

Nieuwe Aanbeveling Actieve Markering

Paul Rutte
(*Provincie Noord-Holland*)

Erik Jongenotter
(*Witteveen+Bos*)

Nico de Kruijter
(*De Kruijter Openbare Verlichting*)

Samenvatting

Recent is de nieuwe Aanbeveling Actieve Markering verschenen als publicatie van de Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde (NSVV). De nieuwe Aanbeveling is geschreven in opdracht van het Interprovinciaal Overleg (IPO).

Actieve Markering is een relatief nieuwe techniek die het mogelijk maakt om het verloop van de weg buiten duisternis ook buiten het bereik van de koplampen zichtbaar te maken, zonder openbare verlichting. De nieuwste technische ontwikkelingen en ervaringen zijn verwerkt in de nieuwe Aanbeveling. Actieve Markering is een techniek die bijdraagt aan het beleid van diverse overheden om te streven naar beperking van energiegebruik en lichthinder. Waar uit verkeersveiligheidsoverwegingen nu vaak nog wordt gekozen voor conventionele openbare verlichting om het verloop van de weg zichtbaar te maken, biedt actieve markering een duurzaam alternatief.

Trefwoorden

Actieve Markering, Duurzame wegverlichting

1. Nieuwe aanbeveling actieve markering

1.1. Aanleiding en doel van de nieuwe Aanbeveling Actieve Markering

Door verdere technische ontwikkelingen en meer praktijkervaringen was er aanleiding om de oude aanbeveling uit 2004 te vervangen door een nieuwe. De aanbeveling uit 2004 was met name gebaseerd op de ervaringen uit de praktijkproeven van de provincie Noord-Holland.

Het initiatief voor de herziening is genomen door het Inter Provinciaal Overleg (IPO). Gezamenlijke provincies hebben in samenwerking met Rijkswaterstaat, de nieuwe aanbeveling gefinancierd. De uitgave van de nieuwe aanbeveling is ondergebracht bij de Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde (NSVV) die ook de uitgever was van de oude aanbeveling.

Het doel van de herziening is enerzijds het actualiseren van de aanbeveling op basis van de recente stand van de techniek en de praktijkervaringen van de laatste jaren. Anderzijds moet de aanbeveling bijdragen aan een verdere standaardisering van actieve markering. Standaardisatie maakt het economisch beter haalbaar om nieuwe producten te ontwikkelen en geeft de weggebruiker een vertrouwd beeld. Beide aspecten dragen bij aan een succesvolle uitbreiding van het areaal actieve markering.

1.2. Achtergrond van actieve markering

De toename van het aantal wegen, de verkeersintensiteit en het gevoel van onveiligheid zorgt voor een steeds verdere uitbreiding van de openbare verlichting¹. De voordelen van verlichting zijn duidelijk: voor de mensen wordt de verkeersveiligheid en de sociale veiligheid vergroot. Toch zijn er ook een aantal nadelen. Meer verlichting betekent een hoger energieverbruik en dus een toename van de CO₂-uitstoot. Ook neemt de lichthinder toe. Lichthinder is de verstoring van het dagnachtritme van mens en dier door het gebruik van licht. Er zijn steeds minder donkere gebieden in Nederland en de sterrenhemel is door het strooilicht grotendeels niet meer zichtbaar.

Een van de functies waarvoor verlichting wordt ingezet is de geleiding van verkeer, het zichtbaar maken van het verloop van de weg bij duisternis. Deze functie wordt in eerste instantie vervuld door de reflecterende markering op de weg, echter op sommige plaatsen kan de markering niet op een voldoende verkeersveilige wijze in de geleiding voorzien. Op dergelijke wegvakken, waar extra maatregelen noodzakelijk zijn voor de geleiding van verkeer, is actieve markering een goede oplossing. Actieve markering bestaat uit lichtelementen die de weggebruiker bij duisternis zicht geven op het verloop van de weg buiten het bereik van de koplampen. Het is een aanvulling op de gewone reflecterende, passieve² markering.

Als verlichting op die wegvlakken geen andere functie hoeft te vervullen dan geleiding, kan door het inzetten van actieve markering de bestaande verlichting worden weggelaten of kan het gebruik van verlichting worden voorkomen. Actieve markering heeft een zeer gering energiegebruik en geeft geen lichthinder.

In natuurgebieden wordt het leefritme van flora en fauna verstoord door verlichting. Om deze gebieden te ontzien is een ecologische hoofdstructuur (EHS) vastgesteld, waar geen verlichting mag worden geplaatst die de omgeving teveel hindert. Omdat actieve markering bestaat uit lichtelementen in het wegdek met beperkte lichtopbrengst die gericht zijn op de automobilisten, is het effect voor flora en fauna vrijwel nihil. Dit maakt actieve markering zeer geschikt voor wegbeheerders om in dergelijke gebieden toe te passen.

¹ In dit document wordt verder alleen de term 'verlichting' gehanteerd als verlichting met armaturen op masten wordt bedoeld

² Voor de leesbaarheid wordt in de term passieve markering gebruikt voor gewone, reflecterende markering die voldoet aan de vigerende eisen

2. Waarom actieve markering

2.1. Definitie van 'actieve markering'

Het begrip actieve markering wordt als volgt gedefinieerd:

In het wegdek aangebrachte lichtelementen die voor de weggebruiker bij duisternis het verloop van de weg zichtbaar maken, ook buiten het bereik van de koplampen.

Standaard wordt het tonen van het verloop van de weg vervuld door de (passieve) markering, bestaande uit reflecterende belijning. Soms worden wegdekreflectoren toegevoegd. Bij alleen het gebruik van reflectoren of reflecterende markering is de reflectie en dus het zicht op het verloop van de weg beperkt tot het bereik van de koplampen. Daarnaast hebben de kwaliteit van de reflectoren en de markering, en verschil in voorruit en koplampen invloed op het zicht op het verloop van de weg. Op plaatsen waar dit leidt tot verkeersonveilige situaties kan actieve markering worden ingezet als aanvulling op passieve markering. Actieve markering straalt zelf licht uit waardoor het zichtbaar is buiten het bereik van de koplampen. De toepassing van actieve markering gaat logischerwijze gepaard met de toepassing van passieve markering met de juiste reflecterende eigenschappen, conform NEN-EN 1436-1.

Afbeelding 2.1 Actieve Markering (bron: Provincie Noord-Holland)



Het is belangrijk onderscheid te maken tussen actieve markering en andere gebruiksvormen van lichtelementen op of nabij het wegdek. Voorbeelden hiervan zijn dynamische rijstrookmarkering en attentieverlichting, bijvoorbeeld bij voetgangersoversteekplaatsen. Deze systemen zijn niet vergelijkbaar met actieve markering, al worden gelijksoortige verlichtingstechnieken gebruikt. Actieve markering is een aanvulling op passieve markering en werkt alleen bij duister; de hoeveelheid licht is beperkt. Voor de weggebruiker is het beeld altijd statisch, er worden geen knipperende lichten gebruikt.

Ook met lichtelementen in reflectorpalen of in de geleiderail wordt de weggebruiker geattendeerd op het verloop van de weg. Met deze toepassing is het complexer om te komen tot een eenduidig weg- en verkeersbeeld. Bovendien is er nog geen onderzoek naar deze techniek gedaan. Om deze redenen wordt deze techniek niet verder uitgewerkt maar alleen kort toegelicht, zie hiervoor paragraaf 2.6 verwante systemen.

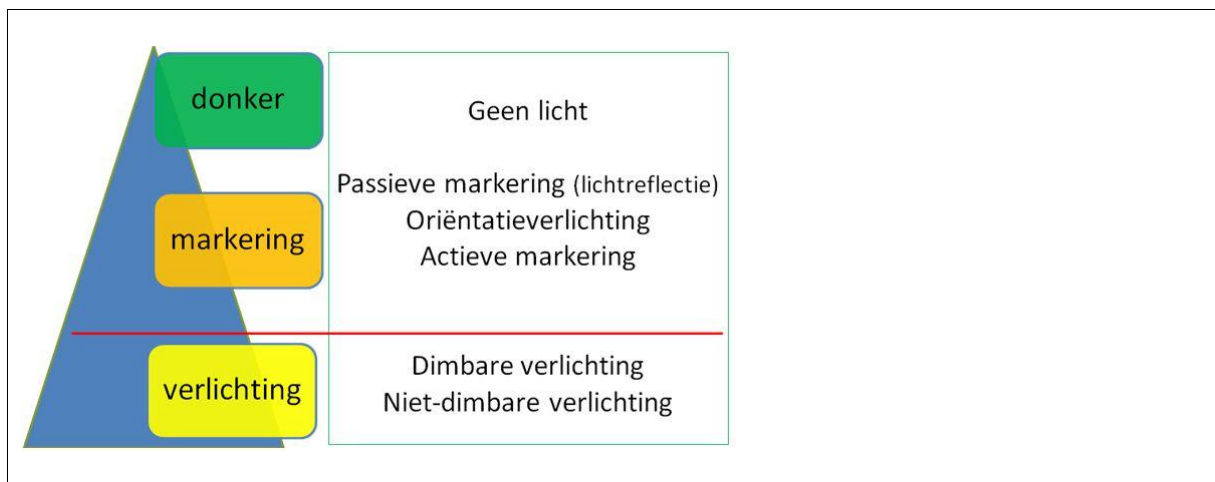
2.2. Wanneer wordt actieve markering toegepast

Actieve markering wordt toegepast in situaties waar er behoefte is om de weggebruiker te ondersteunen in het bepalen van zijn dwarspositie op de rijbaan. Door de lichtelementen met een bepaalde tussenafstand in het vlak van de weg aan te brengen, kunnen bestuurders goed zien hoe de weg verloopt. Hiermee kunnen ze in snelheid en positie anticiperen op de verkeerssituatie waar ze zich over een tiental seconden in zullen bevinden.

Actieve markering is niet de enige mogelijke oplossing voor de geleiding van het verkeer. Het heeft een plaats binnen een aantal mogelijke toepassingen waaruit per individueel geval een keuze gemaakt moet worden. Voor de geleiding van de weggebruiker kan ook verlichting ingezet worden. Geleiding is immers een van de functies van verlichting. Het gebruik van actieve markering is een maatregel die de keuze voor verlichting kan uitstellen of voorkomen: openbare verlichting wordt met het toepassen van actieve markering overbodig wanneer de verlichting als enige functie heeft om het verkeer te geleiden.

In de Richtlijn voor Openbare Verlichting ROVL-2011 is het schema in afbeelding 2.1 gegeven voor de keuze van wel of niet verlichten. De basisgedachte is 'niet verlichten, tenzij...'. Voordat verlichting wordt ingezet, wordt eerst beschouwd of volstaan kan worden met aanpassingen aan het wegontwerp, met behulp van passieve markering.

Afbeelding 2.2. Schema voor keuze geleiding (bron ROVL-2011)



Verlichting kan naast geleiding ook de volgende functies vervullen:

- het herkennen van losse objecten op de rijbaan;
- het herkennen van voertuigen en personen;
- het bevorderen van de sociale veiligheid.

Actieve markering is door de geringe lichtopbrengst en de positie in het wegdek niet geschikt voor deze functies.

Indien één van deze aspecten van toepassing is, kan niet worden volstaan met actieve markering. Het al dan niet van toepassing zijn van deze aspecten kan worden beoordeeld op basis van de Richtlijn voor Openbare Verlichting ROVL-2011. De keuze om te verlichten kan ook voortkomen uit de aanwezige hoeveelheid verkeer of de mate van interactie tussen voertuigen (zoals bijvoorbeeld op een weefvak of een kruising).

Uit het keuzeschema volgt dat als eventuele aanpassingen aan het wegontwerp niet mogelijk zijn of niet volstaan, en als geen van de overige functies van verlichting nodig is, er actieve markering kan worden ingezet. Voorbeelden zijn bochten in provinciale wegen in verder duistere omgeving en het accentueren van middenbermen bij oversteekplaatsen. In de volgende paragraaf staat benoemd waar actieve markering wordt toegepast.

Naast het toepassen van actieve markering als zelfstandig systeem zijn er diverse tussenvormen mogelijk, waarbij verlichting met actieve markering gecombineerd wordt. Het is bijvoorbeeld mogelijk dat de hiervoor genoemde functies van verlichting alleen tijdens een deel van de nacht van toepassing zijn. In dat geval zal voor het resterende deel van de nacht de verlichting gedimd kunnen worden of helemaal uitgeschakeld. Als gedurende die periode een extra geleiding gewenst is, wordt bij het uitschakelen van de verlichting gelijktijdig de actieve markering aangezet. De combinatie is in dat geval in tijd: de systemen wisselen elkaar af.

Actieve markering wordt meestal niet gecombineerd met gedimde mastverlichting omdat gedimde mastverlichting, zelfs bij dimmen tot 10% van de lichtsterkte, er voor zorgt dat de geleidende functie van passieve markering behouden kan blijven. Per situatie wordt beschouwd of gedimde verlichting in voldoende mate in geleiding voorziet.

Uit oogpunt van duurzaamheid en wellicht ook van kosten verdient het sterke aanbeveling om afwegingen voor het toepassen van actieve markering niet alleen voor nieuwe systemen te maken, maar ook bij vervanging of renovatie van bestaande systemen, of bij structurele veranderingen in het verkeersbeeld op een weg.

2.3. *Waar wordt actieve markering toegepast*

Typen wegen

Actieve markering is toepasbaar op alle typen wegen en fietspaden.

Buiten de bebouwde kom

Het belangrijkste toepassingsgebied wordt gevormd door wegen buiten de bebouwde kom. Juist daar kan veelal worden volstaan met alleen het tonen van het verloop van de weg en is er de wens om de duisternis te koesteren. De wegen kennen een grote verscheidenheid in verkeersintensiteiten, vormgeving en inrichting. Dit betekent dat de toepassing van actieve markering altijd, per locatie, op maat gemaakt moet worden.

Ook op autosnelwegen kan actieve markering worden toegepast, bijvoorbeeld op plaatsen waar de verkeersintensiteit (net) onder de grens is waar voor verlichting wordt gekozen of in natuurgebieden waar verlichting ongewenst is. Toepassing op de hoofdrijbaan is vanwege de gehanteerde boogstralen niet waarschijnlijk. Delen van rijkswegen waar actieve markering wel zal worden toegepast zijn toe- en afritten en verbindingswegen.

Binnen de bebouwde kom

Binnen de bebouwde kom wordt meestal gekozen worden voor verlichting, omdat de weggebruikers vanwege de niet-homogene samenstelling van het verkeer (zowel in massa als in snelheid) goed herkenbaar moeten zijn. Toch zijn er soms ook binnen de bebouwde kom locaties aan te wijzen waar actieve markering kan worden toegepast. Voorbeelden zijn wegen die alleen voor autoverkeer toegankelijk zijn, rondwegen of sommige wegen door parken. Op wegen met een maximum snelheid van 30 km/h is de snelheid zo laag dat de reikwijdte van de koplampen voldoende tijd biedt om tijdig te kunnen anticiperen op de komende verkeerssituatie. Actieve markering zal bij deze snelheid dus niet worden toegepast.

Fietspaden

Fietspaden buiten de bebouwde kom zijn vaak niet verlicht, om geen valse verwachtingen te wekken op het gebied van sociale veiligheid en om in het buitengebied zo veel mogelijk de duisternis te handhaven. De koplampen van een fiets werken vaak niet of hebben onvoldoende lichtopbrengst om de fietser zicht te geven op het verloop van het fietspad (het belang van gezien worden staat immers boven zelf iets zien). Ook bromfietsen die buiten de bebouwde kom op het fietspad rijden, hebben vaak met onvoldoende zicht vooruit maar rijden vaak wel met een veel hogere snelheid dan fietsers. Bij boegen en asverspringingen kan dit leiden tot ongelukken. Onduidelijke situaties op fietspaden kunnen op afstand zichtbaar worden gemaakt met behulp van actieve markering.

Soorten locaties

Actieve markering wordt vast of tijdelijk toegepast:

- bij veranderingen in het wegprofiel die niet op een andere wijze al voldoende zichtbaar zijn. Dit kan zijn omdat er op basis van de richtlijnen geen reden is om verlichting toe te passen of omdat er vanwege de natuur in de omgeving geen verlichting is toegestaan;
- bij overgangen van licht naar donker en van donker naar licht;
- in tunnels.

Afbeelding 2.3 Actieve markering bij een verandering in het wegprofiel (bron: De Kruijter Openbare Verlichting)



Bestaand systeem voor actieve markering. Lichtopbrengst is erg hoog (te hoog) en de lengte waarover inleidende lichtpunten zijn geplaatst, is aan de korte kant.

Veranderingen in het wegprofiel

Veranderingen in het wegprofiel zijn:

- bochten;
- het begin van een middengeleider of -berm (onder andere bij kruisingen, rotondes en oversteekplaatsen);
- overige kleine verstoringen in het wegprofiel (wegversmallingen en asverspringingen);

Het begin van een middengeleider of middenberm is veelal nabij een oversteekplaats of kruising. Indien een kruispunt is geregeld met verkeerslichten dan is deze altijd verlicht. Ongeregelde kruisingen (gelijkwaardige kruisingen, voorrangskruisingen en rotondes) zijn niet altijd verlicht. Het verloop van de weg rondom een kruispunt kan worden getoond met actieve markering, bijvoorbeeld als het kruispunt in een boog ligt, maar het conflictpunt zelf zal op een andere wijze aangeduid moeten worden (verkeersborden, wegwijzers en eventueel verlichting). Voor het aanduiden van een conflictpunt is actieve markering niet geschikt omdat het gaat om een 'punt' en niet om een lijn met een bepaald verloop, en omdat er met actieve markering geen andere boodschap dan het tonen van het verloop van de weg gegeven kan worden.

Op rotondes is actieve markering toepasbaar omdat het ontwerp, het verloop, van de weg er op gericht is om alle naderende voertuigen vrijwel geheel tot stilstand te brengen. Dit verloop van de weg kan met actieve markering goed zichtbaar gemaakt worden. Vervolgens is op de rotonde vanuit het vrijwel stilstaande voertuig de voorrangssituatie goed zichtbaar.

Overgangen licht - donker

Bij de overgang van een verlicht naar een onverlicht wegvak moet het oog van de weggebruiker zich aanpassen aan de nieuwe situatie. In tegenovergestelde richting is door het contrast vaak niet zichtbaar hoe het verloop is van de weg vlak voor de verlichting begint. Hieruit voortvloeiend wordt in de huidige praktijk verlichting vaak uitgebreider toegepast ('doorverlichten') om kort opeenvolgende contrasten licht-donker te voorkomen, bijvoorbeeld voor een kort wegvak (<300 m) tussen twee verlichte kruispunten. Actieve markering voorkomt desoriëntatie bij een overgang van licht naar donker (of vice versa). In de praktijk kan dit betekenen dat verlichting meer dan nu kan worden beperkt tot het gebied rondom het punt waarom het gaat, bijvoorbeeld het conflictvlak van een kruispunt. Het doorverlichten tussen twee conflictvlakken is bij de toepassing van actieve markering niet meer nodig.

Tunnels

In de Tunnelwet is vastgelegd dat er in bepaalde gevallen actieve markering moet worden toegepast. Voor achtergronden en context wordt verwezen naar de 'NSVV-publicatie Aanbeveling Tunnelverlichting'.

2.4. Gebruikte technieken

Als lichtbron worden in principe leds gebruikt (Licht Emitting Diodes). Het is niet voorgeschreven om gebruik te maken van leds, maar vanwege de eisen die gesteld worden aan de levensduur van de markeringsunits en daarin opgenomen lichtelement komen bij het schrijven van deze aanbeveling alleen leds in aanmerking om te worden gebruikt voor actieve markering.

De markeringsunits zijn op basis van de energievoorziening te onderscheiden in twee uitvoeringsvormen; een type met een centrale energievoorziening en een type een decentrale energievoorziening. Een unit met centrale energievoorziening wordt in deze aanbeveling een bedrade markeringsunit genoemd, de unit met decentrale energievoorziening werkt op zonne-energie en wordt daarom een markeringsunit op zonne-energie genoemd. In het vakgebied wordt wel gesproken van 'hard wired road studs' en 'solar road studs'.

Units met decentrale energievoorziening

De markeringsunit op zonne-energie voorziet in zijn eigen energiebehoefte middels een ingebouwd zonnepaneel en een oplaadbare batterij. Overdag laadt de unit op en 's avonds brandt hij op eigen kracht. Het voordeel van dit systeem is dat er geen aansluitsnoer aanzit, waar vocht door naar binnen zou kunnen treden. Het ontbreken van bekabeling maakt het eenvoudiger in aanleg, en daarmee meestal ook goedkoper. Een nadeel kan zijn dat er onvoldoende daglicht aanwezig is om de batterij op te laden. Dat beperkt de toepasbaarheid op wegen met weinig lichtinval. Buiten bewoond gebied is dat met name in beboste gebieden.

Een specifiek aandachtspunt voor het gebruik van markeringsunits op zonne-energie is het inschakelen. Units schakelen individueel aan. Indien na het intreden van het duister niet alle units ongeveer gelijktijdig zijn ingeschakeld, kan een misleidend beeld ontstaan.

Units met centrale energievoorziening

De centrale markeringsunits worden van buitenaf gevoed. Dit kan met een voedingskabel die op de unit is aangesloten of met een inductiekabel waarbij door het opwekken van een elektromagnetisch veld in de inductiekabel de unit wordt opgeladen.

Voordelen van bedrade markeringsunits zijn dat:

- ze op elk gewenst moment kunnen worden ingeschakeld;
- ze toepasbaar zijn in donkere omgevingen met weinig daglichttoetreding, bijvoorbeeld in een bosgebied;
- de lichtopbrengst kan worden gevarieerd;
- de levensduur van bedrade units doorgaans langer is dan die van units op zonne-energie. Buiten de directe aansturing van de led zijn er geen andere onderdelen in bedrade units. Bij markeringsunits op zonne-energie zijn er diverse andere onderdelen zoals lichtsensor, batterij en zonnecellen. Deze onderdelen hebben veelal een kortere levensduur (met name de batterijen) dan de leds en het aantal onderdelen vergroot de kans op storing.

Nadelen van bedrade markeringsunits zijn dat:

- de aansluiting van de kabels op de units kwetsbaar is voor toetreding van vocht, bijvoorbeeld als gevolg van deformatie van asfalt;
- bij montage van bedrade actieve markering wordt naast de markeringsunits ook de bekabeling in het wegdek geboord en gefreesd, dit kan de kwaliteit en levensduur van het asfalt verminderen;
- de sleuven in zoab mogelijk de afwatering kunnen beïnvloeden. Bij sleuven parallel aan de as van de weg kan er water op de weg blijven staan;
- bij asfaltwerkzaamheden de bekabeling in het wegdek verloren gaat.

Indien actieve markering beschouwd wordt ten opzichte van verlichting geldt bij twee gescheiden rijbanen dat de aanlegkosten van een systeem van actieve markering gevoed via kabels soms hoger zijn dan de kosten van mastverlichting, met name vanwege de extra graafwerkzaamheden. De actieve markering moet in beide rijbanen worden aangebracht, de verlichting kan in de middenberm worden geplaatst;

2.5. Sterke en zwakke punten van actieve markering

Sterke punten

Actieve markering wordt toegepast om de verkeersveiligheid te verhogen, door de geleiding te verbeteren als alleen passieve markering niet voldoende is. De positieve effecten van actieve markering op het verkeer zijn:

- een gelijkmatiger rijgedrag (vlak voor de bochten wordt minder geremd);
- de vermindering van de misleiding door omgevingsverlichting;
- een sneller herstel van de oriëntatie op de weg na verblinding door een tegenligger of bij de overgang van verlichte naar onverlichte wegvakken;
- de vermindering van de verblinding van tegenliggers door minder gebruik van grootlicht (in mindere mate ook de vermindering van verblinding door achteropkomend verkeer via de binnen- en buitenspiegels);
- het waarborgen van een vergelijkbaar niveau van risicoperceptie bij duisternis en bij daglicht, waardoor rijgedrag voor beide situaties meer aan elkaar gelijk wordt;
- door de betere geleiding wordt het comfort voor de weggebruiker verhoogd.

Actieve markering heeft daarnaast de volgende positieve effecten:

- het ontbreken van verlichtingsmasten langs de weg, waarmee bij het van de weg raken de kans om met een mast te botsen sterk wordt verkleind;
- door het lage energiebehoefte kan actieve markering worden toegepast in gebieden zonder elektrische voorzieningen van energiebedrijven, bijvoorbeeld met voeding door middel van zonnepanelen;
- door de geringe hoeveelheid licht van actieve markering is er geen adaptietijd voor de weggebruiker bij de overgang van wel naar geen actieve markering (of vice versa), dit betekent dat doorverlichten op tussenliggende wegvakken vaker achterwege kan blijven;
- aan het einde van de levensduur blijven minder restmaterialen over dan bij mastverlichting; wanneer bedrade markeringsunits worden gevoed door zonnepanelen (in combinatie met accu's) is dit voordeel minder groot;
- er is nauwelijks tot geen lichthinder aanwezig, bij lichtsterktes zoals aanbevolen in dit document;
- als gevolg van het lage energieverbruik is de CO₂-uitstoot (bij opwekking met fossiele brandstoffen) gering;
- lagere operationele kosten door lager energieverbruik.

Zwakke punten

Minder gunstig is dat:

- bij plaatsing van actieve markering in de asstreep of in de kantstreep, de aanleg van of het onderhoud aan de actieve markering de doorstroming zal verstoren. Dit in tegenstelling tot de aanleg of onderhoud van verlichting, waarbij veelal één rijstrook open kan blijven voor het verkeer;
- in het wegdek gemonteerde onderdelen extra complexiteit geven bij asfaltwerkzaamheden;
- bij het verwijderen van de actieve markering of bij asfaltwerkzaamheden mogelijk vervuiling van het asfalt kan optreden door achterblijvende onderdelen.

Kansen

De gebruikte technieken in een markeringsunit op zonne-energie zijn volop in ontwikkeling. Bij het schrijven van deze aanbeveling zijn de ervaringen met units op zonne-energie wisselend. Aandachtspunt zijn vooral locaties met weinig vrije lichttoetreding waardoor het lastig wordt om overdag voldoende energie te winnen, en de levensduur van de batterij. Niettemin zijn de voordelen dermate groot dat het verstandig is om ten aanzien van deze systemen de laatste stand van zaken in ogenschouw te nemen. Het is belangrijk daarbij te vragen naar referenties en praktijkervaringen voor locaties die vergelijkbaar zijn met de beoogde locatie (daglichttoetreding, achtergrondverlichting et cetera).

Bedreigingen

Het functioneren van actieve markering kan worden bedreigd door slecht onderhoud aan de lichtelementen zelf en door vervuiling van de weg, waarbij de lichtelementen worden afgedekt. Storingen aan de lichtelementen kunnen alleen bij bedrade systemen en slechts deels automatisch worden gedetecteerd, visuele controle is dus belangrijk.

Regen kan de lichtelementen schoon spoelen. Auto's die met hun banden over de lichtelementen rijden, rijden ze schoon. Toch kan aan de rand van de weg vuil blijven liggen. De wegbeheerder moet er daarom op bedacht zijn dat in procedures voor het controleren van de weg, het reinigen van de weg en het sneeuwvrij maken, rekening wordt gehouden met de actieve markering (in of direct naast de passieve markering). In de praktijk zal dit niet of nauwelijks leiden tot extra kosten voor onderhoud, reinigen of sneeuwvrij maken.

Sneeuw lijkt een bedreiging vanwege de mogelijke afdekking. In de praktijk zal het effect beperkt zijn omdat de sneeuw ook de passieve markering en andere wegkenmerken zal bedekken. Daarmee ontstaat een situatie waarbij de weggebruiker zijn rijgedrag zal moeten aanpassen aan het actuele weg- en weersbeeld.

2.6. **Verwante systemen**

Dynamische rijstrookmarkering (DRM)

DRM is een instrument voor verkeersmanagement. Bij het veranderen van de rijstrookindeling ziet de weggebruiker de markering veranderen. Dynamische rijstrookmarkering vervangt daarvoor de passieve markering en werkt dag en nacht. DRM dient ook binnen het bereik van de koplampen goed zichtbaar te zijn en het is vereist dat een vergelijkbaar beeld getoond wordt als bij passieve markering. Omdat met DRM een actieve sturing van het verkeer wordt beoogd, moet deze markering voldoen aan eisen ten aanzien van vorm en kleur van wegmarkering. Het moet bijvoorbeeld absoluut duidelijk zijn of er sprake is van een doorgetrokken streep of een ononderbroken streep. Dit betekent dat de technische eisen heel anders zijn dan bij actieve markering, met name ten aanzien van storingsgevoeligheid, lichtopbrengst bij daglicht en zichthoeken.

Attentieverlichting

Attentieverlichting is bedoeld om de naderende weggebruiker te attenderen op een specifieke verkeerssituatie. Het gaat er niet om te tonen wat de situatie is waarin de weggebruiker zich straks zal bevinden maar om voor de weggebruiker zichtbaar te maken dat hij een situatie nadert waarin hij goed moet opletten. Ledlichten in de weg worden in diverse steden gebruikt om automobilisten te attenderen op de aanwezigheid van gedetecteerde voetgangers bij een oversteek. Het laten knipperen van de attentieverlichting vergroot het attentieniveau maar kan afleiden van de specifieke verkeerssituatie en een gevoel geven van desoriëntatie, de autobestuurder kijkt alleen nog naar de knipperende lichtjes.

Actieve geleiding (reflectorpalen)

Reflectorpalen voorzien van rode of witte led-verlichting op het paaltje zouden mogelijk kunnen worden gezien als alternatief voor actieve markering. Ten tijde van het schrijven van deze versie van de Aanbeveling Actieve Markering wordt hiermee geëxperimenteerd. Kenmerkende verschillen voor het gebruik van reflectorpalen ten opzicht van actieve markering zijn:

- minder kwetsbaar voor afdekking;
- gemakkelijker bereikbaar voor aanleg en onderhoud;
- er is geen relatie met de staat van onderhoud van het asfalt.
- de led-lichtelementen op reflectorpalen of in de geleiderail staan hoger dan actieve markering en geven uit oogpunt van perspectief met name aan bestuurders van personenauto's minder goede informatie over het verloop van de bocht;
- door de variatie in toepassing van de (rode) led-lichtelementen, op reflectorpalen of in de geleiderail, varieert zowel de hoogte van de lichtelementen als de afstand tot de kant asfalt per locatie;
- actieve rode led-lichtelementen op reflectorpalen zitten op ongeveer dezelfde hoogte als de ook actieve achterlichten (en remlichten) van (brom)fietsen en veel auto's;
- indien er ook (brom)fietsers van de rijbaan gebruikmaken dan zullen deze sneller over het hoofd worden gezien;
- met name op vrachtauto's worden nog al eens reflectoren en lichtjes (in diverse kleuren) gebruikt op ongeveer dezelfde hoogte;
- lichtelementen op reflectorpalen en in geleiderail worden ook al ingezet als systeem voor attentering waarbij er met lichtpulsen wordt gewerkt, dit beïnvloedt de kwaliteit van de geleiding;

- reflectorpalen zijn kwetsbaarder in de mate waarin ze gericht zijn op de bestuurders van naderende voertuigen. Activiteiten in de berm (hetzij door automobilisten, hetzij door wegbeheerders) kunnen gemakkelijk een reflectorpaal zodanig verplaatsen en/of roteren dat het lichtelement niet meer goed gericht is. Door toepassing van een groter verlicht vlak met een grotere uitvalshoek is dit te ondervangen, maar dan is het de vraag of de herkenbaarheid op grote afstand in het geding is;
- de reflectorpalen zijn gevoelig voor vandalisme, er is ervaring met uittrekken en vernielen van gewone reflectorpalen. De nieuwe generatie bermledpalen zijn massief en voorzien van een grondanker waardoor vandalisme en uittrekken voorkomen wordt.