



### Inleiding

De CVN heeft in 2014 een notitie opgesteld over de werking van wachttijdvoorspellers met als doel uniformering in het gebruik van wachttijdvoorspellers. Diverse ontwikkelingen en ervaringen met wachttijdvoorspellers hebben geleid tot een nieuwe versie van de notitie in 2022.

Een wachttijdvoorspeller bestaat uit een verkeerslantaarn met een bijbehorende wachttijdindicator en een voorspellingsalgoritme in het verkeersregelprogramma. Met wachttijdvoorspellers wordt het langzaam verkeer (fietsers of voetgangers) geïnformeerd dat men is gesignaleerd en wordt een indicatie gegeven van hoe lang er gewacht moet worden. Toepassing van een wachttijdvoorspeller verhoogt het comfort.

Wachttijdindicatoren zijn in twee hoofdgroepen onderverdeeld:

1. Wachttijdindicatoren die de wachttijd aangeven met 31 leds (figuur 1)
2. Wachttijdindicatoren die de wachttijd aangeven met een getal (figuur 2)

De tekst 'WACHT' wordt uitgevoerd in rood. De wachttijdindicatie van leds of getallen wordt uitgevoerd in wit.



**Figuur 1 – Wachttijdindicator met leds**



**Figuur 2 – Wachttijdindicator met getal**



## Wachttijdvoorspeller voor langzaam verkeer

### Toepasbaarheid

Wachttijdindicatoren kunnen in verschillende typen verkeersregelingen worden toegepast (star, halfstar, voertuigafhankelijk, verkeersafhankelijk, netwerk). De complexiteit van de voorspelling neemt toe naarmate de flexibiliteit van de verkeersregeling toeneemt. Bijvoorbeeld bij verkeersregelingen zonder vaste fasevolgorde of op kruispunten met veel verstoringen door openbaar vervoer of andere ingrepen (bijvoorbeeld nood- en hulpdiensten, trein of brug) is het verstandig een goede afweging te maken over het toepassen van wachttijdvoorspellers en de meerwaarde ervan voor het langzaam verkeer.

### Onderzoeken effect wachttijdvoorspellers

Er zijn door verschillende wegbeheerders onderzoeken uitgevoerd naar het effect van wachttijdvoorspellers op het gebied van comfortbeleving en roodlichtnegatie. Uit de onderzoeken komt naar voren dat de wachttijdvoorspellers door de weggebruikers als positief worden ervaren. De roodlichtnegatie neemt in de praktijk niet af of toe, maar er blijkt wel een verschuiving van het moment van roodlichtnegatie plaats te vinden. Bij toepassing van wachttijdvoorspellers negeren de weggebruikers het rode licht vaker bij de laatste secondes van het rode licht, maar negeren het rode licht minder vaak tijdens de overige roodfase. Vanuit deze ervaringen besteedt de 2022 versie van de notitie aandacht aan het beperken van de mogelijke onveiligheid die kan ontstaan door deze toename van te vroeg afrijdende weggebruikers.

### Randvoorwaarden voor de aansturing van wachttijdindicatoren

Er zijn diverse randvoorwaarden opgesteld voor de aansturing van wachttijdindicatoren. Deze zijn vooral gericht op een verkeersveilige en geloofwaardige toepassing.

#### **Algemeen**

- Wachttijdindicatoren worden slechts geactiveerd na een definitieve aanvraag voor de betreffende signaalgroep.
- Geactiveerde wachttijdindicatoren worden vanuit verkeersveiligheidsoogpunt niet tijdens rood gedoofd. De wachtindicatie en de laatste led (of de teller) dooft pas bij start groen.
- Het tempo waarin de getoonde wachttijd afloopt, moet geloofwaardig verlopen. Er mag geen sprake zijn van een waarneembare vertraging want daardoor verdwijnt het inzicht dat aan een weggebruiker wordt gegeven. Dit kan ten koste gaan van de acceptatie en perceptie van wachttijdindicatoren. Om het vertragen van het aflopen van de wachttijdindicator te voorkomen, wordt bij het bepalen van de wachttijd altijd uitgegaan van de maximale wachttijd en dus van de mogelijkheid dat alle richtingen aanvragen en maximaal verlengen en dat rekening wordt gehouden met functionaliteiten die de wachttijd kunnen verhogen (bijvoorbeeld veiligheidsgroen of vrije koppelingen).



## Wachttijdvoorspeller voor langzaam verkeer

- De gepresenteerde wachttijd dient niet opeens te verspringen naar een hoger getal, of tijdens aflopen van de leds meer leds te tonen. Dit gaat ten koste van de geloofwaardigheid van wachttijdindicatoren.
- Indien vanuit de regeling blijkt dat de betreffende signaalgroep versneld kan realiseren en er geen tijd meer is om de leds of teller volledig te doven of af te tellen, dan dienen direct alle leds of het getal van de wachttijdindicator te doven. De groenfase wordt nooit uitgesteld als gevolg van het feit dat de wachttijdvoorspeller nog niet volledig is afgeteld.
- Halteren van de wachttijdindicator is slechts mogelijk indien getoond wordt dat er sprake is van een afwijkende situatie. Dit kan bijvoorbeeld door bij een ingreep gebruik te maken van het symbool "BUS", "TRAM" of door het laten knipperen van de laatste al gedoofde led (of de 31<sup>e</sup> led als de indicator nog volledig aan is).

### **Wachttijdindicator met Leds**

- Het tempo waarin de leds doven of getal aftelt gaat in stappen van minimaal 0,1 seconde.
- Bij activering van de wachttijdindicator worden alle 31 leds getoond indien de voorspelde wachttijd groter of gelijk is dan 31 seconden. Indien de wachttijd kleiner is dan 31 seconden, dan kan worden gekozen om bij activering niet alle leds te tonen, maar één led te tonen per seconde wachttijd waarbij er minimaal 8 leds worden geactiveerd. Ook dit leidt tot een meer consistente afloopsnelheid waardoor de kans op een hoge afloopsnelheid (waarbij fietsers of voetgangers mogelijk anticiperen op het naderende groen) afneemt.

### **Wachttijdindicator met getallen**

- Bij activering van de wachttijdindicator met getal wordt het getal getoond overeenkomend met de wachttijd in seconden.

## **Aandachtpunten bij toepassing van wachttijdvoorspellers**

### **Toepassen wachttijdindicator leds versus getallen**

Wachttijdindicatoren met getallen vragen een hogere voorspelbaarheid dan die met leds. De voorkeur gaat uit om deze slechts toe te passen indien de wachttijd in de regeling nauwkeurig voorspeld kan worden in seconden, bijvoorbeeld bij (half) starre regelingen. Bij toepassing in het gele aspect van de secundaire lantaarn (onderlicht) vragen wachttijdindicatoren met getallen geen extra signaalgevers.

Wachttijdindicatoren met leds maken het mogelijk om de aanwezigheid van bussen of trams aan te geven.

Uniformiteit kan voor een wegbeheerder een reden zijn om voor een bepaald type wachttijdindicator te kiezen.

### **Verschijningsvorm en plaatsing wachttijdindicator**

De wachttijdindicator is niet opgenomen in de huidige normen. Wachttijdindicatoren met leds worden naast de hoofdlantaarn geplaatst (naast de groene lamp) of worden gecombineerd met het onderlicht (als vierde aspect boven de rode lamp). Er zijn diverse



## Wachttijdvoorspeller voor langzaam verkeer

uitvoeringen in de markt beschikbaar (bijvoorbeeld volledige ring of hoefijzer configuratie leds, opbouw of inbouw onderlichten). Wachttijdvoorspellers met getallen worden gecombineerd met het gele aspect of uitgevoerd als vierde aspect van de secundaire lantaarn (onderlicht).

Er worden in Nederland ook andere verschijningsvormen gebruikt. Vanuit uniformiteit wordt wegbeheerders aangeraden zich te beperken tot de beschreven varianten en indien ze toch hiervan afwijken de principes van het tonen van wachttijdinformatie zoals in deze notitie is beschreven te volgen.

Belangrijk is om wachttijdindicatoren dusdanig te plaatsen dat ze goed zichtbaar zijn. In situaties waarin dit niet goed mogelijk is (bijvoorbeeld bij afdekking deel leds door zonnekap) moet gegarandeerd worden dat in ieder geval het laatste deel van de ring met leds goed zichtbaar is. De draairichting kan hierop van invloed zijn. Bij uitvoeringen met een volledige ring leds start het aftellen bij wachttijdindicatoren linksboven en eindigt rechtsboven.

### **Prioritering andere doelgroepen**

Zowel wachttijdindicatoren met leds als met getallen zullen vanwege genoemde uitgangspunten altijd (geringe) beperkingen opleggen aan de functionaliteit van de verkeerslichtenregeling.

Dit betreft met name de prioritering van andere doelgroepen tijdens:

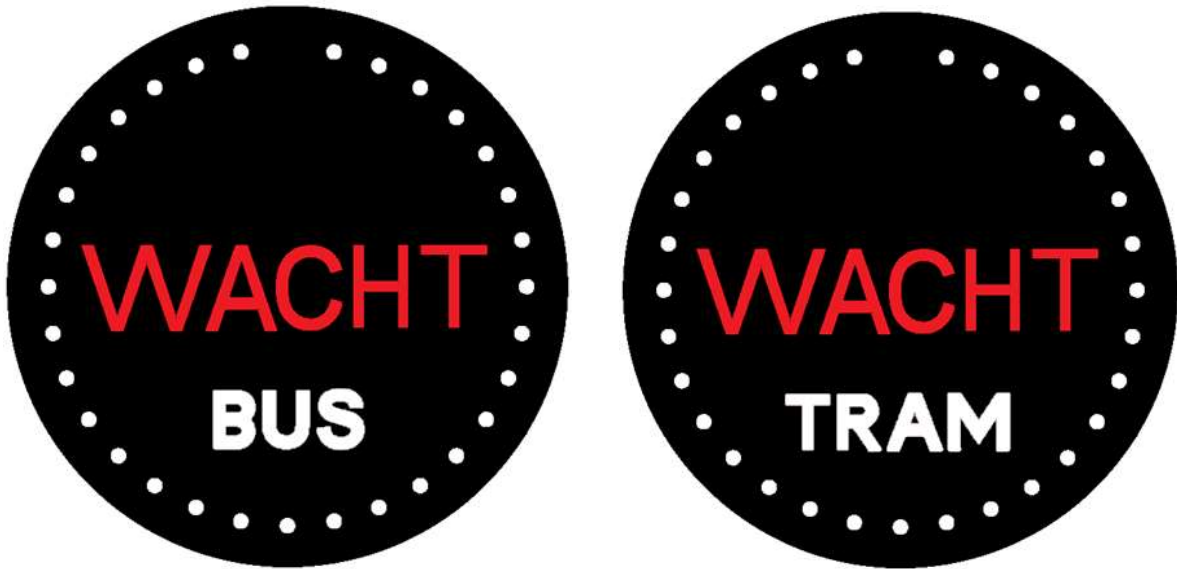
- het laatste deel van het aflopen van de wachttijdindicator,
- als de langzaam verkeerrichting bijna groen krijgt of
- bij een hoge afloopsnelheid.

In deze gevallen kan het onveilig zijn de wachttijdindicator te halteren voor de ingreep vanwege de kans op het mogelijk anticiperen op het snel groen worden door het langzaam verkeer. In dat geval wordt de conflicterende prioritering uitgesteld totdat de signaalgroep behorende bij de wachttijdindicator groen is geworden.

Het kan ook nodig zijn om andere functionaliteiten die kunnen leiden tot een hogere wachttijd van de signaalgroep met wachttijdindicator in te perken in dergelijke situaties. Denk bijvoorbeeld aan maatregelen (bijvoorbeeld veiligheidsgroen, vrije koppelingen of in het kader van iVRI usecases). Bij voorkeur wordt bij de berekening van de wachttijd direct rekening gehouden met de maximale tijd die dergelijke functionaliteiten kosten.

### **Openbaar vervoer**

Bij een (conflicterende) openbaar vervoer ingreep wordt het aflopen van de wachttijdindicator tijdelijk gehalteerd of er moet vooraf de extra tijd die een ingreep kan kosten worden meegenomen bij de voorspelling van de wachttijd. In het eerste geval dient tijdens de aansturing van de wachttijdindicator bij (conflicterende) openbaar vervoer realisaties ook een knipperende witte tekst bijvoorbeeld "BUS" of "TRAM" te worden getoond (zie figuur 3). Als er geen "BUS" of "TRAM" indicatie aanwezig is, of als aanvulling op, kan ter informatie de laatste al gedoofde led knipperend worden weergegeven (of de 31<sup>e</sup> led als de indicator nog volledig aan is).



**Figuur 3 – Wachttijdindicator met BUS-symbool (of TRAM)**

De realisatie van de langzaam verkeersrichting wordt niet meer uitgesteld voor een voorkeurrealisatie voor het openbaar vervoer als:

- van de wachttijdindicator 5 of minder leds branden,
- de wachttijd lager is dan 5 seconden.

Wegbeheerders mogen hogere waardes hanteren voor de genoemde grenswaarden van het aantal leds of wachttijd.

#### *Hulpdiensten*

Tijdens een voorkeursbehandeling voor hulpdiensten moet het aflopen van de wachttijdindicator worden gehalteerd. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de hulpdiensten ook optische en geluidssignalen voeren, zodat het voor de weggebruiker duidelijk is dat het een bijzondere situatie betreft. Ter informatie kan de laatste al gedoofde led knipperend worden weergegeven (of de 31<sup>e</sup> led als de indicator nog volledig aan is).

De realisatie van de langzaam verkeersrichting wordt niet meer uitgesteld voor een voorkeurrealisatie voor een hulpdienst als:

- van de wachttijdindicator 5 of minder leds branden,
- de wachttijd lager is dan 5 seconden.

Wegbeheerders mogen hogere waardes hanteren voor de genoemde grenswaarden van het aantal leds of wachttijd.

#### **Aansturing van wachttijdindicatoren**

Een wachttijdindicator wordt vanuit het applicatieprogramma aangestuurd als een overig uitgangssignaal (GIF\_GUS[]-buffer van de CVN C-interface). Overige uitgangssignalen van de CVN C-interface zijn variabelen van het type s\_int16. Deze variabelen bestaan uit twee bytes. De laagste byte (8 bits) wordt gebruikt voor de aansturing van het aantal leds (het getal). De bits van de hoogste byte kunnen worden gebruikt voor de aansturing van de speciale symbolen (BUS, TRAM, afwijkende situatie knipperende led e.d.).



## Wachttijdvoorspeller voor langzaam verkeer

Er zijn wachttijdindicatoren die met parallelle aansturing werken en wachttijdindicatoren die met seriële aansturing werken. Seriële aansturing heeft de voorkeur vanwege de hogere betrouwbaarheid en minder benodigde bekabeling en aansluitblokken in het verkeersregeltoestel. De vertaling van de hiervoor genoemde aansturing naar de wachttijdindicator vindt plaats in de procesbesturing.

### ***Het wisselen van regelprogramma's***

Bij het wisselen van (half)starre programma's, spitsprogramma of programma met andere fasevolgorde kan het zijn dat de voorspelde wachttijd ineens hoger wordt. Het verdient dan ook extra aandacht hoe hier met de programmering mee om te gaan. Dit kan per situatie verschillen.

### ***Fixatie***

Tijdens fixatie moet ook het aflopen van de wachttijdindicator worden gehalteerd. Ter informatie kan de laatste al gedoofde led knipperend worden weergegeven (of de 31<sup>e</sup> led als de indicator nog volledig aan is).

### ***Brug- en treinprogramma's, file-ingrepen, e.d.***

Indien in het verkeersregelprogramma bijzondere langdurige ingrepen zijn opgenomen, wordt de wachttijdindicator volledig aangestuurd en kan ter informatie de laatste al gedoofde led knipperend worden weergegeven (of de 31<sup>e</sup> led als de indicator nog volledig aan is).

### ***Overige functionaliteiten verkeersregelingen***

De wachttijdvoorspeller is gebaseerd op het niet vertragen tijdens het aflopen en daarmee op de maximale wachttijd. Dit betekent dat functionaliteiten die de maximale wachttijden kunnen verhogen, mee moeten worden genomen bij het bepalen van de wachttijd. Denk hierbij bijvoorbeeld aan veiligheidsgroen, nalopen, vrije koppelingen of doelgroepmaatregelen (bijvoorbeeld via de iVRI usecases). Ook bij regelingen met een vrije fasevolgorde moet rekening worden gehouden met de maximale wachttijd. Vanuit de verkeersveiligheid moet worden gegarandeerd dat de wachttijdvoorspeller correct afloopt en de erbij behorende richting tijdig groen wordt.

Wachttijdindicatoren hebben een parallel met de usecase informeren in iVRI's. De usecase informeren is uitgebreider met:

- een voorspelling van de minimale wachttijd,
- een stadium waarin de signaalgroep zich bevindt,
- meer redenen voor extra wachttijd dan "BUS" en "TRAM" en
- ook voorspellingen van de resterende groentijd.

Het principe en gedrag van de maximum wachttijd in de usecase informeren is gelijk aan hetgeen geldt voor wachttijdindicatoren. Op de weergave van de wachttijdinformatie uit de usecase informeren aan weggebruikers heeft de wegbeheerder geen invloed.

### ***Berekening ontruimings- of intergroentijden bij wachttijdvoorspellers***

Uit evaluaties van verkeerslichtenregelingen met wachttijdvoorspellers, komt naar voren dat de fietsers sneller starten na het doven van de wachttijdvoorspeller en het rode licht. In de praktijk betekent dit dat er sneller de kruising wordt opgereden. Het wordt



## Wachttijdvoorspeller voor langzaam verkeer

aanbevolen om bij de berekening van de ontruimings- of intergroentijden conform de CROW-richtlijn voor ontruimingstijden géén reactietijd voor het langzaam verkeer te hanteren bij de toepassing van wachttijdvoorspellers.

### ***Technische en functionele werking***

Wachttijdvoorspellers leveren bij de weggebruikers een verwachtingspatroon op. Een slecht functionerende wachttijdvoorspeller kan worden gezien als ongeloofwaardig en hiermee een averechts effect opleveren op het comfort en de verkeersveiligheid.

Aanbevolen wordt om zowel de technische als functionele werking periodiek te (laten) controleren en direct te acteren bij meldingen van weggebruikers.

### ***Technische en functionele bewaking wachttijdvoorspeller***

Door falen van techniek of regelapplicatie is het mogelijk dat er ongewenste beeldstanden ontstaan. De volgende combinaties worden als gevaarlijk en onacceptabel ervaren:

1. Wachttijdindicator gaat uit en verkeerslicht gaat niet op groen.
2. Wachttijdindicator vertraagt sterk bij de laatste leds of blijft of de laatste led blijft lang staan zonder dat de richting groen wordt.
3. Wachttijdindicator blijft geactiveerd tijdens groen.

In deze gevallen is het wenselijk dat de wachttijdvoorspeller uit wordt geschakeld totdat er een technische of functionele controle heeft plaatsgevonden.

Oorzaak kan tweeledig zijn:

- a. Het probleem zit in het wachttijdvoorspelalgoritme.
- b. Probleem is van technische aard.

Ad a: Het detecteren van de genoemde combinaties kan plaatsvinden in het regelprogramma. De wachttijdvoorspeller kan dan ook vanuit het regelprogramma uitgeschakeld worden, totdat functionele controle heeft plaatsgevonden. Het uitschakelen moet wel op een veilig moment gebeuren (tijdens groen of geel, niet tijdens rood).

Ad b: Momenteel is het technisch nog niet mogelijk om de keten van wachttijdvoorspelling, bekabeling, en wachttijdindicator te bewaken op technisch falen en ongewenste lichtbeelden. Er wordt wel gewerkt aan het realiseren van een dergelijke bewaking. Zodra duidelijk is hoe deze bewaking moet functioneren, zal dit aan deze memo worden toegevoegd.

Bij toepassing van wachttijdvoorspellers dient bij aanleg en beheer rekening gehouden te worden met extra aandacht voor zowel technische als functionele werking. Het is verstandig de voor monitoring benodigde informatie (aantal aangestuurde leds) op te nemen in de VLOG-data.