



Rationeel beheer van fietspaden

C·R·O·W

Juni 1995

ISBN 90-6628-196-0

C.R.O.W en degenen die aan deze publikatie hebben meegewerkt, hebben de hierin opgenomen gegevens zorgvuldig verzameld naar de laatste stand van wetenschap en techniek. Desondanks kunnen er onjuistheden in deze publikatie voorkomen. Gebruikers aanvaarden het risico daarvan. C.R.O.W sluit, mede ten behoeve van degenen die aan deze publikatie hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit het gebruik van de gegevens.

De tekst van deze publikatie valt onder bescherming van de auteurswet.
De auteursrechten berusten bij C.R.O.W.

Woord vooraf

Nederland wordt terecht een fietsland genoemd: we beschikken momenteel over zo'n 20.000 km aan fietspaden en fietsstroken en het ziet er naar uit dat de omvang daarvan in de komende jaren snel zal toenemen. En die fietspaden worden goed gebruikt: zo'n 30 % van alle verplaatsingen en 10 % van de personenkilometers worden op tweewielers afgelegd.

Het is dan ook logisch dat de overheid aandacht heeft voor het beheer en onderhoud van onze fietsvoorzieningen. Deze aandacht is overigens niet van vandaag of gisteren. In 1986 hebben het toenmalige SCW en SVT (beide voorgangers van C.R.O.W.) al voorlopige richtlijnen geformuleerd voor de onderhoudstoestand van fietspaden. Daarbij is toen gesteld dat er eerst enige tijd praktijkervaring mee moest worden opgedaan voordat ze, eventueel bijgesteld, als definitieve richtlijnen konden worden ingevoerd. Dat moment is inmiddels aangebroken.

Maar er is nog een aanleiding om de onderhoudsrichtlijnen extra kritisch onder de loep te nemen. De rijksoverheid heeft, als uitwerking van het 2e Structuurschema Verkeer en Vervoer, in het Masterplan Fiets een beleid uitgezet om het gebruik van de fiets te stimuleren, teneinde de groei van het autogebruik te verminderen. Lagere overheden dragen bij aan de uitvoering van dit beleid. Daarvoor is nodig dat er meer, veiliger en comfortabeler fietsvoorzieningen komen. Comfortabeler betekent onder meer: met een verhardingskwaliteit die recht doet aan gebruikerseisen.

Dit leidde ertoe dat eind 1992 de C.R.O.W-Werkgroep Fietspadenbeheer is ingesteld die tot taak kreeg, onderbouwd door onderzoek, de richtlijnen waar nodig bij te stellen en definitief te maken, uitgaande van de inmiddels bestaande systematiek van Rationeel Wegbeheer. De werkzaamheden werden gefinancierd door het Masterplan Fiets van het ministerie van Verkeer en Waterstaat. Het benodigde onderzoek is uitgevoerd door DHV Milieu en Infrastructuur en Grontmij Advies en Techniek, die ook al betrokken waren bij de ontwikkeling van het Rationeel Wegbeheersysteem.

Het resultaat ligt voor u: een handleiding voor rationeel beheer van fietspaden, aangevuld met de belangrijkste onderzoeksuitkomsten waarop de richtlijnen en aanbevelingen zijn gebaseerd. Deze publikatie is direct bruikbaar in de praktijk van het fietspadenbeheer en vervangt de Mededeling 'Onderhoud fietspaden' (SCW nr. 57; SVT nr. 40) uit 1986. De aanpak is geheel inpasbaar binnen het systeem van Rationeel Wegbeheer; in verband hiermee wordt veelvuldig verwezen naar C.R.O.W-Publikatie 20 over dit systeem. Een uitvoeriger rapportage over de inventarisatie- en onderzoeksfase van de werkgroep is apart bij C.R.O.W verkrijgbaar (Onderzoeksrapport Fietspadenbeheer).

Momenteel wordt door twee C.R.O.W-werkgroepen, te weten 'Onderhoudsnormen' en 'Visuele inspectie', gewerkt aan een actualisering van het Rationeel Wegbeheersysteem; de inhoud van de voorliggende publikatie zal door deze werkgroepen in hun aanbevelingen worden meegenomen.

De werkgroep 'Fietspadenbeheer' was bij de afsluiting van haar werkzaamheden als volgt samengesteld:

ir. W.M.H. Cortenraad, (Gemeente 's-Hertogenbosch), voorzitter,
ir. G.H.A.M. Fuchs (DHV Milieu en Infrastructuur), secretaris/rapporteur,
ing. J. Bloem (voorheen Provincie Gelderland),
ing. G.J. Bos (Provincie Flevoland),
ing. W. Gerritsen (Wegmeetdienst),
ir. T. Godefrooij (Fietzersbond enfb),
H.J.A.J. Gruis (Gemeente Rotterdam),
ir. C.R. van Haasteren (Grontmij Advies en Techniek), co-rapporteur,
ing. M.A.J. Ligt (ANWB),
ir. H. van Noppen (RWS-AVV),
ir. J.H. Swart (RWS-DWW).

Tijdens de redactionele eindbewerking van deze publikatie is op de tekst nog commentaar geleverd door ing. R.C.J. van den Ban (Provincie Zeeland), dr.ir. J.W. Fréney (VNC), ing. S.B. van Hartskamp (Provincie Noord-Brabant) en ir. C.J. Louisse (RWS-AVV).

De begeleiding vanuit C.R.O.W werd verzorgd door ir. Th. Michels.

Wegbeheerders krijgen met deze publikatie een praktische aanvulling op het systeem aangereikt, die bijdraagt aan de verdere ontwikkeling van een fietsinfrastructuur die het fietsgebruik bevordert én die tegen redelijke kosten in stand kan worden gehouden.

Gaarne spreek ik dan ook mijn dank en waardering uit voor allen die aan deze publikatie hebben meegewerkt.

Stichting C.R.O.W

ir. K. Nije,
directeur.

Inhoud

Samenvatting	7
Summary	8
Begrippenlijst	9
1 Inleiding	13
1.1 Aanleiding	
1.2 Opdracht aan de werkgroep	
1.3 Werkwijze	
1.4 Status en indeling publikatie	
DEEL I Handleiding fietspadenbeheer	15
2 Fietspaden in het rationeel wegbeheersysteem	16
2.1 Algemeen	
2.2 Inwinning en opslag gegevens	
2.3 Vaststellen jaar van onderhoud	
2.4 Keuze van de onderhoudsmaatregel	
3 Richtlijnen	32
3.1 Algemeen	
3.2 Textuur	
- rafeling	
- vet	
- aantasting	
3.3 Vlakheid	
- dwarsvlakheid	
- oneffenheden	
3.4 Samenhang	
- langsscheuren	
- craquelé	
- voegwijdte	
3.5 Conditie kantstrook	
- randschade	
- verminderde kantopsluiting	
3.6 Afwatering	
3.7 Conditie berm	
- verkeerde hoogteligging	
- onvlakheid berm	
- te hoge vegetatie	
3.8 Reinheid verharding	
- vervuiling	
- gladheid	
3.9 Verlichting	

3.10	Bebording en bebakening	
3.11	Markering	
3.12	Opgaand groen	
4	Keuze van onderhoudsvriendelijke constructies	50
4.1	Achtergronden	
4.2	Beschouwde verhardingsconstructies	
4.3	Kostenvergelijking	
4.4	Beslisboom keuze verhardingsconstructies	
4.5	Speciale constructies	
	DEEL II Onderzoek	57
5	Inventarisatie huidige situatie	58
5.1	Interviews	
5.2	Oordeel gebruikers	
5.3	Literatuurstudie	
5.4	Fietsongevallen	
5.5	Vervolgonderzoek	
6	Veldonderzoek	64
6.1	Opzet	
6.2	Oordeel gebruikers	
6.3	Relatie gebruikers en inspecties	
6.4	Relatie gebruikers en comfortmeting	
6.5	Relatie comfortmeting en inspecties	
6.6	Conclusies veldonderzoek	
7	Aanbevelingen voor nader onderzoek	72
	Literatuur	74

Samenvatting

Beheer van fietspaden betekent, meer nog dan beheer van rijbanen, rekening houden met de eisen van de gebruiker. In het kader van “Masterplan Fiets” [3] is het vooral van belang om de aantrekkelijke kanten van het fietsen te versterken. Hierbij hoort zeker een goed onderhouden verharding. De in deze publikatie opgenomen richtlijnen en aanbevelingen zullen hieraan een positieve bijdrage leveren.

Deze publikatie is samengesteld door de C.R.O.W-werkgroep Fietspadenbeheer. De taak van de werkgroep was het onderbouwen van bestaande voorlopige richtlijnen voor het beheer en onderhoud van fietspaden. Daarnaast diende onderzoek te worden verricht naar toepasbaarheid van de methodiek van Rationeel Wegbeheer op fietspaden en naar de mogelijkheid van eenvoudige meetmethoden te worden onderzocht.

Op basis van het onderzoek zijn voor een aantal schaden de bestaande richtlijnen aangescherpt (met name voor oneffenheden). De werkgroep heeft geconcludeerd dat het geen zin heeft om gedragsmodellen voor fietspadverhardingen te ontwikkelen.

Wel zijn tabellen opgesteld waarmee op basis van waarschuwings- en actiegrenzen onderhoudswerkzaamheden aan fietspaden kunnen worden gepland. Tevens zijn tabellen opgenomen waarmee de keuze van de onderhoudsmaatregel kan worden bepaald. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen asfaltbeton, cementbeton en elementenverhardingen. De comfortmeting blijkt een goed instrument te zijn voor het vastleggen van het gebruikersoordeel over de verhardingskwaliteit.

Tenslotte is een beslisboom ontwikkeld waarmee, op basis van beheerskosten op lange termijn en kwalitatieve overwegingen, de keuze van een verhardingsconstructie kan worden bepaald.

Begrippenlijst

Actiegrens

Waarde van een criterium waarbij voor een bepaalde schade de richtlijn wordt overschreden en dus actie in de vorm van een onderhoudsmaatregel dient te worden ondernomen.

BABW

Besluit Administratieve Bepalingen inzake het Wegverkeer

Beheer

Systematisch plannen, budgetteren, voorbereiden en uitvoeren van activiteiten die erop gericht zijn om het te beheren object zijn functie blijvend te laten vervullen.

Beoordelingscijfer

Getal dat bij de globale en de gedetailleerde visuele inspectie de schade in ernst en omvang uitdrukt.

Criterium

Zodanige omschrijving van een schade dat deze kan worden getoetst aan een richtlijn.

Fietspad

Weg, verkeersbaan of rijbaan, bestemd voor (brom)fietsers.

Men onderscheidt:

- Vrijliggend fietspad: Fietspad dat óf parallel loopt met de naastgelegen rijbaan en daarvan door een tussenberm wordt gescheiden, óf een geheel eigen tracé volgt.
- Aanliggend fietspad: Fietspad dat door een zeer smalle tussenberm is gescheiden van de naastgelegen rijbaan, danwel geheel verhoogd langs die rijbaan is uitgevoerd.

Fietsstrook

Door een deelstreep afgescheiden gedeelte van de rijbaan, waarop fietssymbolen zijn aangebracht en dat bestemd is voor (brom)fietsers.

Gedragmodel

Model waarmee het gedrag van een wegkenmerk in de tijd kan worden beschreven.

Gemiddelde restlevensduur

Middelste jaar van een restlevensduurperiode, eventueel naar beneden levensduur afgerond.

Korte-termijnplanning

Planning van onderhoudsmaatregelen voor een periode van 1-2 jaar.

Lange-termijnplanning

Planning van onderhoudsmaatregelen voor een periode van meer dan 5 jaar.

Maatgevende rest-levensduur(periode)

Restlevensduur(periode) van één of meer wegkenmerken waaruit per wegvak de laagste gemiddelde restlevensduur resulteert.

Maatgevende schade

Schade die maatgevend is voor de restlevensduur(periode).

Middellange termijnplanning

Planning van onderhoudsmaatregelen voor een periode van 3-5 jaar.

Onderhoud

Technische uitvoering van de beheerstaak.

Onderhoudsstrategie

Opeenvolging van onderhoudsmaatregelen in de tijd.

Onderhoudsplan

Plan waarin zijn aangegeven soort, plaats, omvang en jaar van uit te voeren onderhoudsmaatregelen.

Ouderdom

Het aantal jaren gerekend vanaf het tijdstip van aanleg of laatste maatgevende onderhoudsmaatregel tot het tijdstip van inspectie of meting. Hierbij dient te worden bedacht dat niet iedere onderhoudsmaatregel maatgevend is voor elke schade.

Parameter

Grootheid waarin een criterium wordt gemeten.

Planjaar

De kleinste gemiddelde restlevensduur zoals per wegvak(onderdeel) bepaald voor de verschillende wegkenmerken.

Planperiode

Periode waarin een onderhoudsmaatregel op een bepaald wegvak wordt voorzien.

Rehabilitatie

Pakket onderhoudsmaatregelen zonder herinrichting. Bij rehabilitatie wordt de verharding weer op het oorspronkelijke structurele en gebruikskwalitatieve niveau gebracht.

Restlevensduur

Verwachte levensduur van een verharding vanaf het moment van beoordeling tot het moment waarop de richtlijn wordt overschreden.

Restlevensduurmatrix

Tabel waarin de restlevensduur(periode) is aangegeven uitgaande van een bepaalde parameterwaarde en de ouderdom.

Restlevensduurperiode

Periode waarin de restlevensduur zal liggen.

Richtlijn

Waarde waaraan een criterium moet voldoen.

Rolweerstand

Weerstand die de fietser tijdens het rijden ondervindt als gevolg van het contact band-wegdek.

RVV 1990

Reglement Verkeersregels en Verkeerstekens 1990.

Schade

Verminderde kwaliteit van een wegkenmerk.

SWOV

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid.

Visuele inspectie

Bekijken van een (fietspad-)verharding met het doel schade op te sporen en daarvan aard, ernst, omvang en locatie schriftelijk vast te leggen.

VOR

Verkeers Ongevallen Registratie.

Waarschuwingsgrens

Bepaalde waarde van een criterium, die aangeeft wanneer een bepaald concreet wegkenmerk de richtlijn nadert en dus met grotere aandacht in de gaten gehouden moet worden.

Wegdek

Bovenste laag van de verhardingsconstructie.

Wegkenmerk

Eigenschap die een (fietspad-)verharding geschikt maakt voor de beoogde functie.

Wegvak

Gedeelte van een weg of fietspad dat in lengterichting wordt begrensd.

Wegvakonderdeel

Onderdeel van een wegvak gezien in dwarsrichting.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Het beheer en onderhoud van de verkeersinfrastructuur staat de laatste jaren volop in de belangstelling. Deze belangstelling heeft zijn weerslag gevonden in verschillende publikaties van C.R.O.W en zijn voorgangers.

Publikatie 20 'Rationeel Wegbeheer' van C.R.O.W [1] geeft de wegbeheerder een algemeen toepasbaar gereedschap, waarmee het beheer en onderhoud van wegverhardingen systematisch kan worden aangepakt. Daarnaast bestond er voor de beheerder een specifiek op fietspaden gerichte SCW-mededeling 57 (cq. SVT-Mededeling 40) 'Onderhoud Fietspaden; voorlopige normen en richtlijnen' [2]. Met deze Mededeling werd in 1986 een eerste aanzet gegeven voor de ontwikkeling van een specifiek fietspadenbeheersysteem. De daarin gepresenteerde normen en richtlijnen kregen een voorlopig karakter, omdat er geen of onvoldoende onderbouwing voorhanden was in de literatuur. Een groot aantal aspecten vroeg om nadere uitwerking en onderzoek.

De toenmalige minister van Verkeer en Waterstaat heeft destijds gesteld dat na enige jaren praktijkervaring herijking van de aanbevelingen op zijn plaats zou zijn, alvorens zij zouden kunnen worden omgezet in richtlijnen. Deze kunnen dan vervolgens worden geïntegreerd in het systeem voor Rationeel Wegbeheer. De tijd daarvoor is nu rijp, temeer omdat in het kader van het 'Masterplan Fiets' [3] het overheidsbeleid is gericht op bevordering van het fietsgebruik. Daarvoor is het van belang dat het fietspadennet in goede staat van onderhoud verkeert. Al deze overwegingen tezamen vormden de aanleiding tot instelling van de C.R.O.W-werkgroep Fietspadenbeheer.

1.2 Opdracht aan de werkgroep

In het najaar van 1992 heeft C.R.O.W op verzoek van de (huidige) Adviesdienst Verkeer en Vervoer van de Rijkswaterstaat de werkgroep Fietspadenbeheer opgericht, die als taak kreeg:

1. evaluatie van de voorlopige normen en richtlijnen uit de genoemde SCW/SVT-Mededeling;
2. onderzoek naar de relatie tussen kwaliteit van het wegdek en comfort/veiligheid;
3. onderzoek naar de toepasbaarheid van de methoden van rationeel wegbeheer op fietspaden;
4. het ontwikkelen van eenvoudige meetmethoden om de onderhoudstoestand aan de richtlijnen te kunnen toetsen (onder meer langsvlakheid);
5. het vergaren van bruikbare ervaringen met onderhoudsvriendelijke verhardingsconstructies voor fietspaden.

De taakstelling van de werkgroep was primair gericht op het verhardingenbeheer. Voor andere beheeraspecten als gladheidsbestrijding, reiniging, bermen en beplanting, verlichting, bebakening en markering zijn de richtlijnen in deze handleiding op enkele punten geactualiseerd. Hiervoor is met name aangesloten bij de recent verschenen C.R.O.W-publikatie 74 'Tekenen voor de fiets' [4]. Voor meer informatie over deze en overige verkeerstechnische aspecten wordt hiernaar verwezen.

In het onderzoek zijn zowel asfaltbeton- (met en zonder oppervlakbehandeling) en cementbeton- als elementenverhardingen betrokken. De rapportage heeft betrekking

op fietspaden en fietsstroken. Waar in de tekst wordt gesproken over (fietspad)verhardingen worden dus beide bedoeld.

1.3 Werkwijze

Voor de uitvoering van het onderzoek zijn DHV Milieu en Infrastructuur BV en Grontmij Advies en Techniek BV ingeschakeld. In de inventarisatiefase zijn onder meer gegevens verzameld bij wegbeheerders over het beheer en onderhoud van fietspaden. Bovendien is van leden van de Fietsersbond enfb in de beheergebieden van de geïnterviewde beheerders het oordeel gevraagd over de desbetreffende fietspaden. Daarnaast is een beperkte literatuurstudie verricht, ter actualisering van de in het kader van SCW/SVT Mededeling 57/40 reeds uitgevoerde literatuurstudie. De opzet en resultaten van deze inventariserende fase van het onderzoek zijn uitgebreid beschreven in een apart gebundelde rapportage [5].

Op basis van de inventarisatie is veldonderzoek uitgevoerd, dat er met name op gericht was relaties te leggen tussen enerzijds het oordeel van de dagelijkse gebruiker (fietser) en anderzijds het oordeel zoals dat door de beheerder wordt vastgelegd door middel van inspecties. Daarnaast is gekeken of relaties konden worden gelegd tussen het oordeel van de gebruiker en de beheerder enerzijds en de resultaten van een comfortmeting anderzijds.

Met de resultaten van het veldonderzoek zijn richtlijnen opgesteld voor het beheer en onderhoud. In tegenstelling tot publikatie 20 [1] en mededeling 57 [2] wordt in deze publikatie bewust afgezien van het begrip 'norm', maar is uitgegaan van het begrip 'richtlijn'. Dit omdat, naar de mening van de werkgroep, normen op basis van het huidige onderzoek niet éénduidig en objectief hard zijn te onderbouwen.

Vervolgens heeft de werkgroep onderzocht in hoeverre de richtlijnen voor fietspaden kunnen worden geïntegreerd in het systeem van Rationeel Wegbeheer. Ten slotte worden op basis van een vergelijking van de lange-termijnbeheerkosten (aanleg en onderhoud) aanbevelingen gedaan voor onderhoudsvriendelijke verhardingsconstructies.

1.4 Status en indeling publikatie

Deze publikatie vervangt de Mededeling 'Onderhoud fietspaden' (SCW nr 57; SVT nr 40) uit 1986. De aanpak is geheel inpasbaar in het systeem voor Rationeel Wegbeheer; in verband hiermee wordt veelvuldig verwezen naar C.R.O.W-Publikatie 20. Overigens is de publikatie zodanig ingedeeld dat ze als een zelfstandig document kan worden gehanteerd.

De publikatie is onderverdeeld in twee delen. Deel I gaat rechtstreeks in op de praktische aspecten van het beheer van fietspaden en kan als zodanig als een handleiding worden gezien, waarin de systematiek met bijbehorende benodigde gegevens wordt gepresenteerd. Deel II beschrijft in het kort de opzet en resultaten van het onderzoek, dat heeft geleid tot hetgeen in deel I is beschreven. Hierbij wordt de kanttekening gemaakt dat de hoofdstukken 2, 3 en 6 aspecten van het *beheer en onderhoud* van fietspaden behandelen en hoofdstuk 4 ingaat op aspecten die te maken hebben met de *aanleg* van nieuwe fietspaden. Hoofdstuk 4 heeft derhalve geen relatie met het veldonderzoek.

Lezers die geïnteresseerd zijn in de volledige detailinformatie uit de inventarisatie- en onderzoeksfasen, worden verwezen naar [5].

I Handleiding fietspadenbeheer

2 Fietspaden in het rationeel wegbeheersysteem ()*

3 Richtlijnen

4 Aanbevelingen onderhoudsvriendelijke constructies

^(*) Noot: In hoofdstuk 2 wordt aan de hand van de vastgelegde systematiek in [1] een beschrijving gegeven van een beheersysteem voor fietspaden. De belangrijkste stappen van het systeem zijn hierbij gerasterd aangegeven. De overige tekst dient gelezen te worden als toelichting.

2 Fietspaden in het rationeel wegbeheersysteem

2.1 Algemeen

Vrijwel alle fietspadbeheerders blijken voor het beheer en onderhoud van hun fietspaden gebruik te maken van de C.R.O.W-systematiek voor Rationeel Wegbeheer, zoals beschreven in [1]. Deze systematiek heeft in de ogen van de beheerders, voor het beheer van fietspaden, geen ingrijpende veranderingen te ondergaan. De C.R.O.W-systematiek kent de volgende elementen:

- Inwinning en opslag gegevens

inwinning vaste gegevens

inwinning variabele gegevens:

- visuele inspectie

- meting

opslag gegevens

- Bepalen restlevensduur

per schade en wegkenmerk

maatgevende restlevensduur en maatgevende schade

planjaar per wegvakonderdeel

- Bepalen maatregel

planperiode 1-2 jaar

planperiode 3-5 jaar

planperiode 6-10 jaar

- Bepalen onderhoudskosten

per wegvakonderdeel

per jaar

In de volgende paragrafen worden deze onderdelen nader uitgewerkt. De gerasterde tekstgedeelten hebben betrekking op acties voor fietspadverhardingen; in de Toelichting daaronder wordt de argumentatie gegeven.

2.2 Inwinning en opslag gegevens

Inwinning vaste gegevens

Verzamel de gegevens over het te beheren fietspadennet, zoals aangegeven in tabel 1.

Toelichting

Naast de gegevens die in het bestaande Rationeel Wegbeheersysteem worden ingewonnen, is het wenselijk om aanvullend het type gebruik van het fietspad vast te leggen (recreatief, schoolgaande kinderen, druk bereden-niet druk bereden enzovoort). Dit gegeven wordt door een aantal beheerders van belang geacht om in een later stadium prioriteiten te kunnen stellen. Deze prioriteiten kunnen uiteraard per beheerder verschillen, omdat veelal niet-technische argumenten een punt van overweging vormen. Een algemene indicatie hiervoor kan echter de intensiteit van het fietsverkeer zijn.

Tabel 1. Noodzakelijke vaste gegevens

Gegeven:	Noodzakelijk voor:
- Naam weg of fietspad (*)	Locatie-aanduiding
- Weg(fietspad)nummer (*)	Sorteringsmogelijkheid Sorterings- en selectiemogelijkheid Aansluiting aan bestaande aanduidingen Geautomatiseerde verwerking
- Nulpunt weg (fietspad) Eindpunt weg (fietspad) (*)	Locatie-aanduiding
- Wegvakindeling (*)	Inspectie- en meetrichting
- Beginpunt / eindpunt wegvak (*)	Uitvoering van onderhoud en inspectie
- Lengte wegvak	Locatie-aanduiding
- Breedte c.q. oppervlakte	Inspectie- en meetrichting
- Functie en gebruik fietspad	Bepaling onderhoudskosten
- Ouderdom verharding of laatst uitgevoerde groot onderhoud (jaar en type)	Bepaling onderhoudskosten Prioriteitstelling
- Type verharding	Bepaling planperiode/planjaar Bepaling planperiode/planjaar Bepaling maatregel

(*) Afhankelijk van het dwarsprofiel van de weg of het fietspad kan besloten worden om het fietspad als wegvakonderdeel van het wegvak mee te nemen of om het fietspad als een apart wegvak te beschouwen (bijvoorbeeld in het geval van een vrijliggend fietspad dat vanuit de rijbaan niet zichtbaar is door een brede berm, al dan niet begroeid).

Inwinning variabele gegevens

Voer jaarlijks (*bij voorkeur per fiets*) een globale visuele inspectie uit conform de methodiek beschreven in [1], rekening houdend met de aanpassingen voor oneffenheden en voegwijdte zoals in de toelichting is aangegeven.

Toelichting

Het inwinnen van de variabele gegevens (visuele inspectie cq. meting), moet mede zijn afgestemd op de beleving en de wensen van de weggebruikers. Oneffenheden in asfaltbetonverhardingen blijken door fietsers als het meest relevant te worden ervaren. Bij elementenverhardingen is het vooral de voegwijdte die van belang wordt geacht. Oneffenheden worden bij elementenverhardingen uiteraard ook als niet wenselijk ervaren, maar zijn in de ogen van de gebruiker relatief minder erg dan voegwijdte. Bij cementbetonverhardingen blijken door de fietser scaling (aantasting) en trapjesvorming (oneffenheden) als meest relevant te worden ervaren¹. De

¹ In het vervolg van deze publikatie zullen voor de benamingen 'scaling' en 'trapjesvorming' respectievelijk 'aantasting' en 'oneffenheden' worden gebruikt.

sinds circa 1970 gebezigde uitvoeringsmethoden en materiaalgebruik leiden niet meer tot deze schade (scaling, trapjesvorming). Aangezien er wel fietspaden van cementbeton van vóór 1970 in Nederland voorkomen zijn deze schaden nog wel van belang.

In de wijze waarop de variabele gegevens worden ingewonnen, zijn de volgende aanpassingen aangebracht ten opzichte van de methodiek beschreven in [1]:

- de uitvoering van de globale visuele inspectie dient bij voorkeur per fiets te geschieden.
- bij de visuele inspectie van de schade 'oneffenheden' (voor zowel asfaltbeton als elementenverhardingen) mag geen onderscheid gemaakt worden tussen de ernstklassen Licht en Matig. Dit onderscheid speelt in de beleving van de fietser geen rol. Lichte en matige oneffenheden dienen bij elkaar te worden opgeteld.

Voor de schade oneffenheden wordt bij de globale visuele inspectie de volgende waarde in de 5-schaal² aan de combinatie van Ernst en Omvang toegekend:

	L/M	E
≤ 7 st/100 m ¹	2/3	5
8 - 15 st/100 m ¹	4	5
> 15 st/100 m ¹	5	5

Voor de schaden oneffenheden (asfalt) en voegwijdte zijn aanpassingen doorgevoerd in de wijze van inspecteren. De overige schaden kunnen volgens de beschrijving in [1] worden geïnspecteerd.

In principe betekent dit een aanpassing van de inspectiemethode. Echter, onder handhaving van de inspectiemethode kan dezelfde waardetoekening ook worden verkregen door aanpassing van de verwerkingsmethode. In de te zijner tijd uit te brengen herziene uitgave van C.R.O.W-publikatie 20 [1], waarin de resultaten van de werkgroep Fietspadenbeheer worden verwerkt, zal worden gekozen voor aanpassing van hetzij de inspectiemethode hetzij de verwerkingsmethode.

Bij de schade voegwijdte dienen de grenzen van de omvangsklassen aangepast te worden naar:

geringe omvang:	≤ 7 %
enige omvang:	8 - 15 %
grote omvang:	> 15 %

Opgemerkt wordt dat Ernstige oneffenheden in zeer geringe omvang (< 3 st./100 m¹) altijd aanleiding moet geven tot klein (direct) onderhoud.

Optioneel: Voer met een vaste frequentie een comfortmeting uit.

2 De C.R.O.W-systematiek [1] kent aan schaden op basis van een combinatie van Ernst en Omvang van de schade een cijfer in de 5-schaal toe, met de volgende algemene betekenis: 1 = goed; 2 = redelijk; 3 = matig; 4 = slecht; 5 = zeer slecht.

Deze aanpassing kan ook worden doorgevoerd op rijbanen met een elementenverharding. In een dergelijke situatie zal de richtlijn voor de voegwijdte gebaseerd dienen te zijn op de fietsers die van de rijbaan gebruik maken.

Toelichting

Een comfortmeting (zie voor een beschrijving par. 6.4) blijkt zowel voor asfaltbeton als cementbetonverhardingen goed aan te sluiten bij de beleving van de gebruiker.

Deze meting dient te worden toegevoegd aan het inspectieformulier van [1] onder de groep 'Metingen'.

Voor de frequentie van uitvoeren van de comfortmeting is geen algemene richtlijn te geven.

Opslag gegevens

De werkgroep stelt geen veranderingen voor in de manier van opslag van gegevens.

De operationele geautomatiseerde wegbeheersystemen bieden voldoende mogelijkheden voor het opslaan van de vaste en variabele gegevens.

2.3 Vaststellen jaar van onderhoud

Bepaal per wegvak(onderdeel) het planjaar gebruik makend van de voor de verschillende wegkenmerken gedefiniëerde restlevensduurmatrices (tabellen 2 tot en met 13).

Toelichting

De restlevensduur van een schade wordt in [1] bepaald met behulp van:

- de huidige ernst en omvang van de schade;
- een aanname over de toename van de schade in de tijd;
- de maximale toegestane omvang van die schade.

De schade wordt vastgesteld op basis van een globale- of een gedetailleerde visuele inspectie al dan niet aangevuld met resultaten van metingen.

In de methodiek van [1] kan, uitgaande van een *globale visuele inspectie* met behulp van een restlevensduurmatrix per schade voor een gegeven schadecombinatie, een restlevensduurperiode worden bepaald, die afhankelijk is van de ouderdom van de verharding. De schade met de kortste restlevensduur bepaalt het planjaar. Het planjaar is nu het midden van de desbetreffende restlevensduurperiode.

Indien wordt uitgegaan van een *gedetailleerde visuele inspectie* kan de omvang van lichte, matige en ernstige schade per schade met een formule worden omgerekend naar een hoeveelheid matige equivalente schade 'Meq' ($Meq = 0,25 \times L + 1,0 \times M + 5 \times E$). Met een restlevensduurmatrix kan nu opnieuw een restlevensduurperiode worden vastgesteld.

De werkgroep heeft geconcludeerd dat de ontwikkeling van schade op fietspaden niet op deze wijze is te modelleren. De restlevensduur van schaden op fietspaden is niet te voorspellen vanuit de geregistreerde ernst en omvang ervan, aangezien de oorzaak van de schade niet voorspelbaar is. Een restlevensduurmatrix waarin ook de parameter 'ouderdom' is verwerkt, lijkt dan niet relevant te zijn. In de uitwerking van de restlevensduurmatrix is daarom gekozen voor een model waarmee op basis van waarschuwings- en actiegrenzen een indicatie wordt gegeven van de restlevens-

duur. De restlevensduurmatrices op basis van een globale visuele inspectie en van een gedetailleerde visuele inspectie zijn hierbij gecombineerd tot één matrix.

Voor de volgende schaden zijn op basis van het onderzoek restlevensduurmatrices opgesteld:

- oneffenheden asfaltbetonverhardingen;
- oneffenheden elementenverhardingen;
- voegwijdte elementenverhardingen;
- comfortmetingen asfaltbeton- en cementbetonverhardingen;
- comfortmetingen elementenverhardingen.

Voor asfaltbeton en elementen is voor de overige schaden (rafeling, vet, dwarsonvlakheid, langscheuren, craquelé en randschade) de invulling van de restlevensduurmatrix overgenomen van [1], met dien verstande dat deze matrices zijn vereenvoudigd tot een model met waarschuwings- en actiegrenzen. Hierbij is voor de invulling van de Meq uitgegaan van de restlevensduur aangegeven onder de ouderdomscategorie 7-9 jaar (naar beneden afgerond).

Tevens is een eerste invulling gegeven aan restlevensduurmatrices voor de schaden aantasting en oneffenheden voor het verhardingstype cementbeton.

Tabel 2. Restlevensduurmatrix rafeling asfaltbeton		
Fietspadenbeheer C.R.O.W		
Onderwerp:		Restlevensduurmatrix
Verhardingstype: Schade:		Asfaltbeton Rafeling
Meq (%) Gedetailleerde visuele inspectie	L1, L2,...,E3 Globale visuele inspectie	Restlevensduur in jaren
$m \leq 20$	1, L1, L2, L3, M1	> 3
$20 < m < 75$	M2	1 - 3
$m \geq 75$	M3, E1, E2, E3	0 - 1

Tabel 3. Restlevensduurmatrix vet asfaltbeton

Fietspadenbeheer C.R.O.W

Onderwerp:

Restlevensduurmatrix

Verhardingstype:

Asfaltbeton

Schade:

Vet

Meq (%) Gedetailleerde visuele inspectie	L1, L2,...,E3 Globale visuele inspectie	Restlevensduur in jaren
$m \leq 75$	1, L1, L2, L3, M1	> 3
$75 < m < 100$	M2	1 - 3
$m \geq 100$	M3, E1, E2, E3	0 - 1

Tabel 4. Restlevensduurmatrix oneffenheden asfaltbeton en elementen

Fietspadenbeheer C.R.O.W

Onderwerp:

Restlevensduurmatrix

Verhardingstype:

Asfaltbeton en elementen

Schade:

Oneffenheden

Meq (st./100 m) Gedetailleerde visuele inspectie	L1, L2,...,E3 Globale visuele inspectie	Restlevensduur in jaren
$m \leq 5$	1, L1, M1	> 3
$5 < m < 10$	L2, M2	1 - 3
$m \geq 10$	L3, M3, E1, E2, E3	0 - 1

Tabel 5. Restlevensduurmatrix dwarsonvlakheid asfaltbeton en elementen		
Fietspadenbeheer C.R.O.W		
Onderwerp:		Restlevensduurmatrix
Verhardingstype: Schade:		Asfaltbeton en elementen Dwarsonvlakheid
Meq (%) Gedetailleerde visuele inspectie	L1, L2,...,E3 Globale visuele inspectie	Restlevensduur in jaren
m ≤ 25	1, L1, L2, L3, M1	> 3
25 < m < 55	M2	1 - 3
m ≥ 55	M3, E1, E2, E3	0 - 1

Tabel 6. Restlevensduurmatrix langsscheuren asfaltbeton		
Fietspadenbeheer C.R.O.W		
Onderwerp:		Restlevensduurmatrix
Verhardingstype: Schade:		Asfaltbeton Langsscheuren
Meq (m/100m) Gedetailleerde visuele inspectie	L1, L2,...,E3 Globale visuele inspectie	Restlevensduur in jaren
m ≤ 15	1, L1, L2, M1	> 3
15 < m < 55	L3, M2	1 - 3
m ≥ 55	M3, E1, E2, E3	0 - 1

Tabel 7. Restlevensduurmatrix craquelé asfaltbeton

Fietspadenbeheer C.R.O.W		
Onderwerp:		Restlevensduurmatrix
Verhardingstype:		Asfaltbeton
Schade:		Craquelé
Meq (%) Gedetailleerde visuele inspectie	L1, L2,...,E3 Globale visuele inspectie	Restlevensduur in jaren
$m \leq 10$	1, L1, L2, M1	> 3
$10 < m < 35$	L3, M2	1 - 3
$m \geq 35$	M3, E1, E2, E3	0 - 1

Tabel 8. Restlevensduurmatrix voegwijdte elementen

Fietspadenbeheer C.R.O.W		
Onderwerp:		Restlevensduurmatrix
Verhardingstype:		Elementen
Schade:		Voegwijdte
Meq (%) Gedetailleerde visuele inspectie	L1, L2,...,E3 Globale visuele inspectie	Restlevensduur in jaren
$m \leq 7$	1, L1, L2, L3, M1	> 3
$7 < m < 14$	M2	1 - 3
$m \geq 14$	M3, E1, E2, E3	0 - 1

Tabel 9. Restlevensduurmatrix randschade asfaltbeton

Fietspadenbeheer C.R.O.W		
Onderwerp:		Restlevensduurmatrix
Verhardingstype: Schade:		Asfaltbeton Randschade
Meq (m/100 m) Gedetailleerde visuele inspectie	L1, L2,..,E3 Globale visuele inspectie	Restlevensduur in jaren
$m \leq 20$	1, L1, L2, M1	> 3
$20 < m < 45$	L3, M2	1 - 3
$m \geq 45$	M3, E1, E2, E3	0 - 1

Tabel 10. Restlevensduurmatrix comfortindex asfaltbeton en cementbeton

Fietspadenbeheer C.R.O.W		
Onderwerp:		Restlevensduurmatrix
Verhardingstype: Meetkenmerk:		Asfaltbeton en cementbeton Comfortindex
Comfort Index-waarde (Root Mean Square-waarde bij 4-8 Hz)	Restlevensduur in jaren	
$CI \leq 15$	> 3	
$15 < CI < 25$	1 - 3	
$CI \geq 25$	0 - 1	

Tabel 11. Restlevensduurmatrix comfortindex elementen

Fietspadenbeheer C.R.O.W	
Onderwerp:	Restlevensduurmatrix
Verhardingstype: Meetkenmerk:	Elementen Comfortindex
Comfort Index-waarde (Root Mean Square-waarde bij 4-8 Hz)	Restlevensduur in jaren
$CI \leq 25$	> 3
$25 < CI < 40$	1 - 3
$CI \geq 40$	0 - 1

Tabel 12. Restlevensduurmatrix aantasting cementbeton

Fietspadenbeheer C.R.O.W	
Onderwerp:	Restlevensduurmatrix
Verhardingstype: Schade:	Cementbeton Aantasting
L1, L2, ..., E3 (inspectie volgensmethodiek in [6]) Gedetailleerde visuele inspectie	Restlevensduur in jaren
1, L1, L2, M1	> 3
L3, M2	1 - 3
M3, E1, E2, E3	0 - 1

Tabel 13. Restlevensduurmatrix oneffenheden cementbeton

Fietspadenbeheer C.R.O.W	
Onderwerp:	Restlevensduurmatrix
Verhardingstype: Schade:	Cementbeton Oneffenheden
L1, L2, ..,E3 (inspectie volgensmethodiek in [6]) Gedetailleerde visuele inspectie	Restlevensduur in jaren
1, L1, M1	> 3
L2, M2	1 - 3
L3, M3, E1, E2, E3	0 - 1

2.4 Keuze van de onderhoudsmaatregel

Bepaal een onderhoudsmaatregel, gebruikmakend van de schade-maatregel- en maatregel-effecttabellen 14 tot en met 18 (afhankelijk van verhardingssoort).

Toelichting

Nadat het planjaar is vastgesteld, kan een onderhoudsmaatregel worden bepaald. De C.R.O.W-systematiek [1] maakt hierbij onderscheid in vier perioden, die afhankelijk worden gesteld van de restlevensduur van de maatgevende schade:

- > 10 jaar;
- 6 - 10 jaar;
- 3 - 5 jaar;
- 1 - 2 jaar.

De wegvakken met een restlevensduur groter dan 10 jaar, worden buiten beschouwing gelaten. Bij de keuze van de maatregel wordt rekening gehouden met het effect van de onderhoudsmaatregel en de kosten van de te nemen onderhoudsmaatregel.

Voor fietspaden wordt een meer eenvoudige systematiek voor het vaststellen van de onderhoudsmaatregel voorgesteld. Uitgangspunt voor het vaststellen van de onderhoudsmaatregel is de maatgevende schade die de actiegrens heeft overschreden, eventueel in combinatie met een ander schade waarvan ook hetzij de actiegrens hetzij de waarschuwingsgrens is overschreden.

Schade-maatregeltabellen

Asfaltbeton

De volgende wegkenmerken of schaden hebben invloed op de keuze van de onderhoudsmaatregel voor asfaltbetonverhardingen:

- textuur (rafeling en/of vet);
- vlakheid (dwarsonvlakheid en/of oneffenheden);
- samenhang (langsscheuren en/of craquelé).

In tabel 14 zijn, waar mogelijk, schaden gecombineerd per wegkenmerk.



Fietspad van rood gekleurd asfaltbeton.

Tabel 14 . Schade-maatregeltabel asfaltbeton

Maatgevend wegkenmerk c.q. schade	Maatregel
Textuur	microdeklaag (*)/oppervlakbehandeling (parelgrind) (**)
Textuur/dwarsonvlakheid	profileer-/deklaag
Textuur/samenhang	plaatselijk repareren en oppervlakbehandeling (parelgrind) /microdeklaag
Textuur/oneffenheden	plaatselijk repareren en microdeklaag/profileerdeklaag
Dwarsonvlakheid	profileer-/deklaag
Dwarsonvlakheid/samenhang	plaatselijk repareren en profileer-/deklaag
Dwarsonvlakh./oneffenheden	plaatselijk repareren en profileer-/deklaag
Samenhang	plaatselijk repareren en microdeklaag
Samenhang/oneffenheden	plaatselijk repareren en microdeklaag/profileerdeklaag
Oneffenheden	plaatselijk repareren en microdeklaag/profileerdeklaag
Textuur/vlakheid/samenhang	plaatselijk repareren en profileer-/deklaag of rehabilitatie (***)
"/" = en	"/" = of

(*) Een microdeklaag is gedefinieerd als een deklaag tot maximaal 20 mm dikte.

(**) Een microdeklaag heeft uit comfortoverwegingen de voorkeur.

(***) Bij een combinatie van een aantal schaden die de actiegrens hebben overschreden, kan het beter zijn om over te gaan tot rehabilitatie. Voor een mogelijke keuze van de constructieopbouw wordt in dat geval verwezen naar hoofdstuk 4.

Elementen

Voor elementenverhardingen zijn er slechts twee onderhoudsmaatregelen, te weten herstraten of plaatselijk herstraten. Aangezien fietsers zeer strenge eisen stellen, geldt een grote range aan omvang/ernst-combinaties van schade als overschrijding van de actiegrens. De keuze tussen plaatselijk of geheel herstraten wordt dan moeilijk. Wanneer bijvoorbeeld een restlevensduur van 0 - 1 jaar wordt gevonden, is nog niet vast te stellen of er plaatselijk dan wel geheel herstraat moet worden. De omvang van de schade is namelijk niet bekend en kan zowel 20 % Meq als 60 % Meq voegwijdte bedragen. Een omvang van 20 % Meq zou plaatselijk kunnen worden herstraat, bij 60 % Meq is hiervan geen sprake meer.



Fietspad met elementenverharding.

Tabel 15. Schade-maatregeltabel elementen

Maatgevende schade	Maatregel
Dwarsonvlakheid	herstraten (*)
Oneffenheden	plaatselijk herstraten
Dwarsonvlakheid/oneffenheden	herstraten (*)
Voegwijdte	herstraten/plaatselijk herstraten/verbeteren kantopsluiting
Voegwijdte/oneffenheden	herstraten/plaatselijk herstraten/verbeteren kantopsluiting
Voegwijdte/dwarsonvlakheid	herstraten (*)/verbeteren kantopsluiting
"/" = èn	"/" = of

(*) Herstraten, eventueel na verbeteren/aanbrengen van een fundering of zandbed. Dit laatste is afhankelijk van de periode sinds de laatste herstrating. Is dit kort geleden (< 10 jaar), dan is verbetering van de draagkracht noodzakelijk.



Fietspad van cementbeton.

Cementbeton

De volgende schaden hebben invloed op de keuze van de onderhoudsmaatregel voor cementbetonverhardingen:

- aantasting;
- voegvulling;
- opspattingen;
- scheurvorming;
- oneffenheden.

Naar analogie met de methodiek voor asfaltbetonverhardingen zijn in tabel 16 mogelijke onderhoudsmaatregelen voor cementbetonverhardingen vermeld.

Tabel 16. Schade-maatregeltabel cementbeton

Maatgevende schade (*)	Maatregel
Aantasting	oppervlakbehandeling (parelgrind)
Voegvulling	voegen vullen
Opspattingen	platen geheel of gedeeltelijk vervangen
Scheurvorming	scheuren repareren cq. vullen
Oneffenheden	grouten (onderliggende holte) en frezen (vlakheid verbeteren)
"/" = en	"/" = of

(*) Bij meer maatgevende schaden kunnen bijbehorende onderhoudsmaatregelen afzonderlijk worden gekozen. Wanneer een plaat geheel of gedeeltelijk wordt vervangen, kunnen andere onderhoudsmaatregelen vervallen.

Maatregel-effecttabellen

De uiteindelijke keuze van de maatregel wordt mede bepaald door het effect van de maatregel. Hiermee en met de bijbehorende eenheidsprijs wordt het rendement van de maatregel bepaald. De onderhoudsmaatregel met het hoogste rendement verdient de voorkeur. Het rendement is hierbij gedefinieerd als het quotiënt van levensduurverlenging en eenheidsprijs.

Asfaltbeton

Nadat met tabel 14 de mogelijke maatregelen zijn bepaald, dient per maatregel het effect te worden vastgesteld. Een inschatting van het effect van de in tabel 14 voor asfaltbeton genoemde maatregelen op de restlevensduurverlenging van de verschillende wegkenmerken kan worden afgelezen in tabel 17.

Tabel 17. Maatregel-effecttabel asfaltbeton (restlevensduurverlenging aangegeven in jaren)

Maatregel	Textuur	Vlakheid	Samenhang
Oppervlakbehandeling	10 - 15	0	0 - 5
Profileer-/deklaag	12 - 20	12 - 20	12 - 20
Microdeklaag	10 - 15	5 - 10	5 - 10
Pl. rep. en opp.beh.	10 - 15	0	2 - 6
Pl. rep. en profileer-/deklaag	12 - 20	12 - 20	12 - 20
Pl. rep. en microdeklaag	10 - 15	5 - 10	5 - 10

Noot: Het effect van de aangegeven onderhoudsmaatregel op de restlevensduurverlenging, geldt bij de onderhoudstoestand op basis waarvan met behulp van tabel 14 de onderhoudsmaatregel is bepaald.

Elementen

Het effect van herstraten en plaatselijk herstraten is moeilijk in een aantal jaren uit te drukken. Dit omdat hier vaak incidentele factoren de onderhoudstoestand bepalen. Het effect is daarom uitgedrukt in een periode van respectievelijk 10-20 jaar voor herstraten en 5-10 jaar voor plaatselijk herstraten.

Cementbeton

Het effect van de in tabel 16 voor cementbeton genoemde maatregelen op de restlevensduur van de verschillende schaden kan worden geschat met behulp van tabel 18.

Tabel 18 . Maatregel-effecttabel cementbeton (restlevensduurverlenging aangegeven in jaren)

Maatregel	Aantasting	Opspattingen	Scheurvorming	Oneffenheden
Oppervlakbehandeling	10 - 20	0	0	0
Platen vervangen	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30
Scheuren repareren cq. vullen	0	0	5 - 10	0
Vlakheid verbeteren	0	0	0	20 - 30
Voegen vullen (*)				

(*)Voor voegen vullen kan geen effect op de genoemde schade worden aangegeven. Goed gevulde voegen kunnen echter wel een positief effect hebben op andere schade.

Noot:De aangegeven onderhoudsmaatregelen, behoudens 'platen vervangen', hebben vrijwel alleen effect op de levensduurverlenging van de maatgevende schade, waarvoor de maatregel is gekozen. (Zie ook opmerking onder tabel 16.)

Eenheidsprijzen

Een indicatie voor de te hanteren eenheidsprijzen wordt hierna gegeven:

Asfaltbeton:

- Oppervlakbehandeling (parelgrind) f 5,00/m²
- Microdeklaag f 10,00/m²
- Profileer-deklaag f 15,00/m²
- Plaatselijk repareren en oppervlakbehandeling f 8,40/m²
- Plaatselijk repareren en microdeklaag f 15,00/m²
- Plaatselijk repareren en profileer-deklaag f 20,00/m²

Elementen:

- Herstraten f 30,00/m²
- Plaatselijk herstraten f 35,00/m²

Cementbeton:

- Oppervlakbehandeling (parelgrind) f 5,00/m²
- Voegen vullen f 3,00/m¹
- Platen vervangen f 50,00/m²
- Scheuren vullen f 2,75/m¹
- Vlakheid verbeteren f 100,00/m²

Noot: Prijspeil januari 1994, exclusief BTW en exclusief kosten van voorbereiding en toezicht.

3 Richtlijnen

3.1 Algemeen

De richtlijnen voor onderhoud (actiegrens) die voor de gebruikers en de beheerders van belang zijn, zijn op twee wijzen tot stand gekomen. Enerzijds zijn richtlijnen opgesteld op basis van het oordeel van de gebruiker (oneffenheden (asfaltbeton, elementen en cementbeton), voegwijdte, aantasting, comfort), anderzijds zijn ze geformuleerd op basis van het C.R.O.W-systeem voor Rationeel Wegbeheer [1], dat door vrijwel alle beheerders wordt toegepast.

Hier is bewust gebruik gemaakt van het begrip 'richtlijn' in plaats van het begrip 'norm' dat voorheen werd gebruikt. Een norm suggereert een éénduidig, objectief en hard onderbouwde grens. Op basis van het uitgevoerde veldonderzoek en de bestudeerde literatuur is deze 'hardheid' niet voldoende te onderbouwen.

Voor de praktische toepassing en status van de richtlijnen worden echter geen veranderingen voorgesteld ten opzichte van die van de voorlopige normen.

Bij het vaststellen van de richtlijnen voor die schadens, waarbij het gebruikersoordeel als maatgevend is aangehouden, is uitgegaan van de waarde waarbij maximaal 25 % van de gebruikers een onvoldoende zou geven voor de onderhoudstoestand van de verharding.

In [5] zijn relaties gepresenteerd tussen het oordeel van de gebruiker en de hoeveelheid schade. Voor een deel zijn deze relaties tot stand gekomen door extrapolatie en 'engineering judgement', omdat in het onderzoek niet voor alle schaden de volledige range aan schade in ernst en omvang kon worden betrokken.

In de volgende paragrafen worden per wegkenmerk de relevante informatie en de aanbevolen richtlijn tabellen gegeven. Ter onderbouwing zijn tevens de argumenten genoemd. Voor de in [1] genoemde schaden vallend onder 'Klein onderhoud' (dwarsscheuren, dwarslassen, langlassen en gaten) zijn geen richtlijnen opgenomen. Deze schaden dienen immers ongeacht de ernst en omvang altijd te worden gerepareerd.

De omschrijving en definitie van de schaden is, voor zover van toepassing, overgenomen uit de bestaande omschrijving in [1].^(*)

Naast richtlijnen voor verhardingstechnische wegkenmerken zijn in dit hoofdstuk ook richtlijnen opgenomen voor een aantal andere beheersaspecten (conditie berm, reiniging, verlichting, bebording en bebakening, markering, opgaand groen). In tabel 19 is een overzicht gegeven van de beschikbare richtlijnen per verhardingstype.

(*) Op het moment van verschijnen van deze publikatie zijn twee andere C.R.O.W-werkgroepen (Normen en criteria; Visuele inspectie) bezig met een evaluatie van het huidige C.R.O.W-systeem voor Rationeel Wegbeheer [1]. In het kader van deze werkzaamheden kunnen omschrijvingen en definities van schaden worden aangepast. Zoals reeds vermeld zullen de aanbevelingen en richtlijnen voor fietspadenbeheer te zijner tijd worden verwerkt in een publikatie over Rationeel Wegbeheer.

Tabel 19. Overzicht beschikbare richtlijnen per verhardingstype

Wegkenmerk	Schade	Verhardingstype		
		Asfaltbeton	Elementen	Cementbeton
Textuur	Rafeling	x	-	-
	Vet	x	-	-
	Aantasting	-	-	x
Vlakheid	Dwarsonvlakheid	x	x	-
	Oneffenheden	x	x	x
Samenhang	Langsscheuren	x	-	-
	Craquelé	x	-	-
	Voegwijdte	-	x	-
Kantstrook	Randschade	x	-	-
	Verminderde kantopsluiting	x	x	-
Afwatering	Verminderde afwatering	x	x	-
Berm	Verkeerde hoogteligging	x	x	x
	Onvlakheid	x	x	x
	Te hoge vegetatie	x	x	x
Reinheid verharding	Vervuiling	x	x	x
	Gladheid	x	x	x
Verlichting	Onvoldoende lichtniveau	x	x	x
Bebording en bebakening	Verminderde zichtbaarheid of ontbreken	x	x	x
Markering	Verminderde zichtbaarheid of ontbreken	x	x	x
Opgaand groen	Verminderd profiel van vrije ruimte	x	x	x

x = richtlijn beschikbaar

- = geen richtlijn beschikbaar

3.2 Textuur

Wegkenmerk:	Textuur
Definitie:	Beschrijving van vorm, grootte en rangschikking van de oneffenheden van het wegoppervlak op de schaal van de korrelafmeting.
Schade:	Rafeling
Definitie:	Verdwijnen van aggregaat of steenslag uit het oppervlak van de verharding.
Criterium:	Ernst en omvang
Parameter:	Ernstklasse en % van de oppervlakte (zie Publikatie 20-C)
Richtlijn:	Lichte schade toegestaan Matige schade: ≤ 30 % van de oppervlakte Geen ernstige schade
Toelichting:	De richtlijn van de schade rafeling staat in verband met de duurzaamheid, rolweerstand en berijdbaarheid.



Rafeling asfaltbeton.

Wegkenmerk:	Textuur
Definitie:	Beschrijving van vorm, grootte en rangschikking van de oneffenheden van het wegoppervlak op de schaal van de korrelafmeting.
Schade:	Vet
Definitie:	Aanwezigheid van bitumineus bindmiddel aan het oppervlak.
Criterium:	Ernst en omvang
Parameter:	Ernstklasse en % van de oppervlakte (zie Publikatie 20-C)
Richtlijn:	Lichte schade toegestaan Matige schade: ≤ 30 % van de oppervlakte Geen ernstige schade
Toelichting:	De richtlijn voor de schade vet staat in verband met de verkeersveiligheid.



Vet bij asfaltbeton.

Wegkenmerk:	Textuur
Definitie:	Beschrijving van vorm, grootte en rangschikking van de oneffenheden van het wegoppervlak op de schaal van de korrelafmeting.
Schade:	Aantasting
Definitie:	Het verdwijnen van grind uit het oppervlak van de verharding.
Criterium:	Ernst en omvang
Parameter:	Ernstklasse en % van de oppervlakte
Richtlijn:	Lichte schade toegestaan Matige schade: ≤ 30 % van de oppervlakte Geen ernstige schade
Toelichting:	De richtlijn voor de schade aantasting staat in verband met de duurzaamheid, de rolweerstand en de berijdbaarheid.



Aantasting cementbeton.

3.3 Vlakheid

Wegkenmerk:	Vlakheid
Definitie:	Mate waarin dwars- en lengteprofiel voldoen aan richtlijnen voor verticale vervorming.
Schade:	Dwarsonvlakheid
Definitie:	De mate waarin verticale vervormingen (spoordiepte) in het dwarsprofiel van de verharding voorkomen.
Criterium:	a. Ernst en omvang spoordiepte b. Dwarshelling
Parameter:	a. Ernstklasse en % van de oppervlakte (zie Publikatie 20-C) b. Hellingspercentage
Richtlijn:	a. Lichte schade toegestaan Matige schade: ≤ 30 % van de oppervlakte Geen ernstige schade b. Dwarshelling ≤ 10 % (*)
Toelichting:	De richtlijn voor de schade dwarsonvlakheid staat in verband met veiligheid en berijdbaarheid (comfort). * De maximale dwarshelling van 10 % geldt voor een rechtstand. In bochten kan in verband met verkanting een hogere dwarshelling aanwezig zijn.



Dwarsonvlakheid elementenverharding.

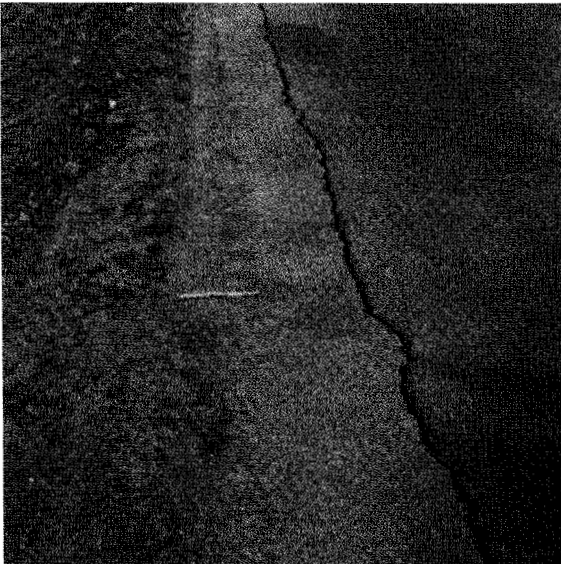
Wegkenmerk:	Vlakheid
Definitie:	Mate waarin dwars- en lengteprofiel voldoen aan richtlijnen voor verticale vervorming.
Schade:	Oneffenheden
Definitie:	Verticale vervorming van of discontinuïteit in de verharding, waarbij: (*) <ul style="list-style-type: none"> - het oppervlak waarover de vervorming of discontinuïteit zich uitstrekt betrekkelijk gering is (minder dan 5 m²), doch bij elementenverhardingen meerdere elementen beslaat; - verwacht mag worden dat de vervorming of discontinuïteit de berijdbaarheid negatief beïnvloedt.
Criterium:	a. Ernst en omvang b. Comfort
Parameter:	a. Ernst-klasse en aantal per 100 m ¹ (zie Publikatie 20-C) b. Comfort-index CI
Richtlijn:	a. Lichte en matige schade: ≤ 15 st. per 100 m ¹ Geen ernstige schade b. Asphalt: CI ≤ 25 Beton: CI ≤ 25 Elementen: CI ≤ 40
Toelichting:	De richtlijn voor de schade oneffenheden staat in verband met de veiligheid en het comfort. (*) Aansluitingen en overgangen bij verschillende soorten verhardingsconstructies dienen aan dezelfde richtlijnen te voldoen als hier opgesteld voor oneffenheden. In deze situatie kan echter de omvang niet uitgedrukt worden in een aantal per m ¹ . Als parameter wordt hier aangehouden het absolute hoogteverschil. Dit mag de 15 mm niet overschrijden (de ondergrens van Matig).



Oneffenheden elementenverharding.

3.4 Samenhang

Wegkenmerk:	Samenhang
Definitie:	Mate waarin de verhardingsmaterialen met elkaar zijn verbonden of waarin zij zijn samengevoegd.
Schade:	Langsscheuren
Definitie:	Scheuren die min of meer evenwijdig aan de as van de weg of het fietspad lopen.
Criterium:	Ernst en omvang
Parameter:	Ernstklasse en scheurlengte per 100 m ¹ verhardingslengte (zie Publikatie 20-C)
Richtlijn:	Lichte schade toegestaan Matige schade: ≤ 100 m ¹ per 100 m ¹ verhardingslengte Geen ernstige schade
Toelichting:	Langsscheuren hebben invloed op de duurzaamheid van de constructie en kunnen invloed hebben op de veiligheid (bij zeer wijde scheuren).



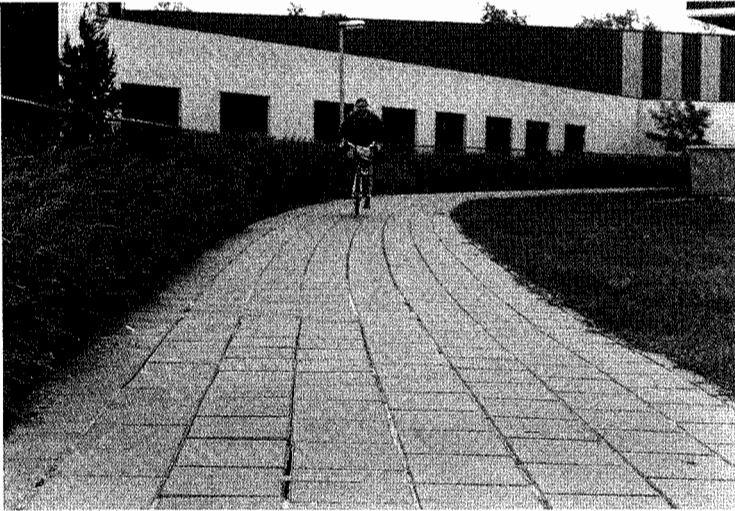
Langsscheur asfaltbeton.

Wegkenmerk:	Samenhang
Definitie:	Mate waarin de verhardingsmaterialen met elkaar zijn verbonden of waarin zij zijn samengevoegd.
Schade:	Craquelé
Definitie:	Patroon van al dan niet onderling verbonden langs- en dwarsscheuren die een aantal onregelmatige veelhoeken vormen.
Criterium:	Ernst en omvang
Parameter:	Ernstklasse en % van de oppervlakte (zie Publikatie 20-C)
Richtlijn:	Lichte schade toegestaan Matige schade: $\leq 20\%$ van de oppervlakte Geen ernstige schade
Toelichting:	Craquelé is van invloed op de duurzaamheid en kan in extreme vorm invloed hebben op de berijdbaarheid (comfort) en de veiligheid.



Craquelé asfaltbeton.

Wegkenmerk:	Samenhang
Definitie:	Mate waarin de verhardingsmaterialen met elkaar zijn verbonden of waarin zij zijn samengevoegd.
Schade:	Voegwijdte
Definitie:	Te grote afstand tussen de verhardingselementen.
Criterium:	Ernst en omvang
Parameter:	Ernstklasse en % van de oppervlakte (zie Publikatie 20-C)
Richtlijn:	Lichte schade toegestaan Matige schade: ≤ 15 % van de oppervlakte Geen ernstige schade
Toelichting:	De voegwijdte is van invloed op de veiligheid en de bereikbaarheid (comfort).



Voegwijdte elementenverharding.

3.5 Conditie kantstrook

Wegkenmerk:	Conditie kantstrook
Definitie:	Conditie van de ca 0,25 m brede strook aan de zijkant van de verharding met inbegrip van de kantopsluiting.
Schade:	Randschade
Definitie:	Schade aan de wegkenmerken Vlakheid en Samenhang in de kantstrook van asfaltverhardingen.
Criterium:	Ernst en omvang
Parameter:	Ernstklasse en % van de verhardingslengte (zie Publikatie 20-C)
Richtlijn:	Lichte schade toegestaan Matige schade: $\leq 30\%$ van de verhardingslengte Geen ernstige schade
Toelichting:	Een richtlijn voor randschade is van belang in verband met het voorkomen van andere schade en heeft invloed op de effectieve breedte van het fietspad. Randschade in grote omvang kan leiden tot een geringere capaciteit van het fietspad en daardoor tot afname van veiligheid en berijdbaarheid (comfort).



Randschade asfaltbeton.

Wegkenmerk:	Conditie kantstrook
Definitie:	Conditie van de ca 0,25 m brede strook aan de zijkant van de verharding met inbegrip van de kantopsluiting.
Schade:	Verminderde kantopsluiting
Definitie:	Verminderd functioneren van de langs de verharding gelegen constructie die zijdelingse steun aan de verharding geeft.
Criterium:	Ernst en omvang
Parameter:	Ernstklasse en % van de verhardingslengte (zie Publikatie 20-C)
Richtlijn:	Lichte schade toegestaan Matige schade: ≤ 30 % van de verhardingslengte Geen ernstige schade
Toelichting:	Een richtlijn voor kantopsluiting is van belang in verband met het voorkomen van andere schade.



Randschade asfaltbeton.

3.6 Afwatering

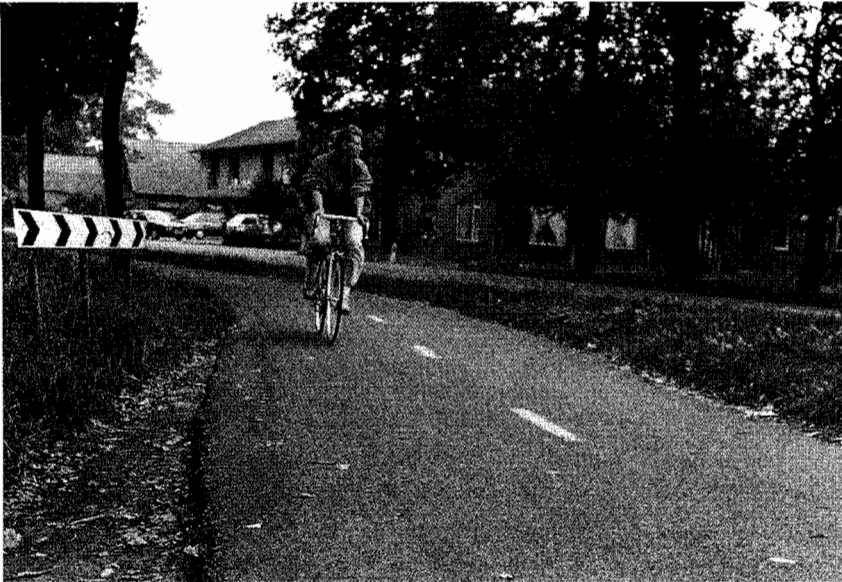
Wegkenmerk:	Afwatering
Definitie:	Mate waarin en wijze waarop water van de verharding kan afvloeien.
Schade:	Verminderde afwatering
Definitie:	Verminderd functioneren van de afwatering.
Criterium:	Verkeershinder en omvang
Parameter:	Hinderklasse en % van het verhardingsoppervlak (zie Publikatie 20-C)
Richtlijn:	Verkeershinder op ≤ 5 % van het verhardingsoppervlak
Toelichting:	Plasvorming wordt door een fietser als hinderlijk ervaren indien een ontwijkende beweging gemaakt moet worden of indien bij doorkuisen van een plas de omvang en diepte van de plas zodanig is, dat dit invloed heeft op de snelheid van de fietser. De mate van afwatering heeft invloed op veiligheid en comfort.



Verminderde afwatering.

3.7 Conditie berm

Wegkenmerk:	Conditie berm
Definitie:	Toestand van de onverharde berm.
Schade:	Verkeerde hoogteligging
Definitie:	Te hoge of te lage ligging ten opzichte van de verharding.
Criterium:	Hoogteverschil berm ten opzichte van de verharding
Parameter:	Hoogteverschil in mm
Richtlijn:	Hoogteverschil ≤ 50 mm
Toelichting:	Een te hoge ligging van de berm heeft vooral invloed op de afwatering. Een te lage ligging heeft invloed op de stabiliteit (veiligheid) en in mindere mate op mogelijke beschadiging van de fiets.



Te lage berm.

Wegkenmerk: **Conditie berm**
Definitie: Toestand van de onverharde berm.

Schade: **Onvlakheid berm**
Definitie: Onvlakheid, verminderde berijdbaarheid en verweking van de berm.
Criterium: Conditie bermoppervlak
Parameter: Beoordeling conform Publikatie 20-C
Richtlijn: Zeer slechte conditie niet toegestaan
Toelichting: De toestand van de berm heeft invloed op de afwatering en de veiligheid.

Wegkenmerk: **Conditie berm**
Definitie: Toestand van de onverharde berm.

Schade: **Te hoge vegetatie**
Definitie: Spreekt voor zich.
Criterium: Hoogte vegetatie over 1 m breedte vanaf kant verharding
Parameter: Hoogte in mm
Richtlijn: Hoogte \leq 100 mm
Toelichting: Het maaien van de strook van 1,00 m naast de verharding is van belang voor de effectieve breedte van het fietspad. Te hoge vegetatie direct naast het fietspad veroorzaakt een visuele vernauwing. Bovendien zijn bij korte vegetatie oneffenheden en eventuele obstakels in de berm waar te nemen.

3.8 Reinheid verharding

Wegkenmerk:	Reinheid verharding
Definitie:	Spreekt voor zich.
Schade:	Vervuiling
Definitie:	Aanwezigheid op de verharding van bladeren, afval, olie, verloren lading enzovoort.
Criterium:	Berijdbaarheid
Parameter:	Visuele beoordeling
Richtlijn:	Vervuiling mag niet zodanig zijn dat een normale doorgang van het fietsverkeer wordt belemmerd of de veiligheid in gevaar brengt.
Toelichting:	Vervuiling heeft invloed op de verkeersveiligheid.

Wegkenmerk:	Reinheid verharding
Definitie:	Spreekt voor zich.
Schade:	Gladheid
Definitie:	Gladheid door sneeuw, ijs of ijzel
Criterium:	Berijdbaarheid binnen een zekere tijdsduur na het ontstaan van gladheid
Parameter:	Tijdsduur
Richtlijn:	Het binnen 2 uur na het ontstaan van gladheid weer berijdbaar zijn van de fietspaden. De te volgen route voor gladheidsbestrijding vaststellen aan de hand van de intensiteit van het fietsverkeer per richting op dat moment.
Toelichting:	De gladheidsbestrijding van fietspaden blijkt veelal pas plaats te vinden nadat de rijbanen zijn geveegd of gestrooid. Zelfs komt het, met name bij smalle tussenbermen en aanliggende paden, voor dat daarbij de fietspaden in eerste instantie nog slechter berijdbaar worden omdat de geveegde sneeuw gedeeltelijk op het fietspad terecht komt. Mensen die niet over een alternatieve vervoerswijze beschikken, moeten tijdig en zonder gevaar van het fietspad gebruik kunnen maken. Het vaststellen van een bepaalde strooiroute is met name van belang voor het spitsverkeer (schoolgaande kinderen, bezoekers aan winkelcentra, enzovoort.).

3.9 Verlichting

Wegkenmerk:	Verlichting
Definitie:	De hoeveelheid licht die op de verharding valt.
Schade:	Onvoldoende lichtniveau
Definitie:	Spreekt voor zich.
Criterium:	Verlichtingssterkte
Parameter:	Aantal Lux
Richtlijn:	<ul style="list-style-type: none">- $L_{min} = 2$ Lux, indien weinig of geen verblinding door motorvoertuigen optreedt, geen mogelijkheid tot botsing met gemotoriseerd verkeer en er geen directe invloed is van naburige verlichtingsinstallaties;- $L_{min} = 5$ Lux, indien er regelmatig sprake is van tegemoetkomend gemotoriseerd verkeer op dwarsafstanden van minder dan 8 m of indien er directe invloed is van naburige verlichtingsinstallaties;- $L_{min} = 7$ Lux indien het fietspad uitsluitend door fietsers wordt gebruikt (rijwiel-pad).
Toelichting:	Verlichting heeft invloed op de verkeersveiligheid en de beleving door de gebruiker van het fietspad (sociale veiligheid). Verlichting dient niet verward te worden met luminantie, zijnde de hoeveelheid licht die door het wegdek wordt weerkaatst. De luminantie is onder meer afhankelijk van de verlichtingssterkte, de kleur van het licht en de reflectie-eigenschappen van het wegdek. Een richtlijn is hiervoor moeilijk op te stellen.

3.10 Bebording en bebakening

Wegkenmerk:	Bebording en bebakening
Definitie:	Op palen aangebrachte borden en bakens ter geleiding, waarschuwing en regeling van het verkeer.
Schade:	Verminderde zichtbaarheid of ontbreken van bebording of bebakening.
Definitie:	Spreekt voor zich.
Criterium:	Zichtbaarheid en aanwezigheid.
Parameter:	Visuele beoordeling
Richtlijn:	Alle bebording en bebakening moet aanwezig (RVV 1990, BABW) en zichtbaar zijn
Toelichting:	De zichtbaarheid en aanwezigheid van bebording en bebakening heeft een direct effect op de veiligheid en verkeersafwikkeling.

3.11 Markering

Wegkenmerk:	Markering
Definitie:	Op of in het wegdek aangebrachte tekens ter geleiding, waarschuwing en regeling van het verkeer, die de indeling van de weg (het fietspad) in lengte- en breedterichting weergeven, het verloop verduidelijken en van de verschillende weggedeelten aangeven waarvoor zij bestemd zijn.
Schade:	Verminderde zichtbaarheid of ontbreken van markering.
Definitie:	Spreekt voor zich.
Criterium:	Zichtbaarheid en aanwezigheid
Parameter:	Visuele beoordeling; helderheid
Richtlijn:	Controle op zichtbaarheid en aanwezigheid op basis van wettelijke voorschriften (RVV 1990, BABW) Helderheid kan gecontroleerd worden met proef 95 van de RAW-standaard (Witheidsgetal, kleur en helderheid).
Toelichting:	Goede markering is van belang in verband met de verkeersveiligheid.

3.12 Opgaand groen

Wegkenmerk:	Opgaand groen (houtachtige vegetatie)
Definitie:	Begroeiing van bomen en/of struiken.
Schade:	Verminderd profiel van vrije ruimte
Definitie:	Opgaand groen in het dwarsprofiel waarbinnen in verband met obstakelvrees geen vaste obstakels mogen voorkomen.
Criterium:	Profiel van vrije ruimte
Parameter:	Afstand opgaand groen
Richtlijn:	<ul style="list-style-type: none">- Te allen tijde handhaven van het profiel van vrije ruimte;- een gemiddelde onderhoudsfrequentie van 2 maal per jaar toepassen;- een obstakelvrije zone aanhouden van tenminste 3,00 m. Binnen deze zone mogen geen stamdelen of takken voorkomen die voor het (brom)fietsverkeer een verhoogd risico opleveren. Beplanting dient tot op tenminste 1,00 m naast de kant van de verharding te worden gesnoeid om het profiel van vrije ruimte te handhaven.
Toelichting:	Onderhoud van opgaand groen is van groot belang voor de (sociale) veiligheid en de bereikbaarheid. Het niet onderhouden geeft veelvuldig aanleiding tot klachten. Deze kunnen worden voorkomen door met een frequentie van tweemaal per jaar het groen te onderhouden volgens de aangegeven richtlijnen.

4 Keuze van onderhoudsvriendelijke constructies

4.1 Achtergronden

Ten behoeve van een keuze uit verschillende soorten verhardingsconstructies heeft de werkgroep een vergelijking gemaakt op basis van de kosten van aanleg en onderhoud [5]. De vergelijking beoogt globaal de kostenniveaus aan te geven voor aanleg en onderhoud van de verschillende verhardingsconstructies, zonder daarover in absolute zin uitspraken te doen. In de praktijk zal elk fietspad, afhankelijk van de lokale omstandigheden, een ander kostenniveau hebben. Niettemin kan op basis van een aantal uitgangspunten in algemene zin een uitspraak worden gedaan. Naast de kosten spelen in de keuze van verhardingssoort overigens ook andere argumenten een rol. Met nadruk wordt gesteld, dat de gemaakte keuzen niet gebaseerd zijn op de resultaten van enig onderzoek van de werkgroep. De mening van de werkgroep moet los worden gezien van het onderzoek naar richtlijnen voor schade aan fietspaden. In dit hoofdstuk is in de vorm van een beslisboom aangegeven welke verhardingsconstructie in een bepaalde situatie de voorkeur verdient.

4.2 Beschouwde verhardingsconstructies

Uitgangspunten aanleg

De volgende verhardingssoorten zijn in de vergelijking betrokken:

- asfaltbeton (code A)
- cementbeton (code C)
- tegels (code T)

Bij de verhardingsopbouw is voor asfaltbeton- en cementbetonverhardingen geen rekening gehouden met een opsluiting. Bovendien is geen aparte berekening opgezet voor fietspaden uitgevoerd in rood materiaal. De keuze hiervoor wordt op niet-verhardingstechnische gronden gemaakt en heeft geen invloed op het ontwerp van de verhardingsconstructie.

A. Asfaltbetonverhardingen

Bij fietspaden met een asfaltbetonverharding is gekozen voor een ongefundeerde en een gefundeerde constructie, respectievelijk A1 en A2.

- A1: 30 mm dichtasfaltbeton (DAB)
70 mm grindasfaltbeton (GAB)
zandbed of ondergrond
- A2: 30 mm dichtasfaltbeton (DAB)
40 mm grindasfaltbeton (GAB)
200 mm steenfundering
zandbed of ondergrond

C. Cementbetonverharding

Voor verhardingen in cementbeton is uitgegaan van een constructie van 140 mm cementbeton rechtstreeks aangebracht op een zandbed of de aanwezige natuurlijke ondergrond. Een dikte van 140 mm is het minimum dat (met het oog op opspattingen) in de praktijk bij uitvoering van cementbetonverhardingen wordt gehanteerd.

- C1: 140 mm cementbeton
zandbed of ondergrond

T. Tegelverhardingen

Voor fietspaden voorzien van een tegelverharding, is gekozen voor een ongefundeerde en gefundeerde constructie, respectievelijk T1 en T2 (Noot: gestraat in halfsteensverband).

- T1: 80 mm tegels (300x300)
30 mm brekerzand
zandbed of ondergrond
- T2: 80 mm tegels (300x300)
30 mm brekerzand
200 mm steenfundering
zandbed of ondergrond

De constructies T1 en T2 zijn beide voorzien van opsluitbanden.

Fietspaden voorzien van een elementenverharding (betonstraatstenen), zijn in de vergelijking niet meegenomen. Dergelijke fietspaden worden hoogst zelden toegepast.

Uitgangspunten onderhoud

De kosten van groot onderhoud zijn gebaseerd op in de praktijk gebruikelijke onderhoudscycli waarbij een periode van 30 jaar als uitgangspunt is genomen. De kosten van klein onderhoud zijn vastgesteld als een percentage van die van groot onderhoud.

Er is geen rekening gehouden met onderhoudskosten als gevolg van het openbreken van verhardingen in verband met kabel- en leidingwerken en dergelijke. De kosten daarvan moeten in principe worden gedekt door degene die ze veroorzaakt. In de algemene vergelijking spelen deze kosten dus geen rol.

4.3 Kostenvergelijking

De resultaten op basis van een globale kostenvergelijking zijn samengevat in tabel 20. De vergelijking is opgezet op basis van zowel directe kosten als de netto contante waardeberekening. In tabel 20 zijn de kosten uitgedrukt in een bepaalde bandbreedte; dit om een schijnnaauwkeurigheid te voorkomen. Ook in de praktijk zullen de echte kosten afhankelijk van lokale omstandigheden variëren.

Tabel 20. Samenvatting kosten aanleg en onderhoud

	Kosten aanleg [fl,- per m ²]	Gr.onderhoud (in 30 jaar) [fl,- per m ²]	Kl.onderhoud (in 30 jaar) [fl,- per m ²]	Totaal (in 30 jaar) [fl,- per m ²]
A1 (30 DAB - 70 GAB)	* 20,00 - 30,00 **(20,00 - 30,00)	20,00 - 25,00 (5,00 - 6,00)	4,00 - 5,00 (1,00 - 1,50)	45,00 - 60,00 (26,00 - 37,50)
A2 (30 DAB - 40 GAB - 200 steenfundering)	30,00 - 35,00 (30,00 - 35,00)	20,00 - 25,00 (5,00 - 6,00)	4,00 - 5,00 (1,00 - 1,50)	55,00 - 65,00 (36,00 - 42,50)
C1 (140 cementbeton)	40,00 - 45,00 (40,00 - 45,00)	3,00 - 5,00 (1,00 - 1,50)	0,50 - 2,00 (0,00 - 0,50)	45,00 - 55,00 (41,00 - 47,00)
T1 (300 x 300 x 80)	55,00 - 60,00 (55,00 - 60,00)	20,00 - 25,00 (5,00 - 6,00)	5,00 - 6,00 (1,50 - 2,00)	80,00 - 90,00 (61,50 - 68,00)
T2 (300 x 300 x 80 - 200 steenfundering)	65,00 - 70,00 (65,00 - 70,00)	20,00 - 25,00 (5,00 - 6,00)	5,00 - 6,00 (1,50 - 2,00)	90,00 - 100,00 (71,50 - 78,00)

* Bedragen weergegeven in directe kosten

** Bedragen weergegeven in netto contante-waardekosten

Noot: Bedragen inclusief algemene kosten en winst en risico, exclusief BTW en directiekosten

Uit de tabel blijkt dat de kosten van asfaltbetonverhardingen en cementbetonverhardingen zich op een nagenoeg gelijk niveau bewegen. Tegelerhardingen zijn duidelijk duurder. Worden fietspaden in rood uitgevoerd (hetzij met rood asfaltbeton of cementbeton hetzij met een oppervlakbehandeling), dan komen de kosten voor de verhardingen duidelijk boven het niveau van de normale asfalt- en cementbetonverharding uit, maar nog wel onder het niveau van tegelerhardingen.

In paragraaf 4.4 is op basis van deze kostenvergelijking en van niet kwantificeerbare parameters een beslisboom opgezet voor het kiezen van een verhardingsconstructie bij aanleg.

4.4 Beslisboom keuze verhardingsconstructies

In de voorgaande paragraaf is op basis van kosten een globale vergelijking gemaakt tussen fietspaden met verschillende verhardingsconstructie. Al eerder is aangegeven dat bij de keuze voor een verhardingsconstructie ook andere argumenten dan de kosten een rol kunnen spelen. Aan de hand van een beslisboomstrategie kan ook met deze argumenten rekening worden gehouden. In de beslisboom van figuur 1 is dat gebeurd.

Tot de 'andere' argumenten kunnen worden gerekend:

- De aanwezigheid van kabels en leidingen, de bereikbaarheid daarvan bij storingen, het gebrek aan ruimte binnen de bebouwde kom om deze naast de verharding te leggen en de kosten van klein onderhoud bij toepassing van verschillende verhardingsmaterialen.
- Ter plaatse van kruisingen en inritten incidenteel gebruik door zwaar verkeer.

- Het gebruik van het fietspad door gladheidsbestrijdings en onderhoudsvoertuigen en -materieel.
- De aanwezigheid van bomen direct naast de verharding, waardoor boomwortel-schade kan worden veroorzaakt.
- De aanwezigheid van mollen die de verharding ondergraven (mollenritten).
- De ligging van het fietspad binnen of buiten de bebouwde kom.

De werkgroep is van mening, dat de wegontwerpers te snel en te gemakkelijk besluiten om tegels toe te passen als verhardingsmateriaal. Vooraluit het oogpunt van de weggebruiker gaat de voorkeur uit naar asfaltbeton of cementbeton. De gedachte om een tegelverharding toe te passen binnen de bebouwde kom is veelal ingegeven door de combinatie van fietspad en het leggen van kabels en leidingen. Vanuit maatschappelijk oogpunt zijn de activiteiten van de wegbeheerders en de nutsbedrijven gelijkwaardig. Ieder van de participanten heeft zijn eigen verantwoordelijkheden. De bereikbaarheid van kabels en leidingen, inclusief afsluiters, lassen enzovoort is van essentieel belang en ook de gasbedrijven handhaven hun bezwaar tegen een gesloten verharding boven hun leiding. Voor de meeste gemeenten, waar het dichten van sleuven en het herstel van de verharding door of vanwege de aannemer van de nutsbedrijven plaatsvindt, is de kans op een deugdelijk herstel van de verharding in het geval van elementen beduidend groter dan bij asfalt. De mogelijkheden om asfalt herstel op een acceptabele wijze uit te voeren, worden het best uitgebuit, indien dat gebeurt onder verantwoordelijkheid van de wegbeheerder door een deskundige aannemer. Asfaltbeton boven kabels en leidingen is in dat geval zeker acceptabel.

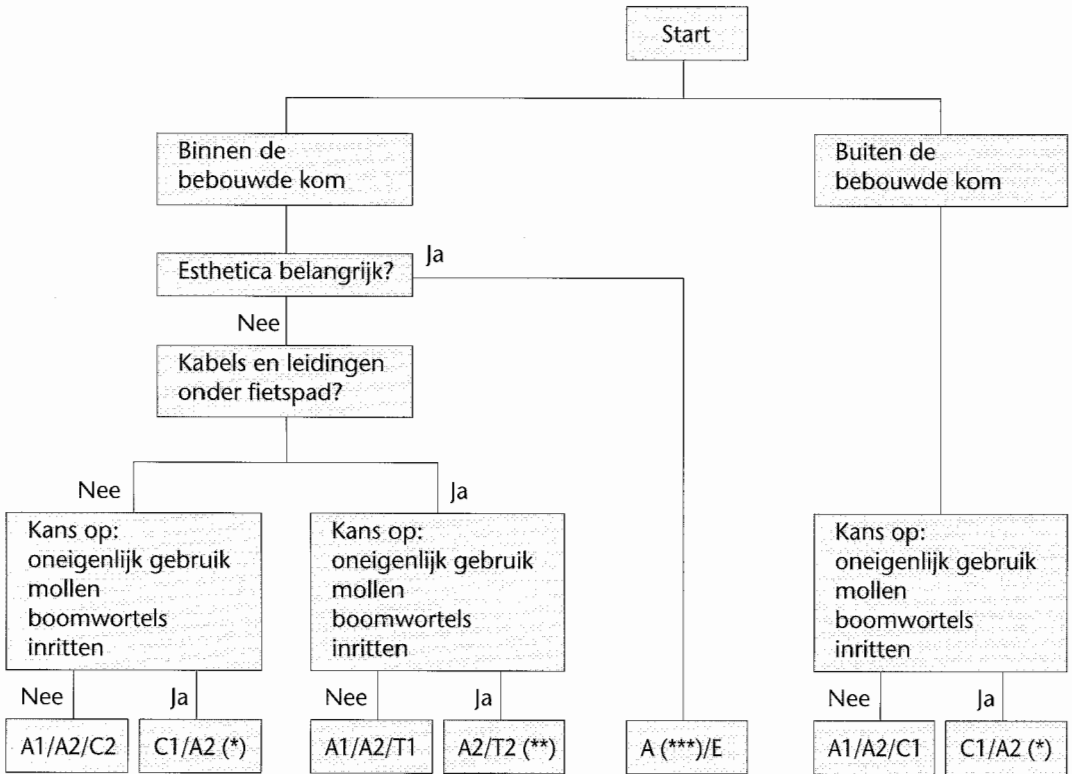
Aanbevolen wordt, bij de aanleg van een nieuw fietspad, daar waar mogelijk, de kabels en leidingen naast de verharding te leggen. Indien daar geen ruimte voor is en daarmee de kabels en leidingen toch onder het fietspad moeten liggen, hoeft een asfaltverharding niet bij voorbaat te worden uitgesloten. Er zijn momenteel voldoende mogelijkheden om asfaltverhardingen boven kabels en leidingen goed te ontwerpen en te onderhouden.

De beslisboom voor de keuze van een verhardingsconstructie is gebaseerd op de volgende uitgangspunten (zie ook [4], hoofdstuk 5):

- Het verhardingsmateriaal is asfaltbeton of cementbeton en alleen in uitzonderingsgevallen (kabels en leidingen) en om esthetische redenen kan hiervan worden afgeweken (elementenverhardingen zijn te oncomfortabel voor fietsers).
- Cementbeton is geen zinvol verhardingsmateriaal, indien de verharding voor onderhoud aan kabels en leidingen regelmatig moet worden opgebroken (te kostbaar). Dit geldt in veel mindere mate voor asfaltbeton, dat na een zorgvuldige afweging, veelal wel voor deze toepassing geschikt is.
- Indien één van de volgende vier punten geldt:
 - er is kans op frequent oneigenlijk gebruik,
 - er is kans op mollen,
 - er zijn direct naast de verharding bomen aanwezig,
 - er kan kruisend verkeer van (vracht)auto's worden verwacht (bijv. uitritten), dan heeft cementbeton de voorkeur of wordt een asfaltbetonverharding *met fundering* of een elementenverharding *met fundering* toegepast. Bij de laatste twee toepassingen moeten speciale voorzieningen worden getroffen, afhankelijk van de situatie.

- Als geen van bovengenoemde vier punten geldt, wordt de asfaltbetonverharding of elementenverharding *zonder fundering* gekozen of een constructie met een cementbetonverharding.
- Indien een keuze uit meer materialen mogelijk is, wordt de uiteindelijke keuze bepaald door de kostenvergelijking, waarbij de in de vorige paragraaf gepresenteerde kentallen als leidraad kunnen dienen.

Genoemde uitgangspunten zijn schematisch weergegeven in figuur 1.



- (*) Alternatief A2 met voorzieningen
- (**) Beide alternatieven met voorzieningen
- (***) Alternatief A met oppervlakbehandeling of kleur

Figuur 1: Beslisboom keuze verhardingsconstructie

Op diverse plaatsen in de beslisboom zijn keuzemogelijkheden beschreven. Als de keuze op basis van de uitgangspunten van de beslisboom of uit kostenoverweging niet gemaakt kan worden, geeft de werkgroep de voorkeur aan asfaltbetonverhardingen. Bij asfaltbetonverhardingen komt het comfortgevoel van de gebruiker het meest tot zijn recht(*). Bij problemen met verkeer op inritten, mollandingen en oneigenlijk gebruik neigt de werkgroep ertoe uit technische overwegingen voor cementbeton te kiezen.

4.5 Speciale constructies

In de volgende situaties kunnen speciale constructies worden toegepast:

- overgang van verharding (onder meer kruising met inritten);
- aansluitingen;
- bij te verwachten problemen met mollen;
- bij aanwezigheid van hoogwortelende bomen;
- toeristische paden (schelpenpadjes).

Bij asfalt- en tegelpaden wordt bij overgangen en aansluitingen een zwaardere constructie aanbevolen. Indien het fietspad niet is gefundeerd, dient op deze plaatsen wel een fundering te worden aangebracht. Is het fietspad al wel gefundeerd, dan kan ter plaatse de fundering worden verzwakt. De mate waarin dit nodig is, zal echter van situatie tot situatie zeer verschillen.

De eisen die gesteld worden aan de vlakheid (hoogteverschillen) bij aansluitingen en overgangen, zijn dezelfde als die standaard bij oneffenheden worden gesteld (zie paragraaf 3.3).

Bij te verwachten problemen met mollen (veelal op zandige ondergronden) wordt het gebruik van menggranulaat als fundering aanbevolen. Mollendoek, folies, sleuven en dergelijke worden met wisselend succes toegepast, zodat hiervoor geen algemene richtlijn kan worden gegeven. Cementbetonverhardingen zijn hierbij in het voordeel.

Bij aanwezigheid van hoogwortelende bomen wordt toepassing van worteldoek aangeraden. Een alternatief hiervoor kan zijn de toepassing van een 'wortelstraat' (het leiden van de wortelgroei in een meer gewenste richting door gebruik van boomvriendelijke grond) of door toepassing van zogenaamde 'deep-root'-systemen.

(*) De werkgroep heeft het comfort van een nieuw fietspad met een asfaltbetonverharding en een cementbetonverharding niet met elkaar vergeleken. De hier uitgesproken voorkeur is met name ingegeven door de achterban van de verschillende belangenorganisaties.

II Onderzoek

5 Inventarisatie huidige situatie

6 Veldonderzoek

5 Inventarisatie huidige situatie

5.1 Interviews

In totaal zijn acht fietspadbeheerders geïnterviewd en zijn van vier beheerders (leden van de werkgroep) schriftelijk reacties ontvangen. Het interview bij de provincie Drenthe leverde informatie op over zowel fietspaden in beheer bij de provincie als fietspaden in beheer bij het recreatieschap Drenthe. In totaal zijn derhalve van dertien fietspadbeheerders gegevens ontvangen. Bij de keuze van fietspadbeheerders is getracht een zo evenwichtig mogelijk verdeling te krijgen naar beheerders, omvang fietspadennet, ondergrond en geografische spreiding over Nederland.

De verdeling naar beheerder is:

- Provincies: 5
 - * Gelderland
 - * Zeeland
 - * Noord Holland
 - * Zuid Holland
 - * Drenthe

- Recreatieschap: 1
 - * Recreatieschap Drenthe

- Gemeenten: 7
 - * Rotterdam
 - * Maastricht
 - * Apeldoorn
 - * Dongeradeel
 - * Nieuwegein
 - * Heiloo
 - * Oss

De belangrijkste informatie uit de interviews kan als volgt worden samengevat:

- * Op één beheerder na, behoudens de leden van de werkgroep, kende geen van de beheerders SCW-Mededeling 57 'Onderhoud Fietspaden'. Er wordt dan ook niet gewerkt met de in deze Mededeling aangegeven voorlopige normen en richtlijnen.

- * Alle beheerders werken met een beheerpakket gebaseerd op het C.R.O.W-systeem voor Rationeel Wegbeheer [1]. In het algemeen kunnen zij met de op dit systeem gebaseerde meerjarenplanning goed uit de voeten. Alleen wordt in een aantal gevallen een enigzins gewijzigd gedragsmodel gebruikt.

- * Naast de standaard beheergegevens, die in dergelijke beheersystemen zijn opgenomen, is er behoefte aan het opnemen van gegevens over de intensiteit van het fietsverkeer en het type gebruik van het fietspad. Daarnaast heeft een enkele beheerder de wens klachten in het systeem te kunnen opnemen.

- * Bij de meeste beheerders bestaat de neiging over te gaan naar gesloten verhardingen voor fietspaden. Voor fietspaden binnen de bebouwde kom gaat de voorkeur dan uit naar toepassing van rood materiaal. Bij een aantal beheerders worden met succes cementbeton fietspaden aangelegd (in verband met de te verwachten lage onderhoudskosten en het tegengaan van problemen als gevolg van onder meer mollandingen en boomwortelgroei).

- * In het algemeen hebben de beheerders geen beeld van meningen van de gebruikers over de onderhoudstoestand van de fietspaden. Klachten worden meestal wel geregistreerd, maar zijn gering in aantal. Gerelateerd aan het aantal klachten is de algemene indruk dat de gebruikers de onderhoudstoestand van de fietspaden acceptabel vinden.
De gemiddelde kwaliteit van de fietspaden bij de in het onderzoek betrokken beheerders bedroeg:
 - in de C.R.O.W.-vijschaal: 2,4
 - in 'rapportcijfer' (algemene indruk beheerder) in 10-schaal: 6,9.

- * De meeste geïnterviewde beheerders voeren geen specifiek beleid gericht op beheer en onderhoud van fietspaden. Er bestaan wel fietspadenplannen, maar deze zijn meer gericht op de aanleg van nieuwe fietspaden en het benoemen van fietspaden naar functie. Een aantal beheerders werkt wel algemene uitgangspunten, zoals:
 - onderhoud moet zijn gericht op instandhouding;
 - veiligheid en comfort dienen voorop te staan.

- * Fietsstroken worden qua onderhoud en normstelling op één uitzondering na niet anders behandeld dan de aanliggende rijbaan. Er wordt in het onderhoud, in voorkomende gevallen, wel rekening gehouden met de aparte kleurstelling (rood).

- * De meest geconstateerde schade is oneffenheden. Als oorzaken van het ontstaan van de meeste schade worden gezien:
 - oneigenlijk gebruik door voertuigen ten behoeve van onderhoud en gladheidsbestrijding;
 - bomen;
 - mollen;
 - verkeersomleidingen (met name in het stedelijke gebied);
 - verhuizingen (met name in het stedelijk gebied).
 Een aantal beheerders heeft met wisselend succes geëxperimenteerd met de toepassing van worteldoeken, mollenschermen en dergelijke. Schade door oneigenlijk gebruik kan alleen maar worden tegengegaan door zwaarder te dimensioneren. Om economische motieven is dit tot nu toe veelal niet gedaan.

- * De belangrijkste beweegredenen voor het plegen van onderhoud zijn veiligheid en comfort. Het behoud van geïnvesteerd kapitaal is wel essentieel, maar wordt bij de meeste beheerders niet als maatgevend gezien.

- * Ongevallencijfers worden veelal niet gehanteerd. Bij de beheerders bestaat echter de indruk dat er meestal geen relatie is te leggen tussen de onderhoudstoestand van het fietspad en het verkeersongeval.

- * De relatie in de prioriteitstelling tussen rijbaan en fietspad wordt wisselend beoordeeld per beheerder. Op één na stellen de beheerders geen prioriteiten tussen de fietspaden onderling. Een aantal beheerders is echter wel bezig om iets dergelijks op te zetten, anderen geven aan daaraan wel behoefte te hebben.
- * Beheeractiviteiten met betrekking tot bermen, beplanting, gladheidsbestrijding, bebording en dergelijke worden in het algemeen bij fietspaden niet anders benaderd dan bij rijbanen voor gemengd verkeer. Er wordt vaak wel ander materieel ingezet.
- * De meest toegepaste onderhoudsmaatregelen voor asfaltbetonverhardingen zijn een oppervlakbehandeling (met parelgrind) of een dunne deklaag. Elementenverhardingen worden herstraat. Opvallend hierbij is dat bij één beheerder in de elementenverhardingen de tegels worden vervangen door betonstraatstenen (stabiel!).
- * De meeste beheerders hebben geen behoefte aan andere onderhoudsmaatregelen voor fietspaden dan die nu worden toegepast. Wel hebben sommige beheerders behoefte aan ander materieel, waarmee ook op moeilijk bereikbare plaatsen (bijvoorbeeld in natuurgebieden) de voorgestelde onderhoudsmaatregel uitvoeringstechnisch goed kan worden aangebracht.
- * Bij overgangen van verhardingstypen passen de meeste beheerders geen speciale constructies toe. Een aantal beheerders geeft aan dat de problemen bij overgangen veelal kunnen worden voorkomen door veel aandacht te besteden aan een correcte uitvoering.
- * Geen enkele beheerder heeft behoefte aan een andere inspectiemethodiek. Wel geeft ongeveer de helft van de beheerders aan dat er nader naar de normering moet worden gekeken. Een aantal beheerders stelt dat een fietspad door een inspecteur fietsend dient te worden beoordeeld.
- * Eenmaal per jaar inspecteren wordt voor planningsdoeleinden voldoende geacht. Wel kan het door de veranderingen in het Nieuw Burgerlijk Wetboek het noodzakelijk zijn dat de beheerder meermalen per jaar inspecteert om direct aan veiligheid gerelateerde schaden te kunnen onderkennen.
- * Het ideale fietspad is onderhoudsarm. Dit wil zeggen dat bij de aanleg rekening dient te worden gehouden met het oneigenlijk gebruik. Een algemene ideale opbouw is, op basis van de interviews, niet aan te geven. Wel is er een trend naar het gebruik van een fundering van menggranulaat. Afhankelijk van de locatie dienen daarnaast voorzieningen te worden getroffen tegen mollen en doorgroei van boomwortels. Cementbeton is hierbij in het voordeel.

5.2 Oordeel gebruikers

Het betrekken van de mening van de gebruikers is een essentieel onderdeel in de studie geweest. De vertegenwoordigers van twee belangenorganisaties (ANWB en Fietsersbond enfb) in de werkgroep hebben - niet beheerder zijnde - een oordeel gegeven over de onderhoudstoestand van de fietspaden.

ANWB:

De ANWB is voor haar reactie afhankelijk van telefonische en schriftelijke opmerkingen van leden en niet-leden. In voorkomende gevallen, waarbij opmerkingen gemaakt worden over de onderhoudstoestand van een (brom)fietspad, benadert de ANWB de wegbeheerder met het verzoek de situatie te verbeteren. Het blijkt dat er vooral geklaagd wordt over paden met losse tegels, over verzakkingen (plasmovorming bij regen) en over doorgroei van boomwortels. Daarnaast ontvangt de ANWB opmerkingen over het 'dump'-effect dat kan optreden als een vrijliggend (brom)fietspad een zijweg kruist (overgang!). Een fietser rijdt dan als het ware door een afvoergoot bij de overgang van fietspad naar zijweg en andersom. Een beoordeling in de vorm van een rapportcijfer kan de ANWB thans niet geven.

Fietsersbond enfb:

Om een indruk te krijgen van het oordeel van de gebruikers heeft de Fietsersbond enfb haar afdelingen die actief zijn in het gebied van de geselecteerde wegbeheerders, gevraagd een *globaal* oordeel te geven over het onderhoud van de desbetreffende fietspaden. Daarbij is vooral gelet op vlakheid, schoonhouden, verlichting/bebording/markering en de wijze van klachtafhandeling door de wegbeheerder.

Een volledig overzicht van de beoordelingen is samengebracht in [5].

Vergelijking van de beoordeling van de beheerder en de gebruiker leert dat het moeilijk is een algemeen verband te leggen. Voor een tweetal beheerders is er wel een duidelijke overeenkomst geconstateerd tussen de mening van de gebruiker en die van de beheerder, hetgeen tot uitdrukking komt in het cijfer volgens de C.R.O.W-methodiek en het gegeven rapportcijfer.

Opvallend is dat bij één beheerder de gebruiker de fietspaden als beter beoordeelt dan de beheerder denkt. Hier vertoont ook de beoordeling op basis van de objectieve C.R.O.W-waarde en het door de beheerder zelf gegeven rapportcijfer verschil.

Duidelijk is wel dat de beheerders in het algemeen geen indruk hebben van het oordeel van de gebruikers over hun fietspaden.

5.3 Literatuurstudie

In het kader van het onderzoek is een korte literatuurstudie uitgevoerd om na te gaan of er na SCW-mededeling 57 (1986) [2] nog nieuwe literatuur is verschenen die betrekking heeft op het onderhavige onderzoek. In totaal zijn 27 titels bestudeerd.

De studie is aangepakt door alle literatuurstukken specifiek te beoordelen op de volgende thema's:

- Onderhoudscriteria;
 - . functionele eisen
 - . technische eisen
 - . schades/oorzaken van schade
- Opbouw gegevensbestand;
- Visuele inspectiemethode;
- Metingen;
- Normen en richtlijnen;
- Gedragsmodellen;
- Onderhoudsmaatregelen (inclusief kosten en effecten).

Slechts zeven titels behandelden zaken die verband hielden met de geformuleerde doelstellingen. Op basis daarvan wordt aanbevolen de volgende aspecten nader te onderzoeken:

- de relatie tussen de comfortmeting enerzijds en de beleving van de weggebruiker anderzijds;
- de relatie tussen de resultaten van de globale visuele inspectie enerzijds en de beleving van de weggebruiker anderzijds;
- de relatie tussen de resultaten van een globale visuele inspectie enerzijds en de comfortmeting anderzijds.

Een volledig verslag van de literatuurstudie is gegeven in [5].

5.4 Fietsongevallen

Een van de onderwerpen die in het onderzoek van de werkgroep aan bod diende te komen, was het zoeken naar een relatie tussen de onderhoudstoestand van de verharding en het ontstaan van fietsongevallen. Op deze wijze zou er wellicht een koppeling gelegd kunnen worden tussen richtlijnen voor toelaatbare schade en de mate van verkeersveiligheid.

De werkgroep heeft hiertoe onderzoek verricht naar onder meer gegevens opgeslagen in het VOR-bestand van de provincie Utrecht. In de periode 1988-1992 zijn in deze provincie ruim 17500 ongevallen met fietsers en bromfietzers geregistreerd. Slechts dertig daarvan hadden als hoofdtoedracht 'slecht wegdek' of 'overige toestand wegdek'. Een algemene relatie tussen de onderhoudstoestand van het wegdek en de verkeersveiligheid is op basis van deze gegevens niet te trekken. De werkgroep verwacht dat in vergelijkbare bestanden bij de overige provincies geen wezenlijk andere informatie zal worden aangetroffen.

Wel is nader geïnformeerd naar de onderregistratie van ongevallen van fietsers. De SWOV heeft hiernaar in 1987 een onderzoek gedaan met als uitkomst dat naar schatting slechts 11 % van het totaal aantal ongevallen met fietsers (landelijk) bij de VOR wordt geregistreerd. Het onderzoek is gebaseerd op een telefonische enquête onder ruim 24.000 huishoudens (66.000 personen). Er zijn hierbij echter geen vragen gesteld over de onderhoudstoestand van het wegdek.

De werkgroep heeft hieruit de conclusie getrokken dat de huidige gegevens onvoldoende basis bieden om een cijfermatig onderbouwde relatie te kunnen leggen tussen de onderhoudstoestand en de verkeersveiligheid.

5.5 Vervolgonderzoek

Uit de interviews en de literatuurstudie zijn de volgende conclusies getrokken:

- Vanuit de technische invalshoek (beheerder) behoeven de bestaande inspectietechnieken in het algemeen geen grote aanpassingen. Wel geeft een substantieel deel van de beheerders aan dat nader onderzoek naar een zekere prioriteitstelling tussen fietspaden onderling en tussen fietspaden en rijbanen gewenst is.
- Een aantal beheerders heeft behoefte aan een nader uitwerking van een simpele objectieve comfortmeting.
- Er zitten grote verschillen tussen de beleving van de gebruiker en de beheerder over de onderhoudstoestand van het fietspad.

De consequenties die uit de conclusies voor de verschillende onderdelen van de studie kunnen worden getrokken, voor de betrokken partijen zijn weergegeven in tabel 21.

Tabel 21. Behoeftte aan onderzoek door betrokken partijen

	Gebruiker	Beheerder	Politiek
Inspecties	+(*)	-	-
Metingen	+	+	-
Richtlijnen en criteria	+	+	+

(*) + relatie verdient nader onderzoek
 - relatie verdient geen nader onderzoek

De in de tabel aangegeven relaties zijn aanleiding geweest tot het verrichten van een vervolgonderzoek (veldonderzoek). Dat veldonderzoek was met name gericht op het vinden van een relatie tussen de wijze waarop de gebruiker de kwaliteit van het fietspad beoordeelt, en de wijze waarop de beheerder deze kwaliteit objectief probeert vast te stellen.

Daarnaast is in overleg met de gebruikers getracht een onderscheid te vinden in richtlijnen tussen de verschillende fietspaden onderling en tussen fietspaden en rijbanen.

6 Veldonderzoek

6.1 Opzet

Op basis van de resultaten van de in hoofdstuk 5 beschreven inventarisatie had het veldonderzoek ten doel onderlinge correlaties te vinden tussen het oordeel van de gebruiker, de resultaten van de visuele inspectie en de resultaten van een comfortmeting.

Daartoe is gezocht naar proefvakken met een uiteenlopende range aan schade, variërende van lichte schade (of zelfs geen schade) tot ernstige schade, in enige tot grote omvang. Uiteindelijk zijn in de gemeenten Nieuwegein en Schijndel 151 proefvakken van elk circa 100 m¹ geselecteerd. De verdeling van de proefvakken naar verhardingstype was:

- 68 vakken met een asfaltbetonverharding (Nieuwegein);
- 41 vakken met een elementenverharding (Nieuwegein);
- 42 vakken met een cementbetonverharding (Schijndel).

De aanwezigheid van schade (de ernst en de omvang ervan) is bepalend geweest voor de samenstelling van de steekproef van proefvakken. De gegevens van deze vakken, te weten de resultaten van metingen, inspecties en beoordelingen door fietsers zijn derhalve *niet* representatief voor de Nederlandse fietspaden met een asfaltbeton-, een elementen- of een cementbetonverharding. Ook mogen de resultaten van deze drie verhardingstypen *niet* met elkaar worden vergeleken.

Alle gegevens zij in dezelfde periode (binnen één week) vergaard. De invloed van de weersgesteldheid op de gegevens en de analyse van de gegevens is op deze wijze geminimaliseerd.

De visuele inspecties zijn uitgevoerd conform de C.R.O.W.-systematiek [1]; de comfortmeting is uitgevoerd volgens de methodiek beschreven in [7] en [8]. De gegevens over het oordeel van de gebruiker zijn verzameld door middel van een gebruikersonderzoek dat in paragraaf 6.2 nader is toegelicht.

Achtereenvolgens zijn de volgende relaties beschouwd:

- relatie oordeel gebruikers met resultaten gedetailleerde visuele inspectie (paragraaf 6.3);
- relatie oordeel gebruikers met resultaten comfortmetingen (paragraaf 6.4);
- relatie resultaten gedetailleerde visuele inspectie met resultaten comfortmetingen (paragraaf 6.5).

Voor een volledige beschrijving en uitwerking van het veldonderzoek wordt verwezen naar [5].

6.2. Oordeel gebruikers

Voor het verzamelen van de gebruikersbeoordelingen is een tweetal fietsdagen georganiseerd, waarvan de eerste vond plaats in Nieuwegein (13 september 1993) en de tweede in Schijndel (25 september 1993). Tijdens deze dagen hebben in totaal 109 testrijders (respectievelijk 83 en 26) proefvakken beoordeeld aan de hand van een vragenlijst.

Per proefvak dienden de testrijders onafhankelijk van elkaar op een formulier de volgende zaken in te vullen:

- een algemeen rapportcijfer voor het wegdek (RC);
- een oordeel (ja/nee) over de noodzaak van onderhoud (ON=JA/NEE);
- een rapportcijfer (1-10) voor de vlakheid (trillingen, oneffenheden) van het wegdek (RC_{vlak});
- een rapportcijfer (1-10) voor de textuur (stroefheid, losliggend materiaal) van het wegdek (RC_{text});
- een rapportcijfer (1-10) voor de samenhang (scheuren, voegen, naden) van het wegdek (RC_{samh}).

De resultaten van het gebruikersonderzoek zijn per verhardingssoort samengevat in tabel 22.

Tabel 22. Resultaten beoordelingen gebruikersonderzoek, gerekend over alle vakken per verhardingssoort (*).

Resultaat	beschrijving		Asfaltbeton	Elementen	Cementbeton
Gemiddelde rapportcijfer	het gemiddelde rapportcijfer per vak, gemiddeld over alle vakken	RC	7,06	6,38	6,38
		RC_{VLAK}	6,69	5,95	6,01
		RC_{TEXT}	7,13	6,56	6,77
		RC_{SAMH}	6,90	6,25	6,21
Gemiddelde percentage onvoldoenden	het percentage onvoldoenden, gemiddeld over alle vakken	RC	13	22	27
		RC_{VLAK}	21	35	34
		RC_{TEXT}	10	17	16
		RC_{SAMH}	17	27	35
Gemiddelde percentage ON=ja	het percentage 'onderhoud noodzakelijk=ja' (ON=ja), gemiddeld over alle vakken		25	36	36

(*) De gegevens van de drie verhardingstypen zijn niet onderling vergelijkbaar vanwege een verschillende samenstelling van de steekproef van de drie typen.

De belangrijkste conclusies uit het gebruikersonderzoek zijn:

- Fietsers kunnen, gelet op de grote spreiding in de gegeven beoordelingen over de verschillende proefvakken en op de geringe variatie in de beoordelingen per proefvak zelf, een duidelijk onderscheid maken naar 'goede' en 'slechte' fietspaden.
- Fietsers blijken in een aantal gevallen onderhoud wél noodzakelijk te vinden, maar geven tegelijkertijd toch een voldoende (rapportcijfer 6 of hoger) voor het desbetreffende vak. Een cijfer 6 of hoger betekent dus niet altijd dat er niets te wensen overblijft. Blijkbaar maakt niet alleen de beheerder maar ook de gebruiker (fietsers) onderscheid naar groot en klein onderhoud.
- Voor fietsers zijn met name oneffenheden van belang voor het oordeel over de onderhoudstoestand van fietspaden.

6.3 Relatie gebruikers en inspecties

In tabel 23 is de relatie tussen het gebruikersoordeel en de resultaten van de gedetailleerde visuele inspectie weergegeven, uitgedrukt in de correlatiecoëfficiënt R^2 .

Daarbij is het gebruikersoordeel in één keer gecorreleerd met de hoeveelheid lichte, matige en ernstige schade volgens de gedetailleerde visuele inspectie.

Tabel 23. Correlatie tussen gebruikersoordeel en gedetailleerde inspectie.

X1, X2 en X3 zijn hoeveelheid lichte, matige en ernstige schade van...(*)	Waarde van R^2 voor asfaltbeton met $Y = \dots$			Waarde van R^2 voor elementen met $Y = \dots$			Waarde van R^2 voor cementbeton met $Y = \dots$		
	RC gem.	RC (% onv)	ON= ja	RC gem.	RC (% onv)	ON= ja	RC gem.	RC (% onv)	ON= ja
rafeling	0,11	0,12	0,11	-	-	-	-	-	-
aantasting	-	-	-	-	-	-	0,76	0,72	0,81
dwarsvlakheid	0,13	0,17	0,13	0,11	0,13	0,07	-	-	-
oneffenheden (**)	0,69	0,81	0,74	0,21	0,22	0,27	0,05	0,05	0,04
opspattingen	-	-	-	-	-	-	0,21	0,19	0,29
langsscheuren	0,10	0,15	0,12	-	-	-	-	-	-
craquelé	0,03	0,02	0,05	-	-	-	-	-	-
voegwijdte	-	-	-	0,52	0,46	0,25	-	-	-
scheurvorming	-	-	-	-	-	-	0,31	0,35	0,27
trapjesvorming (***)	-	-	-	-	-	-	0,48	0,41	0,52
randschade (****)	0,15	0,17	0,17	-	-	-	0,13	0,16	0,09
kantopsluiting	-	-	-	0,02	0,01	0,07	-	-	-

(*) In de tabel is de correlatie-coëfficiënt (R^2) weergegeven van de relatie $Y = a.X_1 + b.X_2 + c.X_3 = d$. Hierin zijn X_1 , X_2 en X_3 respectievelijk de omvang van lichte schade (L), matige schade (M) en ernstige schade (E), zoals die bij de gedetailleerde visuele inspectie zijn genoteerd.

(**) Op de cementbetonverhardingen kwam op geen enkel vak ernstige schade voor, zodat voor oneffenheden op beton is gecorreleerd met alleen de hoeveelheid lichte en matige schade.

(***) Bij trapjesvorming worden in de gebruikte inspectiesystematiek van cementbeton de onvlakheden ter plaatse van voegovergangen genoteerd. De overige onvlakheden worden bij "oneffenheden" genoteerd. Deze schade zijn in andere hoofdstukken van deze publikatie onder de benaming "oneffenheden" besproken. In dit hoofdstuk zijn ze apart behandeld.

(****) Op de cementbetonverhardingen kwam op geen enkel vak matige of ernstige schade voor, zodat voor randschade op beton is gecorreleerd met alleen de hoeveelheid lichte schade.

Ook uit tabel 23 kan een aantal conclusies worden getrokken:

- Op asfaltbetonverhardingen blijken oneffenheden van het grootste gewicht voor het gebruikersoordeel.
- Op elementenverhardingen blijkt de voegwijdte relatief goed te correleren met het gebruikersoordeel (waarschijnlijk vanwege het gevaar om met een fietsband in een te wijde voeg te rijden). Hieruit blijkt dat oneffenheden op elementenverhardingen minder 'belangrijk' zijn voor (slechter correleren met) het gebruikersoordeel.

- Op cementbetonverhardingen geven met name aantasting en trapjesvorming een goede correlatie met het gebruikersoordeel. De verklaring voor het grote belang van aantasting en trapjesvorming zou gelegen kunnen zijn in het feit dat beide schaden merkbare (voelbare) trillingen veroorzaken (nogmaals dient te worden opgemerkt dat deze schaden vanwege de gebezigde uitvoeringsmethoden en materiaalgebruik niet meer voorkomen op cementbetonnen fietspaden, die zijn aangelegd na circa 1970). Een vergelijkbare relatie voor de schade rafeling is niet gevonden. Dit kan echter te maken hebben met de onvoldoende range aan ernst en omvang op de proefvakken voor de schade rafeling.

In tabel 23 is de relatie weergegeven tussen het gebruikersoordeel en de hoeveelheid matig equivalente schade (M_{eq}), alleen niet in de verhouding volgens de C.R.O.W-systematiek ($L : M : E = 0,25 : 1 : 5$) [1]. De verhouding is in feite door de regressie-analyse automatisch gevonden in de vorm van de coëfficiënten (a, b, c, d) die gebruikt zijn om de hoeveelheid Lichte, Matige en Ernstige schade te correleren. Voor de best correlerende schaden staan de verhoudingsfactoren in tabel 24.

Tabel 24. Verhouding L, M en E volgens regressie-analyse.			
Schade	Coëfficiënten ter bepaling van M_{eq}		
	a (L)	b (M)	c (E)
Oneffenheden (asfaltbeton)	1,0	1,0	3,5
Voegwijde (elementen)	2,1	4,5	1,0
Aantasting (cementbeton)	1,0	1,9	1,6
Volgens huidige CROW-methodiek	0,25	1	5

Bij tabel 24 dient wel een kanttekening te worden geplaatst. De weergegeven verhoudingen zijn beïnvloed door de hoeveelheid aangetroffen lichte, matige en ernstige schade op de proefvakken. Aangezien in het algemeen ernstige schade, relatief gezien, weinig voorkwam op de proefvakken, kunnen de onderlinge verhoudingen er, op basis van een gebruikersoordeel, wellicht toch anders uitzien.

Wel kan de conclusie worden getrokken dat de gebruiker, voor het bepalen van zijn oordeel, vrijwel geen onderscheid maakt tussen lichte en matige oneffenheden.

6.4 Relatie gebruikers en comfortmeting

Bij de comfortmeting wordt het trillingsniveau geregistreerd en vastgelegd in een CI-waarde (comfort index). De CI-waarde is de zogenaamde RMS (Root Mean Square)-waarde van geregistreerde verticale trillingen in het frequentiegebied van 4-8 Hz. Een lage CI-waarde correspondeert met een hoge mate van comfort (volledig vlak wegdek), een hoge CI-waarde gering comfort. De range van gemeten CI-waarden liep van 11 tot 143.

De resultaten van de meting zijn vastgelegd in een CI- en CI_{MAX} -waarde, respectievelijk weergevend het gemiddelde comfort over het proefvak en piekwaarde voor het comfort over het proefvak. Tabel 25 geeft een overzicht van de resultaten van de comfortmeting. Daaruit blijkt duidelijk dat asfaltbetonverhardingen het meeste com-

fort geven (de laagste CI-waarde) en elementenverhardingen het minst comfortabel zijn (hoogste CI-waarde).

Tabel 25. Totaalresultaten alle proefvakken voor comfortmeting uitgedrukt in CI en CI_{MAX} (*).

Resultaat			Asfaltbeton	Elementen	Cementbeton	
CI	gemiddelde		19	35	23	
	minimum		6	18	13	
	maximum		50	53	36	
	frequentie- verdeling (in %)	aantal vakken	0 - 20	65	2	40
		met CI-waarde	21 - 40	31	68	60
		tussen	41 - 60	4	29	0
			> 60	0	0	0
			totaal	100	100	100
	CI_{MAX}	gemiddelde		51	79	51
		minimum		11	45	25
maximum		119	143	75		
frequentie- verdeling (in %)		aantal vakken	0 - 40	40	0	26
		met CI_{MAX} -waarde	41 - 80	47	56	74
		tussen	81 - 120	13	41	0
			> 120	0	2	0
			totaal	100	100	100

(*) De gegevens van de drie verhardingstypen zijn niet onderling vergelijkbaar vanwege een verschillende samenstelling van de steekproef van de drie typen.

In tabel 26 komt de relatie tussen het gebruikersoordeel en de comfortmetingen (CI en CI_{MAX}) weergegeven, uitgedrukt in de correlatiecoëfficiënt R^2 , tot uitdrukking.

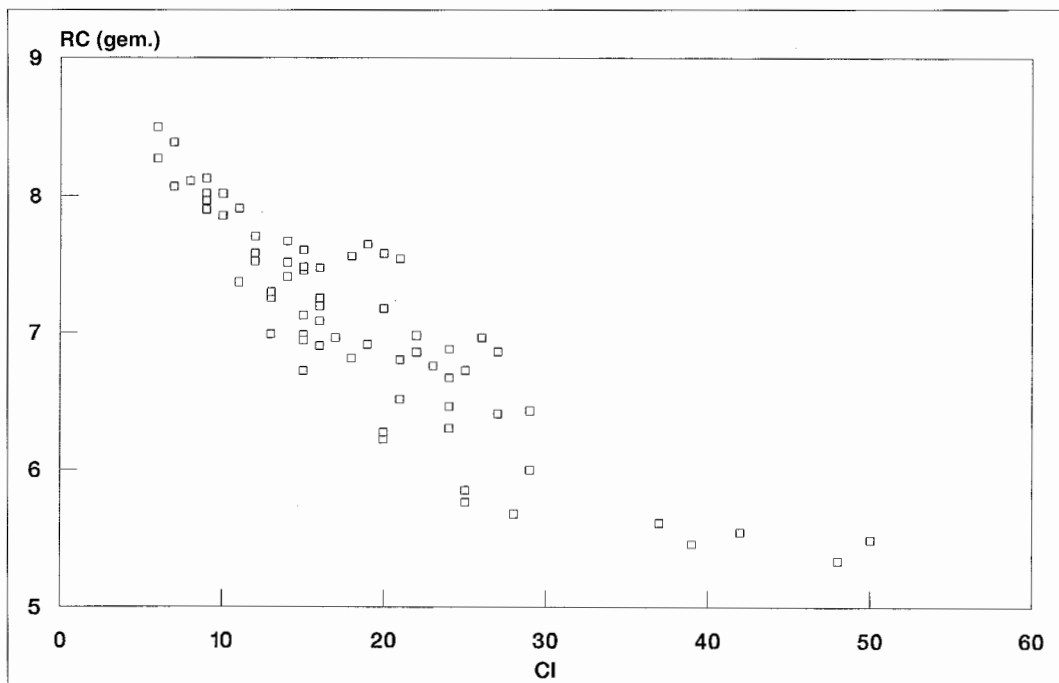
Tabel 26. Correlatie tussen gebruikersoordeel en meting.

Y	Waarde van R^2 met X = CI			Waarde van R^2 met X = CI_{MAX}		
	asfalt	elementen	beton	asfalt	elementen	beton
RC (gemiddelde)	0,78	0,25	0,68	0,68	0,19	0,62
RC (% onvoldoenden)	0,76	0,22	0,74	0,60	0,19	0,69
% ON=ja	0,71	0,19	0,71	0,61	0,23	0,60

Uit tabel 26 kan onder meer worden geconcludeerd dat er voor de asfaltbeton- en cementbetonverhardingen een goede correlatie bestaat tussen het gebruikersoordeel en de comfortmeting. Voor elementenverhardingen is de R^2 -waarde beduidend lager.

Dat laatste is wellicht als volgt te verklaren: Op elementenverhardingen is het gemiddelde trillingsniveau altijd al relatief hoog, waardoor de gemiddelde fietser geen of slechts weinig onderscheid maakt naar een 'hoge' CI en een 'zeer hoge' CI. Met andere woorden: bij hogere trillingsniveaus neemt het onderscheidend vermogen van de fietser af.

In figuur 2 is voor asfaltbeton de relatie tussen CI en RC (gem.) grafisch weergegeven in de vorm van een scatterdiagram.



Figuur 2. Relatie tussen CI (comfort index) en het gemiddelde gebruikersoordeel (RC).

6.5 Relatie comfortmeting en inspecties

In tabel 27 staan de R^2 -waarden voor de correlatie tussen de CI en de hoeveelheid matige equivalente schade, berekend vanuit de gedetailleerde visuele inspectie.

Hoeveelheid matig equivalente schade van ...	Waarde voor R^2 met $Y = CI$		
	asfalt	elementen	beton
rafeling	0,12	-	-
aantasting	-	-	0,71
dwarsvlakheid	0,17	0,04	-
oneffenheden (*)	0,72	0,06	0,10
opspattingen	-	-	0,24
langscheuren	0,24	-	-
craquelé	0,04	-	-
voegwijdte	-	0,06	-
scheurvorming	-	-	0,26
trapjesvorming (**)	-	-	0,49
randschade (***)	0,09	-	0,14
kantopsluiting	-	0,02	-

(*) *Op de cementbetonverhardingen kwam op geen enkel vak ernstige schade voor, zodat voor oneffenheden op beton is gecorreleerd met alleen de hoeveelheid lichte en matige schade.*

(**) *Bij trapjesvorming worden in de gebruikte inspectiesystematiek van cementbeton de onvlakheden ter plaatse van voegovergangen genoteerd. De overige onvlakheden worden bij "oneffenheden" genoteerd. Deze schade zijn in andere hoofdstukken van deze publikatie onder de benaming "oneffenheden" besproken. In dit hoofdstuk zijn ze apart behandeld.*

(***) *Op de cementbetonverhardingen kwam op geen enkel vak matige of ernstige schade voor, zodat voor randschade op beton is gecorreleerd met alleen de hoeveelheid lichte schade.*

De gegevens in deze tabel bevestigen het beeld dat voor cementbetonverhardingen aantasting en trapjesvorming inderdaad merkbare oneffenheden (trillingen) veroorzaken. Bovendien blijkt er nauwelijks een relatie te bestaan tussen de CI en de schade oneffenheden voor elementen- en cementbetonverhardingen. Dit zou voor de cementbetonverhardingen verklaard kunnen worden door het feit dat er op deze verharding weinig tot geen andere oneffenheden dan ter plaatse van voegovergangen zijn waargenomen tijdens de inspectie. (Noot: 'Oneffenheden' bij voegovergangen zijn beoordeeld onder trapjesvorming)

Op de elementenverhardingen zijn (met name lichte en matige) oneffenheden wel in voldoende mate geconstateerd, maar blijkbaar komen de trillingen als gevolg daarvan onvoldoende tot uitdrukking ten opzichte van de trillingen door voegen tussen de elementen (het trillingsniveau is op een elementenverharding altijd al relatief hoog).

Een andere conclusie zou kunnen zijn dat op elementenverhardingen de gemiddelde gebruiker een ander verwachtingspatroon heeft en als gevolg daarvan oneffenheden anders laat meewegen in zijn of haar oordeel dan oneffenheden bij een asfaltbeton- of cementbetonverharding.

6.6 Conclusies veldonderzoek

Uit het veldonderzoek kunnen de volgende algemene conclusies worden getrokken:

- Voor asfaltbetonverhardingen zijn oneffenheden het meest bepalend voor het oordeel van de gebruiker. Hierbij valt op dat de gebruiker vrijwel geen onderscheid maakt in lichte of matige oneffenheden. Het oordeel van de gebruiker correleert goed met de resultaten van een comfortmeting.
- Voor elementenverhardingen zijn oneffenheden *niet* bepalend voor het oordeel van de gebruiker. Het oordeel wordt hier met name bepaald door voegwijdte. De gebruiker heeft blijkbaar een ander verwachtingspatroon bij elementenverhardingen en 'accepteert' geconstateerde oneffenheden gemakkelijker dan op een andere verhardingssoort. Oneffenheden hebben relatief gezien minder invloed op het oordeel. Dit blijkt eveneens uit de correlatie van het gebruikersoordeel met de resultaten van de comfortmeting. Deze correlatie scoort erg laag.
Uit de comfortmetingen kan wel de conclusie worden getrokken dat elementenverhardingen het minste comfort geven. Dit blijkt ook uit het oordeel van de gebruiker.
- Voor cementbetonverhardingen, aangelegd vóór circa 1970, wordt het oordeel van de gebruiker vooral bepaald door trapjesvorming en aantasting. Beide schaden bezorgen de gebruiker een bepaalde mate van discomfort. Het oordeel van de gebruiker correleert goed met de resultaten van een comfortmeting.

De resultaten van het veldonderzoek zijn aanleiding geweest om de richtlijn voor oneffenheden aan te passen (zie hoofdstuk 3). Bovendien is gebleken dat voor asfaltbeton- en cementbetonverhardingen de comfortmeting een goed instrument is voor het vastleggen van het gebruikersoordeel.

7 Aanbevelingen voor nader onderzoek

In het onderzoek is duidelijk naar voren gekomen dat het beheer en onderhoud van fietspaden op een aantal onderdelen afwijkt dat van rijbanen. Zo wordt voorgesteld fietspaden per fiets te inspecteren en zijn er nieuwe matrices opgesteld voor de vertaling van inspectieresultaten naar planjaar en onderhoudsmaatregel.

Toch is een aantal aspecten nog onvoldoende onderzocht. Het betreft hier met name de onderbouwing van de richtlijn voor die wegkenmerken waarvoor op basis van het veldonderzoek te weinig informatie kon worden verzameld. Concreet gaat het hierbij om:

- | | |
|------------|--|
| Textuur | In het veldonderzoek was geen volledige spreiding in Ernst en Omvang aanwezig van de schaden rafeling en vet voor asfaltverhardingen, al dan niet voorzien van een oppervlakbehandeling. Ook onderscheid in verschillende soorten oppervlakbehandelingen is in het veldonderzoek niet betrokken. |
| Kantstrook | Het effect van randschade bij verschillende breedten van fietspaden kon in het veldonderzoek onvoldoende worden onderzocht. |

Naast onderzoek naar hierboven vermelde wegkenmerken acht de werkgroep het zinvol de comfortmeting verder te ontwikkelen. De meting zou zodanig vereenvoudigd moeten kunnen worden, dat ze door één persoon per fiets kan worden uitgevoerd. Ook dient de meting op een aantal aspecten te worden gestandaardiseerd (totale gewicht combinatie fiets, fietser en apparatuur; bandenspanning; meetprotocol).

De werkgroep heeft restlevensduurmatrices opgesteld waarmee voor de korte termijn het onderhoud van fietspadverhardingen kan worden gepland. Voor alle schaden zijn hierbij waarschuwingsgrenzen en actiegrenzen voor onderhoud gedefinieerd. Naar de mening van de werkgroep is het niet mogelijk het gedrag van fietspaden te herleiden tot restlevensduurmodellen waarmee ook het onderhoud voor de middellange en lange termijn kan worden gepland. Indien een beheerder toch inzicht wil verkrijgen in de onderhoudskosten op lange termijn, zal dat moeten gebeuren op basis van vaste onderhoudscycli. De werkgroep hiervoor hiervoor enige suggesties opgesteld [5]. Het verdient aanbeveling om de opgestelde onderhoudscycli na enige tijd nader te analyseren en te verifiëren op toepassing, kosten en geconstateerd (gerealiseerd) kwaliteitsniveau.

Hoewel het C.R.O.W-systeem voor Rationeel Wegbeheer voor cementbetonverhardingen niet toepasbaar is, heeft de werkgroep een eerste aanzet gegeven tot invulling van schade-maatregel- en maatregel-effecttabellen voor cementbeton. Het verdient aanbeveling om deze tabellen na enige tijd op gebruik in de praktijk te toetsen.

De werkgroep heeft voor de keuze voor verhardingsconstructie een beslisboom opgesteld waarin onder meer als uitgangspunt is gehanteerd dat fietspaden met een asfaltverharding mogen worden toegepast boven kabels en leidingen. Nutsbedrijven (met name gasbedrijven) hebben hierover in meerderheid nog een andere opvatting. Het verdient aanbeveling dit aspect nader te onderzoeken. In de asfalttechnologie

vinden momenteel ontwikkelingen plaats die tegemoet kunnen komen aan de tot nu toe geopperde bezwaren.

In het kader van een totale evaluatie van het C.R.O.W-systeem voor Rationeel Wegbeheer [1], houden twee C.R.O.W-werkgroepen zich bezig met de onderwerpen 'Normen en criteria' en 'Visuele inspectie'. Aanbevolen wordt de hier gepresenteerde resultaten te zijner tijd op te nemen in een nieuwe publikatie over rationeel wegbeheer. Op deze wijze wordt het beheer en onderhoud van zowel rijbanen als fietspaden samengebracht in één document.

Literatuur

1. Rationeel Wegbeheer, toelichting op de handleiding, handleiding en schadecatalogus. C.R.O.W, publikatie 20A, B en C. Stichting C.R.O.W, Ede, 1987
2. Onderhoud Fietspaden, voorlopig normen en richtlijnen. SCW-Mededeling 57 / SVT-Mededeling 40, Arnhem / Driebergen, september 1986.
3. Meer en veiliger op de fiets; het Masterplan Fiets. SVV II, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag, 1991.
4. Tekenen voor de fiets; Ontwerpwijzer voor fietsvriendelijke infrastructuur, C.R.O.W-publikatie 74, Ede, augustus 1993
5. Onderzoeksrapport C.R.O.W-werkgroep Fietspadenbeheer: Deel I Inventarisatie en literatuurstudie, januari 1993; Deel II Resultaten veldonderzoek, april 1994; Deel III Kostenvergelijking verhardingstypen, februari 1994.
6. Globale Visuele Inspectie, Provincie Noord-Brabant, januari 1991.
7. Fietspadenbeheer S5, S101 en S103. Provincie Gelderland, dienst Wegen, Verkeer en Grondzaken. DHV, Amersfoort, maart 1988.
8. Beoordeling fietspaden met behulp van een tandem met comfortmeter. Provincie Zeeland, Provinciale Waterstaat. DHV, Amersfoort, 1990.