomen in bunkers.

Er overwinteren honderden watervleermuizen, meervleermuizen, vele tientallen grootoorvleermuizen en baardvleermuizen en kleine aantallen franjetaarten. In de omgeving van Den Haag komen de meeste bunkers voor in de Natura 2000-gebieden Meijendel & Berkheide, Westduinpark en Solleveld-Kapittelduinen. Buiten Natura 2000 zijn ook bunkers met overwinterende vleermuizen bekend in groengebieden zoals Clingendael, Arendsdorp, Westbroekpark en er zijn ook enkele objecten bekend op één locatie buiten Natura 2000 en de groengebieden.

Effecten van verlichting

Directe verlichting op de in en uitvliegopeningen zal doorgaans verstorend werken voor vleermuizen. Het is van groot belang dat er naast licht ook voldoende donkere plekken gehandhaafd blijven. De bunkers met overwinterende vleermuizen dienen vrij te blijven van (rest)verlichting, vooral wanneer het gaat om de plekken waar de vleermuizen de bunkers in en uitvliegen. Ook de aanwezigheid van (oudere) bomen bij de bunkers kunnen een rol spelen.

In Natura 2000-gebieden is verlichting in principe niet toegestaan en zal deze in geval van plaatsing worden getoetst via een ontheffingsaanvraag in het kader van de Wet Natuurbescherming. In het geval van de groengebieden Clingendael, Arendsdorp en Westbroekpark is het van belang onderzoek te doen naar eventueel negatieve effecten op de aanwezigheid van de vleermuizen.

In het duingebied wordt voor geluidsoverlast een afstand van 250 meter afstand gehanteerd. Voor verlichting is dat in principe niet nodig zolang de betreffende bunkers maar niet worden verlicht door (rest)verlichting. Als veiligheidsmarge kan een afstand van 50 meter om de bunkers worden aangehouden waarin geen verlichting dient te worden geplaatst. Maar aangezien de vleermuizen er ook foerageren verdient het voorkeur om helemaal van extra verlichting in deze groengebieden af te zien.

Voor de bunkers (en de directe omgeving) buiten de groengebieden geldt dat voor een specifieke wens ten aanzien van verlichting alleen op maat kan worden geoordeeld.

Onderzoek

Alle bunkers in en om Den Haag waarin overwinterende vleermuizen zijn aangetroffen worden jaarlijks gemonitord door leden van de Stichting Zoogdierenwerkgroep Zuid-Holland. Deze gegevens zijn inmiddels al over vele jaren bekend en onder meer gepubliceerd in een rapport over vleermuizen in Den Haag in de periode 2009-2011 en zal ook worden toegevoegd aan een nieuwe rapportage voor de periode 2015-2017. Er zijn ook enkele gevallen bekend waarbij er ook verblijfplaatsen en zelfs kraamkolonies

voorkomen in bunkers. Deze kunnen in het zomerhalfjaar meestal eenvoudig worden opgespoord door overdag naar keutels en naar de aanwezigheid van dieren te zoeken. In Den Haag zijn dergelijke vindplaatsen in de zomer nog nooit gevonden, maar er is ook niet structureel naar gezocht.

3

Voorkomen en beperken van effecten

Om negatieve effecten van openbare verlichting op natuur te voorkomen of wanneer dat niet mogelijk is te beperken, zijn er verschillende opties. Hierbij ligt de focus op vleermuizen.

3.1 Geen verlichting

Het waar mogelijk niet verlichten van gebieden is ecologisch gezien de meest wenselijke, eenvoudige, goedkoopste en effectiefste methode.

In De Natura 2000-gebieden in Den Haag en de oude parken zijn beide van belang om hun natuurwaarde en herbergen lichtgevoelige vleermuissoorten. De jongere parken zoals de Uithof hebben door het ontbreken van oude holle bomen momenteel minder waarde als verblijfplaats voor vleermuizen maar deze grote relatief donkere gebieden zijn wel van groot belang als foerageergebied voor vleermuizen en voor andere soorten die duisternis nodig hebben. Bovendien hebben ze veel potentie als verblijfsgebied wanneer bomen ouder worden.

Naast de gebieden die duidelijke natuurwaarden hebben, zijn er ook minder vanzelfsprekende plekken waar verlichting negatieve consequenties kan hebben. Het betreft onze ecologische verbindingzones. Een deel van deze verbindingen gebruiken vleermuizen om van het ene deelhabitat naar het andere te komen. En soms liggen belangrijke gebieden voor vleermuizen in woonwijken, zoals bomenrijen of watergangen. Indien deze verlicht worden, of wanneer wegen die ze kruisen verlicht worden, worden ze minder geschikt.

3.2 Gerichte verlichting

Het licht dat de meeste impact heeft, is niet het licht dat op de weg valt maar het licht dat in de omgeving terecht komt, direct of door reflectie. Door te kiezen voor armaturen die zeer gericht de weg verlichten en niet de omgeving kan dit effect verkleind worden. Daarbij heeft een donker wegdek het voordeel dat er minder licht naar de omgeving weerkaatst wordt.

Door bij de keuze van de plaatsing, hoogte van de lichtmasten en type armatuur rekening te houden met belangrijke landschapselementen zoals bomenrijen en watergangen kunnen donkere corridors behouden blijven. Hierbij kan de verlichting en de structuur van de omgeving echter niet los van elkaar gezien worden. Een dubbele bomenrij kan voor vleermuizen als vliegroute geschikt blijven ondanks enige verlichting maar een rij dunne boompjes met veel gaten bij de zelfde verlichtingssterkte niet [21]. Door doordacht te verlichten op routes en voor vleermuizen en op onderbrekingen daarin (potentiële barrières, zoals te kruisen wegen), kunnen negatieve effecten niet volledig weggenomen

worden maar de impact is wel te beperken indien uitgevoerd met voldoende kennis van de lokale situatie.

3.3 Dynamische verlichting

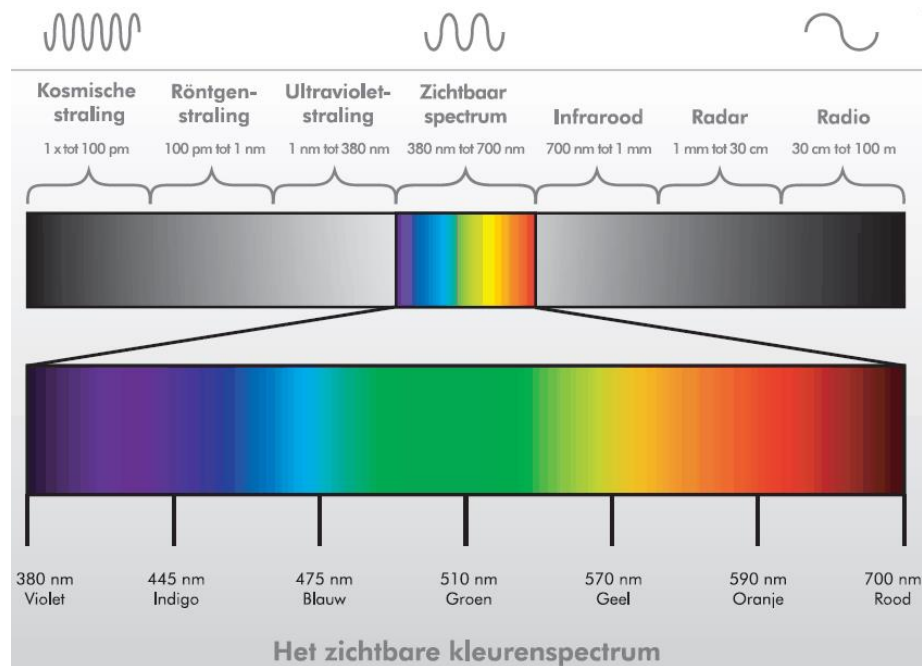
Dynamische verlichting is sterk in opkomst en kan een bijdrage leveren aan de beperking van effecten. Het is zeer waarschijnlijk dat een verminderde hoeveelheid verlichting, door het dimmen van de verlichtingssterkte als er geen weggebruikers zijn, de impact van de verlichting vermindert. Er zijn echter vrijwel geen empirische gegevens voorhanden waardoor de feitelijke winst niet goed in te schatten is.

Het is wel van belang dat een te snelle verandering van de verlichtingssterkte voorkomen dient te worden aangezien dit schrikgedrag kan veroorzaken. Voor sommige diersoorten kan de variatie in verlichtingssterkte ook een nadeel zijn. Dieren die goed bij lage lichtsterktes kunnen zien, zoals padden, worden tijdelijk blootgesteld aan meer licht als er verkeer langs komt. Hierdoor bleken hun oogpigmenten en duurt het lang voor hun ogen weer aangepast zijn aan de duisternis als de verlichting weer gedimd is [24]. Dynamische verlichting heeft dan ook waarschijnlijk vooral voordelen bij heel lage verkeersintensiteiten, indien de armaturen zo zijn afgesteld dat een schrikreactie wordt voorkomen en als het licht vanuit een gedimde situatie tot volle lichtsterkte wordt gebracht, in plaats van vanuit een uitstand tot volle lichtsterkte.

Een goed alternatief lijkt verlichting die de eerste en laatste uren van de nacht aan is, op het moment dat er ook veel mensen gebruik maken van de weg. Een groot deel van de nacht kan dan donker blijven wat intuïtief een goede oplossing lijkt. Voor vleermuizen blijkt dit echter niet effectief aangezien deze dieren ook voornamelijk direct na zonsondergang en voor zonsopkomst actief zijn. Direct na zonsondergang is het nog het warmst en zijn de meeste insecten actief, direct voor zonsopkomst is er een tweede piek in activiteit. Hierdoor is het voordeel van dergelijke dynamische verlichting voor vleermuizen, en waarschijnlijk de meeste andere nachtdieren, zeer gering [25].

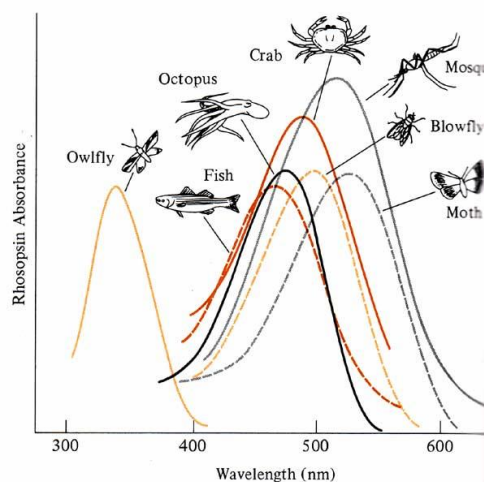
3.4 Gekleurde verlichting

Daglicht, maar ook kunstlicht, is een mengsel van vele golflengtes oftewel vele kleuren. De samenstelling van het licht (kleuren) kan sterk verschillen tussen lichtbronnen. De ogen van verschillende diersoorten en mensen zijn gevoelig voor verschillende delen van het kleurenspectrum. Hieronder het kleurenspectrum waarneembaar voor de mens (zie figuur 3).



Figuur 3: Het zichtbare kleurenspectrum voor de mens (www.ledshighpower.nl)

Insectenogen zijn gevoelig voor kortgolvig (nabij UV en blauw) licht maar veel minder voor langgolvig (rood of oranje) licht [26]. Ook (nachtactieve) zoogdieren zijn over het algemeen weinig gevoelig voor langgolvig licht in vergelijking met de mens. Verschillende typen lampen zijn dus niet voor alle diersoorten even fel. De gevoeligheid van het menselijk oog lijkt in de onderstaande figuur het meeste op die van een mug (zie figuur 4).



Figuur 4: Ooggevoeligheid van verschillende dieren

Daarnaast zijn bepaalde fysiologische processen bij mens en dier gevoelig voor specifieke kleuren. De aanmaak van melatonine, belangrijk voor slaap-waak ritme, wordt bij mensen en veel dieren bijvoorbeeld geremd door blauw licht [27].

's Nachts over zee trekkende vogels raken juist gedesoriënteerd door rood licht, mogelijk omdat dit hun interne kompas verstoort [28]. In potentie kan het aanpassen van het kleurenspectrum helpen om de ecologische impact te verminderen. Er zijn rood-arme spectra (met name groen) ontwikkeld voor gebruik op plekken waar veel vogels 's nachts langs trekken en snel gedesoriënteerd raken zoals op boorplatforms op zee of aan de kust [12].

Er zijn ook grote verschillen in de aantrekking van insecten tussen verschillende lampen. In grote lijnen trekt kortgolvig licht (blauw en in het bijzonder UV), van bijvoorbeeld een HPL-lamp, veel insecten aan en doet langgolvig licht (rood of oranje) dat veel minder.

Warm wit licht, met weinig blauw, trekt dan ook minder insecten aan dan koud wit licht [29]. Het is zelfs mogelijk om het kleurenspectrum van witte LEDs met eenzelfde kleurtemperatuur (2700 Kelvin) aan te passen en de aantrekking sterk te beperken [30].

De productie van melatonine, het hormoon dat de biologische klok aanstuurt wordt zelf gereguleerd door blauw licht. Nachtelijke blootstelling aan dit licht remt de productie van melatonine en verstoort daardoor de biologische klok, dit gebeurt ook bij mensen. Het blauwe licht van een LED zit precies in dit gebied [27] LEDs met warm wit licht geven veel minder van dit blauwe licht dan LEDs met koud wit licht en verstoren de biologische klok dan ook minder.

Een aantal nachtactieve zoogdieren zijn minder gevoelig voor rood licht en daarom wordt wel gesuggereerd dat rood of oranje licht minder impact heeft. Bosmuizen blijken echter gevoelig te zijn voor dit licht [31], en voor marterachtigen is dat waarschijnlijk ook het geval (Spoelstra et al. in prep.).

Voor vleermuizen is uit het onderzoek van NIOO en Universiteit Wageningen, na zes jaar meten, vast komen te staan dat rood licht (met veel minder blauw) duidelijk als "vleermuisvriendelijk" mag worden beschouwd voor zowel lichtschuwe als niet-lichtschuwe vleermuizen. Het ligt in de lijn der verwachting dat dat ook geldt voor amber licht, maar deze lichtkleur is vooralsnog beperkt getest. Hoewel niet-lichtschuwe soorten vaak foerageren rond gele en witte verlichting, wordt de aanwezigheid van die soorten alleen bepaald door de grote hoeveelheden insecten die door het licht worden aangetrokken; wanneer ze niet aan het jagen zijn, wordt licht vermeden [21]. Groen licht heeft relatief veel blauw in het spectrum en heeft een sterk effect op lichtschuwe vleermuizen, mogelijk sterker dan wit licht.

De huidige kennis over de mogelijkheden om door spectrale aanpassing licht minder natuuronvriendelijk te maken, is dus afhankelijk van de diergroep. Voor nachtactieve insecten is een spectrum met weinig kortgolvig licht (wat resulteert in rood of oranje licht) gunstiger dan een spectrum met veel kortgolvig licht (blauw of nabij UV). Voor de meeste nachtactieve zoogdieren geldt dit eveneens, al zijn er soorten die verstoord raken van al het licht in het zichtbare spectrum. Spectrale aanpassing is voor vogels met name van belang tijdens de trek met bewolkte dagen op volle zee, en daarbij is licht met weinig rood juist het minst schadelijk.

Het is dus niet mogelijk om door de spectrale samenstelling aan te passen alle problemen voor alle verschillende diersoorten tegelijk weg te nemen, maar het algemene beeld is dat de keuze voor lichtbronnen met relatief weinig blauw of nabij UV en UV zeer belangrijk is (met name voor vleermuizen).

Roodkleurige verlichting mag dan minder impact hebben op vleermuizen, in stedelijk gebied is de plaatsing van dergelijk licht niet wenselijk. Bij toepassing van roodkleurig licht kunnen mensen objecten of andere personen niet goed onderscheiden, wat als zeer onprettig wordt ervaren en is daarmee gering effectief.

Inzet op gericht wit licht met beperkte hoeveelheid blauwe kleuren in het spectrum en geen UV is op basis van bovenstaande gewenst.

3.5 Oriëntatie verlichting

Naast de genoemde mogelijkheden, waarbij wordt uitgegaan van het gebruik van lichtmasten, zijn er ook andere vormen van verlichting mogelijk waarbij in een donkere omgeving met hele lage paaltjes wordt gewerkt, lichtgevende strips, reflectoren of lichtgevend asfalt. In dergelijke gevallen betekenen deze vormen van verlichting dat deze alleen bedoeld zijn als bewegwijzering voor mensen om hun weg door een donker gebied te vinden (oriëntatie verlichting). De verlichtingssterkte kan dan vele malen lager zijn dan bij traditionele verlichting. Dit kan een oplossing zijn op specifieke locaties. Naar de effecten hiervan op natuur is nog geen onderzoek gedaan. Toepassing hiervan kan eventueel vanuit een pilot met monitoring worden opgestart.

Sociale veiligheid

Van een sociaal en veilig verlicht pad door een gebied kan pas sprake zijn als het pad door veel mensen tegelijkertijd gebruikt wordt. Het feit dat meerdere mensen kunnen zien dat er zaken gebeuren die niet wenselijk zijn, draagt bij aan de sociale veiligheid in dat gebied.

Zodra de intensiteit van het gebruik afneemt is er sprake van schijnveiligheid. Door de aanwezigheid van licht waant de gebruiker zich veilig, zelfs indien hij/zij alleen is. Echter, het is niet mogelijk om door het licht heen te kijken. Dat betekent dat een kwaadwillig persoon die zich in het donker ophoudt, niet te zien is voor de gebruiker op het verlichte pad. De gebruiker zelf en (het ontbreken van) medegebruikers is echter uitstekend te volgen vanuit het donker.

Vanwege dit besef, wordt generiek geadviseerd om parken niet te verlichten. Bijkomend voordeel is dat hierdoor een hogere concentratie aan gebruikers op de omliggende hoofdroutes ontstaat. Hoe meer gebruikers op de route, hoe hoger de sociale veiligheid.

4

Ambities en Uitgangspunten

Den Haag kent nog weinig plekken die 's nachts relatief donker zijn. Uit de onderzoeksresultaten blijkt dat kunstlicht op allerlei manieren onze stadsnatuur kan beïnvloeden. Voor vleermuizen, nachttactieve diersoorten waarnaar veel onderzoek is gedaan, weten we dat licht invloed heeft op het gedrag omdat hun ogen zeer gevoelig op licht reageren. Maar ook op mensen heeft kunstlicht invloed. Om goed te kunnen slapen is donkerte nodig.

Ten behoeve van deze richtlijn kan het groen In Den Haag worden ingedeeld in verschillende categorieën:

- Natura 2000-gebieden voor zover deze gebieden zich binnen de gemeentegrenzen bevinden:
 - Westduinpark & Wapendal, Solleveld & Kapittelduinen en Meijendal & Berkheide.
- De groengebieden* (inclusief Clingendael en Oosterbeek);
- Ecologische verbindingzones (inclusief eco-lint Erasmusveld);
- Overig groen (aandachtsgebieden vleermuizen).

* De groengebieden zijn verder onder te verdelen in: grote groengebieden, grote groengebieden derden, overige groengebieden derden en overige groengebieden.

Vanuit Natuurwetgeving en het beleid vanuit de gemeente Den Haag heeft de gemeente ambities om de kwaliteit van natuur te behouden en te verbeteren. De Natura 2000-gebieden kennen het hoogste beschaaftermingsregime vanuit het Rijk en de Provincie (gebiedsbescherming). Daarnaast geldt te allen tijde het beschermingsregime vanuit de soortenbescherming.

De Natura 2000-gebieden, groengebieden en ecologische verbindingzones zijn onderdeel van de Stedelijke Groene/Ecologische Hoofdstructuur van de stad; vastgelegd in de Nota Ecologische Verbindingszones 2008-2018 en de Agenda Groen voor de Stad 2016. De begrenzings hiervan zijn ontsloten via WebGIS. Ambities voor de ecologische verbindingzones zijn verwoord in de Nota ecologische verbindingzones. In de Agenda Groen is vooruitlopend op nieuw beleid aangegeven dat mogelijkheden worden bekeken op welke wijze aanpassingen voor o.a. verlichting kan leiden tot kwaliteitswinst voor natuur.

De verschillende gebieden die van belang zijn voor natuur zijn in kaart gebracht zodat eenvoudig in een vroeg stadium beoordeeld kan worden of er potentiële problemen zijn bij de planning van openbare verlichting en er bijzondere aandacht besteed moet worden aan dit onderwerp.

Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de Natura 2000-gebieden, de groengebieden, de ecologische verbindingzones en overig groen. Voor het overig groen (kleine groene gebieden, water en wijk- en buurtgroen) is het verlichtingsvraagstuk alleen van toepassing als vleermuizen hier gebruik van maken. Het gaat hierbij om kleine groene gebieden/structuren en watergangen, zoals sommige grachten in het centrum, die fungeren als foerageergebied en/of vliegroute.

Alle gebieden die van groot belang zijn als leefgebied van vleermuizen in Den Haag zijn vastgelegd op de zogenaamde 'Vleermuiskaart' (zie bijlage 2). De begrenzingen hiervan zijn gebaseerd op onderzoek van de Zoogdierenwerkgroep Zuid-Holland van circa de afgelopen 30 jaar. Voor de gemeente Den Haag voor het eerst stadsbreed vastgelegd in de periode 2009-2011, zie paragraaf 2.5.1., met updates van waarnemingen uit 2015 en 2016. De begrenzingen van de 'Vleermuiskaart' zijn niet statisch en kunnen wijzigen op basis van toekomstig ecologisch onderzoek. De meest recente data wordt ontsloten via WebGIS. Het geheel aan vleermuisgebieden is van essentieel belang voor het voortbestaan van de verschillende populaties vleermuizen in Den Haag en kunnen hiermee worden beschouwd als beschermd vanuit de Wet Natuurbescherming. De vliegroutes (voor zover bekend) staan nog niet op kaart. Deze zullen eind 2017 worden toegevoegd. De leefgebieden komen grotendeels overeen met de vastgelegde groenstructuren in de stad (zie Hoofdstuk 4) en zijn vanuit dat uitgangspunt ook weergegeven op deze kaart. Aanvullende leefgebieden zijn opgenomen als 'overig groen' (aandachtsgebieden vleermuizen).

Voor het behoud van natuurkwaliteit blijven gebieden die voor natuur belangrijk zijn zo veel mogelijk donker. We zijn ons ervan bewust dat vanuit oogpunt van veiligheid voor mensen, het verlichten van donkere gebieden gewenst is, maar vaak zijn alternatieve wandel-/fietsroutes aanwezig en is het zicht door een lichte corridor in een donker gebied juist minder (zie paragraaf 3.5).

Aan de hand van de ecologische onderzoeksresultaten is het mogelijk om kaders voor openbare verlichting te stellen. In de volgende paragrafen wordt ingegaan op de uitgangspunten die van toepassing zijn op de betreffende gebieden. Dit betekent dat wij als gemeente ook uitspraken doen over een aantal belangrijke gebieden die in eigendom en/of beheer zijn van derden, zoals het Haagse Bos en het TNO-terrein. Aangezien wij hierover geen zeggenschap hebben, willen wij graag, indien van toepassing, het gesprek over verlichting aangaan.

4.1 Natura 2000-gebieden

De Natura 2000-gebieden Westduinpark & Wapendal, Solleveld & Kapittelduinen en Meijendel & Berkheide (binnen gemeentegrenzen) blijven vrij van kunstlicht. Indien verlichting noodzakelijk of gewenst is, moet daarvoor een vergunning worden aangevraagd bij de Omgevingsdienst Haaglanden in het kader van de Wet Natuurbescherming. Op termijn gaat deze wet over in de Omgevingswet. Het is onwaarschijnlijk dat hiervoor een vergunning wordt verleend. In de Nota Westduinpark

en Wapendal (RIS 297407) is reeds opgenomen dat het Westduinpark vrij blijft van kunstlicht.

Uitgangspunten:

Nabij Natura-2000 gebieden:

- Voor autowegen, wandel- en fietspaden die grenzen aan Natura 2000-gebieden geldt dat uitstraling van licht op deze gebieden wordt voorkomen door toepassing van Road Light, zonder uitstraling op het naastgelegen Natura 2000-gebied.

In Natura 2000-gebieden:

- Wandelpaden door Natura 2000-gebieden worden niet verlicht;
- Fietspaden door Natura 2000-gebieden worden niet verlicht;
- Van eventuele bestaande verlichting wordt onderzocht of deze kan worden verwijderd. Zo, niet dan wordt de verlichting dusdanig aangepast dat effecten op natuur/uitstraling van licht naar de omgeving wordt voorkomen;
- De omgeving van, voor het publiek opengestelde of in de toekomst open te stellen bunkers, wordt niet verlicht.

Uitzonderingen:

Westduinpark:

- Binnenverlichting bestaande gebouwen Zenderpark toegestaan (geen buitenverlichting);

Landgoed Ockenburgh:

- Ten behoeve van vleermuizen aangepaste verlichting oprijlaan Ockenburgh;
- Vanuit vergunning Wet natuurbescherming:
 - Binnenverlichting bestaand chalet toegestaan (geen buitenverlichting);
 - Binnenverlichting bestaande dienstwoning en landhuis Ockenburgh toegestaan; buitenverlichting binnen exclaveringsgrens toegestaan onder randvoorwaarden;

Meijendel (binnen gemeentegrenzen):

- Bestaande verlichting Pompstationsweg, parkeerplaats Zwarte pad en strandopgangen ter plaatse van de parkeerplaats.

4.2 De groengebieden

Voor de groengebieden geldt dat deze in principe niet worden verlicht. Dit is niet alleen in het kader van ecologie zinvol maar ook in het kader van schijnveiligheid.

Gebieden zoals Madestein, Uithof, Zuiderpark, Bosjes van Pex, Scheveningse en Nieuwe Scheveningse Bosjes, Westbroekpark en Clingendael, maar ook het TNO-terrein herbergen belangrijke aantallen foeragerende vleermuizen.

Meerdere gebieden herbergen daarnaast ook boomkolonies van vleermuizen. Indien verlichting gewenst is, moet daarvoor een ontheffing worden aangevraagd bij de Omgevingsdienst Haaglanden in het kader van de Wet Natuurbescherming (op termijn gaat deze over in de Omgevingswet). Het is onwaarschijnlijk dat hiervoor een ontheffing wordt verleend.

Binnen deze gebieden kunnen verlichte wegen, gebouwencomplexen en sportvelden aanwezig zijn. Uitgangspunt is om zo min mogelijk paden door groengebieden te verlichten, de verlichting niet te versterken, maar daar waar mogelijk de intensiteit te verminderen en uitstraling van licht naar de omgeving te voorkomen.

Uitgangspunten:

Nabij groengebieden:

- Autowegen, wandel- en fietspaden, die grenzen aan groengebieden, worden dusdanig verlicht dat uitstraling van licht op deze gebieden wordt voorkomen door toepassing van Road Light met een maximale uitstraling van 5 meter in de richting van het groengebied.

In groengebieden:

- Watergangen/-partijen worden niet aangelicht.
- Autowegen door groengebieden worden dusdanig verlicht dat uitstraling van licht op deze gebieden wordt voorkomen door toepassing van Road Light met een maximale uitstraling van 5 meter in de richting van het groengebied.
- Wandelpaden door groengebieden worden in principe niet verlicht;
- Fietspaden door groengebieden worden niet verlicht tenzij een fietspad is/wordt aangemerkt als doorgaand fietspad (= geen alternatieve route in de omgeving aanwezig). Toepassing Road Light met maximale uitstraling van 5 meter in de richting van het groengebied. Hetzelfde geldt voor het gecombineerde voet-/fietspad in het Zuiderpark.
 - Indien een bestaande doorgaande route reeds is verlicht, wordt de verlichting dusdanig aangepast dat effecten op natuur/uitstraling van licht naar de omgeving wordt voorkomen door toepassing van Road Light met een maximale uitstraling van 5 meter in de richting van het groengebied. Waar mogelijk wordt de lichtintensiteit verminderd.
- Huidige verlichte locaties, zoals parkeerplaatsen of paden, worden onderzocht op functionaliteit en wenselijkheid van de verlichting en mogelijkheden voor verwijdering of aanpassing zodat strooilicht zoveel mogelijk wordt voorkomen.
- Indien sportvelden/-complexen of gebouwen aanwezig zijn in of grenzend aan een groengebied, wordt de verlichting dusdanig aangepast dat effecten op natuur/uitstraling van licht naar de omgeving wordt voorkomen door toepassing van Road Light, niet gericht op naastgelegen groen/water. Waar mogelijk wordt de lichtintensiteit verminderd*.
 - Indien een sportveld nog niet is verlicht en verlichting gewenst is, zal dit moeten worden getoetst aan de Wet Natuurbescherming (vanwege vleermuizen).
- Maak, indien bovenstaande van toepassing, gebruik van gericht/afgeschermd wit licht met een maximum van 3000K (geen UV).

- De omgeving van voor het publiek opengestelde of in de toekomst open te stellen bunkers wordt niet verlicht.

* Voor alle sportvelden binnen de gemeente Den Haag geldt dat uitstraling van licht naar de omgeving wordt voorkomen door toepassing van Road Light, niet gericht op naastgelegde groen/water.

Aandachtspunten:

- Voor de verlichting door het weidegebied (wandelpad) in de Uithof wordt onderzocht welke mogelijkheden er zijn om uitstraling en effecten op natuur te verminderen (pilot).
- Aanwezige verlichting nabij de bunkers die in gebruik zijn door vleermuizen in groengebieden (Clingendael) wordt verwijderd.

4.3 Ecologische verbindingzones

De ecologische verbindingzones zijn van groot belang als leefgebied en voor de migratie van kleine diersoorten. Verlichting hiervan zorgt voor een barrièrewerking. Voor deze groen-blauwe bufferzones die de stad dooraderen, geldt in principe dat uitstraling van licht op deze zones zo veel mogelijk wordt voorkomen, inclusief waterpartijen zoals bijvoorbeeld de Plas van Reef.

Uitgangspunten:

Nabij ecologische verbindingzones:

- Autowegen, wandel- en fietspaden die grenzen aan ecologische verbindingzones, worden dusdanig verlicht dat uitstraling van licht op de ecozones wordt voorkomen door toepassing van Road Light met een maximale uitstraling van 5 meter op het groen, waarbij uitstraling op water te allen tijde wordt voorkomen.

In ecologische verbindingzones:

- Autowegen die ecologische verbindingzones doorkruisen, worden dusdanig verlicht dat uitstraling van licht op deze gebieden wordt voorkomen door toepassing van Road Light met een maximale uitstraling van 5 meter op het groen, waarbij uitstraling op water te allen tijde wordt voorkomen.
- Watergangen/-partijen worden niet aangelicht.
- Wandelpaden die zich binnen ecozones bevinden, worden in principe niet verlicht.
- Fietspaden binnen ecozones worden niet verlicht tenzij een fietspad is/wordt aangemerkt als doorgaand fietspad (= geen alternatieve route in de omgeving aanwezig). Toepassing Road Light met een maximale uitstraling van 5 meter op het groen, waarbij uitstraling op water te allen tijde wordt voorkomen.
 - Indien een bestaande doorgaande route reeds is verlicht, wordt de verlichting dusdanig aangepast dat effecten op natuur/uitstraling van licht naar de omgeving zo veel mogelijk wordt voorkomen door toepassing van Road Light met een maximale uitstraling van 5 meter, waarbij uitstraling

op water te allen tijde wordt voorkomen. Waar mogelijk wordt de lichtintensiteit verminderd.

- Huidige verlichte locaties, zoals parkeerplaatsen of paden, worden onderzocht op functionaliteit en wenselijkheid van de verlichting en mogelijkheden voor verwijdering of aanpassing zodat strooilicht zoveel mogelijk wordt voorkomen.
- Indien sportvelden/-complexen of gebouwen aanwezig zijn in of grenzend aan een ecologische verbindingszone, wordt de verlichting dusdanig aangepast dat effecten op natuur/uitstraling van licht naar de omgeving wordt voorkomen door toepassing van Road Light, niet gericht op naastgelegen groen/water. Waar mogelijk wordt de lichtintensiteit verminderd.
 - Indien een sportveld nog niet is verlicht en verlichting gewenst is, zal dit moeten worden getoetst aan de Wet Natuurbescherming (vanwege vleermuizen).
- Maak, indien bovenstaande van toepassing, gebruik van gericht/afgeschermd wit licht met een maximum van 3000K (geen UV).

Aandachtspunt:

- Autowegen, wandel- en fietspaden doorkruisen in de huidige situatie verschillende vliegroutes van vleermuizen. Als de openbare verlichting ter plaatse van vliegroutes (voor zover bekend) in de toekomst wordt aangepast, dan mogen vleermuizen van de aanpassingen geen hinder ondervinden. Ofwel de situatie mag conform Wet Natuurbescherming niet verslechteren c.q. eventuele mogelijkheden voor verbetering moeten worden toegepast. De vliegroutes staan nog niet op de 'Vleermuiskaart' (zie bijlage 2). Deze zullen eind 2017 worden toegevoegd aan de kaart en worden dan automatisch onderdeel van deze richtlijn en de digitale uitwerking hiervan.

4.4 Overig groen (aandachtsgebieden vleermuizen)

Voor overig groen (kleine groene gebieden, water en wijk- en buurtgroen) die van betekenis is voor foeragerende vleermuizen en/of mogelijk als vliegroute dient, geldt behoud van zo veel mogelijk donkerte. Zie de in blauw weergegeven gebieden op de 'Vleermuiskaart' (zie bijlage 2).

Uitgangspunten:

- Behoud van zo groot mogelijk aaneengesloten donkere eenheden.
- Watergangen/-partijen worden niet aangelicht*.
- Waar mogelijk wordt de lichtintensiteit verminderd.
- Maak, indien bovenstaande van toepassing, gebruik van gericht/afgeschermd wit licht met een maximum van 3000K (geen UV).

*Voor alle watergangen/-partijen binnen de gemeente Den Haag geldt dat deze onverlicht blijven. Voor uitgangspunten voor het grachtenstelsel binnenstad, zie 4.4.1.

Aandachtspunten:

- Autowegen, wandel- en fietspaden kunnen in de huidige situatie verschillende vliegroutes van vleermuizen doorkruisen. Als de openbare verlichting ter plaatse van vliegroutes (voor zover bekend) in de toekomst wordt aangepast, dan mogen vleermuizen van de aanpassingen geen hinder ondervinden. Ofwel de situatie mag conform Wet Natuurbescherming niet verslechteren c.q. eventuele mogelijkheden voor verbetering moeten worden toegepast. De vliegroutes staan nog niet op de 'Vleermuiskaart' (zie bijlage 2). Deze zullen eind 2017 worden toegevoegd aan de kaart en worden dan automatisch onderdeel van deze richtlijn en de digitale uitwerking hiervan.
- Grachtenstelsel binnenstad en Vleermuisvliegroute Voordes - Zuiderpark (zie resp. paragraaf 4.4.1 en 4.4.2).

4.4.1 Grachtenstelsel binnenstad

Uit het onderzoek van Mostert et al. (2017) naar de effecten van kunstlicht op vleermuizen in het grachtenstelsel in de binnenstad blijkt dat wanneer er een wens is om een deel van de bruggen en grachten sterker te gaan verlichten (in de nabije toekomst), het noodzakelijk is een ontheffing aan te vragen in het kader van de Wet Natuurbescherming. Een ontheffing kan worden aangevraagd bij de Omgevingsdienst Haaglanden te Den Haag. Dit vanwege het grote aantal jagende vleermuizen dat voor hun voedsel afhankelijk is van het grachtenstelsel. Het geheel kan het beste afgewogen worden door middel van een verlichtingsplan waarbij de effecten van verlichting op vleermuizen voor het hele grachtenstelsel in het centrum worden weergegeven. De Stichting Zoogdierenwerkgroep Zuid-Holland kan ondersteunen bij advisering.

Indien bij enkele bruggen wordt geëxperimenteerd met verlichting, is de inschatting dat hiervoor geen ontheffing in het kader van de Wet Natuurbescherming nodig is, omdat alle andere bruggen en grachten beschikbaar blijven als foerageergebied voor vleermuizen. Het is wel van belang om bij een dergelijke pilot ook de effecten op eventueel aanwezige vleermuizen te onderzoeken. Dit kan helpen bij een onderbouwing voor een algeheel verlichtingsplan voor het grachtenstelsel. [35]. Dit onderzoek moet tegelijkertijd worden opgestart.

4.4.2 Vleermuisvliegroute Voordes - Zuiderpark

De vliegroute tussen de Voordes en het Zuiderpark is van *essentieel* belang voor watervleermuizen. Voor het deel 'Geysterenweg' wordt de verlichting, gerekend vanaf de Voordes tot aan de Korte Laak, dusdanig aangepast dat vleermuizen hier geen hinder van ondervinden. Dit geldt voor een ca. 5 meter brede zone (ter hoogte van de sloot).

4.5 Gebouwen

Uit literatuuronderzoek van Kees Mostert (zie paragraaf 2.5.6) blijkt dat voor vleermuizen in relatie tot gebouwen vooral een negatief effect te verwachten zijn in het geval van directe verlichting op de in- en uitvliegopeningen van gebouwen, zoals kerken en monumentale panden en bunkers. Vanuit de verbodsbepalingen van de Wet Natuurbescherming dient in het geval van een verlichtingswens conform Vleermuisprotocol (vier bezoeken met een bat-detector gedurende het zomerseizoen) onderzoek plaats te vinden naar de aanwezigheid van deze dieren.

Kerken en monumentale panden

Wanneer vleermuizen worden aangetroffen in de betreffende gebouwen, zoals kerken en monumentale panden met een verlichtingswens en er een gerede twijfel is over het effect van deze verlichting op de in- en uitvliegopeningen, wordt geadviseerd een ontheffing aan te vragen in het kader van de Wet Natuurbescherming. Een ontheffing kan worden aangevraagd bij de Omgevingsdienst Haaglanden te Den Haag. Dit kan het beste afgewogen worden door een verlichtingsplan waarbij de effecten van verlichting op vleermuizen voor het betreffende gebouw worden weergegeven. Ook de aanwezigheid van (oudere) bomen bij de gebouwen een rol spelen. De Stichting Zoogdierenwerkgroep Zuid-Holland kan ondersteunen bij advisering.

Bunkers

Wanneer vleermuizen worden aangetroffen in bunkers met een verlichtingswens in-, bij of in de directe omgeving hiervan, gelden voor Natura 2000-gebieden en groengebieden de beperkingen zoals opgenomen in paragraaf 4.1 en 4.2. In dat geval, is een ontheffing niet van toepassing. Op één locatie buiten deze gebieden bevinden zich bunkers waar vleermuizen aanwezig zijn. Indien in-, bij of in de directe omgeving een verlichtingswens is, dan kan door de Zoogdierenwerkgroep Zuid-Holland een lichtplan op maat worden gemaakt.

4.6 Lichtkwaliteit

Positionering

Om ervoor te zorgen dat er zo min mogelijk direct licht boven de 80° wordt uitgezonden dient het armatuur een verblindingsklasse van G6 te hebben in de richting van het aandachtsgebied. Dit armatuur dient in volledig horizontale stand toegepast te worden. Het direct uitgestraalde licht van het armatuur mag niet op het aandachtsgebied stralen.

Afscherming

Bovenstaande eis kan naast de juiste armatuurkeuze ook gehaald worden door gebruik te maken van afschermingshulpstukken in het armatuur.

Dynamische verlichting

Daarnaast kan gerichte/afgeschermd verlichting worden gedimd naar 20% van zijn initiële waarde op het moment dat er geen gebruikers aanwezig zijn. Zodra er gebruikers worden gedetecteerd wordt de verlichting binnen 0,5sec geregeld naar 100%. Afhankelijk van gebruik van het te verlichten gebied wordt de verlichting bij afwezigheid van gebruikers, na een bepaalde tijd geregeld naar 20%.

Lichtkleur

Roodkleurig licht wordt niet toegepast. De kleurtemperatuur van gericht/afgeschermd wit licht in aandachtsgebieden dient zo warm mogelijk te zijn met een maximum van 3000K (geen UV).

5

Literatuurlijst

1. Bennie, J., et al., Ecological effects of artificial light at night on wild plants. *Journal of Ecology*, 2016.
2. Bennie, J., et al., Cascading effects of artificial light at night: resource-mediated control of herbivores in a grassland ecosystem. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 2015. 370(1667): p. 20140131.
3. Hölker, F., et al., Light pollution as a biodiversity threat. *Trends in Ecology and Evolution*, 2010. 25(12): p. 681-682.
4. Eisenbeis, G., Artificial night lighting and insects: Attraction of insects to streetlamps in a rural setting in Germany, in *Ecological consequences of artificial night lighting*. 2006, Island press: Washington DC.
5. van Geffen, K.G., et al., Artificial night lighting disrupts sex pheromone in a noctuid moth. *Ecological Entomology*, 2015.
6. van Geffen, K.G., et al., Artificial light at night inhibits mating in a Geometrid moth. *Insect Conservation and Diversity*, 2015.
7. van Geffen, K.G., et al., Artificial light at night causes diapause inhibition and sex-specific life history changes in a moth. *Ecology and Evolution*, 2014. 4(11): p. 2082-2089.
8. Davies, T.W., J. Bennie, and K.J. Gaston, Street lighting changes the composition of invertebrate communities. *Biology Letters*, 2012. 8(5): p. 764-767.
9. Rich, C. and T. Longcore, *Ecological consequences of artificial night lighting*. 2005: Island Press.
10. Gehring, J., P. Kerlinger, and A.M. Manville, Communication towers, lights, and birds: successful methods of reducing the frequency of avian collisions. *Ecological applications : a publication of the Ecological Society of America*, 2009. 19: p. 505-14.
11. Longcore, T., C. Rich, and S.a. Gauthreaux, Height, Guy Wires, and Steady-Burning Lights Increase Hazard of Communication Towers To Nocturnal Migrants: a Review and Meta-Analysis. *The Auk*, 2008. 125: p. 485-492.
12. Marquenie, J. and F. van der Laar, Protecting migrating birds from offshore production. *Shell EP Newsletter*, 2004: p. 1-8.
13. de Jong, M., et al., Dose-dependent responses of avian daily rhythms to artificial light at night. *Physiology & behavior*, 2016. 155: p. 172-179.
14. Ouyang, J.Q., et al., Stressful colours: corticosterone concentrations in a free-living songbird vary with the spectral composition of experimental illumination. *Biology letters*, 2015. 11(8): p. 20150517.

15. de Jong, M., et al., Effects of nocturnal illumination on life-history decisions and fitness in two wild songbird species. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 2015. 370(1667): p. 20140128.
16. Kronwitter, F., Population structure, habitat use and activity pattern of the noctule bat, *Nyctalus noctula* Schreb., 1774 (Chiroptera: Vespertilionidae) revealed by radio-tracking. *Myotis*, 1988. 26: 23-85.
17. Kempenaers, B., et al., Artificial night lighting affects dawn song, extra-pair siring success, and lay date in songbirds. *Current Biology*, 2010. 20(19): p. 1735-1739.
18. Rowse, E., et al., Dark matters: the effects of artificial lighting on bats, in *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*. 2016, Springer. p. 187-213.
19. Lacoëuilhe, A., et al., The Influence of Low Intensities of Light Pollution on Bat Communities in a Semi-Natural Context. *PloS one*, 2014. 9(10): p. e103042.
20. Mathews, F., et al., Barriers and benefits: implications of artificial night-lighting for the distribution of common bats in Britain and Ireland. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 2015. 370(1667): p. 20140124.
21. Hale, J.D., et al., The ecological impact of city lighting scenarios: Exploring gap crossing thresholds for urban bats. *Global change biology*, 2015.
22. Stone, E.L., G. Jones, and S. Harris, Street lighting disturbs commuting bats. *Current biology*, 2009. 19(13): p. 1123-1127.
23. Mostert, K., *Vleermuizen in Den Haag en omgeving 2009-2011*. 2012, Stichting Zoogdierenwerkgroep Zuid-Holland.
24. Fain, G.L., Sensitivity of toad rods: Dependence on wave-length and background illumination. *The Journal of Physiology*, 1976. 261: p. 71.
25. Azam, C., et al., Is part-night lighting an effective measure to limit the impacts of artificial lighting on bats? *Global change biology*, 2015. 21(12): p. 4333-4341.
26. van Grunsven, R.H.A., et al., Spectral composition of light sources and insect phototaxis, with an evaluation of existing spectral response models. *Journal of Insect Conservation*, 2014. 18(2): p. 225-231.
27. Brainard, G.C., et al., Action spectrum for melatonin regulation in humans: evidence for a novel circadian photoreceptor. *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience*, 2001. 21: p. 6405-12.
28. Poot, H., et al., Green light for nocturnally migrating birds. *Ecology and Society*, 2008. 13(2).
29. van Langevelde, F., et al., Effect of spectral composition of artificial light on the attraction of moths. *Biological Conservation*, 2011. 144(9): p. 2274-2281.
30. Longcore, T., et al., Tuning the white light spectrum of light emitting diode lamps to reduce attraction of nocturnal arthropods. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 2015. 370(1667).

31. Spoelstra, K., et al., Experimental illumination of natural habitat—an experimental set-up to assess the direct and indirect ecological consequences of artificial light of different spectral composition. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 2015. 370(1667): p. 20140129.
32. Koelman, R. Een vleermuisvriendelijke kleur voor verlichting. 2011; Available from: <http://www.zoogdiervereniging.nl/een-vleermuisvriendelijke-kleur-voor-verlichting>.
33. Steinbach, R., et al., The effect of reduced street lighting on road casualties and crime in England and Wales: controlled interrupted time series analysis. *Journal of epidemiology and community health*, 2015. 69(11): p. 1118-1124.
34. Green, J., et al., Reduced street lighting at night and health: a rapid appraisal of public views in England and Wales. *Health & place*, 2015. 34: p. 171-180.
35. Mostert, K., et al., Onderzoek naar vleermuizen in het centrum van Den Haag (bruggen en verlichting). 2017, Stichting Zoogdierenwerkgroep Zuid-Holland
36. Mostert, K., Onderzoek vliegroutes vleermuizen tussen de Voordes en Zuiderpark 2016. 2016, Stichting Zoogdierenwerkgroep Zuid-Holland

Literatuur paragraaf 2.5.6 (beperkte lijst)

- Bekker, J.P. & K. Mostert, 2005. Vleermuizen in Zeeland, een balans anno 2005: 77-122. *Archief 2005, Mededelingen van het Koninklijk Zeeuwsch Genootschap der Wetenschappen*.
- Bekker, J.P. & K. Mostert, 1991. Predation of bats in the Netherlands; facts and assumptions. - *Myotis*, 29: 91-96.
- Broekhuizen, S.B., Hoekstra, V. Van Laar, C. Smeenk & J.B.M. Thissen, 1992. Atlas van de Nederlandse zoogdieren. Stichting Uitgeverij van de Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging - III.
- Broekhuizen, S., K. Spoelstra, J.B.M. Thissen, K.J. Canters, J.C.Buys, 2016. Atlas van de Nederlandse zoogdieren. Zoogdiervereniging, Naturalis Biodiversiteit Center en EIS
- Dietz, C.A. Kiefer. Bats of Britain and Europe. Bloomsbury. London.
- Glas, G.H. & S. Braaksma. Aantalsontwikkelingen in zomerverblijven van vleermuizen in kerken. – *Lutra*, 22: 84-95.
- Limpens, H., K. Mostert & W. Bongers, 1997. Atlas van de Nederlandse vleermuizen: 1-260. Onderzoek naar verspreiding en ecologie. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Limpens, H.J.G.A., W. Helmer, A. van Winden & K. Mostert, 1989. Vleermuizen (Chiroptera) en lintvormige landschapselementen. - *Lutra*, 32: 1-20.

Mostert, K. & A. van Winden, 1989. Vleermuizen in Noordwest-Overijssel: 1-74. Rapport Consulentenschap Natuur, Milieu en Faunabeheer in de provincie Overijssel, Zwolle. kaartbijlagen A t/m H.

Mostert, K., 1990. Kraamkolonies van water- en grootoorvleermuis in bunkers. - Zoogdier (1) 90/3: 22-25.

Mostert, K., R. van der Kuil & J. Wondergem, 1996. Vleermuizen op kerkzolders in Zuid-Holland. - Zoogdier, 7: 12-19.

Mostert, K., 1993. Vleermuizen-inventarisatie van de landgoederen tussen Den Haag en Wassenaar 1990: 1-56, figuren 1-13. Consulentenschap Natuur-, Bos, Landschap en Fauna, provincie Zuid-Holland / Stichting Vleermuis Onderzoek, Wageningen.

2016. Age of enlightenment: long-term effects of flood-lights on brown long-eared bats (*Plecotus auritus*) in churches.

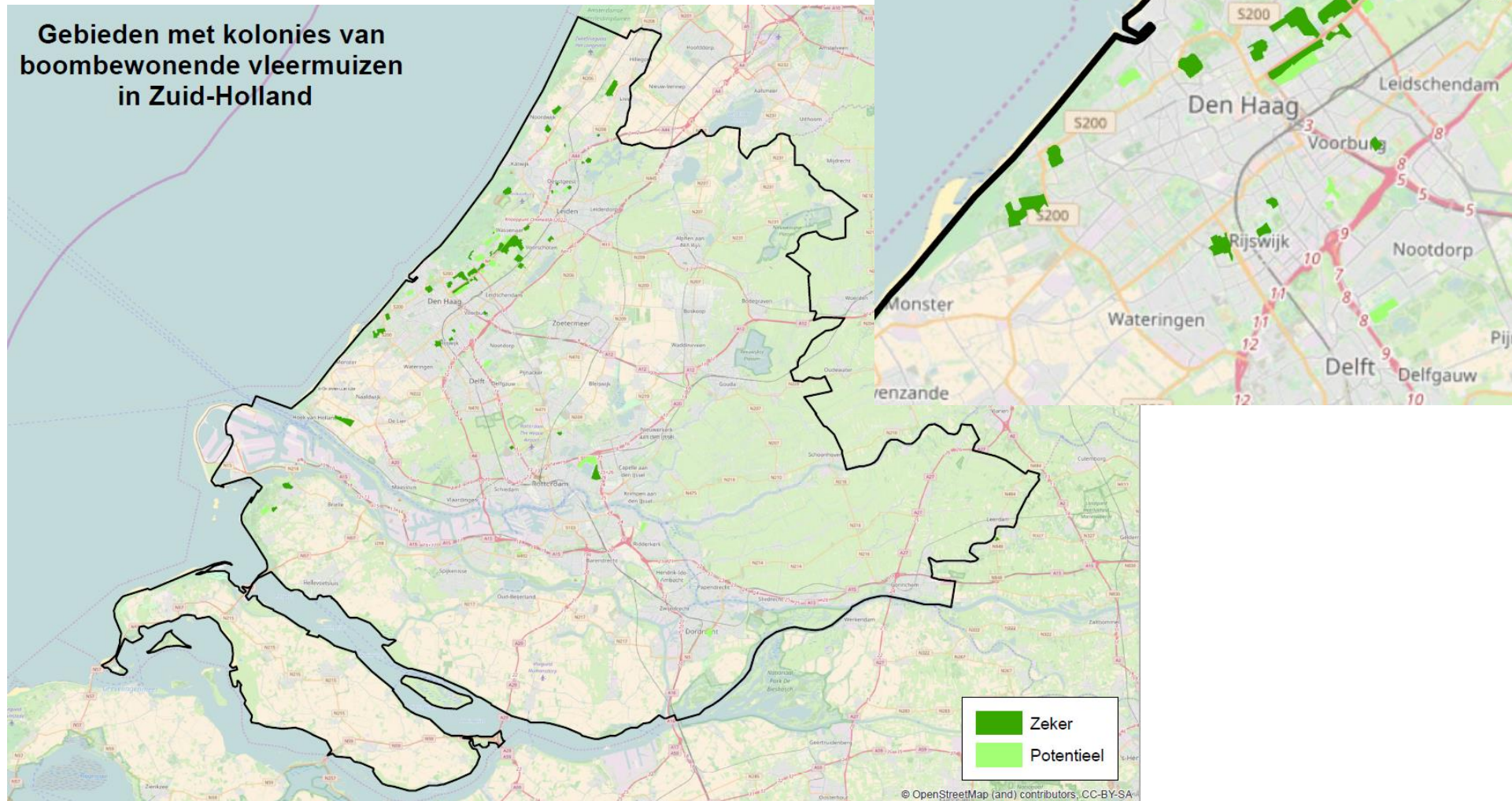
Spoelstra, K., Visser M.E. (2014) The impact of artificial light on avian ecology. In: Gil D, Brumm H (eds) *Avian Urban Ecology*, First. Oxford University Press, pp 21–28

Swaddle, J.P., Francis C.D., Barber J.R., Cooper C.B., Kyba CCM, Dominoni D.M., Shannon G., Aschehoug E, Goodwin S.E., Kawahara A.Y., Luther D., Spoelstra K., Voss M, Longcore T. (2015) A framework to assess evolutionary responses to anthropogenic light and sound. *Trends Ecol Evol* 30:550–560. doi: 10.1016/j.tree.2015.06.009

Van Geffen, K.G., Groot A.T., van Grunsven R.H.A., Donners M., Berendse F., Veenendaal E.M. (2015a) Artificial night lighting disrupts sex pheromone in a noctuid moth. *Ecol Entomol* 40:401–408. doi: 10.1111/een.12202

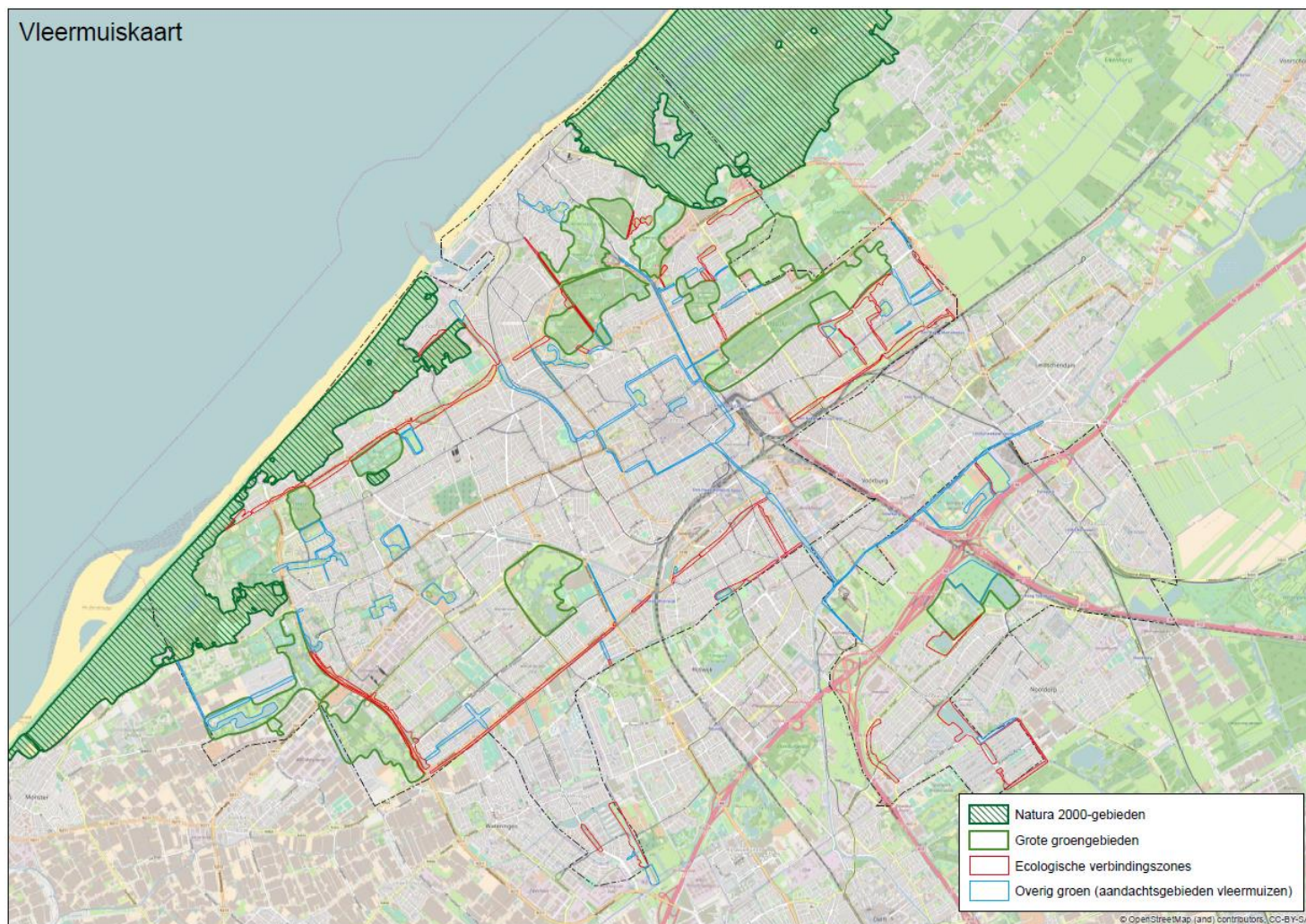
Van Grunsven, R.H.A., Donners M., Boekee K., Tichelaar I., van Geffen K.G., Groenendijk D., Berendse F., Veenendaal E.M. (2014a) Spectral composition of light sources and insect phototaxis, with an evaluation of existing spectral response models. *J Insect Conserv* 18:225–231. doi: 10.1007/s10841-014-9633-9

Bijlage 1: Vleermuisbossen Zuid-Holland



Vleermuisbossen Zuid-Holland en uitsnede Den Haag

Bijlage 2: Vleermuiskaart Den Haag



Uitleg

Alle gebieden die van groot belang zijn als leefgebied van vleermuizen in Den Haag zijn vastgelegd op deze kaart (niet statisch; stand van zaken 2017). Het geheel aan vleermuisgebieden is van essentieel belang voor het voortbestaan van de populatie vleermuizen in Den Haag en kunnen hiermee worden beschouwd als beschermd vanuit de Wet Natuurbescherming. Vliegroutes, voor zover bekend, staan nog niet op deze kaart, maar zullen eind 2017 worden toegevoegd (digitaal). De leefgebieden komen grotendeels overeen met de vastgelegde groenstructuren in de stad en zijn vanuit dat uitgangspunt ook weergegeven op deze kaart: Natura 2000-gebieden (groen gearceerd), de groengebieden (groen) en ecologische verbindingzones (rood). Aanvullende leefgebieden zijn opgenomen als 'overig groen' (aandachtsgebieden vleermuizen). Deze zijn weergegeven in blauw.