



Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw
Uw partner voor duurzame wegen

Beheersystemen voor secundaire en lokale wegennetten – De OCW-systematiek



Meetmethode

Sinds 1952 staat het Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW) als onpartijdig onderzoekscen-
trum ten dienste van alle partners in de Belgische wegenbranche. Duurzame ontwikkeling door inno-
vatie is de leidraad voor alle activiteiten in het Centrum. Het OCW deelt zijn kennis met professionals uit
de wegenbranche onder meer door middel van zijn publicaties (handleidingen, syntheses, researchver-
slagen, meetmethoden, informatiebladen, OCW Mededelingen en Dossiers, activiteitenverslag). Onze
publicaties worden in het binnen- en buitenland op ruime schaal verspreid bij centra voor wetenschap-
pelijk onderzoek, universiteiten, openbare instellingen en internationale instituten. Meer informatie
over onze publicaties en activiteiten: www.ocw.be.

Meetmethode MN 94

Beheersystemen voor secundaire en lokale wegennetten

De OCW-systematiek

Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw

Instelling erkend bij toepassing van de besluitwet van 30 januari 1947

Brussel

2018

Auteur

Carl Van Geem (OCW)

Dankbetuiging

Met dank aan Erwin Zwart (SWECO) voor het nalezen van § 3.1 over de CROW-methodiek en aan Margo Briessinck (AWV) voor het nalezen van § 3.2 over het PMS van AWV en het aanleveren van de foto's van de ARAN en SKM.

Bericht aan de lezer

Hoewel deze meetmethode met de grootst mogelijke zorg is opgesteld, zijn onvolkomenheden nooit uit te sluiten. Het OCW en de personen die aan deze publicatie hebben meegewerkt kunnen geenszins aansprakelijk worden gesteld voor de verstrekte informatie, die louter als documentatie en zeker niet voor contractueel gebruik is bedoeld.

Beheersystemen voor secundaire en lokale wegennetten : de OCW-systematiek / Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw. – Brussel : OCW, 2018. – 96 blz. – (Meetmethode, 1376-9316 ; MN 94).

Wettelijk depot: D/2018/0690/2

© OCW – Alle rechten voorbehouden.

Lexicon

Algemene (prestatie-)indicator: combinatie van individuele en/of gecombineerde (prestatie-)indicatoren, die een globale beoordeling van de toestand van een wegvakonderdeel geeft (en dus meerdere soorten van beoordelingen in één score combineert).

Beheersysteem voor materiële activa (*Asset Management System, AMS*): geheel van procedés en methoden waarover beslissers beschikken om kosteneffectieve strategieën uit te werken voor de aanleg, het conditieonderzoek en het onderhoud van het hele te beheren patrimonium.

Brugbeheersysteem (*Bridge Management System, BMS*): geheel van procedés en methoden waarover beslissers beschikken om kosteneffectieve strategieën uit te werken voor de bouw, het conditieonderzoek en het onderhoud van bruggen.

Doorgangsweg: weg voor doorgaand verkeer.

Gecombineerde (prestatie-)indicator: getal met of zonder dimensie; dat verbonden is met twee of meer technische eigenschappen van een wegvakonderdeel en een beoordeling van de combinatie van deze technische eigenschappen uitdrukt.

Individuele (prestatie-)indicator: getal met of zonder dimensie, dat één technische eigenschap van een wegvakonderdeel uitdrukt.

Levensduur van een wegconstructie: aantal jaren dat verloopt tussen het jaar waarin de wegconstructie in gebruik is genomen en het jaar waarin zij haar grenstoestand bereikt (en volledig vervangen zal moeten worden).

Rijbaan: verhard oppervlak van de weg, bestemd voor het rijdende verkeer.

Rijstrook: gedeelte van de rijbaan, vaak begrensd door markering op het wegoppervlak en bestemd voor het berijden door één rij voertuigen.

Technische parameter: parameter die een fysische eigenschap uitdrukt van de staat waarin een wegvakonderdeel zich bevindt en gewoonlijk de vorm van een getal met een eenheid aanneemt.

Verzamelweg: weg die het verkeer van wegen met erffunctie opvangt en geleidt naar wegen van hogere orde.

Weg met erffunctie: weg die alleen voor lokaal verkeer is bestemd.

Wegbeheersysteem (*Pavement Management System, PMS*): geheel van procedés en methoden waarover beslissers beschikken om kosteneffectieve strategieën uit te werken voor de aanleg, het conditieonderzoek en het onderhoud van wegen of wegennetten.

Wegennet: alle wegen in een gegeven gebied (gewoonlijk onder de verantwoordelijkheid van eenzelfde beheerder).

Wegstructuur (of wegopbouw): opbouw van de wegconstructie.

Wegvak (of wegsectie): deel van de weg, dat de weg opdeelt door begrenzingen loodrecht op de weg en dat ondeelbaar is over de breedte van de weg.

Wegvakonderdeel (of wegsectieonderdeel): deel van een wegvak, dat het wegvak opdeelt door begrenzingen evenwijdig aan de weg en dat ondeelbaar is over de lengte van het wegvak.

Lijst van de afkortingen

AMS	<i>Asset Management System</i> (beheersysteem voor materiële activa)
APL	<i>Analyseur de profil en long</i> (lengteprofielanalysator)
APMS	<i>Airport Pavement Management System</i> (beheer van vliegveldverhardingen)
ARAN	<i>Automatic Road Analyzer</i>
AWV	Agentschap Wegen en Verkeer
BMS	<i>Bridge Management System</i> (brugbeheersysteem)
DWC	Dwarse wrijvingscoëfficiënt
GI	Globale indicator
GPS	<i>Global Positioning System</i> (systeem voor plaatsbepaling met behulp van satelliet signalen)
I_G	Globale index
I_S	Structurele index
I_V	Visuele index
INS	<i>Inertial Navigation System</i> (systeem dat de positie, oriëntatie en snelheid bepaalt met behulp van sensoren zoals accelerometers en gyroscopen)
LCCA	<i>Life Cycle Cost Analysis</i>
PASER	<i>Pavement Surface Evaluation and Rating system</i>
PCI	<i>Pavement Condition Index</i>
PMS	<i>Pavement Management System</i> (wegbeheersysteem)
SAND	<i>Système d'acquisition numérique de données</i>
TAMC	<i>Transportation Asset Management Council</i>
VC	Vlakheidscoëfficiënt

Inhoud

1	Wegenpatrimonium	11
1.1	Oorspronkelijke waarde van het wegenpatrimonium	11
1.2	Levensduur van een weg: lang, maar niet oneindig	12
1.3	Tijdig en goed onderhoud: een investering in het wegenpatrimonium	12
1.4	Andere elementen van het patrimonium – Asset Management	13
2	Wat is een wegbeheersysteem?	15
2.1	Definitie van een PMS	15
2.2	Technische parameters en indicatoren	15
2.3	Onderhoudsmaatregelen	16
2.4	Uitkomsten van een PMS	17
3	Enkele voorbeelden van PMS in actie	19
3.1	CROW-methodiek (Nederland)	19
3.1.1	Visuele inspectie	19
3.1.2	PMS gebruikt door steden, gemeenten en provincies	20
3.2	Aanpak bij AWV voor autosnelwegen (Vlaanderen)	22
3.2.1	Meettoestellen en indicatoren	22
3.2.2	PMS met model op maat	24
3.3	Wegbeheer in de staat Michigan (USA)	25
3.3.1	Visuele inspectie: PASER	26
3.3.2	PMS voor lokale wegen in de staat Michigan	26
3.3.3	Gebruik van inspectiedata op projectniveau	28
3.3.4	Een andere indicator: de PCI voor wegen en vliegvelden	28
4	Overzicht van de OCW-systematiek voor PMS	29
4.1	Inventarisatie van het wegennet	29
4.2	Visuele inspectie	29
4.3	Indicator: de globale index	30
4.4	Voorspelling van de evolutie van de globale index in de tijd	31
4.5	Drie soorten onderhoudsmaatregelen	31
4.6	Onderhoud bij het bereiken van drempelwaarden voor de globale index	32
4.7	Vergelijken van onderhoudsstrategieën	33
4.8	Een hulpmiddel in de besluitvorming	36
4.8.1	Keuze van een financieel-technisch optimale onderhoudsstrategie	36
4.8.2	Invloed van een beperkt budget op de staat van het net	36
4.8.3	Aanzet tot een plan van aanpak	36
4.9	Oorsprong, sterkte en beperkingen van de OCW-systematiek	37
5	Inventarisatie van een wegennet	39
5.1	Opdeling van het wegennet	39
5.1.1	Deelgemeenten, wijken	39
5.1.2	Per materiaalsoort aan het wegoppervlak	40
5.1.3	Naar wegfunctie (erf-, verzamel- of doorgangsweg)	40
5.1.4	Wegvakken en wegvakonderdelen (vuistregels voor opdeling)	40

6	Visuele inspectie en bijbehorende technische parameters	43
6.1	Visuele inspecties met de meetmethode van het OCW	43
6.1.1	Te registeren schadebeelden	43
6.1.1.1	Schadebeelden in een asfaltverharding	43
6.1.1.2	Schadebeelden in een betonverharding	44
6.1.1.3	Schadebeelden in een elementenverharding	44
6.1.2	Inspectie per helft van een wegvakonderdeel	44
6.1.3	Door een schadebeeld aangetast percentage van het oppervlak	45
6.2	Hulpmiddelen bij visuele inspecties (enuntiatieve lijst)	45
6.2.1	Te voet met een stuk papier	46
6.2.2	Te voet met een tablet	46
6.2.3	Het SAND-systeem van het OCW	46
6.2.4	Tablet aan boord van een voertuig	46
6.2.5	De imajbox®-toepassing van het OCW	46
6.2.6	Te voet foto's maken, foto's inspecteren	47
7	Indicatoren	49
7.1	Visuele index	49
7.2	Structurele index	50
7.3	Globale index	51
8	De glazen bol van de OCW-systematiek	53
8.1	Standaardevolutiewetten	53
8.2	Effect van onderhoudsmaatregel op de visuele, de structurele en de globale index	54
8.3	Evolutiewetten na de uitvoering van een onderhoudsmaatregel	55
8.4	Invloed van het verkeer: functie van de weg, jaarlijkse groei	56
8.5	Oorsprong, sterkte en beperkingen van de evolutiewetten in de OCW-systematiek	58
9	Onderhoudsmaatregelen	59
9.1	Lokale reparaties, algemene reparaties en versterking	59
9.1.1	Voor asfaltverhardingen	60
9.1.2	Voor betonverhardingen	61
9.1.3	Voor elementenverhardingen	62
9.1.4	Motivaties voor en beperkingen van deze keuze van onderhoudsmaatregelen	62
9.2	Bepalen van de eenheidsprijs van elke onderhoudsmaatregel	63
9.3	Het economische "spaarmodel"	63
9.3.1	Algemene onderhoudsmaatregel	64
9.3.2	Lokale reparaties	64
9.3.3	Bepaling van het optimale tijdstip	65
9.3.4	Vereenvoudigd model om drempelwaarden te bepalen	66
9.4	Drempelwaarden voor de globale index	68
9.4.1	Economisch verantwoorde drempelwaarden voor de globale index – Het spaarmodel	68
9.4.1.1	Keuze van de parameters van het model	69
9.4.1.2	Drempelwaarden bepalen zonder het model te vereenvoudigen	70
9.4.2	Technisch verantwoorde drempelwaarden voor de globale index – Verouderingsproces van een weg	74

10	Onderhoudsstrategieën	77
10.1	Combinaties van onderhoudsmaatregelen	77
10.2	Vergelijking van onderhoudsstrategieën	77
10.3	Effecten van de keuze van een strategie op de staat van het wegennet	78
10.4	Plannen bij een beperkt jaarlijks budget	78
10.5	Optimaal afschrijven van de investeringen	79
10.6	Kiezen tussen maatregelen bij een te krap budget	81
10.7	Rekening houden met deelnetten of specifieke wensen	81
10.8	Indicator voor de prioriteit van werkzaamheden	81
11	Voorstelling en communicatie van resultaten van een PMS-analyse	83
11.1	Lijsten	83
11.2	Diagrammen	83
11.3	Kaarten	85
12	Van netbeheer tot projectplanning	87
12.1	PMS ter ondersteuning van netbeheer	87
12.1.1	Prioriteiten bepalen	87
12.1.2	Preventief onderhoud	88
12.1.3	Visie op middellange termijn	88
12.2	Extra informatie uit inspectiedata halen	88
12.2.1	Trends op netwerkniveau	89
12.2.2	Niet-homogene wegvakonderdelen	89
12.2.3	Eerste indicaties van schadeoorzaken	89
12.3	Aanzet tot projectvoorbereiding	89
12.3.1	Ter plaatse gaan, extra inspecties indien nodig	90
12.3.2	Randvoorwaarden meenemen	90
12.3.3	Andere elementen (voetpaden, fietspaden, riolering, enz.) meenemen	91
12.3.4	Beperkt budget	91
12.3.5	Kwaliteit van de uitvoering	91

Lijst van de figuren

Figuur 1	Het ARAN-meetvoertuig van AWW	23
Figuur 2	Het SKM-voertuig van AWW	23
Figuur 3	Weergave van het kwaliteitsverloop voor een wegvakonderdeel in een eenvoudige grafiek	83
Figuur 4	Weergave van het verloop van de kosten per jaar voor de voorgestelde maatregelen van een strategie in een kolommendiagram	84
Figuur 5	Weergave van de kosten per jaar voor elke maatregel in een kolommendiagram met tabel	85
Figuur 6	Voorstelling op kaart van de toewijzing van de wegvakonderdelen aan de kwaliteitsklassen volgens de globale index (wit voor $I_g > 0,8$, lichtgrijs voor $0,8 \geq I_g > 0,5$, donkergrijs voor $0,5 \geq I_g > 0,3$, zwart voor $I_g \leq 0,3$)	85
Figuur 7	Voorstelling op kaart van de wegvakonderdelen met een globale index die ongeveer gelijk is aan een drempelwaarde tussen twee kwaliteitsklassen (wit rond drempelwaarde 0,8, grijs rond drempelwaarde 0,5, zwart rond drempelwaarde 0,3)	86

Lijst van de tabellen

Tabel 1	Vijf kwaliteitsniveaus voor de wegvakonderdelen na CROW-globale inspectie	20
Tabel 2	Drempelwaarden voor de globale index en bijbehorende onderhoudsmaatregelen voor verschillende onderhoudsstrategieën (lege vakken geven aan dat de maatregel in die strategie niet wordt toegepast)	34
Tabel 3	Varianten van de verschillende soorten van reparaties in de OCW-systematiek	35
Tabel 4	Gebruikte parameters om de impact van verkeer uit te drukken en factor K te berekenen	57
Tabel 5	Zeer veralgemeende indicatie van wanneer (in jaren na de aanleg) mag worden verwacht voor het eerst een bepaalde soort van reparatie te moeten uitvoeren op wegen met respectievelijk een asfalt-, beton- of elementenverharding en respectievelijk een erf-, verzamel- of doorgangsfunctie	60
Tabel 6	Oorspronkelijk gebruikte eenheidsprijzen (1990) voor de bepaling van de drempelwaarden	66
Tabel 7	Varianten van onderhoudsmaatregelen en (recente) prijzen voor het bepalen van drempelwaarden	67
Tabel 8	Tijdstippen waarop de drempelwaarden volgens de evolutiemodellen voor wegen met een asfaltverharding bereikt worden (zonder lokale reparaties uit te voeren)	69
Tabel 9	Prijzen voor het niet-vereenvoudigde economische model	70
Tabel 10	Financieel optimaal tijdstip volgens het niet-vereenvoudigde economische model	71
Tabel 11	Globale index bereikt op het financieel optimale tijdstip volgens het niet-vereenvoudigde economische model, naargelang van de wegfunctie	72
Tabel 12	Financieel optimaal tijdstip volgens het niet-vereenvoudigde economische model – Alternatief scenario	72
Tabel 13	Globale index bereikt op het financieel optimale tijdstip volgens het niet-vereenvoudigde economische model, naargelang van de wegfunctie - Alternatief scenario	73
Tabel 14	Globale index bereikt op het financieel optimale tijdstip volgens het niet-vereenvoudigde economische model, naargelang van de wegfunctie en indien geen lokale reparaties werden uitgevoerd	73
Tabel 15	Tijdstippen waarop de drempelwaarden volgens de evolutiemodellen voor wegen met een betonverharding bereikt worden (zonder lokale reparaties uit te voeren)	74
Tabel 16	Tijdstippen waarop de drempelwaarden volgens de evolutiemodellen voor wegen met een elementenverharding bereikt worden (zonder lokale reparaties uit te voeren)	74

Woord vooraf

De kunst van wegbeheer bestaat erin tijdig te investeren in technisch verantwoord onderhoud, dat het tevens mogelijk maakt op lange termijn met zo min mogelijke financiële middelen de prestaties die van de weg worden verlangd, te blijven leveren. Het is immers de bedoeling dat een volledig nieuw aangelegde rijbaan zeker twintig of dertig jaar – en soms nog langer – mee kan voordat de wegconstructie volledig moet worden vervangen.

Bij het maken van strategische beslissingen voor investeringen in het onderhoud van wegen kan de wegbeheerder steunen op een wegbeheersysteem (*Pavement Management System* – PMS). Dat is een systematisch proces van onderhoud, modernisering en exploitatie van een patrimonium, dat engineeringprincipes koppelt aan degelijk onderbouwde commerciële praktijk en economische verantwoording, en dat instrumenten aanreikt voor een beter georganiseerde, flexibeler aanpak van de nodige besluitvorming om in te spelen op de verwachtingen van de bevolking. Tegelijk is het voor de wegbeheerder een hulpmiddel om te communiceren over de genomen beslissingen en over de effecten die andere beslissingen op de kwaliteit van het wegennet zouden hebben.

Deze publicatie beschrijft de systematiek die het OCW heeft ontwikkeld voor gemeentelijke of stedelijke, of daarmee vergelijkbare, wegennetten (vanaf hoofdstuk 4). Vooraf wordt in de hoofdstukken 1 en 2 uitgebreid ingegaan op onder meer de waarde van een wegenpatrimonium, het nut van tijdig en goed onderhoud, en wat een wegbeheersysteem is. In hoofdstuk 3 worden enkele voorbeelden van PMS in actie in België en het buitenland gegeven.

De OCW-systematiek voor netbeheer beperkt zich tot het voor voertuigen berijdbare deel (de rijbaan). De methode voor visuele inspectie voor wegennetbeheer die bij deze systematiek hoort, vormt het onderwerp van OCW-publicatie *Visuele inspectie voor wegennetbeheer* (MN 89/15).



Hoofdstuk 1

Wegenpatrimonium

Het wegenpatrimonium of wegengerfoed is het geheel van de weginfrastructuur dat onder de bevoegdheid van een wegbeheerder valt en in de loop der jaren is opgebouwd. De investeringen voor de bouw van dit patrimonium zijn gespreid gedaan, over een heel lange periode in het verleden. Naast een initiële investering moet echter ook aan investering in het nodige onderhoud worden gedacht, om het rendement van de initiële investering te maximaliseren.

Het financiële rendement van een investering is een economisch begrip, dat bij wegen in direct verband staat met de technische staat waarin ze zich bevinden. De initiële investering werd immers gemotiveerd door een gewenste dienstverlening aan de weggebruikers en omwonenden, die bovendien “voor altijd” gewaarborgd moet blijven. Van het wegenpatrimonium wordt gewoonlijk verwacht dat het aan een zeker kwaliteitsniveau blijft voldoen.

De kunst van wegbeheer bestaat erin tijdig te investeren in technisch verantwoord onderhoud, dat het tevens mogelijk maakt op lange termijn met zo min mogelijke financiële middelen de prestaties die van de weg worden verlangd, te blijven leveren. Met “lange termijn” wordt in het geval van een rijbaan een periode van enkele tientallen jaren bedoeld. Het is immers de bedoeling dat een volledig nieuw aangelegde rijbaan zeker twintig of dertig jaar – en soms nog langer – mee kan voordat de wegconstructie volledig moet worden vervangen.

In de literatuur wordt vaak een onderscheid gemaakt tussen curatief en preventief onderhoud. Met “curatief” onderhoud wordt bedoeld dat ingegrepen wordt wanneer er schade voorkomt en waargenomen wordt, waardoor de prestatie van de weg als onvoldoende kan worden beschouwd. Met “preventief” onderhoud wordt bedoeld dat het wordt uitgevoerd om toekomstige gebreken te voorkomen.

Ter ondersteuning bij het kiezen tussen verschillende strategieën voor het onderhoud van het wegenpatrimonium kan de wegbeheerder gebruikmaken van een wegbeheersysteem, dat vaak de vorm van simulatiesoftware aanneemt. Deze software maakt berekeningen aan de hand van gegevens, die de huidige staat van de wegen beschrijven. Die gegevens worden gewoonlijk vooraf verzameld door een inspectie van het volledige wegennet. De inspectie kan verschillende vormen aannemen, naargelang van de aard en de uitgestrektheid van het wegennet.

Een wegbeheersysteem (*Pavement Management System* – PMS) is een systematisch proces van onderhoud, modernisering en exploitatie van een patrimonium, dat engineeringprincipes koppelt aan degeëlijk onderbouwde commerciële praktijk en economische verantwoording, en dat instrumenten aanreikt voor een beter georganiseerde, flexibeler aanpak van de nodige besluitvorming om in te spelen op de verwachtingen van de bevolking.

Deze publicatie beperkt zich tot het voor voertuigen berijdbare deel (de rijbaan). De systematiek die het OCW heeft ontwikkeld en in deze publicatie (vanaf hoofdstuk 4) voorstelt, is bedoeld voor gemeentelijke of stedelijke, of daarmee vergelijkbare, wegennetten.

1.1 Oorspronkelijke waarde van het wegenpatrimonium

Ongeveer 90 % van alle wegen in België zijn in beheer bij een gemeente. Gemeenten hebben doorgaans een groot wegenpatrimonium waarvan de geschiedenis ver teruggaat in de tijd. Het onderhoud van dit patrimonium ligt dus ook in de handen van de gemeentelijke diensten en de politici die ervoor

verantwoordelijk zijn. De eerste vraag die een beheerder van een dergelijk patrimonium zich kan stellen, is welke waarde het vertegenwoordigt.

Om snel een idee te krijgen van de waarde van het wegenpatrimonium van een gemeente, kan de volgende eenvoudige berekening worden gemaakt. Stel dat het hele wegenpatrimonium vandaag zou moeten worden gebouwd. Hoe hoog is dan de investering die hiervoor nodig zou zijn? Wanneer we een gemiddelde prijs per vierkante meter kennen voor het bouwen van een weg en ook de totale oppervlakte die het wegennet inneemt, is de nieuwwaarde van het wegenpatrimonium het product van die twee getallen.

Zo heeft een wegennet dat uit 150 km landelijke wegen van gemiddeld 3,5 m breed en 80 km wegen van gemiddeld 6 m breed bestaat een totale oppervlakte van $(150 \text{ km} \times 3,5 \text{ m} + 80 \text{ km} \times 6 \text{ m}) = 1\,005\,000 \text{ m}^2$. Wanneer 1 m^2 nieuwe weg dan 95 € kost, is de nieuwwaarde van dit wegennet gelijk aan $(1\,005\,000 \text{ m}^2 \times 95 \text{ €/m}^2) = 95\,475\,000 \text{ €}$.

1.2 Levensduur van een weg: lang, maar niet oneindig

Voordat hij een weg bouwt, zal de wegbeheerder geoordeeld hebben dat er een wens bestaat voor het bestaan van die weg. Doorgaand verkeer, (toekomstige) omwonenden, (toekomstige) aanliggende bedrijven, fietsers, voetgangers, enz.: allerlei betrokken partijen hebben verwachtingen waaraan de weg zal moeten voldoen.

Wanneer die weg gebouwd wordt, worden keuzen gemaakt voor de wegstructuur. Afhankelijk van de bouwklasse, dus van het verkeer dat van de weg gebruik zal maken, zal een keuze worden gemaakt tussen de verschillende mogelijkheden voor de opbouw van een wegconstructie. De onderliggende gedachte bij deze keuze is dat de weg moet worden gebouwd om over een lange tijd de te verwachten verkeersbelasting te kunnen dragen. Die tijd – de levensduur van de weg – is echter niet oneindig. Gewoonlijk wordt een weg gedimensioneerd om tussen twintig en veertig jaar te kunnen meegaan. Zelfs wanneer in bepaalde gevallen de weg al veel langer dienst doet dan de theoretische levensduur die bij het ontwerp in het vooruitzicht is gesteld, zal die weg op een bepaald moment toch grondig aangepakt of volledig heraangelegd moeten worden.

Bij het bouwen van een nieuwe weg besteedt de wegbeheerder dus een bedrag als initiële investering in een product (de weg) met een lange, maar eindige levensduur. Dit wil ook zeggen dat de wegbeheerder bereid zal moeten zijn om aan het einde van de levensduur de aangelegde wegconstructie te vervangen door een nieuwe.

Om snel in te schatten wat dit voor een gemeente als jaarlijks terugkerende post op de begroting voorstelt, kunnen we de volgende eenvoudige berekening maken.

Gaan we ervan uit dat een weg gemiddeld veertig jaar meegaat, dan moet elk jaar gemiddeld een veertigste deel van het wegennet opnieuw worden aangelegd. Nemen we het voorbeeld van de vorige paragraaf, waarin de totale nieuwwaarde van het wegenpatrimonium gelijk was aan 95 475 000 €, dan kunnen we een vervangingskost van $95\,475\,000 \text{ €} / 40 \text{ jaar} = 2\,386\,875 \text{ €/jaar}$ verwachten.

1.3 Tijdig en goed onderhoud: een investering in het wegenpatrimonium

Aangezien het wegenpatrimonium van een gemeente een grote waarde heeft, loont het zeker de moeite ervoor te zorgen dat de initiële investeringskosten een groot rendement hebben. Door tijdig te investeren in gepast onderhoud, zal de verwachte levensduur worden bereikt en zal de weg ook gedurende

die tijd de diensten kunnen verlenen die de weggebruikers wensen. Zo bekeken, is onderhoud een investering om het rendement van de initiële investering te optimaliseren – onderhoud is dus geen kost.

Tijdig aan preventief onderhoud doen, is doorgaans een goede investering. Onderhoud uitstellen heeft immers tot gevolg dat dezelfde, relatief goedkope onderhoudsmaatregel later niet meer het gewenste effect zal hebben en het dus noodzakelijk zal zijn een duurdere onderhoudsmaatregel uit te voeren. Lokale reparaties, beperkt tot kleine oppervlakken, zijn goedkoper dan algemene reparaties aan het wegoppervlak over de hele lengte van een wegvak. Die laatste zijn op hun beurt veel minder duur dan wegenwerken waarbij ook aan de fundering moet worden gewerkt.

Deze financiële benadering van het bouwen en onderhouden van wegen introduceert de volgende vragen, waarop geargumenteed en objectief kan worden geantwoord door gebruik te maken van een “wegbeheersysteem”:

- welk deel van het wegenpatrimonium moet met prioriteit worden onderhouden en met welk onderhoud (zonder enige budgettaire beperkingen)?;
- wat is uit technisch oogpunt de beste onderhoudsstrategie wanneer we rekening moeten houden met beperkte jaarlijkse financiële middelen?;
- volstaat het beschikbare budget om ervoor te zorgen dat het wegennet op lange termijn de verwachtingen van de betrokken partijen blijft inlossen?;
- wat is het effect van vermindering van het beschikbare budget op de kwaliteit van het wegennet op korte en lange termijn? Welke extra investering is nodig om tegemoet te komen aan hogere verwachtingen dan die waarmee tot nog toe werd rekening gehouden, op het volledige wegennet of op een deel ervan? Bijvoorbeeld: welke investering is nodig om het centrum van de gemeente aantrekkelijker te maken voor winkelbezoekers door de wegen er daar in de toekomst mooier te laten uitzien dan voorheen?

1.4 Andere elementen van het patrimonium – *Asset Management*

Een wegbeheersysteem (*Pavement Management System - PMS*) beperkt zich tot het door motorvoertuigen bereden deel van de weg. Uiteraard is dit slechts één van de onderdelen van het wegenpatrimonium. Andere elementen die tot het wegenpatrimonium behoren, zijn onder andere voetpaden, fietspaden, verkeerstekens (vooral verkeerborden en wegmarkeringen), verlichting, straatmeubilair, riolering, bruggen, tunnels, geleiderails en geluidswallen.

Al deze elementen moeten ook onderhouden en zo nu en dan vervangen worden en het beheer ervan kan op analoge manieren verlopen. Er bestaan bijvoorbeeld systemen die zich specialiseren in en zich beperken tot brugbeheer (*Bridge Management Systems – BMS*) of beheer van vliegveldverhardingen (*Airport Pavement Management Systems – APMS*). Wel kan worden opgemerkt dat de verwachte levensduren van de verschillende elementen ook heel erg ver uit elkaar liggen: van enkele jaren (bijvoorbeeld voor verkeerstekens) tot meer dan een eeuw (bijvoorbeeld voor bruggen en tunnels).

Door gebruik te maken van verschillende beheersystemen voor de verschillende elementen van het patrimonium, beschikken de beheerders over verschillende lijsten van onderhoudsmaatregelen die op elkaar afgestemd moeten worden: wegenwerken aan het wegoppervlak kunnen het best worden afgestemd met renovatiewerkzaamheden aan de riolering die onder de weg ligt, werkzaamheden aan het rijoppervlak van een brug kunnen best tegelijk met werkzaamheden aan het wegoppervlak vóór en achter de brug worden uitgevoerd, een voetpad wordt vaak vernieuwd wanneer er toch al werkzaamheden aan de rijbaan gepland moeten worden ...

Steeds meer wordt de noodzaak gevoeld om al deze elementen op een geïntegreerde wijze te kunnen beheren, in één grote gegevensbank en aan een kaart gekoppeld. Terwijl de vraag naar een dergelijk pa-

trimoniumbeheersysteem (*Asset Management System* – AMS) toeneemt, is een totaaloplossing nog niet voorhanden. Wel bestaan er softwaresystemen die het mogelijk maken allerlei gegevens op te slaan en ze, met verschillende mate van complexiteit, afzonderlijk te beheren. Een wegbeheersysteem kan dan als een onderdeel in een ruimer AMS geïntegreerd zijn.

De algemene trend bij PMS-aanbieders is dat ze zijn overgegaan naar het ontwikkelen van een AMS waarvan het PMS nog slechts één module is. Dergelijke AMS-software bestaat vaak uit een gegevensbank die aan een kaart is gebonden en waarin om het even welk onderdeel van het wegenpatrimonium kan worden opgeslagen, samen met de voor het onderdeel relevante informatie. Op die manier ontstaat één systeem waarin informatie over rijbanen, parkeerplaatsen, fietspaden, voetpaden, verlichtingspalen, straatmeubilair, groenperken, bomen, enz. verzameld wordt en waarmee op verschillende wijzen met verschillende complexiteit aan onderhoudsbeheer kan worden gedaan. Wel beperkt het beheer van andere onderdelen dan rijbanen zich soms tot het opmaken van een heel eenvoudige planning, bijvoorbeeld het periodiek snoeien van groenvoorzieningen (louter gebaseerd op tijdsverloop).

Hoofdstuk 2

Wat is een wegbeheersysteem?

Een wegbeheersysteem is bedoeld om op geargumenteerde en objectieve wijze het beheer van een wegennet te onderbouwen, vanuit een financieel-technisch oogpunt. Het dient de wegbeheerder te ondersteunen bij het maken van strategische beslissingen voor investeringen in het onderhoud van wegen. Tegelijk is het voor de wegbeheerder een hulpmiddel om te communiceren over de genomen beslissingen en over de effecten die andere beslissingen op de kwaliteit van het wegennet zouden hebben.

De aanpak verloopt in de volgende stappen:

- opmaken van een zo objectief mogelijke beoordeling van de huidige toestand van het wegennet, door het uitvoeren van (visuele) inspecties (voor netbeheer);
- vertalen van de inspectiegegevens in een kwaliteitsbeoordeling voor elk onderdeel van het net dat apart onderhouden zou kunnen worden;
- voorspellen van de evolutie van de toestand van elk beoordeeld onderdeel van het wegennet in de volgende twintig of dertig jaar;
- automatisch inplannen van onderhoudsmaatregelen (volgens de gekozen onderhoudsstrategie);
- simulatie van de jaarlijks benodigde investering in onderhoud (volgens de gekozen onderhoudsstrategie);
- opmaak van de strategische planning voor prioritair onderhoud van de rijbanen.

Aan de hand van deze strategische planning kan dan een diepere analyse van de uit te voeren wegenwerken op projectniveau worden gemaakt, met uitbreiding naar andere elementen van het wegenpatrimonium en rekening houdend met de noodzakelijke werkzaamheden aan die andere elementen.

2.1 Definitie van een PMS

In het onlinewoordenboek van de wereldorganisatie PIARC wordt een “wegbeheersysteem”, vertaling van de Engelse term *Pavement Management System*, als volgt gedefinieerd: “Geheel van procedés en methoden waarover beslissers beschikken om kosteneffectieve strategieën uit te werken voor de aanleg, het conditieonderzoek en het onderhoud van wegen of wegennetten.”

Een PIARC-rapport uit 2005 geeft een gedetailleerdere definitie: “Een wegbeheersysteem is een systematisch proces van onderhoud, modernisering en exploitatie van het patrimonium, dat engineering-principes koppelt aan degelijk onderbouwde commerciële praktijk en economische verantwoording, en dat instrumenten aanreikt voor een beter georganiseerde, flexibeler aanpak van de nodige besluitvorming om in te spelen op de verwachtingen van de bevolking.” [1, 2].

2.2 Technische parameters en indicatoren

Alvorens aan een analyse te beginnen, dient de netbeheerder te beschikken over een inventaris van het areaal. Het wegennet moet worden opgedeeld in “wegvakonderdelen” die de wegbeheerder elk afzonderlijk wenst te beheren en te onderhouden.

Vervolgens worden de wegvakonderdelen op een zo objectief mogelijke, technische wijze geïnspecteerd. Dit levert voor elk wegvakonderdeel een lijst van waarden voor de “technische parameters” op. Een technische parameter drukt een fysische eigenschap uit van de staat waarin het wegvakonderdeel zich bevindt en neemt gewoonlijk de vorm van een getal met een eenheid aan. Voorbeelden van technische parameters zijn het aantal dwarsvoegen met ontbrekende voegvulling in een betonplatenverharding, het aantal meters weg met een bitumineuze verharding waarin een langsscheur waargenomen, enz.

Een “individuele (prestatie-)indicator” is een getal met of zonder dimensie dat één technische eigenschap van het wegvakonderdeel uitdrukt. Een indicator die een getal met dimensie is, wordt eerder een “technische parameter” genoemd.

Een “gecombineerde (prestatie-)indicator” is een getal met of zonder dimensie dat verbonden is met twee of meer technische eigenschappen van het wegvakonderdeel en dat een beoordeling van de combinatie van deze technische eigenschappen uitdrukt.

Een “algemene (prestatie-)indicator” is een combinatie van individuele en/of gecombineerde (prestatie-)indicatoren die een globale beoordeling van de toestand van een wegvakonderdeel geeft (en dus meerdere soorten van beoordelingen in één score combineert).

Het spreekt vanzelf dat een technische parameter of een individuele prestatie-indicator (zonder dimensie) vooral door personen met technische kennis van zaken wordt geapprecieerd, terwijl gecombineerde en algemene (prestatie-)indicatoren veeleer kunnen worden gebruikt voor strategische planning door specialisten in financiële aangelegenheden en voor communicatie naar politieke beslissers en weggebruikers.

2.3 Onderhoudsmaatregelen

Bij een strategische analyse van het over het hele wegennet te volgen beheer moet uiteraard een evaluatie worden gemaakt van de aard van het onderhoud dat op korte of lange termijn eventueel in verschillende wegvakken zal moeten plaatsvinden. Om een raming te maken van het jaarlijkse budget dat nodig is om dit onderhoud uit te voeren, moet ook een prijs kunnen worden verbonden aan de verschillende onderhoudsmaatregelen die bij de strategische analyse in het vooruitzicht worden gesteld.

Doorgaans zal een wegbeheersysteem een aantal onderhoudsmaatregelen in overweging nemen die ofwel slechts in lokale reparaties voorzien, ofwel reparaties aan de bovenste lagen van de wegconstructie zijn, ofwel ook reparaties of vervanging van dieper gelegen weglagen omvatten. Bovendien zullen er verschillende onderhoudsmaatregelen moeten zijn voor verschillende wegverhardingen. Het is ook mogelijk dat gerekend wordt met verschillende varianten van gelijksoortige onderhoudsmaatregelen met verschillende eenheidsprijs en verschillende efficiëntie of duurzaamheid.

Een wegbeheersysteem is niet bedoeld om een gedetailleerd plan op te maken voor de wegenwerken voor het eerstvolgende jaar, of om volautomatisch een bestek te kunnen opstellen. Wel biedt het de mogelijkheid om uitgaande van gemiddelde eenheidsprijzen voor typische onderhoudsmaatregelen een realistische, globale raming van de benodigde financiële middelen te maken en om aan te geven welke wegvakken met de hoogste prioriteit aan een verschillende graad van onderhoud toe zijn.

Wanneer de wegbeheerder de uitvoering van het programma van werkzaamheden voor het eerstvolgende jaar voorbereidt en daarvoor over een voor dat jaar vastgesteld budget beschikt, zal hij de lijst van met hoge prioriteit te onderhouden wegvakken doornemen en voor elk een gedetailleerd plan en bestek opstellen. Gewoonlijk zullen de wegenwerken in sommige wegvakken worden uitgevoerd voor een prijs die hoger ligt dan geraamd, terwijl de onderhoudsmaatregelen in andere wegvakken kunnen worden uitgevoerd voor een prijs die lager ligt dan geraamd. Als in het wegbeheersysteem realistische

gemiddelde eenheidsprijzen voor typische onderhoudsmaatregelen zijn gebruikt, zal de totale prijs van de daadwerkelijk uitgevoerde wegenwerken ongeveer overeenstemmen met de raming. Wanneer de onderhoudsmaatregel bijvoorbeeld uit vernieuwing van de toplaag bestaat, kan in de praktijk worden overwogen ook de kantstenen over de gehele lengte van het wegvak te vervangen; soms wordt echter beslist dat slechts op enkele geïsoleerde plaatsen te doen. Dit heeft een direct effect op de prijs van de werkzaamheden. Om een realistische raming van de onderhoudsmaatregel “vernieuwing van de toplaag” te maken, moet in de eenheidsprijs ervan, boven op de prijs per m² van de vernieuwing van de toplaag, ook rekening worden gehouden met de gemiddelde prijs om een deel van de kantstenen te vernieuwen. Ook zij opgemerkt dat de term “vernieuwing van de toplaag” een familie van mogelijke werkzaamheden aan de toplaag van een wegconstructie is. Wanneer een wegbeheersysteem “vernieuwing van de toplaag” voorstelt, moet de wegbeheerder de technische details hiervan verder invullen, afhankelijk van de specifieke situatie van het wegvak waarin dit onderhoud moet worden uitgevoerd.

2.4 Uitkomsten van een PMS

Een PMS is een ondersteuning voor de besluitvorming die voorafgaat aan de praktische uitwerking en planning van de wegenwerken die uit technisch oogpunt weldra moeten worden uitgevoerd. Deze besluitvorming kan het best worden gebaseerd op wat er aan technisch verantwoord onderhoud dient te gebeuren. Wel dient er een afweging te worden gemaakt uit financieel oogpunt: de hoogte van de investering die het technisch verantwoorde onderhoud vraagt, de verschillende technisch te verantwoorden oplossingen die eventueel een verschillende duurzaamheid hebben, de financiële middelen die voorhanden zijn of vrijgemaakt kunnen worden, de verwachtingen die de verschillende betrokken partijen hebben en de wenselijkheid om in bepaalde mate aan die verwachtingen te voldoen. De uitkomsten van een PMS illustreren de effecten van verschillende keuzen die een wegbeheerder kan maken. De wijze waarop de resultaten van een PMS worden voorgesteld, kan variëren van eenvoudige lijsten, over grafieken en kolommendiagrammen, tot weergaven op een kaart.

Een PMS maakt het mogelijk om volgens een vastgestelde onderhoudsstrategie een lijst van met prioriteit uit te voeren onderhoudsmaatregelen te bepalen, voor een aantal opeenvolgende jaren. Wanneer de wegbeheerder een verandering aanbrengt in de onderhoudsstrategie, zal ook deze lijst veranderen. Wanneer een PMS rekent met eenheidsprijzen voor de onderhoudsmaatregelen, zal een raming kunnen worden gemaakt voor de jaarlijkse investeringen in onderhoud volgens de beschouwde onderhoudsstrategie. Zo kan met een eenvoudig kolommendiagram de evolutie van de hoogte van de jaarlijkse investeringen in onderhoud aanschouwelijk worden weergegeven. Doorgaans voorspelt een PMS de evolutie van de kwaliteit van het wegennet in de tijd, wat de mogelijkheid biedt het effect van een bepaalde onderhoudsstrategie op de lange termijn te illustreren en met het effect van een andere onderhoudsstrategie te vergelijken.



Hoofdstuk 3

Enkele voorbeelden van PMS in actie

Wegbeheersystemen worden zowat overal ter wereld al lang gebruikt. In de late jaren zestig van de twintigste eeuw werd voor het eerst gedacht aan optimalisatie van de investeringen in onderhoudswerkzaamheden op het niveau van een heel wegennet. In de tien jaren die daarop volgden, werd grote vooruitgang geboekt in de ontwikkeling van de concepten die de basis vormen van de systemen die tegenwoordig worden gebruikt. We geven hier ter illustratie enkele voorbeelden van PMS die daadwerkelijk worden ingezet.

3.1 CROW-methodiek (Nederland)

In de jaren zeventig van de vorige eeuw zette een werkgroep van CROW in Nederland een methodiek op die kon rekenen op een nationale consensus onder de betrokkenen. De eerste versie van de methodiek werd gepubliceerd in de jaren tachtig. De methodiek is sindsdien door velen gebruikt en enkele jaren geleden op basis van jarenlange ervaringen een beetje bijgestuurd en geactualiseerd. Tegenwoordig wordt de CROW-methodiek door bijna alle gemeenten in Nederland toegepast. Ook de provincies en waterschappen in Nederland gebruiken de methodiek voor het net dat zij beheren. Er is ook een “gebruikersgroep wegbeheer”, die als doel heeft de methodiek van visuele inspectie en wegbeheer continu te monitoren en te evalueren.

Er bestaan meerdere softwareprogramma's die de CROW-methodiek voor wegbeheer implementeren. Het CROW controleert iedere twee jaar of in dergelijke wegbeheerssoftware van verschillende leveranciers de CROW-methodiek op een correcte manier is toegepast. Indien van toepassing ontvangt de leverancier een keurmerk. Gebruikers van de software zijn er hiermee van verzekerd dat het wegbeheersysteem dat zij gebruiken de CROW-methodiek goed toepast.

Er worden regelmatig opleidingen georganiseerd voor toekomstige inspecteurs, die daarna kunnen deelnemen aan een theorie- en een praktijkexamen. Er is ook een basiscursus over de CROW-methodiek en om de softwareprogramma's te leren gebruiken.

3.1.1 Visuele inspectie

De CROW-methodiek baseert zich uitsluitend op visuele inspectie. De CROW-globale visuele inspectie heeft als doel snel en efficiënt op netwerkniveau inzicht te krijgen in de actuele conditie van het wegennet. De CROW-publicatie “Handleiding globale visuele inspectie 2011” [3] beschrijft de globale visuele inspectiemethodiek.

De CROW-globale visuele inspectie is beperkt tot een klein aantal schadebeelden: rafeling, dwarsonvlakheid, oneffenheden, scheurvorming en randschade bij wegen van asfaltbeton, dwarsonvlakheid, oneffenheden en voegwijdte bij wegen met elementenverharding, oneffenheden, en scheurvorming en voegvulling bij wegen van cementbeton. Ook zetting kan worden meegenomen in de beoordeling door de inspecteur.

De inspecteur dient een beoordeling te geven van de schadebeelden die zichtbaar zijn aan het wegoppervlak. Daarbij moet worden aangegeven wat de ernst van de schade is en in welke omvang de schade in het wegvakonderdeel voorkomt.

De ernst van de schade moet worden uitgedrukt in “licht”, “matig” of “ernstig”. Voor elk schadebeeld wordt een nauwkeurige definitie gegeven van waarvoor de drie niveaus van ernst staan. De omvang moet worden aangeduid met “1” voor geringe omvang, “2” voor enige omvang en “3” voor grote omvang. Ook dit wordt per schadebeeld nauwkeurig gedefinieerd. Er is een minimale omvang nodig alvorens een schade opgetekend wordt.

Meestal wordt de globale visuele inspectie jaarlijks of om de twee jaar uitgevoerd.

3.1.2 PMS gebruikt door steden, gemeenten en provincies

De resultaten van de CROW-globale visuele inspectie zijn het uitgangspunt voor het opstellen van het over meerdere jaren gespreide onderhoudsplan. De methodiek beschrijft wanneer welke onderhoudsmaatregelen moeten worden toegepast. Dit leidt tot het opstellen van de basisplanning van toekomstige onderhoudsmaatregelen en tot een raming van het bijbehorende budget.

Naast de resultaten van de visuele inspectie wordt bij het opstellen van de basisplanning ook rekening gehouden met het jaar van aanleg van de wegvakonderdelen. De wegen worden in verschillende soorten ingedeeld (zwaar belaste weg, gemiddeld belaste weg, licht belaste weg, weg in woongebied, enz.).

De wegvakonderdelen worden in vijf categorieën opgedeeld, zoals aangegeven in tabel 1. Deze indeling gebeurt aan de hand van de combinatie ernst-omvang van schade. Het doel is verhardingen in een “voldoende”, “goede” of “zeer goede” onderhoudstoestand te brengen en te houden, en geen enkele verharding in een onderhoudstoestand “matig” of “slecht” te laten.

Niveau	CROW-methodiek
A+ (zeer goed)	Geen schade
A (goed)	Enige schade
B (voldoende)	De waarschuwingsgrens is overschreden
C (matig)	De richtlijn is overschreden
D (slecht)	De richtlijn is meer dan één klasse overschreden

Tabel 1 – Vijf kwaliteitsniveaus voor de wegvakonderdelen na CROW-globale inspectie

De combinatie ernst-omvang staat in directe relatie met de periode of het jaar waarin onderhoud zal moeten worden verricht. De CROW-methodiek definieerde een “richtlijn” – een drempel voor de combinatie ernst-omvang. Zodra de richtlijn wordt overschreden, dient in het eerste of tweede planjaar onderhoud plaats te vinden. Bij het toepassen van de richtlijnen wordt naast de afzonderlijke schaden, ook naar combinatie van schaden gekeken. Het kan zijn dat de afzonderlijke schaden de richtlijnen nog niet overschrijden, maar dat de combinatie van schaden dat wel doet.

Voor wegvakonderdelen boven de waarschuwingsgrens wordt in de volgende vijf jaar geen onderhoudsmaatregel gepland. Voor wegvakonderdelen die de waarschuwingsgrens hebben overschreden maar nog niet aan de richtlijn zijn toegekomen, wordt op basis van gedragsmodellen en waarschuwingsgrenzen het planjaar van onderhoud bepaald in de periode binnen drie tot vijf jaar. Voor wegvakonderdelen die de richtlijn hebben overschreden, wordt binnen twee jaar in onderhoud voorzien en voor wegvakonderdelen in slechte staat wordt dat onderhoud in het eerste jaar gepland. De basisplan-

ning wordt volledig bepaald door een technische beoordeling van de staat van het wegennet op het ogenblik van de visuele inspectie. In geval van achterstallig onderhoud is uitstel van onderhoud niet acceptabel.

Voorspellingen van de planperioden na vijf jaar zijn in de CROW-methodiek niet mogelijk, omdat deze resultaten een te grote bandbreedte hebben. De CROW-methodiek geeft altijd een signaal wanneer onderhoud nodig is in wegvakonderdelen met een ouderdom van minder dan drie jaar. Deze schade is niet het gevolg van ouderdom en vereist een nadere beoordeling.

De CROW-wegbeheersystematiek onderscheidt drie onderhoudskwaliteitsniveaus (zie tabel 1): “extensief” onderhoud (wegvakonderdeel moet minstens niveau B halen), “normaal” onderhoud (wegvakonderdeel moet minstens niveau A halen) en “intensief” onderhoud (wegvakonderdeel moet minstens niveau A+ halen). Onderhoudsniveau “extensief” is de minimaal technisch verantwoorde kwaliteit die het verhardingsareaal dient te hebben om veilig en verantwoord wegbeheer te plegen. Wordt een lagere kwaliteit nagestreefd, dan treedt kapitaalvernietiging op en moet de beheerder steeds duurdere maatregelen nemen om de wegen op een veilig kwaliteitsniveau te krijgen. Binnen eenzelfde wegennet kan de wegbeheerder ervoor kiezen sommige wegvakonderdelen een hoger kwaliteitsniveau op te leggen dan andere. Er kunnen dus verschillende berekeningen worden gemaakt, waarbij gekozen wordt om andere onderhoudskwaliteitsniveaus te eisen. Dit maakt het mogelijk de budgettaire effecten op lange termijn van verschillende verwachtingsniveaus van kwaliteit en aanzien van het wegoppervlak te simuleren. Minder kwaliteit eisen heeft als gevolg dat onderhoudsmaatregelen later worden uitgevoerd; op de lange duur kan dat ertoe leiden dat er later weer meer zal moeten worden geïnvesteerd om het wegennet weer op een hoger kwaliteitsniveau te tillen.

Na het bepalen van het tijdstip waarop een onderhoudsmaatregel dient te worden uitgevoerd, stelt de CROW-methodiek een werkwijze voor om de geschikteste onderhoudsmaatregel te kiezen. De keuze van de maatregelgroep wordt bepaald aan de hand van de waargenomen schadebeelden en binnen de maatregelgroep wordt vervolgens de maatregel gekozen die bij de gegeven wegsoort gedefinieerd is.

Er wordt bepaald welke schade bepalend is voor welk planjaar en met welke maatregelen alle schaden in één wegvakonderdeel aangepakt kunnen worden. In de CROW-methodiek zijn relatietabellen opgenomen tussen schaden en maatregelgroepen. De maatregelgroepen kennen ook een onderlinge rangorde. Deze rangorde komt om de hoek kijken op het moment dat een budgetplanning wordt gegeneerd waarbij het resultaat is dat er meer onderhoud moet worden uitgevoerd dan waarvoor er budget beschikbaar is. In dat geval dient het systeem keuzen te maken voor het doorschuiven van onderhoud op basis van een door de gebruiker op te geven prioritering. Doordat onderhoud wordt doorgeschoven, kan het voorkomen dat de benodigde onderhoudsmaatregel daardoor zwaarder wordt, waardoor een andere (zwaardere) maatregelgroep wordt gekozen op basis van de eerder genoemde rangorde.

Om de begroting voor de in de volgende jaren geplande wegenwerken te ramen, baseert de CROW-methodiek zich op eenheidsprijzen voor de onderhoudswerkzaamheden. De wegbeheerder kan de eenheidsprijzen zelf instellen. Het is gebruikelijk dat in de eenheidsprijzen ook de verkeersmaatregelen en de aannemerskosten (uitvoeringskosten, algemene bedrijfskosten en winst en risico) begrepen zijn. De wegbeheerder kan er eventueel voor kiezen om bovendien ook btw, voorbereiding, administratie en toezicht in de eenheidsprijzen op te nemen.

Op basis van de basisplanning wordt een maatregeltoets uitgevoerd. De maatregeltoets heeft als doel maatregelen en planjaren van de basisplanning te controleren en indien nodig te corrigeren. Bij het opstellen van de basisplanning wordt enkel uitgegaan van de zichtbare toestand van het wegoppervlak en wordt een voorstel gedaan om de toestand van de bovenste verhardingslaag te verbeteren. De maatregeltoets neemt ook de constructieopbouw en de draagkracht van de ondergrond mee in overweging. Hij is alleen van toepassing op onderhoud dat over de eerste twee planningsjaren staat gepland.

De geplande maatregelen kunnen nog worden uitgevlakt, om grote pieken en dalen in de begroting te voorkomen. Er kan dus nog een beetje in de tijd worden geschoven met de uitvoering van geplande maatregelen.

Bij de projectie in de toekomst wordt, voor de periode die volgt op de eerste vijf jaar, gebruikgemaakt van beheerstrategieën. De beheerstrategieën zijn afhankelijk van drie factoren: de wegsoort, de verhardingssoort en de ondergrond. De CROW-methodiek onderscheidt zeven wegsoorten, drie verhardingssoorten en vier kwaliteiten van ondergrond. Voor elke combinatie geeft het CROW een strategie gebaseerd op cyclisch geplande onderhoudsmaatregelen. Daarmee wordt, voor elk wegvakonderdeel, onderhoud over een lange periode – dus ook voor de volledige, verwachte levensduur van de weg gepland en gebudgetteerd.

3.2 Aanpak bij AWV voor autosnelwegen (Vlaanderen)

Het Agentschap Wegen en Verkeer (AWV) verzamelt jaarlijks een grote hoeveelheid data over het hele hoofdwegennet van Vlaanderen. Deze gegevens vormen een schat aan informatie die in een PMS kan worden gebruikt. In 2011 heeft AWV een vrij in te stellen PMS-softwareprogramma aan het Vlaamse autosnelwegennet aangepast [4]. Dit wegennet bestaat uit ongeveer 950 km autosnelwegen en ringwegen. De aanpak verloopt in vijf stappen: inventarisatie, bemonsteren van de toestand, voorspellingen met evolutiemodellen, simuleren van onderhoudsstrategieën, en optimalisatie voor verschillende budgetscenario's (*Life Cycle Cost Analysis* – LCCA).

De constructieopbouw van de autosnelwegen in Vlaanderen varieert weinig: er zijn vijf typische structuren aanwezig, waarbij wel variaties optreden in de laagdikten en in ouderdom. Ook de verkeersbelasting is redelijk goed bekend: over het hele net worden tellingen uitgevoerd van het aantal voertuigen dat de snelwegen gebruikt en daarmee wordt dan een raming gemaakt van het aantal vrachtoertuigen. De wegopbouw en de verkeersbelasting vormen de basisgegevens in de inventaris.

De toestand van de autosnelwegen wordt bepaald uit metingen van stroefheid, scheurvorming en langs- en dwarsonvlakheid.

3.2.1 Meettoestellen en indicatoren

De gegevens over de toestand van de weg, die de basis vormen voor de PMS-software worden verzameld met een multifunctioneel voertuig (een ARAN – *Automatic Road Analyzer*) en met een stroefheidsmeter (een SCRIM of een SKM).

Het multifunctionele voertuig kan tegelijk langsonvlakheid, dwarsonvlakheid en scheurvorming meten. De technische parameters voor de langsonvlakheid zijn de vlakheidscoëfficiënten VC_b met basislengte B gelijk aan 2,5 m, 10 m en 40 m. Uit de dwarsonvlakheid wordt als technische parameter de gemiddelde spoordiepte SD (in mm) over een afstand van 1 hm gebruikt. Het percentage van het wegooppervlak dat door scheurvorming is aangetast, is de technische parameter VI voor de visuele inspectie. Met de stroefheidsmeter wordt als technische parameter de dwarse wrijvingscoëfficiënt DWC opgemeten.



© AWW

Figuur 1 – Het ARAN-meetvoertuig van AWW



© AWW

Figuur 2 – Het SKM-voertuig van AWW

Het wegennet werd opgesplitst in homogene wegvakken. Als eerste criteria voor de opsplitsing werden de wegoopbouw en de verkeersbelasting gebruikt. De gemeten toestand van de weg vormt echter een bijkomend criterium dat een groot wegvak verder kan opsplitsen, maar enkel op basis van spoorvorming en scheurvorming. Per wegvak wordt geoordeeld wanneer een onderhoudsmaatregel zal moeten plaatsvinden.

In de PMS-software wordt gerekend met indicatoren waarvan de waarden uit de meetresultaten worden berekend. De technische parameters worden eerst omgezet in individuele indicatoren op een schaal van 0 tot 100, door transferfuncties toe te passen:

$$I_{VC_B} = 100 - A \cdot VC_B$$

$A = 0,8$ voor vlakheidscoëfficiënt met basis $B = 2,5$ m.

$A = 0,4$ voor vlakheidscoëfficiënt met basis $B = 10$ m.

$A = 0,2$ voor vlakheidscoëfficiënt met basis $B = 40$ m.

$$I_{SD} = 100 - 3,75 \cdot SD$$

$$I_{VI} = 100 - 60 \cdot \sqrt{\frac{VI}{Z}}$$

$Z = 20$ voor asfaltverhardingen.

$Z = 12$ voor betonverhardingen.

$Z = 24$ voor composietverhardingen.

$$I_{DWC} = (100 \cdot DWC - 32) \cdot 5$$

De drie indicatoren voor de langsonvlakheid worden gebruikt in de definitie van de gecombineerde indicator CI_{VC} voor de langsonvlakheid. De gecombineerde indicator voor de vlakheid is gelijk aan het minimum van de waarden van de individuele indicatoren die met de vlakheidscoëfficiënten met basislengte 2,5 m, 10 m en 40 m zijn berekend:

$$CI_{VC} = \min(I_{VC_{2,5m}}, I_{VC_{10m}}, I_{VC_{40m}})$$

Met de zo gedefinieerde indicatoren wordt vervolgens een globale indicator G_I berekend, volgens een formule die geïnspireerd is op de formules die in het eindverslag van COST-actie 354 zijn voorgesteld:

$$G_I = \min(I_{DWC}, I_{SD}, I_{VC}, I_{VI}) - p \cdot (100 - I_{3,gem})$$

De globale indicator is gelijk aan de kleinste waarde van de vier verschillende indicatoren, verminderd met een gewogen waarde (met gewicht $p = 0,10$) die een functie is van het gemiddelde van de andere drie indicatoren. Met deze formules kunnen voor elk wegvak per hectometer waarden worden berekend voor alle indicatoren.

3.2.2 PMS met model op maat

Op basis van de over de jaren heen verzamelde meetdata zijn voor de zes individuele indicatoren evolutiemodellen opgesteld. De waarden voor de verschillende technische parameters werden uitgezet tegen een raming van het zware verkeer, in aantal standaardlasten van 100 kN uitgedrukt, dat van de bemonsterde wegvakken gebruik heeft gemaakt sinds de aanleg ervan. De ouderdom van een bemonsterd wegvak, in jaren uitgedrukt, werd in het aantal standaardlasten van 100 kN omgezet door rekening te houden met het dagelijkse aantal voertuigen dat van het wegvak gebruikmaakt en het procentuele aandeel van de vrachtvoertuigen daarin.

In deze berekening is de ouderdom van een weg echter niet eenduidig. Elk wegvak heeft een eigen onderhoudsgeschiedenis, waardoor de verschillende lagen in de wegconstructie in verschillende jaren werden aangebracht. Er werden vier ouderdommen gedefinieerd: de gemiddelde ouderdom L_1 van de toplaag, de gemiddelde ouderdom L_{12} van de bovenste 12 cm van de wegconstructie, de gemiddelde ouderdom L_{20} van de wegverharding (gewoonlijk heeft die een dikte van ongeveer 20 cm) en de gemiddelde ouderdom L_{50} van de volledige constructie (bestaande uit de wegverharding en de fundering; gewoonlijk heeft die een dikte van ongeveer 50 cm).

Daarnaast zijn niet alle lagen in de wegconstructie relevant voor de evolutie van de verschillende oppervlakkenmerken in de tijd. Voor de stroefheid is enkel de ouderdom van de toplaag van belang, voor de langsonvlakheidscoëfficiënt met basislengte $B = 40$ m is de leeftijd van de volledige constructie rele-

vant... Ook de verhardingssoort speelt hierin een rol: spoorvorming komt in betonverhardingen niet voor en voor scheurvorming wordt bij composietverhardingen L_{12} beschouwd, terwijl voor asfalt- en betonverhardingen L_{50} wordt genomen.

Door, voor een groot aantal wegvakken, de uit meetresultaten berekende waarden voor een indicator uit te zetten tegen het aantal standaardlasten van 100 kN dat het betrokken wegvak heeft gedragen, kan een kromme worden bepaald die een goede fit is voor de verzamelde data. Deze kromme is het evolutiemodel voor de indicator. Voor alle details over het opstellen van de evolutiemodellen verwijzen we naar de bijdrage "Briessinck, M., Van Troyen, D., *Evolutiemodellen en indicatoren voor het Vlaams PMS*" [5] aan het Belgische Wegencongres van 2013.

Voor elke indicator werd een "onderhoudsdrempel" en een "interventiedrempel" gekozen. De onderhoudsdrempel vormt de grens tussen een toestand die als "goed" en een toestand die als "voldoende" kan worden bestempeld. Hier kan dus aan preventief onderhoud worden gedaan. De interventiedrempel vormt de grens tussen een "voldoende" toestand en een toestand die als "slecht" kan worden beschouwd. Hier moet curatief onderhoud worden uitgevoerd. Op die manier geeft elke indicator een toestandsbeoordeling "goed", "voldoende" of "slecht" aan elk wegvak.

Er werd een lijst van gebruikelijke onderhoudsmaatregelen en bijhorende eenheidsprijzen opgemaakt. Vervolgens werd een matrix opgesteld, die voor elke combinatie van toestandsbeoordelingen één of meer technisch relevante onderhoudsmaatregelen aanwijst.

Er wordt ook voorspeld wat het effect van de uitvoering van een onderhoudsmaatregel zal zijn, uitgedrukt als een verwachte verbetering in de waarden van de verschillende individuele indicatoren.

Verskillende strategieën met opeenvolgende onderhoudsmaatregelen worden op het wegennet toegepast. Door de investeringen in onderhoud te koppelen aan het voorspelde effect van het onderhoud worden kosten-batenanalyses gemaakt, waaruit de optimale strategie volgt. De software maakt het mogelijk met een beperkt jaarlijks budget, al of niet constant in de tijd, te rekenen, en het vereiste minimum aan kwaliteit in te stellen. Dit "vereiste minimum aan kwaliteit" wordt uitgedrukt als de kleinst toegestane waarde voor de globale indicator G_I . Dit levert een onderhoudsprogramma voor de rijbanen in het wegennet op.

Het onderhoudsprogramma voor de rijbanen wordt achteraf vergeleken met en afgestemd op de planning voor onderhoud aan bruggen en tunnels, aan draineersystemen en rioleringen, aan elektromechanische uitrusting, aan berm- en taluds, aan verkeerstekens, enz.

3.3 Wegbeheer in de staat Michigan (USA)

In de staat Michigan in de Verenigde Staten van Amerika werd een uniforme werkwijze opgezet en worden de lokale wegbeheerders aangespoord deze werkwijze aan te nemen. De staat zette hiervoor een organisatie met de naam *Transportation Asset Management Council* (TAMC) op, die daarvoor ook financiële middelen heeft.

De werkwijze die TAMC promoot, is gebaseerd op een visuele inspectie volgens het PASER-systeem (zie § 3.3.1). Wanneer een wegbeheerder een opleiding volgt en vervolgens wegen, waaronder ook federale wegen, gaat inspecteren, kan hij hiervoor gedeeltelijk worden vergoed door de TAMC. De opleiding bestaat uit een jaarlijkse sessie van één dag op het terrein. Wie het jaar voordien geen sessie op het terrein heeft gevolgd, moet bovendien een "webinar" volgen.

Lokale overheden kunnen de eigen data gebruiken voor het beheer van de wegen die onder hun verantwoordelijkheid vallen. De resultaten van lokale inspecties worden echter ook gecentraliseerd. Dit

gebeurt door middel van de software *Roadsoft*, die TAMC ter beschikking van de lokale overheden stelt. Deze software geeft de lokale overheden toegang tot een vooraf gedefinieerde opdeling in wegvakonderdelen. De resultaten van lokaal uitgevoerde inspecties kunnen lokaal worden ingegeven en geëxploiteerd en daarna aan TAMC worden doorgestuurd.

De TAMC gaat verder dan PMS en stimuleert ook het beheer van andere onderdelen van het patrimonium, waaronder bruggen (BMS), en geïntegreerd beheer (AMS).

3.3.1 Visuele inspectie: PASER

Het acroniem PASER staat voor *Pavement Surface Evaluation and Rating system*. Bij een visuele inspectie volgens dit systeem wordt aan elk wegvakonderdeel een PASER-score toegekend. De PASER-scores vormen een vereenvoudigde evaluatiemethode, die geschikt is om aan netbeheer te doen. De score is een getal op een schaal van 1 (zeer slechte staat) tot 10 (perfecte staat). Er is een overeenkomst tussen de toestand waarin het oppervlak zich bevindt en de doortastendheid van de gepaste onderhoudsmaatregel. De inspecteur moet aan elk geïnspecteerd wegvakonderdeel één van de tien mogelijke scores toekennen.

Er bestaan handleidingen voor de inspectie van asfaltverhardingen, elementenverhardingen, betonverhardingen en onverharde wegen. In de handleidingen worden de schadebeelden gedefinieerd. Er staan ook veel foto's in die de schadebeelden en de ernst ervan illustreren. Ook wordt een tabel gegeven die de overeenkomst aangeeft tussen score, soorten van schade en gepaste onderhoudsmaatregel. Daarna wordt voor elke score op de schaal nog aan de hand van foto's en voorbeelden besproken hoe een wegvakonderdeel met die score eruitziet.

Van een inspecteur wordt verwacht in drie stappen te denken alvorens een score te geven aan een wegvakonderdeel:

1. Is het wegvakonderdeel algemeen bekeken veeleer in goede, matige of slechte staat?;
2. Welk niveau van onderhoud zou het wegvakonderdeel moeten ondergaan?;
3. Beoordeel de verschillende, waarneembare schadebeelden en de ernst ervan, om de aangewezen score te geven aan het wegvakonderdeel.

In de handleiding van de opleidingen die TAMC organiseert, staan hints voor de uitvoering van inspecties. Van inspecteren van een nat wegdek wordt gesteld dat het inefficiënt is – en dus beter niet wordt gedaan. Er wordt aandacht besteed aan de invloed van veranderingen in lichtcondities en de aanwezigheid van schaduwen op de resultaten van visuele inspectie. Ook worden instructies gegeven voor eventueel verder opdelen van een wegvakonderdeel indien de inspecteur op het terrein merkt dat de vooraf gedefinieerde opdeling niet met de werkelijkheid overeenstemt (bijvoorbeeld wanneer er een extra rijstrook is of wanneer er een niet-geregistreerde wijziging is in de soort van wegverharding).

3.3.2 PMS voor lokale wegen in de staat Michigan

Als eerste stap in de PMS-aanpak van TAMC worden de PASER-scores die uit de visuele inspecties zijn bepaald in drie categorieën ingedeeld: "goed" voor de scores 8, 9 en 10, "matig" voor de scores 5, 6 en 7 en "slecht" voor de scores 1, 2, 3 en 4.

Voor de wegvakonderdelen die als "goed" worden beoordeeld, volstaat routineonderhoud, dat tot doel heeft het water uit de wegconstructie te houden: weggoten schoonmaken, scheuren dichten, straten schoonvegen, enz.

Voor de wegvakonderdelen die als “matig” worden bestempeld, wordt “preventief onderhoud” voorgesteld. Dit is kostenefficiënt onderhoud dat verdere achteruitgang van de toestand van de weg tegen gaat en wel de functionele kwaliteit, maar niet de structurele capaciteit verhoogt.

Voor de wegvakonderdelen die als “slecht” worden aangegeven, dient een “structurele ingreep” te worden gepland, die dus een versterking of reconstructie inhoudt.

Zodra er een algemeen beeld is van de huidige toestand van het wegennet, worden de hiernavolgende vier stappen afgewerkt.

1. Kiezen van het gewenste kwaliteitsniveau, en bepalen van het beschikbare budget en van de verdeling van het budget tussen preventieve onderhoudsmaatregelen en structurele ingrepen

In deze stap worden verschillende scenario's beschouwd en met elkaar vergeleken. Elk scenario gaat uit van een ander gewenst kwaliteitsniveau, een ander beschikbaar budget en/of een andere verdeling van het budget. In deze stap wordt geraamd wat de effecten van het kiezen voor een bepaald scenario zijn op de toekomstige staat van het wegennet. Er wordt gewerkt met eenheidsprijzen voor de verschillende onderhoudsmaatregelen. Het gebruik van een PMS met evolutiemodellen om de toekomstige staat van de wegvakken te voorspellen is niet verplicht, maar TAMC promoot het wel en stelt er zelfs één gratis ter beschikking. De resultaten van de verschillende scenario's kunnen door de hoofden van de technische diensten aan de politieke beslissers worden voorgelegd en eventueel als argument worden gebruikt om een verhoging van het beschikbare budget te vragen.

2. Identificeren van uit te voeren projecten

Hier wordt niet alleen gekozen voor projecten die af te leiden zijn uit de inspecties, maar eventueel ook voor projecten die de weggebruikers wensen of die de wegingenieurs als nuttig aanvoelen. Er wordt voorgesteld te evalueren of de wegvakken veel verkeer te verwerken krijgen en of de weg een belangrijke rol speelt voor de lokale economie. In deze stap wordt ook gekeken naar andere ingrepen, bijvoorbeeld rioleringswerkzaamheden.

3. De geïdentificeerde projecten ordenen naar prioriteit van de ingreep

Waarschijnlijk is het beschikbare budget niet groot genoeg om alle projecten uit te voeren en dient een selectie te worden gemaakt. Hiermee wordt een planning voor de volgende drie jaar opge maakt, die jaarlijks zal worden geëvalueerd en eventueel zal worden herzien. Voor elk project werd in de eerste stap al een raming gemaakt van de benodigde financiële middelen voor de uitvoering ervan. De in de tweede stap geïdentificeerde projecten worden eerst naar dalende prioriteit geordend. Vervolgens worden de hoogst gerangschikte projecten ingepland, totdat het volgende project op de lijst niet meer met het beschikbare budget te financieren is. Met wat rest van het beschikbare budget wordt het eerstvolgende nog financierbare project op de lijst geprogrammeerd en dit wordt herhaald tot het beschikbare budget helemaal op is.

4. Rapporteren van de resultaten

De wetgeving in de staat Michigan bepaalt dat er drie rapporten moeten worden afgeleverd: een verslag met de inspectieresultaten, een verslag met het driejarenplan en een verslag over de werkelijk uitgevoerde werkzaamheden in het voorbije jaar.

De TAMC organiseert eveneens een opleiding om de lokale wegbeheerders te ondersteunen bij de uitvoering van deze vier stappen.

3.3.3 Gebruik van inspectiedata op projectniveau

Om “preventief onderhoud” op projectniveau uit te werken, heeft TAMC een handleiding opgesteld die de lokale wegbeheerder aanspoort een diepere analyse van de aanwezige schade te maken en die een reeks onderhoudsmaatregelen uitvoerig bespreekt.

Voor elke onderhoudsmaatregel wordt steeds aangegeven onder welke voorwaarden en met welk doel de maatregel mag worden toegepast. In het bijzonder wordt erop gewezen in welke toestand de bestaande wegverharding zich nog moet bevinden opdat de maatregel correct kan worden uitgevoerd en een duurzaam effect kan hebben. Er wordt ook aangegeven wat de te verwachten duurzaamheid van de maatregel is.

3.3.4 Een andere indicator: de PCI voor wegen en vliegvelden

Een andere indicator voor visuele inspectie, die op sommige locaties in Michigan en elders in Amerika wordt gebruikt en daarnaast ook op vliegveldverhardingen en parkeerterreinen wordt toegepast, is de *Pavement Condition Index* (PCI). De PCI is een getal op een schaal tussen 0 (slecht) en 100 (perfect), dat bepaald wordt uit een visuele inspectie volgens de Amerikaanse standaardwerkwijze die beschreven staat in de ASTM-normen D6433 (wegen en parkeerterreinen) [6] en D5340 (vliegvelden) [7]. Een te inspecteren wegvak wordt vooraf in kleine vakjes opgedeeld. Vervolgens wordt een (representatief) deel van deze kleine vakjes willekeurig uitgekozen. De inspecteur op het terrein beoordeelt enkel het vooraf uitgekozen deel van de vakjes. Van de inspecteur wordt gevraagd de eventuele aanwezigheid en ernst van een aantal in de norm vastgelegde schadebeelden te noteren. Uit deze inspectie wordt daarna op kantoor de overeenkomstige PCI-waarde voor het wegvak berekend.

Een belangrijk verschil tussen de PASER-score en de PCI is de aard van de inspectie: de PASER-score is gebaseerd op een eenvoudige beoordeling van het hele wegoppervlak in het wegvak, de PCI is een technische inspectie van een (representatief) deel van het wegoppervlak in het wegvak. Een ander verschil ligt in de gewichten die aan eenzelfde schadebeeld worden toegekend. Voor zover ons bekend, is er geen diepgaande vergelijking tussen de twee indicatoren gemaakt. Wel kunnen we verwijzen naar de masterthesis van T.P. Barrette uit 2011 [8], die een eerste aanzet daartoe beschrijft.

De PCI is een populaire indicator die in verscheidene commerciële PMS-softwareprogramma's wordt gebruikt, soms ook op andere continenten.

Hoofdstuk 4

Overzicht van de OCW-systematiek voor PMS

Sinds het einde van de jaren tachtig van de vorige eeuw heeft het OCW gewerkt aan het ontwikkelen van een eigen systematiek voor het beheer van gemeentelijke of daarmee vergelijkbare wegennetten [9-13]. Over de jaren heen heeft deze systematiek enige evolutie doorgemaakt en uiteindelijk de vorm aangenomen die in dit document beschreven wordt. In dit hoofdstuk wordt de OCW-systematiek in een notendop beschreven. Meer details over een aantal onderdelen van de systematiek worden in de volgende hoofdstukken verstrekt.

4.1 Inventarisatie van het wegennet

Om aan netbeheer te kunnen doen, moet de wegbeheerder als eerste stap het wegennet inventariseren. Dit houdt in dat het wegennet opgedeeld dient te worden in onderdelen die de wegbeheerder afzonderlijk wenst te behandelen.

Een wegennet kan het best eerst in kleinere deelgebieden (wijken van een stad, het centrum met de winkelstraten van een gemeente, afzonderlijke woonwijken, enz.) worden opgedeeld. Vervolgens kan elke straat afzonderlijk worden beschouwd. Elke straat kan ook nog worden opgedeeld in kortere stukken, die elk apart een onderhoudsbeurt zouden kunnen ontvangen. Het OCW stelt voor het wegennet in dergelijke wegvakken met een lengte van minstens 100 m en hoogstens 300 m op te splitsen. Belangrijke kruispunten worden soms apart heringericht en heraangelegd en kunnen daarom het best als afzonderlijke onderdelen worden geïnventariseerd. Wanneer de wegverharding verandert, zal ook niet langer eenzelfde onderhoudsmaatregel kunnen worden uitgevoerd; ook in dat geval moet dus een ander wegvak beginnen, aan de overgang naar een andere wegverharding.

Een wegvak kan ook nog over de breedte worden opgesplitst in wegvakonderdelen met elk een andere functie (een wegvakonderdeel voor de rijbaan, een ander wegvakonderdeel voor het fietspad en nog een apart wegvakonderdeel voor het voetpad). De opsplitsing van het wegennet moet ook fijn genoeg gebeuren, om vervolgens een andere onderhoudsmaatregel per wegvakonderdeel te kunnen toepassen. Wanneer de wegbeheerder wenst dat het PMS-systeem een planning voorstelt waarbij de rijbaan per rijstrook (van ongeveer 3,5 m breed) op een ander tijdstip een onderhoud kan ontvangen, moet ook de rijbaan in verschillende wegvakonderdelen worden opgedeeld: één wegvakonderdeel per rijstrook.

In de OCW-systematiek wordt ervan uitgegaan dat gemeentewegen kunnen worden toegewezen aan drie klassen met een verschillende functie: erffunctie, verzamel functie en doorgangsfunctie (voor doorgaand verkeer). Deze drie klassen komen overeen met verschillende belasting door zwaar verkeer: op een weg met erffunctie komt zelden zwaar verkeer, op een weg met verzamel functie komt regelmatig zwaar verkeer maar slechts in beperkte mate, en een weg met doorgangsfunctie wordt door veel zwaar verkeer gebruikt. Voor de OCW-systematiek is het van belang elk wegvakonderdeel van de rijbaan aan één van deze drie klassen toe te wijzen. Eventueel moet een wegvak verder worden opgedeeld wanneer de functie verandert.

4.2 Visuele inspectie

Om de huidige staat van de rijbanen in het wegennet te kunnen evalueren, stelt de OCW-systematiek voor gemeentelijke of daarmee te vergelijken wegennetten voor een visuele in-

spectie van het wegoppervlak te verrichten in elk (door motorvoertuigen bereden) wegvakonderdeel waarin het wegennet tijdens de inventarisatie werd opgedeeld. De methode voor visuele inspectie voor wegennetbeheer die bij de OCW-systematiek voor netbeheer hoort, vormt het onderwerp van OCW-publicatie *Visuele inspectie voor wegennetbeheer* (MN 89/15) [14].

Het OCW oordeelt dat voor een PMS systeem voor een gemeentelijk wegennet een visuele inspectie kan volstaan. In andere situaties, zoals voor het beheer van een net van autosnelwegen en regionale hoofdwegen, zijn geavanceerdere meetmethoden en PMS-systemen meer aangewezen (bijvoorbeeld de AWV-aanpak in § 3.2).

Voor de evaluatie van een heel wegennet is het echter uiterst belangrijk dat de beoordeling overal op eenzelfde wijze wordt uitgevoerd. De herhaalbaarheid en reproduceerbaarheid van de inspectie moeten gegarandeerd zijn. Met een visuele inspectie, die neerkomt op een beoordeling door een menselijke inspecteur, blijft er altijd een risico op subjectieve beoordeling bestaan. De meetmethode die in OCW-publicatie MN 89/15 [14] beschreven staat, is zo opgevat dat ze, wanneer ze correct gevolgd wordt, ook voldoende herhaalbaar en reproduceerbaar is om een netwijde analyse erop te kunnen toepassen. De visuele inspectie volgens OCW-publicatie MN 89/15 [14] is op netbeheer gericht. Bijgevolg wordt van de inspecteur niet verwacht dat hij zelf een beoordeling van de ernst of de oorzaak van schade aan het wegoppervlak geeft.

Uit de visuele inspectie van een wegvakonderdeel wordt voor elk te inspecteren schadebeeld berekend welk percentage van het oppervlak van het wegvakonderdeel door dat schadebeeld is aangetast. Daarna worden deze percentages vermenigvuldigd met een gewicht dat het OCW aan het desbetreffende schadebeeld heeft toegekend. Hiermee wordt de "visuele index" berekend: een getal tussen 0,9 (wegoppervlak zonder schade) en 0 (wegoppervlak in zeer slechte staat).

4.3 Indicator: de globale index

De percentages van het oppervlak van het wegvakonderdeel die door welbepaalde schadebeelden zijn aangetast, zijn technische parameters waaruit voor elk wegvakonderdeel een waarde voor de "visuele index" wordt berekend. De visuele index is een technische indicator zonder eenheid. Uit de visuele index wordt ook een zogenoemde "structurele index" berekend¹, aan de hand van een eenvoudige formule. De "structurele index" is een tweede technische indicator zonder eenheid, die waarden tussen 0 ("slecht") en 0,9 ("uitstekend") aanneemt. De "globale index" van een wegvakonderdeel is gedefinieerd als het gemiddelde van de "visuele" en de "structurele" index en neemt dus eveneens waarden tussen 0 ("slecht") en 0,9 ("uitstekend") aan. De "globale index" is een gecombineerde indicator, die een totaalbeeld van de staat van het wegvakonderdeel geeft.

Het OCW stelt voor om in de evaluatie van het wegennet de "globale index" te gebruiken. In eerste instantie maakt de "globale index" het mogelijk de wegvakonderdelen te rangschikken naar appreciatie van de staat waarin ze verkeren (van "zo goed als nieuw" tot "in erbarmelijke staat").

¹ In het verleden werd de "structurele index" bepaald uit de met de APL (*Analysateur de profil en long* – lengteprofielanalyse) gemeten vlakheidscoëfficiënt voor een basislengte van 2,5 m. Het is echter gebleken dat er, voor wegen die correct gedimensioneerd zijn voor de verkeersbelasting die ze moeten dragen, een goede correlatie bestaat tussen de "visuele index" en de uit APL-metingen berekende "structurele index". Omdat uit de ervaring van het OCW was gebleken dat de meeste gemeentewegen niet te krap gedimensioneerd zijn, werd beslist de "structurele index" niet langer uit APL-metingen te bepalen.

4.4 Voorspelling van de evolutie van de globale index in de tijd

Het OCW heeft voor de “visuele index” en voor de “structurele index” evolutiemodellen ontwikkeld, die afhankelijk zijn van de soort van wegverharding (asfalt, beton of elementen), van de functie (erf-, verzamel-, doorgangs-) van de weg en van de jaarlijkse groei van het verkeer. Gecombineerd geeft dit meteen ook evolutiemodellen voor de “globale index”.

Deze evolutiemodellen werden empirisch opgesteld, op basis van gegevens die in drie pilotgemeenten werden verzameld. Uit onderzoek van deze gegevens kwam naar voren dat een lineair model een goede vorm is voor de evolutiemodellen. Ook de parameters van de evolutiemodellen werden uit de gegevens van de pilotgemeenten gehaald. Daarna werd onderzocht of de opgestelde evolutiemodellen uit een meer theoretisch-wetenschappelijk oogpunt realistisch zijn. Het bleek dat de evolutiemodellen de theoretisch te verwachten levensduur van een goed gedimensioneerde wegconstructie voorspellen.

Er kan worden geargumenteed dat een lineair model de evolutie van een wegconstructie niet correct weergeeft, aangezien de slijtage van een nieuwe weg in de eerste jaren na de aanleg heel langzaam zal verlopen en een weg in heel slechte staat niet meer veel extra zal kunnen verslijten. We kunnen hier echter tegen inbrengen dat de meeste wegen in een gemeente er al minstens enkele jaren liggen en dat wegen die zich in erg slechte staat bevinden een visuele index zullen krijgen die op 0 wordt gezet, omdat een te groot percentage van het oppervlak aangetast is door allerlei visueel waarneembare schade. De evolutiemodellen die we in de OCW-systematiek gebruiken, stemmen overeen met het “middelste” deel van eventueel nauwkeuriger evolutiemodellen, en dat deel gedraagt zich wél lineair.

Met de evolutiemodellen wordt in de OCW-systematiek voorspeld hoe de visuele, structurele en globale indices die uit de percentages wegoppervlak met visueel waarneembare schade zijn berekend, in de tijd zullen evolueren. Zo kan uit een puur technisch oogpunt worden voorspeld wat er de komende twintig tot dertig jaar met het wegennet zal gebeuren.

Uiteraard gaat het om een “uitgemiddeld” gedrag en is deze voorspelling op lange termijn voor individuele wegvakonderdelen niet erg nauwkeurig. Wel geeft de voorspelling de algemene trend over het hele wegennet aan en maakt zij het mogelijk prioriteiten vast te leggen voor de individuele wegvakonderdelen in de eerstkomende jaren.

4.5 Drie soorten onderhoudsmaatregelen

De OCW-systematiek deelt de mogelijke onderhoudsmaatregelen voor een rijbaan in drie groepen in: lokale reparaties, algemene reparaties en versterking. Lokale reparaties zijn reparaties aan het wegdek die van beperkte omvang zijn. Algemene reparaties zijn maatregelen die enkel betrekking hebben op de bovenste lagen van een wegconstructie, maar over het hele oppervlak van een wegvakonderdeel worden toegepast. Versterkingsmaatregelen beogen een verbetering van de draagkracht van de wegconstructie; ze kunnen dus ook ingrepen in de wegfundering omvatten of zelfs tot volledige vervanging van een wegconstructie gaan.

Het spreekt vanzelf dat lokale reparaties een veel kleinere investering in onderhoud zijn dan algemene reparaties. Algemene reparaties vragen op hun beurt een veel kleinere investering dan versterking.

4.6 Onderhoud bij het bereiken van drempelwaarden voor de globale index

Op basis van de globale index wijst de OCW-systematiek de wegvakonderdelen aan vier categorieën toe. De eerste categorie bestaat uit de wegvakonderdelen met een globale index tussen 0,9 en 0,8. Deze wegvakonderdelen bevinden zich in uitstekende staat en behoeven geen onderhoudsmaatregel, enkel wat routineonderhoud (goten schoonvegen, greppels onderhouden, grasmaaien, enz.). De tweede categorie bestaat uit de wegvakonderdelen met een globale index tussen 0,8 en 0,5. Deze wegvakonderdelen kunnen baat hebben bij een investering in lokale reparaties. Voor deze wegvakonderdelen zijn lokale reparaties een economisch te verantwoorden onderhoudsmaatregel. De derde categorie bestaat uit de wegvakonderdelen met een globale index tussen 0,5 en 0,3. Deze wegvakonderdelen kunnen baat hebben bij een investering in algemene reparaties. Voor deze wegvakonderdelen zijn algemene reparaties een economisch te verantwoorden onderhoudsmaatregel, terwijl lokale reparaties financieel-technisch niet langer optimaal zijn. De vierde categorie bestaat uit wegvakonderdelen met een globale index tussen 0,3 en 0. Voor deze wegvakonderdelen zijn algemene reparaties financieel-technisch niet langer optimaal. Deze wegvakonderdelen zijn aan versterking toe.

Als vuistregel kan worden gesteld dat het financieel-technisch optimale tijdstip om een onderhoudsmaatregel uit te voeren het tijdstip is waarop de globale index één van de drempelwaarden 0,8, 0,5 of 0,3 nog niet bereikt heeft.

Uit de visuele inspectie kan voor elk wegvakonderdeel de waarde voor de globale index worden berekend die op het ogenblik van de uitvoering van de visuele inspectie geldig is. Daarmee kan elk wegvakonderdeel aan één van de vier categorieën worden toegewezen. De wegbeheerder kan vervolgens alvast bepalen welke wegvakonderdelen een globale index hebben die in de buurt van een drempelwaarde komt. Hij kan die wegvakonderdelen prioriteit geven voor het ontvangen van een onderhoudsmaatregel. De gepaste onderhoudsmaatregel is dan van de soort die overeenstemt met de categorie waaraan het wegvakonderdeel is toegewezen: lokale reparaties, algemene reparaties of versterking.

Wanneer we met de evolutiewetten voorspellen hoe de globale index in de tijd zal evolueren, kan voor elk wegvakonderdeel worden bepaald wat de waarde van de globale index in de volgende jaren zal zijn en dus ook wanneer de globale index de onderliggende drempelwaarde zal bereiken. Zo kan worden voorspeld in welk toekomstig jaar het financieel-technisch het meest verantwoord zal zijn de gepaste onderhoudsmaatregel toe te passen.

De drempelwaarden werden door het OCW vastgelegd door twee factoren tegen elkaar af te wegen: de duurzaamheid van elk van de drie soorten onderhoud (lokale reparatie, algemene reparaties en versterking) in de tijd en de verhoudingen tussen de investeringskosten die nodig zijn om de drie soorten onderhoud uit te (laten) voeren.

Eenzijds kan het uitvoeren van een onderhoudsmaatregel uit technisch oogpunt nuttig zijn, maar anderzijds kan het uit financieel oogpunt op lange termijn efficiënter zijn een onderhoudsmaatregel nog wat uit te stellen, of een bepaalde soort (lichtere) onderhoudsmaatregelen niet meer uit te voeren en te kiezen voor een andere (ingrijpendere) onderhoudsmaatregel. De drempelwaarden van 0,8, 0,5 en 0,3 voor de globale index werden door het OCW bepaald door gebruik te maken van een economisch model waarbij verondersteld wordt dat de wegbeheerder vooraf geld spaart om op het gepaste tijdstip in de toekomst in het noodzakelijke onderhoud te kunnen investeren.

Er werd aangenomen dat lokale reparaties pas dienen te worden uitgevoerd wanneer de prijs hiervoor minstens 10 % bedraagt van de prijs van een algemene reparatie. Dit is zo wanneer de drempelwaarde van 0,8 wordt bereikt.

Zodra herhaaldelijk uitvoeren van lokale reparaties (volgens het economische model, in het “te sparen” jaarlijkse bedrag) duurder uitvalt dan een algemene reparatie, wordt het interessanter geacht een algemene reparatie uit te voeren. Dit is zo wanneer de drempelwaarde van 0,5 wordt bereikt.

Zodra herhaaldelijk uitvoeren van lokale reparaties (volgens het economische model, in het “te sparen” jaarlijkse bedrag) duurder uitvalt dan een versterking, wordt het interessanter geacht een versterking uit te voeren. Dit is zo wanneer de drempelwaarde van 0,3 wordt bereikt.

De berekeningen met het economische model geven aan na hoeveel jaar het “te sparen” bedrag “te hoog wordt”. Er werd dus eerst een grenswaarde bepaald, uitgedrukt in een aantal jaren. Dit aantal jaren werd dan in een grenswaarde voor de globale index omgezet, door gebruik te maken van de evolutiewet. Bij deze berekeningen moest uiteraard een raming worden gemaakt van de verhoudingen tussen de prijzen voor de verschillende soorten onderhoudsmaatregelen. De prijzen per m² van de verschillende onderhoudsmaatregelen spelen een rol in deze oefening. Het is vooral van belang dat de verhoudingen tussen de huidige prijzen van de verschillende soorten onderhoudsmaatregelen overeenstemmen met de verhoudingen die bij de bepaling van de drempelwaarden werden gehanteerd. Realistische prijzen respecteren doorgaans deze verhoudingen.

Drie parameters beïnvloeden het economische model: het groeipercentage σ , de disconteringsfactor r en de prijsindex i . In het economische model wordt ervan uitgegaan dat de jaarlijkse onderhoudskosten een meetkundige reeks met een groeipercentage σ volgen. Er wordt aangenomen dat de prijzen van onderhoudswerkzaamheden toenemen met de prijsindex i . De disconteringsfactor r is een parameter die gebruikt wordt bij het spreiden van de totale onderhoudskosten over verschillende jaren en stelt de waardevermindering van een geldbedrag in de tijd voor. De keuze van de waarden voor deze drie parameters is niet onbelangrijk, maar heeft slechts een beperkte invloed op de drempelwaarden zolang er realistische waarden voor deze parameters worden gekozen.

Ook uit technisch oogpunt zijn de drempelwaarden 0,8, 0,5 en 0,3 aanvaardbaar, omdat ze volgens de evolutiewetten uitkomen op tijdstippen waarop de overeenkomstige soorten van onderhoudsmaatregelen te verwachten zijn. We kunnen dus stellen dat de OCW-systematiek erin slaagt het wegbeheer met een financieel-technische insteek te optimaliseren.

4.7 Vergelijken van onderhoudsstrategieën

De OCW-systematiek reikt achttien verschillende onderhoudsstrategieën aan, die elk een andere combinatie van onderhoudsmaatregelen en bijbehorende drempelwaarden gebruiken.

Binnen elke soort onderhoudsmaatregelen kan in de praktijk zeker nog tussen verschillende varianten worden gekozen, elk met een andere eenheidsprijs. De OCW-systematiek voorziet in een maximum van drie varianten met verschillende eenheidsprijzen voor algemene reparaties en een maximum van drie varianten voor versterking (waarvan één volledig vervangen van de wegconstructie (“reconstructie” of “heraanleg”) is). Er zijn ook verschillende alternatieven binnen elke soort onderhoudsmaatregelen, afhankelijk van de wegverharding (asfalt, beton, elementen).

Terwijl de drempelwaarden voor de globale index eigenlijk aangeven welke soorten onderhoudsmaatregelen technisch en financieel optimaal zijn, maken de strategieën het mogelijk suboptimale combinaties van onderhoudsmaatregelen te plannen. Tabel 2 geeft voor elke strategie aan bij welke drempelwaarde de OCW-systematiek welke onderhoudsmaatregel zal voorstellen.

Drempels		Strategieën																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Onderhoudsmaatregelen		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Routine - onderhoud		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Lokale reparaties		0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8 en 0,5	0,8 en 0,5	0,8 en 0,5	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8, 0,5 en 0,3	
Algemene reparaties	(stijgende prijs)																		
	Variante 1						0,5	0,5	0,5						0,5	0,5			
	Variante 2				0,5	0,5	0,5							0,5 en 0,3		0,3			
	Variante 3	0,5	0,5	0,5										0,5 en 0,3	0,3				
Versterkingen	(stijgende prijs)																		
	Variante 1			0,3						0,3									
	Variante 2		0,3			0,3			0,3										
Herbouwen		0,3			0,3		0,3				0,3								

Tabel 2 – Drempelwaarden voor de globale index en bijbehorende onderhoudsmaatregelen voor verschillende onderhoudsstrategieën
(lege vakken geven aan dat de maatregel in die strategie niet wordt toegepast)

Om een idee te geven van de verschillende onderhoudsmaatregelen die in de analyse volgens de OCW-systematiek worden gehanteerd, geven we in tabel 3 de lijst die oorspronkelijk door het OCW werd opgesteld. Op zich is de precieze benaming of keuze van onderhoudsmaatregelen niet erg belangrijk, zolang de prijsverhoudingen tussen de verschillende soorten onderhoudsmaatregelen min of meer overeenstemmen met de prijsverhoudingen die bij de bepaling van de drempelwaarden voor de globale index werden gebruikt. Het staat de wegbeheerder uiteraard vrij de verschillende varianten naar eigen behoefte te kiezen. De lijst van onderhoudsmaatregelen die oorspronkelijk door het OCW werd opgesteld (in het laatste decennium van de vorige eeuw), zou er vandaag wellicht ook anders uitzien.

		Asfaltverhardingen	Betonverhardingen	Elementenverhardingen
Algemene reparaties	<i>(stijgende prijs)</i>			
	Variant 1	Eenlaagse bestrijking	Vervangen van plaat waar bezweken	Volledig herstraten
	Variant 2	Tweelaagse bestrijking	Vervangen van plaat waar bezweken	Volledig herstraten
	Variant 3	Bestrijking met slemafdichting	Vervangen van plaat waar bezweken	Volledig herstraten
Versterking	<i>(stijgende prijs)</i>			
	Variant 1	Overlaging 6 cm	Overlaging 16 cm	Reconstructie
	Variant 2	Overlaging 12 cm	Vervanging deklaag	Reconstructie
	Variant 3 (reconstructie)	Reconstructie	Reconstructie	Reconstructie

Tabel 3 – Varianten van de verschillende soorten van reparaties in de OCW-systematiek

Bij de analyse van een strategie mag ervan worden uitgegaan dat de volgens de strategie geplande onderhoudsmaatregelen wel degelijk op het voorziene tijdstip worden uitgevoerd. In deze aanname mag worden doorgerekend nadat een onderhoudsmaatregel in een welbepaald wegvakonderdeel is uitgevoerd. Een onderhoudsmaatregel heeft uiteraard meteen een effect op de toestand van het wegvakonderdeel: indien net na de uitvoering van de werkzaamheden een visuele inspectie zou plaatsvinden, zou geen schade meer worden waargenomen. Daarom mag de visuele index in het jaar van de door de strategie geplande uitvoering van een onderhoudsmaatregel op de maximale waarde van 0,9 worden gezet. Indien echter geen versterking wordt uitgevoerd, neemt de OCW-systematiek aan dat de structurele index door de uitvoering van de onderhoudswerkzaamheden niet gewijzigd wordt. De globale index na de werkzaamheden zal dan het gemiddelde zijn tussen de nieuwe visuele index 0,9 en de oude, voorspelde structurele index. Indien versterking plaatsvindt, wordt in de OCW-systematiek ook de structurele index op de maximale waarde 0,9 gezet en zal na de uitvoering van de werkzaamheden dus ook de globale index weer gelijk zijn aan 0,9.

Zodra een onderhoudsmaatregel toegepast wordt, zal ook de evolutiewet voor de visuele index licht moeten worden aangepast: gewoonlijk zal er een snellere kwaliteitsvermindering optreden dan in de standaardevolutiewet. Het verloop van de evolutiewetten blijft echter lineair.

Een optie die in de OCW-systematiek kan worden ingebouwd, bestaat erin geplande werkzaamheden toch niet tijdig uit te voeren omdat er te weinig middelen voorhanden zijn. Dit houdt wel automatisch het risico in dat een drempelwaarde overschreden wordt en dat de werkzaamheden die later dan op het door de strategie voorgestelde tijdstip alsnog worden uitgevoerd, een grotere investering zullen

vragen en ondertussen globaal tot een lagere kwaliteit van het wegennet leiden. De OCW-systematiek stelt een financieel-technische optimalisatie voor om te kiezen welke geplande werkzaamheden dan al of niet dienen te worden uitgevoerd.

4.8 Een hulpmiddel in de besluitvorming

Door de globale index die uit een visuele inspectie van de verschillende wegvakonderdelen in het wegennet is berekend te toetsen aan de drempelwaarden voor de globale index, door een voorspelling te maken van de evolutie van de globale index in de toekomst en door de achttien verschillende onderhoudsstrategieën toe te passen en te vergelijken, kan heel wat informatie worden verkregen die besluitvorming met een langetermijnvisie kan ondersteunen.

4.8.1 Keuze van een financieel-technisch optimale onderhoudsstrategie

Door de uitkomsten van de strategieën met elkaar te vergelijken, zal al gauw blijken welke strategie op lange termijn de beste technische resultaten oplevert. Dit vraagt echter om een analyse die losstaat van enige financiële beperking. Het is mogelijk dat de financiële middelen die een gemeente of andere bezitter van een wegennet kan of wil vrijmaken, onvoldoende blijken te zijn om de optimale strategie te realiseren. Daarom is het ook interessant dezelfde analyse te maken met een bovengrens aan de jaarlijks beschikbare financiële middelen als bijkomende beperking. Hieruit zal blijken welke invloed de beperking van de jaarlijks beschikbare financiële middelen op de resultaten van de verschillende strategieën heeft. Misschien zal ook blijken dat bij beperkte financiële middelen een andere strategie betere resultaten oplevert dan de strategie die optimaal is wanneer er onbeperkte financiële middelen voorhanden zouden zijn.

4.8.2 Invloed van een beperkt budget op de staat van het net

Een andere manier om naar de resultaten van dergelijke berekeningen te kijken, is uit te gaan van de evolutie van de verdeling van de wegvakonderdelen in de verschillende categorieën gedefinieerd door de drempelwaarden voor de globale index, en deze verdeling te vergelijken voor berekeningen met eenzelfde onderhoudsstrategie maar met steeds minder jaarlijks beschikbare financiële middelen. Hiermee kan worden aangetoond welke invloed een beslissing om te bezuinigen op de investeringen in onderhoud van het wegenpatrimonium op lange termijn zal hebben, of het bewijs worden geleverd dat het huidige beschikbare budget niet volstaat om een goed langetermijnbeleid te voeren.

4.8.3 Aanzet tot een plan van aanpak

Wanneer de wegbeheerder dan voor een wegennet voor één van de achttien onderhoudsstrategieën gekozen heeft, levert deze strategie meteen ook een lijst van onderhoudsmaatregelen voor de komende twintig tot dertig jaar af. Dit is uiteraard slechts een aanzet tot daadwerkelijke uitvoering van wegenwerken en hoe verder we vooruitkijken in de tijd, hoe onnauwkeuriger de voorspelling zal zijn. We kunnen echter wel stellen dat de voorgestelde prioriteiten voor de eerste jaren realistisch zijn. Het spreekt vanzelf dat de wegbeheerder er goed aan doet het voorgestelde programma aan de werkelijkheid te toetsen en sommige werkzaamheden te vervroegen of een beetje uit te stellen, en te analyseren of de voorgestelde soort onderhoudswerkzaamheden echt wel past. De visuele inspectie die aan de berekeningen ten grondslag ligt, blijft immers licht subjectief, had niet tot doel de oorzaken van de visueel

waargenomen schade te bepalen en bleef beperkt tot de selectie van schadebeelden die gemaakt is in de OCW-methode volgens OCW-publicatie MN 89/15 [14].

4.9 Oorsprong, sterkte en beperkingen van de OCW-systematiek

Het OCW is eind jaren tachtig van de vorige eeuw begonnen aan de ontwikkeling van een eigen systematiek voor wegennetbeheer. In de Verenigde Staten van Amerika werd toen de eerste aanzet tot PMS gegeven, en het thema werd ook door een werkgroep van de wereldorganisatie PIARC behandeld. Dergelijke ontwikkelingen vonden rond die tijd ook in andere Europese landen plaats, zoals in Nederland (waaruit de CROW-methodiek is ontstaan) en in Frankrijk (bij het toenmalige LCPC, voortaan IFSTTAR). Het OCW oordeelde toen al dat de eigen systematiek vooral op gemeentelijke of daarmee vergelijkbare wegennetten gericht moest zijn.

Het sterke punt van de OCW-systematiek is de optimalisatie van het onderhoud volgens een combinatie van financiële en technische criteria, met een projectie in de tijd van minstens twintig tot dertig jaar – wat overeenstemt met de te verwachten levensduur van nieuw aangebrachte wegconstructies. Als de eenheidsprijzen van de verschillende beschouwde onderhoudsmaatregelen realistisch zijn, zal ook de raming van de noodzakelijke jaarlijkse investering in onderhoud minstens de eerste drie tot zes jaren behoorlijk met de werkelijke investeringen overeenstemmen.

Een beperking van de OCW-systematiek is wel dat het programma van werkzaamheden dat uit de analyse voortkomt, nog redelijk vaag blijft. Uiteindelijk stelt het programma van werkzaamheden enkel een lijst van prioriteiten voor en geeft het enkel aan met welke strategie deze werkzaamheden het best kunnen worden aangepakt. De strategie geeft eigenlijk enkel een indicatie van de soort onderhoudswerkzaamheden en eventueel van de toe te passen variant (lees: hoogte van de prijs) per soort van onderhoudswerkzaamheden en per soort van wegverharding. In werkelijkheid zal niet op systematische wijze exact dezelfde variant van onderhoudswerkzaamheden kunnen worden toegepast op alle wegvakonderdelen waarvoor het programma van werkzaamheden dit voorschrijft. Wel kan nog wat extra informatie worden gehaald uit de resultaten van de visuele inspectie, als aanzet tot de voorbereiding van de verschillende projecten die concrete invulling aan het programma van werkzaamheden zullen geven.



Hoofdstuk 5

Inventarisatie van een wegennet

De eerste stap in het rationaliseren van het beheer van een wegennet bestaat in het inventariseren van alle onderdelen die beheerd dienen te worden. De huidige technologie maakt het mogelijk een inventarisatie in een databank te koppelen aan een kaart van het wegennet.

5.1 Opdeling van het wegennet

Alvorens aan (semi-)geautomatiseerd wegbeheer te beginnen, is het nuttig even stil te staan bij de manier waarop het wegennet onderhouden dient te worden.

Hierna gaan we dieper in op de manier om een wegennet in wegvakken (ook wegsecties genoemd) en wegvakonderdelen (ook wegsectieonderdelen genoemd) op te delen, zodat na visuele inspectie een goed beeld van de algemene staat van het wegennet en van elk wegvak(onderdeel) wordt verkregen.

De wegbeheerder bepaalt zelf de opdeling in wegvakken en wegvakonderdelen, naargelang van de wijze waarop hij het wegennet wil beheren. Er is niet echt een optimale minimum- of maximumlengte voor een wegvakonderdeel, maar de wegvakken of wegvakonderdelen kunnen het best overeenstemmen met de zones die de wegbeheerder als een geheel wenst te beheren.

De lengte van wegvakken en wegvakonderdelen is ook belangrijk om negatieve perceptie bij de weggebruikers en omwonenden te vermijden: onderhoudswerkzaamheden over een (te) grote afstand kunnen als storend worden ervaren.

Ten slotte bepaalt de opdeling ook de wijze waarop inspecties op het terrein moeten worden uitgevoerd. We verwijzen in het bijzonder naar de visuele inspecties zoals beschreven in de OCW-publicatie MN 89/15 [14].

5.1.1 Deelgemeenten, wijken

De opdeling van het wegennet moet overeenstemmen met de manier waarop aan planning en aan onderhoud wordt gedaan. In een grote stad kan het beheer van het wegennet geografisch worden verdeeld en kunnen aparte diensten dan elk instaan voor het beheer van het onderhoud van een ander deel van het net. Het is dan nuttig zowel voor het volledige wegennet als voor elk deel ervan een afzonderlijke studie te kunnen maken van het noodzakelijke onderhoud, van de prioriteiten over het hele net en van de prioriteiten binnen elk deelnet.

Landelijke gemeenten zijn soms ontstaan uit de fusie van kleinere gemeenten die elk nog een dorpskern hebben en door middel van verbindingswegen met elkaar verbonden zijn. Ook in dit geval kan het nuttig zijn het wegennet in deelzones op te splitsen: één deelzone per dorpskern en een geografische opsplitsing van de landelijker delen van de gemeente in een paar extra deelzones.

Indien bepaalde delen van het net een specifieke rol vervullen (centrum met winkelstraten, industriezone, woonbuurt, enz.), kan het ook handig zijn wanneer deze delen elk een afzonderlijk deelnet vormen binnen het grotere geheel.

Als het wegnnet heterogeen van aard is, waardoor het onderhoud misschien op verschillende manieren dient te worden gepland, is het verstandig het op te splitsen in deelnetten die elk eventueel als een apart net kunnen worden beschouwd.

Een klein wegnnet hoeft niet nog verder in deelnetten te worden opgesplitst.

5.1.2 Per materiaalsoort aan het wegoppervlak

Het spreekt vanzelf dat wanneer de materiaalsoort aan het wegoppervlak verandert, de onderhoudsmaatregelen die kunnen worden toegepast eveneens zullen verschillen. Een deel van een weg kan maar als een ondeelbaar geheel worden beheerd als het ook in het verleden al als een geheel werd aangelegd en beheerd. Hoewel het bij de inventarisatie van het wegnnet wel aangewezen is alle beschikbare informatie zo gedetailleerd mogelijk op te slaan en bij te houden, wordt in de OCW-systematiek slechts uitgegaan van drie verschillende materiaalsoorten aan het wegoppervlak: asfalt (zonder onderscheid naar de samenstelling ervan), beton (gewoonlijk betonplaten) en elementen (van verschillende aard: straatstenen, straatkeien, enz.). Het is wel nuttig de weg bij een verandering in de samenstelling of aard van de materialen toch nog verder op te delen, aangezien de verandering een bewijs is van een aparte behandeling (en verschillend beheer) van die twee delen van de weg.

5.1.3 Naar wegfunctie (erf-, verzamel- of doorgangsweg)

Aangezien de OCW-systematiek ervan uitgaat dat de functie van de weg en de daaruit volgende belasting door zware voertuigen (landbouwvoertuigen, vrachtwagens, bussen) een invloed heeft op de levensverwachting van de weg, is het van belang het wegnnet naar gebruiksfunctie op te delen: erf-functie, verzamel-functie of doorgangsfunctie. Eenzelfde weg kan van gebruiksfunctie veranderen; zo kan een straat met erf-functie plots een verbinding beginnen te vormen tussen een aanpalende industriezone en de nabijgelegen weg voor doorgaand verkeer. Het is dan aangewezen de straat op te delen in een stuk met erf-functie en een stuk met verzamel-functie.

5.1.4 Wegvakken en wegvakonderdelen (vuistregels voor opdeling)

De precieze lengte van de wegvakken of wegvakonderdelen kan het best worden bepaald aan de hand van de volgende vuistregels:

- idealiter wordt het wegnnet opgedeeld in wegvakken met een gemiddelde lengte van 200 m (minimaal 100 m, maximaal 300 m);
- inspectie en beheer kunnen verschillen naargelang van het verhardingsmateriaal. Daarom is de verharding van een wegvak(onderdeel) bij voorkeur van hetzelfde materiaal (asfaltbeton, al of niet gewapend cementbeton, bestratingselementen). Elk deel van een weg met een andere materiaalsoort kan dus het best als een afzonderlijk wegvak(onderdeel) worden beschouwd;
- kies een strategisch begin- en eindpunt voor elk wegvak(onderdeel). Als bijvoorbeeld op een kruispunt een andere verhardingssoort is toegepast, beschouw het dan als een afzonderlijk wegvak(onderdeel);
- hou rekening met het effect van een reparatie voor het gehele wegvak(onderdeel);
- de verkeersbelasting (of ten minste de gebruiksfunctie "erf", "verzamelweg", "doorgangsweg") moet over de gehele lengte van het wegvakonderdeel dezelfde zijn;

- naargelang van de gebruiksfunctie (rijbaan, trottoir, fietspad, enz.) wordt elk wegvak over de wegbreedte opgedeeld in wegvakonderdelen. Als een rijbaan uit meer dan één rijstrook bestaat, kan elke rijstrook als een wegvakonderdeel worden beschouwd.

Als de wegvakonderdelen een constante breedte hebben, volstaat het bij visuele inspecties (zoals beschreven in de OCW-publicatie MN 89/15 [14]) enkel de lengte van een schadebeeld op te tekenen om daaruit het aangetaste oppervlak af te leiden. Bij de inspectie van wegvakonderdelen met een onregelmatige vorm (zoals een kruispunt of een breed einde aan een doodlopende straat) moet in de meeste gevallen meteen een raming worden gemaakt van de oppervlakten die door de verschillende schadebeelden zijn aangetast.



Hoofdstuk 6

Visuele inspectie en bijbehorende technische parameters

Om de huidige staat van alle wegvakonderdelen van de rijbanen in een gemeentelijk wegennet te beoordelen, volstaat het in de OCW-systematiek een visuele inspectie uit te voeren volgens de meetmethode die beschreven is in de OCW-publicatie MN 89/15 [14]. Voor elk geïnspecteerd wegvakonderdeel worden de percentages van het oppervlak berekend die door de verschillende in overweging genomen schadebeelden zijn aangetast. Daaruit worden ook de “visuele index” en de “globale index” berekend. In de gangbare PMS-terminologie zijn de percentages technische parameters en zijn de visuele index en de globale index daarvan afgeleide indicatoren.

6.1 Visuele inspecties met de meetmethode van het OCW

De meetmethode “Visuele inspecties voor wegennetbeheer” staat in detail beschreven in OCW-publicatie MN 89/15 [14]. We geven hier een korte samenvatting.

De visuele inspectie moet worden aanzien als een meting van de huidige toestand van het wegoppervlak. De kwaliteit van een meting vraagt om een goede herhaalbaarheid en reproduceerbaarheid van het resultaat van de meting.

De herhaalbaarheid van de inspectiemethode betekent dat eenzelfde inspecteur bij een tweede inspectie een zeer gelijkaardig resultaat bekomt als bij een eerste inspectie onder gelijkaardige omstandigheden.

De reproduceerbaarheid van de inspectiemethode betekent dat de resultaten zeer gelijkaardig zijn wanneer twee inspecteurs elk afzonderlijk op eenzelfde locatie en onder gelijkaardige omstandigheden een inspectie uitvoeren.

6.1.1 Te registeren schadebeelden

Om de herhaalbaarheid en reproduceerbaarheid van de visuele inspectie te kunnen garanderen, werd de visuele inspectie in de OCW-systematiek voor netbeheer tot een klein aantal schadebeelden beperkt. Dit beperkte aantal levert toch een beoordeling op die volstaat om aan netbeheer te doen. De inspecteur wordt ook niet gevraagd de ernst van de aanwezige schade te interpreteren of een mogelijke oorzaak van de schade te identificeren. Wel wordt visueel waarneembare schade pas vanaf een zekere graad van ernst (vastgelegd in OCW-publicatie MN 89/15 [14]) geregistreerd.

6.1.1.1 Schadebeelden in een asfaltverharding

De schadebeelden die bij een visuele inspectie van een asfaltverharding worden genoteerd, zijn:

- langsscheur;
- dwarsscheur;

- netscheurvorming;
- spoorvorming;
- inzinking / verzakking;
- kippennest / scholvorming;
- open langsvoeg;
- rafeling / zweten;
- schade in de randzone.

6.1.1.2 Schadebeelden in een betonverharding

De schadebeelden die bij een visuele inspectie van een betonverharding worden genoteerd, zijn:

- langsscheur;
- dwarsscheur;
- hoekscheur;
- netscheurvorming;
- trapvorming;
- verzakking / kanteling;
- afwezigheid van materiaal (kippennest, afschilfering, uitrukking);
- open dwarsvoeg;
- open langsvoeg;
- schade in de randzone.

6.1.1.3 Schadebeelden in een elementenverharding

De schadebeelden die bij een visuele inspectie van een elementenverharding worden genoteerd, zijn:

- verzakking / inzinking;
- spoorvorming;
- schade in de randzone;
- gebroken stenen;
- losliggende stenen;
- ontbrekende stenen.

6.1.2 Inspectie per helft van een wegvakonderdeel

Van de inspecteur wordt verlangd dat hij elk wegvakonderdeel afzonderlijk beoordeelt. Een wegvakonderdeel is gewoonlijk niet breder dan 3,5 m, de breedte van een rijstrook. De inspecteur verdeelt het wegvakonderdeel in gedachten in twee helften: de linkerhelft (een zone rond het linkerrijspoor in de rijstrook) en de rechterhelft (een zone rond het rechterrijspoor in de rijstrook).

Wanneer in één van de helften een schadebeeld aanwezig is, noteert de inspecteur deze aanwezigheid. Als eenzelfde schadebeeld meer dan eens in eenzelfde helft op dezelfde locatie voorkomt, wordt dit schadebeeld maar eenmaal gerapporteerd. Als eenzelfde schadebeeld tegelijk in de twee helften voorkomt, wordt het schadebeeld zowel voor de linker- als voor de rechterhelft genoteerd. Als twee verschillende schadebeelden in eenzelfde helft op dezelfde locatie voorkomen, worden beide voor die helft gerapporteerd.

Bij het rapporteren van een schadebeeld wordt de lengte aangegeven waarover de schade (in die helft) voorkomt. Punt schade (zoals een kippennest) telt voor 1 m lengte. De achterliggende gedachte is dat een onderhoudsmaatregel erin kan bestaan een reparatie uit te voeren aan één van beide helften van de rijstrook van een weg en dat een lokale reparatie van een punt schade in ieder geval een oppervlak zal beslaan dat 1 m lang en een halve rijstrook breed is.

6.1.3 Door een schadebeeld aangetast percentage van het oppervlak

Voor elk van de waargenomen schadebeelden wordt het percentage van het oppervlak van het geïnspecteerde wegvakonderdeel dat door dat schadebeeld is aangetast, berekend. Aangezien we ervan uitgaan dat de breedte van een wegvakonderdeel (en dus ook de breedte van een helft van een wegvakonderdeel) constant is, volstaat de lengte waarover een schadebeeld voorkomt om de aangetaste oppervlakte te berekenen aan de hand van de volgende formule:

$$P_{dis} = \frac{1}{2 \cdot L} \sum_i l_i^{(dis)} \cdot 100 \%$$

P_{dis} = het percentage van het oppervlak van het wegvakonderdeel dat is aangetast door schadebeeld "dis".

L = de totale lengte van het wegvakonderdeel.

$l_i^{(dis)}$ = de lengte waarover het schadebeeld "dis" waargenomen werd bij de i -de waarneming ervan.

De "2" in de formule ontstaat doordat we de bij de berekening van P_{dis} de waargenomen lengten $l_i^{(dis)}$ voor beide helften optellen. Bij constante breedte W van het wegvakonderdeel is de totale oppervlakte ervan immers gelijk aan $L \cdot W$, terwijl de oppervlakte die over een lengte $l_i^{(dis)}$ door een schadebeeld dis is aangetast, gelijk is aan $l_i^{(dis)} \cdot \frac{W}{2}$.

Indien bij de visuele inspectie een wegvakonderdeel geoordeeld wordt dat het geen constante breedte heeft (een kruispunt, een zone aan het einde van een doodlopende straat, enz.) en er meteen door een schadebeeld aangetaste oppervlakjes worden opgetekend, wordt de formule uiteraard:

$$P_{dis} = \frac{1}{S} \sum_i S_i^{(dis)} \cdot 100 \%$$

waarin P_{dis} het percentage van het oppervlak van het wegvakonderdeel voorstelt dat door schadebeeld "dis" is aangetast, S gelijk is aan de totale oppervlakte van het wegvakonderdeel en $S_i^{(dis)}$ het oppervlakje is waarover het schadebeeld "dis" waargenomen werd bij de i -de waarneming ervan.

6.2 Hulpmiddelen bij visuele inspecties (enuntiatieve lijst)

De inspectiemethode die in OCW-publicatie MN 89/15 [14] beschreven staat, is niet afhankelijk van de hulpmiddelen die de inspecteur eventueel bij de uitvoering van inspecties gebruikt. We geven hier een kort overzicht van enkele hulpmiddelen die met succes zijn ingezet bij visuele inspectie voor netbeheer volgens de beschrijving in OCW-publicatie MN 89/15 [14].

6.2.1 Te voet met een stuk papier

In de OCW-publicatie MN 89/15 [14] staat een voorbeeld van een schema dat op papier van A3-formaat kan worden afgedrukt en door een inspecteur op het terrein kan worden meegenomen. Met behulp van een meetwiel kan een inspecteur dan op een heel eenvoudige manier een inspectie uitvoeren. Daarna moeten de aantekeningen nog wel op kantoor worden verwerkt, om er de percentages door een schadebeeld aangetaste oppervlakken uit te berekenen. Dit is uiteraard een eenvoudige, maar tijdrovende procedure, die vooral nuttig is als werkwijze bij een opleiding of bij het afstemmen van de interpretatie van aanwezige schadebeelden door verschillende inspecteurs.

6.2.2 Te voet met een tablet

Een efficiëntere variant van de “inspectie met een stuk papier” is de inspectie te voet met gebruikmaking van een tablet en een speciaal voor de inspectie ontworpen applicatie.

Er bestaan verschillende voorbeelden van dergelijke applicaties, die gekoppeld zijn aan een gps- of aan een gps/ins-systeem waarmee de positie van de aanwezige schade wordt geregistreerd.

Er zijn ook applicaties die niet met automatische gps-registratie van elke individuele schade werken, maar gebruikmaken van een kaart en een databank waarin meteen percentages aangetaste oppervlakken worden ingetekend of ingevoerd.

6.2.3 Het SAND-systeem van het OCW

Het OCW heeft zelf het SAND-systeem (*Système d'acquisition numérique de données*) ontwikkeld om visuele inspecties uit te voeren vanuit een voertuig dat langzaam over de te inspecteren rijstrook rijdt. SAND is niets anders dan een specifiek voor de inspectiemethode bestemd toetsenbord, dat wel nog verbonden is met de hodofoon van het voertuig om automatisch de lengten te meten waarover een waargenomen schadebeeld voorkomt. Voor puntschade volstaat het één toets in te drukken. Voor een doorgaand schadebeeld wordt bij het begin van de waarneming een toets aangezet en op het einde van de waarneming weer afgezet. Er zijn toetsen voor de schadebeelden die respectievelijk in de linker en in de rechterhelft van het wegvakonderdeel worden waargenomen. De beschikbare toetsen verschillen ook naargelang van de materiaalsoort (asfalt, beton of bestratingselementen) van de wegverharding.

6.2.4 Tablet aan boord van een voertuig

De tablettoepassingen die te voet kunnen worden ingezet, hebben ook een versie die door een passagier in een voertuig kan worden gebruikt. Dit zijn hulpmiddelen die lijken op het SAND-systeem van het OCW, maar die in plaats van de hodofoon van het voertuig een gps of een gps/ins gebruiken.

6.2.5 De imajbox®-toepassing van het OCW

Een andere aanpak kan erin bestaan eerst beelden van het hele wegennet te schieten met een camera-systeem op een voertuig en vervolgens de visuele inspectie op kantoor uit te voeren, aan de hand van

de verzamelde beelden. Het OCW beschikt over een imajboxcamera (van het Franse bedrijf imajing) en gebruikt die voor het maken van dergelijke beelden.

Hierbij dienen twee zaken te worden opgemerkt. Ten eerste moet de kwaliteit van de beelden voldoende zijn om een visuele inspectie van voldoende hoge kwaliteit te kunnen uitvoeren. Ten tweede zullen de resultaten van de inspectie licht verschillen van die van een inspecteur die de inspectie op het terrein heeft uitgevoerd, omdat oneffenheden op beelden moeilijker waar te nemen zijn en omdat rafeling op beelden moeilijk als schadebeeld te herkennen is.

De kwaliteit van de beelden kan worden gegarandeerd door op de volgende punten te letten:

- lichtsterkte kan variëren door de lichtinval bij laagstaande zon;
- inspecties enkel uitvoeren wanneer het wegoppervlak helemaal droog is;
- schaduwen vermijden die schadebeelden onzichtbaar kunnen maken;
- enkel beelden gebruiken die in de rijrichting zijn gemaakt (dus geen 360°-beelden), want de appreciatie van schadebeelden is anders naargelang men vooruit- of achteruitkijkt;
- de oriëntatie van de camera naar het wegoppervlak beïnvloedt de zichtbaarheid van schaden op de beelden.

Zolang het hele wegennet op dezelfde wijze geïnspecteerd wordt, is de kleine afwijking tussen inspectie op beelden of inspectie op het terrein niet relevant voor een analyse ten behoeve van netbeheer. Bij het vergelijken van inspecties die niet op dezelfde wijze zijn uitgevoerd, is wél enige voorzichtigheid geboden.

6.2.6 Te voet foto's maken, foto's inspecteren

Een eenvoudige techniek bestaat erin de te inspecteren wegvakonderdelen af te wandelen en om de 5 m een foto van het wegoppervlak te maken. Hierbij moet erop worden gelet dat het te inspecteren blok helemaal op de foto staat. Voor de bepaling van de lengte van 5 m is het aangewezen een meetwiel te gebruiken. Nadat de foto's gemaakt zijn, kunnen de beelden die van elk wegvakonderdeel zijn genomen rustig en veilig op kantoor worden geïnspecteerd. Het is aangewezen dat de persoon die de foto's maakt ook de inspectie op kantoor uitvoert.



Hoofdstuk 7

Indicatoren

Uit de visuele inspectie en de daaruit berekende technische parameters (de percentages door een schadebeeld aangetast wegooppervlak) kunnen enkele indicatoren worden berekend die verder zullen worden gebruikt bij de analyse voor netbeheer.

7.1 Visuele index

De visuele index I_v is een getal tussen 0,9 en 0 dat aan een wegvakonderdeel wordt toegekend. Een visuele index van 0,9 staat voor een wegooppervlak zonder schade, terwijl een visuele index van 0 staat voor een wegooppervlak met heel veel waargenomen schade. De visuele index wordt berekend met volgende formule:

$$I_v = \max(0,00 ; 0,90 - \sum_{dis} w_{dis} \cdot P_{dis})$$

Voor de berekening van index I_v worden in het geval van bitumineuze verhardingen de volgende gewichten gehanteerd:

	Langs-scheur	Netscheur	Rafeling / zweten	Spoorvorming	Verzakking / inzinking	Kippenest / scholvorming	Dwars-scheur	Schade in de randzone	Open langsvoeg
w_{dis}	0,60	0,70	1,00	1,00	0,50	1,00	0,60	0,50	0,25

Voor de berekening van index I_v worden in het geval van betonverhardingen de volgende gewichten gehanteerd:

	Langs-scheur	Dwars-scheur	Hoek-scheur	Net-scheur	Schade in de randzone	Trapvorming	Verzakking / kanteling	Afwezigheid van materiaal (kippenest, afschilfering, uitrukking)	Open dwarsvoeg	Open langsvoeg
w_{dis}	0,50	0,50	0,50	0,70	0,50	1,00	0,50	1,00	0,50	0,25

Voor de berekening van index I_v worden in het geval van bestratingen (elementenverhardingen) de volgende gewichten gehanteerd:

	Verzakking / inzinking	Spoorvorming	Schade in randzone	Gebroken stenen	Losliggende stenen	Ontbrekende stenen
w_{dis}	1,00	1,00	0,50	0,70	0,70	0,70

7.2 Structurele index

De structurele index werd door het OCW uit langsonvlakheidsmetingen ontwikkeld en oorspronkelijk bepaald aan de hand van de vlakheidscoëfficiënt met basislengte 2,5 m ($VC_{2,5}$), die met de APL (*Analyseur de profil en long* – lengteprofielanalysator) op het hele wegennet van een gemeente werd gemeten en per deelvak van 10 m lang werd gerapporteerd.

Nadat de APL-metingen op het hele wegennet waren uitgevoerd, werd voor elk wegvakonderdeel de $VC_{2,5}$ -waarde berekend die gemiddeld op het wegvakonderdeel gemeten was. Daarna werd bepaald wat van al deze berekende, gemiddelde $VC_{2,5}$ -waarden de op twee na kleinste waarde van de vlakheidscoëfficiënt met basislengte 2,5 m was en werd deze als VC_{min} genoteerd. De structurele index ξ van een wegvakonderdeel werd dan bepaald met de formule:

$$\xi = 1 - (VC_{2,5} / (10 \cdot VC_{min}))$$

$VC_{2,5}$ = de gemiddelde waarde van de op dat wegvakonderdeel gemeten vlakheidscoëfficiënten met basis 2,5 m.

De achterliggende gedachte was dat VC_{min} een maat is voor de optimale langsvlakheid die in ideale omstandigheden op het hele wegennet zou moeten heersen en dat lokale langsonvlakheden op structurele problemen met de wegoebouw wijzen.

Er werden echter enkele interessante observaties gemaakt. Wanneer we van alle berekende, gemiddelde $VC_{2,5}$ -waarden de op twee na grootste waarde van de vlakheidscoëfficiënt met basislengte 2,5 m beschouwden en deze als VC_{max} noteerden, bleek voor een voldoende groot wegennet de volgende relatie te gelden:

$$VC_{max} = 10 \cdot VC_{min}$$

Bovendien bleek voor goed gedimensioneerde wegvakonderdelen een correlatie te bestaan tussen de structurele index ξ berekend uit APL-metingen en de visuele index I_v berekend uit de visuele inspectie voor netbeheer. Deze correlatie kon worden uitgedrukt met de volgende formule:

$$\xi = 1,2 \cdot I_v - 0,18$$

Hieruit werd zelfs afgeleid dat wanneer beide indices beschikbaar waren, de wegvakonderdelen die aan het oppervlak een zwakte vertoonden, konden worden herkend aan een relatie $\xi \geq 1,2 \cdot I_v - 0,18$, terwijl de wegvakonderdelen die een structurele zwakte vertoonden, konden worden herkend aan een relatie $\xi < 1,2 \cdot I_v - 0,18$.

Deze werkwijze vraagt echter om een uitgebreide en complete campagne van langsvlakheidsmetingen met de APL en het OCW heeft de ervaring dat dit een omslachtig en bovendien technisch onuitvoerbaar werk is. APL-metingen moeten met een constante snelheid van 21,6 km/h worden verricht en de APL is een delicaat meettoestel dat met een dergelijke snelheid niet over hindernissen zoals verkeersdrempels of andere verhoogde inrichtingen kan rijden. De ervaring van het OCW leert dat bij een typisch hedendaags gemeentelijk wegennet in België slechts in iets meer dan de helft van alle wegvakonderdelen op een behoorlijke wijze een representatieve reeks $VC_{2,5}$ -waarden kan worden gemeten. Uiteraard zou voor een ander meettoestel kunnen worden gekozen, dat de langsonvlakheid bepaalt met een meetsysteem dat op een lasertechniek is gebaseerd. De ervaring leert echter ook dat in een typisch gemeentelijk wegennet in België minder dan 10 % van de wegvakonderdelen een structurele zwakte vertonen, wanneer we die opsporen met de relatie $\xi < 1,2 \cdot I_V - 0,18$. In de huidige en in dit document beschreven systematiek verkiezen we daarom de langsonvlakheid niet langer op het hele wegennet van een gemeente te meten, maar gebruik te maken van de correlatie die tussen ξ en I_V werd vastgesteld om een nieuwe structurele index I_S te definiëren, met de volgende formule:

$$I_S = 1,2 \cdot I_V - 0,18$$

$I_V =$ de visuele index die voor het wegvakonderdeel uit de gegevens van de visuele inspectie is berekend.

7.3 Globale index

De globale index I_G van een wegvakonderdeel wordt gedefinieerd als het gemiddelde van de visuele en de structurele index van dat wegvakonderdeel:

$$I_G = \frac{I_V + I_S}{2}$$

We stellen dus voor in deze formule de structurele index I_S te gebruiken die van de visuele index I_V is afgeleid.

Op te merken valt dat dit de uitgangswaarden zijn (na de initiële visuele inspectie van alle wegvakonderdelen in het wegennet) die bij de analyse volgens de OCW-systematiek zullen worden gebruikt. De formules om de structurele index uit de visuele index te bepalen en om de globale index als gemiddelde uit de visuele en de structurele index te berekenen, worden enkel bij de berekening van deze uitgangswaarden gebruikt.



Hoofdstuk 8

De glazen bol van de OCW-systematiek

Om aan de hand van de indicatoren te kunnen voorspellen hoe de kwaliteit van een wegvakonderdeel er met de tijd op achteruitgaat, maakt de OCW-systematiek gebruik van algemene formules: de "evolutiewetten". Deze formules drukken uit wat het "gemiddelde" verouderingsproces van een weg is. Dat wil zeggen dat sommige wegvakonderdelen er sneller en andere er langzamer op zullen achteruitgaan dan met de passende evolutiewet voorspeld wordt. Over het hele wegennet uitgemiddeld zal dit echter niet meer opvallen. Bijgevolg kan de voorspelling wel uitkomen op een redelijk nauwkeurig beeld van het jaarlijks benodigde budget voor onderhoudsmaatregelen. De kans is echter reëel dat de uitgaven die voor een welbepaald wegvakonderdeel worden voorgesteld in een verdere toekomst enkele jaren eerder of later zullen moeten plaatsvinden. Dit middelt zich uit over het hele wegennet: uitgaven die uiteindelijk iets vroeger blijken te moeten gebeuren, worden gecompenseerd door andere uitgaven die wat uitgesteld kunnen worden. Dit is meteen ook één van de redenen waarom het belangrijk is het hele wegennet regelmatig (elk jaar of om de twee jaar) opnieuw te inspecteren: zo kan de evolutie van elk wegvakonderdeel in de gaten worden gehouden en kunnen de onnauwkeurigheden in de voorspellingen op wat langere termijn enkele jaren later worden weggewerkt.

De evolutiewetten in de OCW-systematiek zijn door het OCW opgesteld voor toepassingen op gemeentelijke wegennetten in België. Het model van de evolutiewetten stelt elke gebruiker in staat de formules op eenvoudige wijze op een welbepaald wegennet af te stellen, door goede keuzes te maken voor de verschillende parameters in de formules. Wanneer een wegbeheerder over voldoende relevante informatie over het eigen wegennet beschikt, kunnen dergelijke parameterwaarden snel worden bepaald, zoals het OCW dat zelf heeft gedaan bij de ontwikkeling van het model.

8.1 Standaardevolutiewetten

De standaardevolutiewetten in de OCW-systematiek zijn lineaire functies, die de volgende algemene vorm aannemen:

$$Y_i(X) = 0,9 - [K_{ik} (1 + T_k) \cdot B_{ij} \cdot X]$$

X = aantal dienstjaren van de weg.

i = 1 voor de visuele index.

i = 2 voor de structurele index.

Y_i = de soort van index (visuele of structurele):

- $Y_1(X)$ = visuele index na X dienstjaren;

- $Y_2(X)$ = structurele index na X dienstjaren.

K_{ik} = parameter die de invloed op de weg uitdrukt door de belasting van het zware verkeer. K_{ik} is dus afhankelijk van functie k van het wegvakonderdeel ($k = 1$ voor erf functie, $k = 2$ voor verzamelfunctie of $k = 3$ voor doorgangsfunctie) en is ook verschillend voor de visuele ($i = 1$) of de structurele ($i = 2$) index. De waarde van K_{ik} is in de modellen van de OCW-systematiek groter voor de structurele index dan voor de visuele index.

T_k = vast groeipercentage van het verkeer over de jaren (waarbij $T_k \geq 0$ de aangroeiwaarde is; om bijvoorbeeld een jaarlijkse groei met 2% in rekening te brengen, zal $T_k = 0,02$ worden ingevoerd). In de praktijk zal T_k waarschijnlijk van functie k van het wegvakonderdeel afhangen: $k = 1$ voor erf functie, $k = 2$ voor verzamelfunctie of $k = 3$ voor doorgangsfunctie. Deze parameter kan het best door de wegbeheerder

zelf worden ingesteld. Als de nodige informatie daartoe ontbreekt, stellen we voor $T_1 = 0, T_2 = 0,02$ en $T_3 = 0,04$ te kiezen.

B_{ij} = parameter die voor verhardingssoort j uitdrukt hoe snel index i erop achteruitgaat, zonder rekening te houden met de hoeveelheid en de aangroei van het zware verkeer. B_{ij} hangt dus van de index (visuele ($i = 1$) of structurele ($i = 2$) index) en van de verhardingssoort (asfalt ($j = 1$), beton ($j = 2$) of elementen ($j = 3$)) af. Ook wanneer er een onderhoudsmaatregel wordt uitgevoerd, zal deze parameter kunnen veranderen en de evolutie nadien anders kunnen modelleren.

Aangezien de globale index het gemiddelde van de visuele en de structurele index is, wordt het evolutiemodel van de globale index volledig bepaald door de evolutiemodellen van de visuele en de structurele index. De evolutiewet voor de globale index neemt dus volgende vorm aan:

$$Y_3(X) = 0,9 - \frac{1}{2} [K_{1k} \cdot (1 + T_k) \cdot B_{1j} \cdot X + K_{2k} \cdot (1 + T_k) \cdot B_{2j} \cdot X]$$

$i = 3$ voor de globale index.

$Y_3(X)$ = globale index na X jaren gebruik.

$B_{1j} = B_{2j}$ voor de standaardevolutiewetten, waardoor de formule weer dezelfde vorm aanneemt als voor de visuele en structurele indices met $K_{3k} = \frac{1}{2} (K_{1k} + K_{2k})$.

8.2 Effect van onderhoudsmaatregel op de visuele, de structurele en de globale index

Na het uitvoeren van een onderhoudsmaatregel zal de kwaliteit van het behandelde wegvakonderdeel erop vooruitgegaan zijn. Wanneer we ook na de uitvoering van werkzaamheden de kwaliteit van het betrokken wegvakonderdeel willen blijven voorspellen, moeten we in eerste instantie de verbetering van de kwaliteit door de onderhoudsmaatregel vertalen in een verandering in de indexwaarden. Na de uitvoering van om het even welke onderhoudsmaatregel zal het wegoppervlak er weer uitstekend uitzien. Wanneer we net na de uitvoering van de werkzaamheden een visuele inspectie uitvoeren, zal geen schade worden waargenomen en zal de uitkomst voor de visuele index gelijk aan 0,9 zijn. Daarom zetten we in de OCW-systematiek de visuele index na de uitvoering van om het even welke onderhoudsmaatregel weer op 0,9. Wanneer de onderhoudsmaatregel beperkt blijft tot werkzaamheden aan het bovenste deel van de wegconstructie (dus in het geval van lokale of algemene reparaties), veranderen we niets aan de "structurele index". Alleen bij versterking (of reconstructie) van het wegvakonderdeel zetten we ook de structurele index weer op de maximale waarde 0,9.

Bijgevolg zal de globale index (die het gemiddelde van de visuele index en de structurele index is) na elke uitvoering van een onderhoudsmaatregel wel toenemen, maar enkel bij de ingrijpendste onderhoudsmaatregelen (versterking of reconstructie) weer op 0,9 worden gezet.

8.3 Evolutiewetten na de uitvoering van een onderhoudsmaatregel

Ook na de uitvoering van een onderhoudsmaatregel gebruiken we in de OCW-systematiek een evolutiewet van dezelfde vorm voor de globale index:

$$Y_3(X) = 0,9 - \frac{1}{2} [K_{1k} \cdot (1 + T_k) \cdot B_{1j} \cdot X + K_{2k} \cdot (1 + T_k) \cdot B_{2j} \cdot X]$$

waarin echter gewoonlijk $B_{1j} \neq B_{2j}$,

Wanneer bij de toepassing van de OCW-systematiek in de toekomstvoorspelling een onderhoudsmaatregel uit de groep "lokale reparaties" of "algemene reparaties" wordt voorgesteld, zal het evolutiemodel dat voor het onderhouden wegvakonderdeel wordt gebruikt in de voorspellingen na de uitvoering van de onderhoudsmaatregel worden gewijzigd door de waarde van B_{1j} te verhogen. Op te merken valt dat enkel parameter B_{1j} , die bij de visuele index hoort, wordt aangepast en dat parameter B_{2j} die bij de structurele index hoort, ongewijzigd blijft. Het achterliggende idee is dat een "lokale reparatie" of een "algemene reparatie" wel een ogenblikkelijk effect heeft op het aanzien van het wegooppervlak (uitgedrukt door de visuele index net na de uitvoering van de reparaties op 0,9 te zetten), maar geen vernieuwing brengt in de diepere wegconstructie, waardoor er sneller weer schade aan het oppervlak zal optreden dan bij eenzelfde, volledig vernieuwde wegoopbouw.

Een uitzondering hierop zijn wegen met elementenverharding. Hier kunnen we logischerwijs verwachten dat de evolutie na een "lokale reparatie" of een "algemene reparatie" niet fundamenteel verandert, aangezien de reparaties er enkel in bestaan de elementen gedeeltelijk of volledig te vervangen.

Het OCW heeft dergelijke evolutiemodellen opgesteld. Experts van binnen en buiten het OCW hebben voor elke onderhoudsmaatregel aangegeven wat volgens hen de te verwachten "levensduur" X (in jaren uitgedrukt) van de gerepareerde weg is. Vervolgens werd deze informatie in de hiernavolgende formule ingevoerd, waaruit de hogere waarde van B_{1j} werd berekend:

$$B_{1j} = \frac{1}{K_{1k}} \cdot \left[\frac{0,9 - dw}{\frac{1}{2} \cdot (1 + T_k) \cdot X} - K_{2k} \cdot B_{2j} \right]$$

en waarin $S = 0,3$ of $S = 0,5$ de volgende drempelwaarde is.

Ook voor de varianten van "versterking" die erin bestaan een weg met een extra dikke asfalt te overlagen, heeft het OCW een dimensioneringsberekening gemaakt, om een waarde voor parameter B_{1j} in de evolutiewet na de uitvoering van de "versterking" te bepalen. Er werd van uitgegaan dat een dikke overlaging van 12 cm een levensduur van twintig jaar moet opleveren. Daarnaast werd berekend dat een dunne overlaging van 6 cm op dezelfde weg in slechte staat ongeveer zeventien jaar zou meegaan. Uit deze twee ramingen van de toekomstige levensduur na "versterking" werden vervolgens met de bovenstaande formule en $S = 0,3$ twee overeenkomstige waarden voor parameter B_{1j} bepaald.

Wanneer als "versterking" de variant "reconstructie" wordt uitgevoerd, wordt vanaf dan opnieuw de standaardevolutiewet gebruikt om de evolutie van dat wegvakonderdeel te voorspellen. Het betreft dan immers een wegoopbouw die nieuw is en dus weer aan de standaard zal voldoen.

In de drie pilotgemeenten was voor een aantal geïnspecteerde wegvakonderdelen ook informatie voorhanden over de onderhoudsmaatregelen die de voorbije jaren waren uitgevoerd (enkel voor asfaltverhardingen). Deze informatie werd vergeleken met de uit de inspecties bepaalde globale index en

de evolutiemodellen die na de uitvoering van onderhoudswerken van toepassing zijn. Er werden bevredigende correlaties gevonden tussen de voorspelde en de gemeten waarden voor de globale index.

8.4 Invloed van het verkeer: functie van de weg, jaarlijkse groei

De gebruikelijke categorie-indeling van lokale wegen in de gemeentelijke ruimtelijke structuurplannen en mobiliteitsplannen is gebaseerd op de drie functies die wegen kunnen vervullen: verbindingsweg (die de functie van “verbinden” heeft), gebiedsontsluitingsweg (die de functie van “ontsluiten” heeft: van een stad, een wijk, een buurt, een centrum, een industrie- of dienstzone, een campus, enz.) en erftoegangsweg (die de functie van “toegang geven” heeft: woon- en winkelstraten, ventwegen, landelijke wegen).

Bij het dimensioneren van wegen wordt bijna uitsluitend met zware voertuigen rekening gehouden, omdat de impact van lichte voertuigen op de draagkracht van de weg verwaarloosbaar is tegenover die van zware voertuigen. Een heel spectrum van voertuigen zal van de te dimensioneren weg gebruikmaken en elk voertuig belast de weg op een andere manier. In de modellen voor het dimensioneren van wegen wordt daarom vaak gebruikgemaakt van formules die de lasten van de verschillende voertuigen in “standaardlasten” omzetten. Uit deze formules kan eenvoudig worden afgeleid dat lichte voertuigen een bijna verwaarloosbare last uitoefenen. Dergelijke formules of meer informatie over de invloed van verkeersbelasting worden bijvoorbeeld gegeven in Handleiding A 57/85 van het OCW [15], in de handleiding van de “QualiDim”-software (voorheen “DimMET”) en in het eindverslag van COST-actie 336 over de valgewichtdeflectiemeter [16]. In die context worden de wegen ook ingedeeld zoals beschreven in de standaardbestekken (bouwklassen of soorten van wegennetten).

De opdeling in drie wegcategorieën in de OCW-systematiek heeft vooral tot doel de invloed van zwaar verkeer op de wegconstructie te modelleren. Het is echter niet realistisch op alle wegvakonderdelen van een gemeentelijk wegennet systematische verkeersstellingen te gaan uitvoeren. Vandaar dat de drie wegcategorieën in de OCW-systematiek veeleer naar een functionele opdeling verwijzen, in plaats van ze te definiëren aan de hand van het aantal zware voertuigen dat van een wegvakonderdeel gebruikmaakt. Het spreekt vanzelf dat de functie van een weg vaak in overeenstemming is met het aandeel zware voertuigen in het verkeer op die weg: veel zwaar verkeer op doorgangswegen, heel weinig zwaar verkeer op de wegen met een erffunctie en een middelmatig aantal zware voertuigen op verzamelwegen. Mocht dit voor een bepaald wegvakonderdeel niet het geval zijn, dan moet het wegvakonderdeel worden toegewezen aan de categorie die overeenstemt met het aantal zware voertuigen dat van dat wegvakonderdeel gebruikmaakt (bijvoorbeeld veel zware landbouwvoertuigen op een landbouwweg).

Aangezien een weg voor het verwachte aantal standaardlasten wordt gedimensioneerd, zal eenzelfde wegconstructie, in tijd uitgedrukt, langer meegaan wanneer er weinig zwaar verkeer over de weg gaat dan wanneer er veel zwaar verkeer is. Bijgevolg zal een evolutiewet voorspellen dat de kwaliteit van de weg, in een waarde van een indicator (zoals de visuele, structurele en globale indices) uitgedrukt, in de tijd sneller achteruitgaat als er veel zwaar verkeer is dan wanneer er weinig zwaar verkeer is.

Hoe meer zwaar verkeer in eenzelfde tijdspanne over de weg gaat, hoe sneller de wegconstructie verslijt. Bij het dimensioneren van een nieuwe weg wordt rekening gehouden met de verwachte aslasten om de gewenste theoretische levensduur in jaren om te zetten in een totaal aantal standaardlasten die de wegconstructie moet kunnen dragen. Gewoonlijk wordt ook rekening gehouden met versporing van het verkeer op de rijstrook. Bij de omzetting van het aslastenspectrum van het verkeer in een standaardlast (van bijvoorbeeld 127 kN) wordt ook de soort van wegverharding in rekening gebracht.

Parameter K , die het aantal standaardlasten en de impact ervan door eventuele versporing (dwarsverdeling) van de voertuigen op een rijstrook uitdrukt, wordt bepaald door volgende formule (cf. [21]):

$$K = z \cdot \bar{n} \cdot N$$

$z = 1$ bij gekanaliseerd verkeer (rijstroken met een breedte tot 3 m).

$z = 0,4$ bij vrije verkeersafwikkeling (rijstroken die meer dan 3 m breed zijn).

$z = 2$ bij eenstrookswegen met gekanaliseerd verkeer.

\bar{n} = het gemiddelde aantal assen per zwaar voertuig

N = het dagelijkse aantal zware voertuigen in één rijrichting.

Als we factor K willen berekenen voor een gemiddelde verkeersbelasting op wegen met eenzelfde functie, moeten we in de formule de z -waarde aanpassen voor de breedte van de rijstroken bij wegen met die functie in een standaardwegennet. We berekenen z als volgt:

$$z = (2 \cdot p_1 + 1 \cdot p_2 + 0,4 \cdot p_3) / 100$$

p_1 = het percentage wegen met één rijstrook.

p_2 = het percentage wegen met gekanaliseerd verkeer.

p_3 = het percentage wegen met vrije verkeersafwikkeling.

Tabel 4 geeft de waarden waarmee K kan worden berekend voor wegen met erffunctie, voor verzamelwegen en voor doorgangswegen. De getallen in tabel 5 werden bij de ontwikkeling van de OCW-systematiek als realistische waarden beschouwd. De OCW-systematiek gebruikt de verhouding van de impact van het verkeer tot de impactfactor K voor wegen met erffunctie.

	Weg met erffunctie	Verzamelweg	Doorgangsweg
Aantal zware voertuigen per dag en per rijrichting (N)	25	50	100
Percentage wegen met één rijstrook (p_1)	42	0	0
Percentage wegen met gekanaliseerd verkeer (p_2)	58	56	0
Percentage wegen met vrije verkeersafwikkeling (p_3)	0	44	100
Gemiddeld aantal assen per zwaar voertuig (\bar{n})	2,25	2,70	2,70

Tabel 4 – Gebruikte parameters om de impact van verkeer uit te drukken en factor K te berekenen

De evolutiewetten voor de indicatoren in de OCW-systematiek houden ook rekening met een jaarlijkse aangroei van het zware verkeer. Het is immers zo, dat wanneer het zware verkeer jaarlijks toeneemt, ook de kwaliteit van de weg sneller in de tijd zal achteruitgaan dan wanneer het verkeer niet toeneemt.

De toename van het zware verkeer is een parameter die per weg categorie kan worden ingesteld: een aangroei op doorgangswegen, een aangroei op verzamelwegen (met een verbindingsfunctie) en een aangroei op de wegen met erffunctie. Als de wegbeheerder geen goed beeld heeft van de verwachte aangroei van zwaar verkeer op het wegennet, stellen we voor aan te nemen dat er weinig of geen aangroei is op wegen met erffunctie en dat er een jaarlijkse aangroei van 2 % is op verzamelwegen en van 4 % op doorgangswegen.

8.5 Oorsprong, sterkte en beperkingen van de evolutiewetten in de OCW-systematiek

Eind jaren tachtig van de vorige eeuw ontwikkelde het OCW een eerste versie van de OCW-systematiek voor het beheer van gemeentelijke wegnetten. In drie proefgemeenten werden de resultaten van inspecties vergeleken met de ouderdom van de wegconstructies in de geïnspecteerde wegvakonderdelen. Er werd onderzocht welke kromme de beste correlaties opleverde: de lineaire weergave bleek de beste. Hieruit werden de standaardevolutiemodellen ontwikkeld. Deze werden wel nog afgetoetst aan de ervaringen van een werkgroep van experts van binnen en buiten het OCW. Dezelfde werkgroep bepaalde varianten voor de evolutiemodellen na de uitvoering van verschillende onderhoudsmaatregelen. Ook werden theoretische berekeningen gemaakt voor het dimensioneren en herdimensioneren van wegen, om zich ervan te verzekeren dat de evolutiemodellen overeenstemden met realistische verwachtingen voor de levensduur van de wegen.

De evolutiewetten werden dus speciaal voor toepassingen in Belgische gemeenten opgesteld. Ze geven een “gemiddeld” beeld van de evolutie van de visuele, de structurele en de globale index. Hiermee kan een behoorlijk betrouwbare globale analyse worden gemaakt van om het even welk gemeentelijk of daarmee vergelijkbaar wegnet in België.

Omdat elk wegnet toch weer een beetje anders is, kunnen deze algemene evolutiewetten voor een specifiek wegnet worden geëvalueerd zodra er voldoende inspectiegegevens en informatie over de ouderdom van de wegconstructies voorhanden zijn. In het bijzonder kunnen de evolutiemodellen nog beter op de realiteit van een welbepaald wegnet worden afgestemd nadat gedurende enkele jaren betrouwbare inspectiedata zijn verzameld.

Het voorstel om de structurele index uit de visuele index te berekenen, houdt eigenlijk in dat geen rekening wordt gehouden met de onderhoudsmaatregelen uit het verleden of met de ouderdom van de wegconstructie. Zo wordt de structurele index in sommige gevallen eigenlijk overschat. In dat opzicht leidt de keuze om de structurele index niet langer aan de hand van langsvlakheidsmetingen te bepalen dus tot een mogelijke overschatting van de kwaliteit van een deel van het wegnet.

Wanneer de OCW-systematiek lang genoeg gebruikt wordt, er regelmatig visuele inspecties worden verricht en een evolutie in de waarden van de visuele, structurele en globale indices waarneembaar wordt, kan verder worden nagedacht over een methode om de structurele index van bepaalde wegvakonderdelen aan de realiteit aan te passen. Als er inventarisatiegegevens beschikbaar zijn over de ouderdom van de wegconstructie en de belangrijkste onderhoudsmaatregelen, kan misschien ook een “expertoordeel” worden geveld over de theoretisch verwachte waarde voor de structurele index. Als er historische gegevens over onderhoudsmaatregelen beschikbaar zijn, zou ook kunnen worden geopteerd voor het toepassen van een van de andere evolutiewetten die bij de in de OCW-systematiek beschouwde onderhoudsmaatregelen horen, in plaats van systematisch de standaardevolutiewet te gebruiken bij het begin van de langetermijnanalyse.

Een sterk punt van de evolutiemodellen is net dat uit technisch oogpunt een langetermijnanalyse mogelijk wordt. Zo wordt het mogelijk de technische consequenties van niet-tijdige uitvoering van bepaalde onderhoudsmaatregelen te modelleren.

Hoofdstuk 9

Onderhoudsmaatregelen

De onderhoudsmaatregelen die in de OCW-systematiek voor analyse ten behoeve van netbeheer worden gebruikt, zijn enkel bedoeld om verschillende onderhoudsstrategieën met elkaar te kunnen vergelijken. Een onderhoudsstrategie levert wel een plan van aanpak af dat voor elk wegvakonderdeel aangeeft welke onderhoudsmaatregel wanneer dient te worden uitgevoerd (in de komende twintig tot dertig jaar), maar dit mag niet te letterlijk worden opgevat. Elk project voor wegenwerken vraagt toch nog bijkomende voorbereidingen en is toch net weer iets anders.

9.1 Lokale reparaties, algemene reparaties en versterking

De OCW-systematiek deelt de onderhoudsmaatregelen in drie groepen in: lokale reparaties, algemene reparaties en versterking. Onder lokale reparaties worden onderhoudsmaatregelen verstaan die slechts uit werken aan de wegverharding bestaan en van beperkte omvang zijn. Onder algemene reparaties worden onderhoudsmaatregelen verstaan die enkel in de wegverharding (en niet in de fundering) ingrijpen, maar over de hele oppervlakte van het wegvakonderdeel worden uitgevoerd. Onder versterking worden onderhoudsmaatregelen verstaan die een structurele ingreep vormen om de draagkracht van de wegconstructie te verhogen (ook reconstructie van de weg valt hieronder). De OCW-systematiek stelt voor elke categorie een paar alternatieven voor, afhankelijk van de soort van wegverharding (asfalt, beton of elementen). Voor elk alternatief dient een eenheidsprijs te worden bepaald, waarmee de OCW-systematiek dan aan het rekenen kan gaan.

Zeer algemeen gesproken, zal een nieuwe weg na enige tijd nood hebben aan enkele lokale reparaties, daarna op gezette tijden een algemene reparatie kunnen gebruiken en pas tegen het einde van de levensduur een versterking nodig hebben.

Het spreekt vanzelf dat elke weg weer op zijn eigen manier in de tijd evolueert, dat er heel veel onbekende factoren zijn en dat het dus onmogelijk is efficiënt aan onderhoud te doen door blindweg na een vast tijdsinterval een bepaalde soort van onderhoud toe te passen. Om toch een idee te geven van wat we met de verschillende soorten van onderhoud (lokale reparaties, algemene reparaties en versterking) bedoelen, geven we hier aan wat in de praktijk en in algemene zin redelijk kan worden genoemd als tijdstippen om deze verschillende soorten van onderhoud uit te voeren. Tabel 5 geeft een overzicht en moet als volgt worden geïnterpreteerd: op een nieuwe asfaltweg met erffunctie kunnen we verwachten dat de eerste zes jaar geen lokale reparaties moeten worden uitgevoerd, dat niet eerder dan na achttien jaar een algemene reparatie zal moeten plaatsvinden en dat de weg niet eerder dan na dertig jaar aan versterking toe zal zijn. Voor een nieuwe asfaltweg die veel doorgaand verkeer te verwerken krijgt, zullen deze tijdstippen iets vroeger vallen, maar zal de weg ten vroegste ook pas na twintig jaar aan versterking toe zijn.

		Erffunctie	Verzamelfunctie	Doorgangsfunctie
Asfalt	Lokale reparaties	6	5	4
	Algemene reparaties	18	15	12
	Versterking	30	25	20
Beton	Lokale reparaties	7	6	5
	Algemene reparaties	28	24	20
	Versterking	42	36	30
Straatstenen	Lokale reparaties	6	5	4
	Algemene reparaties	23	18	16
	Versterking	35	28	25

Tabel 5 – Zeer veralgemeende indicatie van wanneer (in jaren na de aanleg) mag worden verwacht voor het eerst een bepaalde soort van reparatie te moeten uitvoeren op wegen met respectievelijk een asfalt-, beton- of elementenverharding en respectievelijk een erf-, verzamel- of doorgangsfunctie

9.1.1 Voor asfaltverhardingen

Lokale reparaties worden niet in verschillende varianten opgedeeld. Lokale reparaties die aan asfaltverhardingen zouden kunnen plaatsvinden, zijn onder andere lokale reparatie van kippennesten, inzinkingen en netscheurvorming met een bitumineus mengsel of gietasfalt, opvullen van scheuren en voegen met een bitumineuze emulsie of door een eenlaagse bestrijking (of slemlaag) over een beperkte breedte, uitvullen van rijsporen, enz. Lokale reparaties zouden ongeveer acht jaar moeten kunnen meegaan.

Bij de algemene reparaties worden in de OCW-systematiek slechts drie varianten beschouwd:

- eenlaagse bestrijking, waarbij in de OCW-systematiek wordt aangenomen dat de gehele wegconstructie daarna nog twaalf tot dertien jaar zou moeten kunnen meegaan;
- tweelaagse bestrijking, waarbij in de OCW-systematiek wordt aangenomen dat de gehele wegconstructie daarna nog vijftien tot zestien jaar zou moeten kunnen meegaan;
- bestrijking met slemafichting, waarbij in de OCW-systematiek wordt aangenomen dat de gehele wegconstructie daarna nog vijftien tot zestien jaar zou moeten kunnen meegaan.

In de OCW-systematiek wordt gerekend met de voornoemde verwachte levensduur. Te verwachten valt echter dat de reparaties minder lang zullen meegaan en gelijksoortige schade als op het ogenblik van de reparatie al na minder jaren zichtbaar zal zijn. Hoe lang reparaties meegaan, hangt in grote mate af van de verkeersbelasting, de kwaliteit van de gerepareerde wegconstructie en -verharding en in zekere

mate ook van de kwaliteit van de uitvoering. In de werkelijkheid zal een eenlaagse bestrijking vaak slechts vijf tot zeven jaar meegaan voordat gelijksoortige schade optreedt. Voor een tweelaagse bestrijking en een bestrijking met slemafdichting zal dat vaak slechts zeven tot tien jaar zijn.

Er bestaan nog andere algemene reparaties:

- affrezen en vervangen van de toplaag;
- dieper affrezen en een nieuwe onder- en toplaag aanbrengen;
- een combinatie van een voornoemde maatregel met de aanbrenging van een scheurremmende asfaltwapening.

In de OCW-systematiek worden slechts drie varianten van versterking beschouwd:

- dunne overlaging met bitumineus mengsel (inclusief scheurremmende laag) ter dikte van 6 cm, waarbij in de OCW-systematiek wordt aangenomen dat de gehele wegconstructie daarna nog ongeveer zeventien jaar zou moeten kunnen meegaan;
- dikke overlaging met bitumineus mengsel (inclusief scheurremmende laag) ter dikte van 12 cm, waarbij in de OCW-systematiek wordt aangenomen dat de gehele wegconstructie daarna nog ongeveer twintig jaar zou moeten kunnen meegaan;
- vervanging van de volledige wegconstructie ("reconstructie"), voor een totale levensduur van dertig jaar.

In de OCW-systematiek wordt met de voornoemde verwachte levensduur gerekend. Aan te stippen valt dat het aantal jaren dat deze versterkingen door overlaging meegaan sterk afhankelijk is van allerlei factoren zoals de verkeersbelasting en de oorzaken van de aanwezige schade in de lagen waarop de overlaging wordt toegepast. In de OCW-systematiek wordt hiermee geen rekening gehouden.

Er bestaan nog andere versterkingen:

- de bestaande bitumineuze verharding geheel of gedeeltelijk verwijderen en vervangen door een bitumineuze verharding met extra dikte. Een dergelijke versterking zal langer meegaan dan een versterking met een dunne overlaag van slechts 3 tot 4 cm;
- recycling in situ, waarbij de bestaande asfaltverharding en de fundering afgefreesd en met cement worden vermengd en vervolgens een bestrijking of een asfaltoverlaag wordt aangebracht.

De levensduurverwachtingen steunen op ervaringen van wegbeheerders en vloeien voort uit berekeningen waarbij wegconstructies met een theoretisch model worden gedimensioneerd. Deze verwachte levensduren werden vervolgens gebruikt om de standaardevolutiemodellen achter de OCW-systematiek te verfijnen. Het zijn niet meer dan optimistische ramingen, die zeker niet altijd met de realiteit van een welbepaald wegenwerk overeenstemmen.

9.1.2 Voor betonverhardingen

Lokale reparaties worden niet in verschillende varianten opgedeeld. Lokale reparaties die aan betonverhardingen zouden kunnen plaatsvinden, zijn onder andere afdichten van scheuren, voegvulling (opnieuw) aanbrengen in voegen, lokaal repareren van kippennesten, enz. Dergelijke lokale reparaties zouden ongeveer zestien jaar moeten kunnen meegaan.

Er wordt slechts één variant van algemene reparaties beschouwd:

- vervangen van de betonlaag op de plaatsen waar ze bezweken is (vervangen van een betonplaat bij platenbeton). Deze algemene reparaties zouden ongeveer dertig jaar moeten kunnen meegaan.

Er worden drie varianten van versterking beschouwd:

- overlaging met beton, die negenendertig jaar zou moeten kunnen meegaan;
- vervangen van de betonlaag, voor een totale levensduur van achtendertig jaar;
- vervangen van de volledige wegconstructie ("reconstructie"), voor een totale levensduur van tweeënveertig jaar.

De levensduurverwachtingen steunen op ervaringen van wegbeheerders en vloeien voort uit berekeningen waarbij wegconstructies met een theoretisch model worden gedimensioneerd. Deze verwachte levensduren werden vervolgens gebruikt om de standaardevolutiemodellen achter de OCW-systematiek te verfijnen. Het zijn niet meer dan realistische verwachtingen, die zeker niet altijd met de realiteit van een welbepaald wegenwerk overeenstemmen.

9.1.3 Voor elementenverhardingen

Lokale reparaties worden niet in verschillende varianten opgedeeld. Bij elementenverhardingen bestaan lokale reparaties uit lokaal herstraten.

Er wordt slechts één variant van algemene reparaties beschouwd:

- volledig herstraten (van de elementen), met vervanging van de straatlaag.

Er wordt slechts één variant van versterking beschouwd:

- volledige reconstructie (dus met inbegrip van de fundering).

In dit geval werd geoordeeld dat er geen verfijning van de standaardevolutiemodellen achter de OCW-systematiek nodig is.

9.1.4 Motivaties voor en beperkingen van deze keuze van onderhoudsmaatregelen

De beschrijving die hierboven van de verschillende varianten van lokale reparaties, algemene reparaties en versterking is gegeven, is enkel bedoeld om vervolgens een raming te kunnen maken van de eenheidsprijs per vierkante meter waarmee gerekend kan worden. Er kan bezwaar worden gemaakt tegen de voorgestelde technieken, die uit technisch oogpunt misschien niet de beste zijn. Zolang de prijsverhoudingen tussen de verschillende groepen van onderhoudsmaatregelen in acht worden genomen, is de exacte omschrijving van de verschillende varianten van ondergeschikt belang.

Het uitvoeren van een onderhoudsmaatregel heeft een invloed op de waarden van de visuele en de structurele index. Deze invloed is enkel afhankelijk van de groep waartoe de onderhoudsmaatregel behoort (lokale reparaties, algemene reparaties of versterkingen).

Na de uitvoering van een onderhoudsmaatregel zal voor de voorspelling van de globale index in de toekomst met een andere evolutiewet worden gerekend. De keuze van de evolutiewet na de uitvoering van een onderhoudsmaatregel is niet alleen afhankelijk van de groep waartoe de onderhoudsmaatregel behoort, maar ook van de onderhoudsmaatregel zelf. De beschrijving die hierboven van de verschillende varianten is gegeven, heeft tot de bepaling van de parameters van deze evolutiewetten geleid. Ook hierin zijn echter de algemene trend van de invloed, de categorie waartoe de onderhouds-

maatregel behoort en hoe ingrijpend de onderhoudsmaatregel zelf is, van groter belang dan de exacte omschrijving van de onderhoudsmaatregel.

9.2 Bepalen van de eenheidsprijs van elke onderhoudsmaatregel

In de OCW-systematiek wordt gebruikgemaakt van eenheidsprijzen voor de verschillende onderhoudsmaatregelen. Het is de bedoeling representatieve prijzen te gebruiken, waarmee op grond van financiële afwegingen een strategische keuze kan worden gemaakt.

De eenheidsprijzen zijn dus het best gemiddelde prijzen die bij recente werkzaamheden op het wegennet zijn gehanteerd. Het spreekt vanzelf dat de afwijking van de gemiddelde prijs redelijk groot kan zijn wanneer op projectniveau gekeken wordt naar de effectieve investering voor de uitvoering van welbepaald onderhoud van een wegvakonderdeel. Voor een beoordeling op het niveau van het beheer van een wegennet zullen deze afwijkingen elkaar uitmiddelen en zal een jaarlijks budget worden berekend dat voor het hele wegennet wel realistisch is.

Voor lokale reparaties bestaat de beste werkwijze erin te berekenen wat op één jaar in lokale reparaties geïnvesteerd wordt en dat te delen door de oppervlakte in vierkante meters die dit onderhoud ondergaan heeft.

Voor algemene reparaties en versterking kan worden teruggekeken naar de projecten die in de voorbije jaren zijn uitgevoerd. Per soort wegverharding en per soort van reparaties kan dan een gemiddelde prijs worden geraamd. Het spreekt vanzelf dat naast de verharding van het berijdbare wegooppervlak soms ook voetpaden worden (her)aangelegd, trottoirbanden geheel of gedeeltelijk worden vernieuwd, een fietspad wordt aangelegd, enz. Het is aan de wegbeheerder om te overwegen of al deze extra investeringen in de gemiddelde eenheidsprijzen worden meegenomen of niet. Een voordeel van het integreren van alle extra investeringen is dat het jaarlijkse budget dat de OCW-systematiek voor de toekomst raamt dichterbij het werkelijk benodigde budget zal aanleunen. Een nadeel ervan is dat er grote afwijkingen kunnen optreden van de gemiddelde investering waarmee voor werkzaamheden gerekend wordt. Wel is het van belang dat voor alle soorten van wegverhardingen en reparaties dezelfde keuze wordt gemaakt: de verhouding tussen de eenheidsprijzen moet realistisch zijn om gebruikt te kunnen worden voor een optimale planning van onderhoudswerken uit een puur financieel standpunt.

9.3 Het economische "spaarmodel"

De economische analyse in de OCW-systematiek gaat uit van een "spaarmodel" dat geïnspireerd is op het werk van G. Delaunois uit 1988 [17]. Dit werk was oorspronkelijk niet voor wegenwerken bedoeld, maar kon wel gemakkelijk daarvoor worden aangewend.

Om het economisch interessantste ogenblik voor onderhoud te bepalen, werd de volgende hypothese genomen. We beschouwen een onderhoudsmaatregel uit de groep "algemene reparaties" of "versterking". Wanneer we die maatregel willen uitvoeren in het jaar T , ergens in de toekomst, zal daarvoor op dat ogenblik een prijs moeten worden betaald (hierna als CA_T^{rep} aangeduid) en kan daarvoor gespaard worden. Daarvoor dient jaarlijks een bedrag te worden uitgetrokken (hierna als $CRACC_T^{rep}$ aangeduid). Ondertussen worden echter jaarlijks "lokale reparaties" verricht. In de beginjaren volstaat het wat routineonderhoud (vegen, enz.) te verrichten, maar later zullen er hier en daar lokale reparaties moeten plaatsvinden. Hoe ouder de weg wordt, hoe meer lokale reparaties nodig zullen zijn. We vragen ons af wanneer het interessanter wordt een algemene onderhoudsmaatregel uit te voeren in plaats van te blijven investeren in lokale reparaties.

9.3.1 Algemene onderhoudsmaatregel

We noteren i voor een jaarlijkse indexering, in percenten uitgedrukt en in een getal tussen 0 en 1 omgezet. We noteren c^{rep} voor de investering in een welbepaalde reparatie (of onderhoudsmaatregel) als we die meteen in het eerste jaar zouden uitvoeren. We veronderstellen dat de prijsevolutie voor de uitvoering van dezelfde reparatie in een later jaar geïndexeerd wordt met index i .

De volgende formule geeft dus de prijs voor de reparatie in een later jaar T :

$$C_T^{rep} = c^{rep} \cdot (1+i)^{T-1}$$

T = het jaar waarin de werkzaamheden zullen worden uitgevoerd.

Voor het eerste jaar geldt $T = 1$: $C_1^{rep} = c^{rep}$.

We noteren r voor een jaarlijkse disconteringsfactor, in percenten uitgedrukt en in een getal tussen 0 en 1 omgezet. Hiermee berekenen we de contante waarde van de investering in de reparatie uitgevoerd in het jaar T :

$$CA_T^{rep} = C_T^{rep} \cdot (1+r)^{-(T-1)}$$

De investering in de reparatie die in het jaar T wordt uitgevoerd, kan over de voorafgaande jaren worden gespreid met de annuïteitsfactor bij terugbetaling (*Capital Recovery Factor - CRF*):

$$CRF = \frac{r \cdot (1+r)^T}{(1+r)^T - 1}$$

Die stemt overeen met een constante annuïteit waarmee, als ze jaarlijks wordt gestort, een kapitaal van 1 € belegd tegen een interestvoet r in T jaren kan worden afgelost. De annuïteitsfactor bij terugbetaling CRF is het tegenovergestelde van een constante financiële aflossingscoëfficiënt. We verkrijgen de waarde van de equivalente constante jaarlijkse investering in onderhoud met de formule:

$$CRACC_T^{rep} = CRF \cdot CA_T^{rep}$$

9.3.2 Lokale reparaties

We berekenen ook de totale uitgaven die voor de jaarlijkse lokale reparaties nodig zijn. Wij noteren c voor de jaarlijkse investeringen in lokale reparaties in het eerste jaar en veronderstellen dat ze in de daaropvolgende jaren een meetkundige rij met een groeipercentage σ volgen. Het groeipercentage σ is een getal tussen 0 en 1.

De meetkundige rij wordt gegeven door de formule:

$$C_t^{ent} = c \cdot (1+\sigma)^{t-1} \cdot (1+i)^{t-1}$$

t = het jaar.

Voor het eerste jaar geldt dus $t = 1$: $C_1^{ent} = c$.

Nog steeds met een jaarlijkse disconteringsfactor r berekenen we de geactualiseerde waarde van de jaarlijkse investering in lokale reparaties:

$$CA_t^{ent} = C_t^{ent} \cdot (1+r)^{-(t-1)}$$

De cumulatieve som van de contante waarden van de jaarlijkse investeringen in lokale reparaties wordt dan als volgt berekend :

$$CA_t^{ent} = \sum_{t=1}^T C_t^{ent} \cdot (1+r)^{-(t-1)}$$

We verkrijgen de waarde van de equivalente constante jaarlijkse investering in lokale reparaties met de formule:

$$CEACE_T^{ent} = CRF \cdot CA_T^{ent}$$

waarin $CRF = \frac{r \cdot (1+r)^T}{(1+r)^T - 1}$ nog steeds de annuïteitsfactor bij terugbetaling (*Capital Recovery Factor - CRF*) is.

9.3.3 Bepaling van het optimale tijdstip

Wanneer tegelijk gespaard wordt voor een algemene reparatie in jaar T en geïnvesteerd wordt in jaarlijkse lokale reparaties, komt het totale jaarlijkse bedrag uit op de som:

$$CTA_T = CRACC_T^{rep} + CEACE_T^{ent}$$

Dit totaal is afhankelijk van het tijdstip T waarop de onderhoudsmaatregel wordt uitgevoerd. Als de algemene onderhoudsmaatregel een jaar later wordt uitgevoerd, kan nog een jaar langer worden gespaard en is het jaarlijks opzij te zetten bedrag lager. Maar door de algemene onderhoudsmaatregel een jaar uit te stellen, moet wel een extra jaar lokale reparaties worden uitgevoerd:

$$CRACC_T^{rep} < CRACC_{T+1}^{rep} \quad \text{maar} \quad CEACE_T^{ent} > CEACE_{T+1}^{ent}$$

Het laagste CTA_T -totaal geeft dus de economisch optimale interventieperiode T voor de onderhoudsmaatregel aan.

9.3.4 Vereenvoudigd model om drempelwaarden te bepalen

Als we veronderstellen dat de investeringen in lokale reparaties evenredig zijn aan de tijd (in jaren X) dat de weg in gebruik is en dat de disconteringsfactor r gelijk is aan 0, dan geldt (de functie in X):

$$CTA_x = A \cdot X + \frac{B}{X}$$

A = de jaarlijkse investering in lokale reparaties.

B = de investering in de algemene onderhoudsmaatregel.

Het optimale tijdstip T voor de uitvoering van de algemene onderhoudsmaatregel is dan het minimum van deze functie, dat we kunnen berekenen door het nulpunt van de afgeleide functie te bepalen:

$$A - \frac{B}{X^2} = 0$$

$$T = \sqrt{\frac{B}{A}}$$

Deze eenvoudige formule geeft meteen aan dat het vooral de verhouding tussen prijs B voor de op tijdstip T uit te voeren algemene onderhoudsmaatregel en prijs A voor lokale reparaties is die het optimale tijdstip voor de uitvoering bepaalt, en dus niet om de absolute prijzen zelf. De drempelwaarden die in de OCW-systematiek worden gebruikt, blijven dus geldig zolang de verhoudingen tussen de prijzen ongeveer gelijk blijven.

De onderhoudsmaatregelen die in tabel 6 vermeld staan, werden bij de oorspronkelijke bepaling van de drempelwaarden (in het jaar 1990) gebruikt.

Onderhoud (asfaltverharding)	Eenheidsprijs (€/m ²)	Optimaal tijdstip T
Lokale reparaties	$A = 0,07$	
Algemene reparatie, variant 1 (eenlaagse bestrijking)	$B = 3,7$	8
Algemene reparatie, variant 2 (tweelaagse bestrijking)	$B = 5,6$	9
Versterking, variant 1 (dunne overlaging, 6 cm)	$B = 14$	15
Versterking, variant 2 (dikke overlaging, 12 cm)	$B = 23$	19
Versterking, variant 3 (reconstructie)	$B = 93$	37

Tabel 6 – Oorspronkelijk gebruikte eenheidsprijzen (1990) voor de bepaling van de drempelwaarden

De lezer mag zich niet blindstaren op de specifieke beschrijvingen van de algemene reparaties of de versterkingsvarianten. Het gaat hier enkel om onderhoudsmaatregelen van verschillende prijsklassen, om een economische analyse uit te voeren. In deze oefening worden de technische aspecten van de onderhoudsmaatregelen buiten beschouwing gelaten. De specifieke beschrijvingen dienen enkel om in de formule realistische eenheidsprijzen te kunnen invullen.

Uit technisch oogpunt had hier bijvoorbeeld als variant van algemene reparaties ook voor het “vervangen van de topklaag” kunnen worden gekozen. Er kan ook worden geargumenteed dat een bestrijking uit technisch oogpunt soms al eerder dan pas na acht jaar nuttig is en dat een bestrijking niet de meest aangewezen technische oplossing vormt wanneer er al te veel oppervlakschade is. Volgens deze eenvoudige berekening zou het economisch optimaal zijn de weg na zevenendertig jaar volledig te heraanleggen, maar uit technisch oogpunt moet dit op het einde van de levensduur van de wegconstructie gebeuren. Dergelijke technische bedenkingen zijn weliswaar terecht, maar hier niet op hun plaats: ze dienen vooral op projectniveau te worden gemaakt, zodra de wegbeheerder een bestek voor wegenwerken in één of meer welbepaalde wegvakonderdelen gaat voorbereiden. Ter illustratie geven we in tabel 7 een andere lijst van varianten en op recente informatie (2015-2016) geïnspireerde ramingen voor de overeenkomstige prijzen.

Onderhoud (asfaltverharding)	Eenheidsprijs (€/m ²)	Optimaal tijdstip <i>T</i>
Lokale reparaties (scheuren dichtmaken, 5 €/m, 10 % van het oppervlak van een wegvakonderdeel van 3,5 m breed)	A = 0,143	
Algemene reparatie, variant 1 (eenlaagse bestrijking met enkele begrinding)	B = 2,25	4
Algemene reparatie, variant 2 (bestrijking met slemafdichting)	B = 5	6
Algemene reparatie, variant 3 (affrezen, nieuwe topklaag)	B = 15	10
Versterking, variant 1 (10 cm asfalt vervangen)	B = 40	17
Versterking, variant 2 (reconstructie)	B = 83	24

Tabel 7 – Varianten van onderhoudsmaatregelen en (recente) prijzen voor het bepalen van drempelwaarden

We herhalen dat het optimale tijdstip dat in tabel 6 en tabel 7 aangegeven wordt, enkel op een financieel model is gebaseerd en dus geen uitspraak doet over de technische aspecten van de onderhoudsmaatregelen. Wel blijkt dat “algemene reparatie, variant 3” in tabel 7 een tijdstip van tien jaar aangeeft, dat heel vergelijkbaar is met het tijdstip voor algemene reparaties in tabel 6 (acht of negen jaar). Beide tabellen leveren dus ongeveer hetzelfde optimale tijdstip voor algemene reparaties. Hetzelfde geldt ook voor de versterking: de tijdstippen die tabel 6 aangeeft, zijn van dezelfde orde van grootte als die in tabel 7.

9.4 Drempelwaarden voor de globale index

Drie drempelwaarden voor de globale index geven aan wanneer een bepaalde technische ingreep economisch niet langer verantwoord is. In deze paragraaf wordt beschreven hoe de drempelwaarden die in de OCW-systematiek worden gebruikt, gekozen zijn. We herhalen eerst de betekenis van de drie drempelwaarden en van de daaruit afgeleide indeling van de wegvakonderdelen in vier categorieën.

Wanneer de globale index onder de drempelwaarde 0,8 zakt, wordt het interessant geacht lokale reparaties uit te voeren. Deze drempelwaarde werd vastgesteld op het tijdstip waarop het “jaarlijks te besteden bedrag” voor lokale reparaties minstens 10 % bedraagt van het bedrag dat nodig is voor een algemene reparatie.

Wanneer de globale index onder de drempelwaarde 0,5 komt, is het niet langer economisch interessant zich tot lokale reparaties te beperken. Deze drempelwaarde werd vastgesteld op het tijdstip waarop algemene reparaties economisch meer verantwoord zijn dan lokale reparaties.

Wanneer de globale index onder de drempelwaarde 0,3 daalt, is versterking (of vervangen van de wegconstructie) economisch meer verantwoord.

In de OCW-systematiek wordt voorgeschreven dat zodra de globale index een drempel onderschrijft – eventueel in de toekomst, uitgaande van een uit inspecties bepaalde globale index en gebruikmakend van de voorspelling met het evolutiemodel, de overeenkomstige onderhoudsmaatregel wordt ingepland. Op te merken valt dat dezelfde onderhoudsmaatregel doorgaans ook enkele jaren later nog zal kunnen worden toegepast. Het economisch optimale tijdstip zal dan echter al voorbij zijn. Als bovendien te lang gewacht wordt, kan de volgende drempelwaarde al worden bereikt en zal een andere, ingrijpender en duurdere onderhoudsmaatregel noodzakelijk worden.

We wijzen erop dat de drempelwaarden wel aan de hand van een financieel-technische redenering zijn bepaald, maar dat het hiervoor gebruikte model niet onfeilbaar is. Zo werden er waarden gekozen voor enkele parameters in het economische model, werd de berekening enkel voor asfaltwegen uitgevoerd en werden voor de verschillende soorten van reparaties gemiddelde prijzen gebruikt. We hebben echter vastgesteld dat de gemaakte keuzes slechts een beperkte invloed van enkele jaren hebben op het als economisch optimaal beschouwde tijdstip voor de verschillende soorten van reparaties. Bovendien blijken de drempelwaarden goed overeen te komen met de ervaringen uit de praktijk: als we de evolutiemodellen nemen als de wijze waarop de staat van een weg in de tijd achteruitgaat, blijken de drempelwaarden te worden bereikt op een tijdstip dat vanuit de praktijk beschouwd wordt als het tijdstip waarop de bij de drempelwaarde behorende soort van reparatie naar verwachting dient te worden uitgevoerd. En dit geldt evengoed voor wegen met een verharding van asfalt, beton of bestratingselementen.

9.4.1 Economisch verantwoorde drempelwaarden voor de globale index – Het spaarmodel

Om economisch verantwoorde drempelwaarden te bepalen, werd gebruikgemaakt van het spaarmodel dat in § 9.3 is beschreven.

Gaan we uit van het vereenvoudigde model om drempelwaarden te bepalen en zetten we naast de tijdas ook het evolutiemodel voor de globale index, dan kunnen we bepalen bij welke waarde van de globale index de onderhoudsmaatregel uit economisch oogpunt het best kan worden uitgevoerd. Hier veronderstellen we dat er geen lokale reparaties worden uitgevoerd en de globale index de standaard-evolutiewet volgt.

Om het optimale tijdstip, in jaren uitgedrukt, om te zetten in drempelwaarden voor de globale index I_G , werd gebruikgemaakt van de resultaten in tabel 6 en de evolutiemodellen die in de late jaren tachtig van de vorige eeuw voor doorgangswegen, verzamelwegen en wegen met erf functie zijn opgesteld. Uit tabel 6 blijkt al meteen dat het economische optimale tijdstip voor de uitvoering van een onderhoudsmaatregel afhankelijk is van de prijs van de onderhoudsmaatregel. Daardoor is het onmogelijk een drempelwaarde te kiezen die voor alle varianten van algemene reparaties of voor alle varianten van versterking economisch optimaal is. Er werden gemiddelden gekozen voor de drempelwaarden en die kwamen uit op 0,5 voor de "algemene reparaties" en op 0,3 voor de "versterking / reconstructie".

Er is ook nog de drempelwaarde 0,8, die werd vastgelegd op het ogenblik waarop de prijs van lokale reparaties 10 % van de prijs van de algemene onderhoudsmaatregel bedraagt.

Deze drempelwaarden stemmen dus overeen met een tijdstip op de krommen van de evolutiemodellen. Voor asfaltverhardingen wordt deze overeenkomst in tabel 8 gegeven.

Drempelwaarden voor I_G	Tijdstip evolutie-model doorgangsweg	Tijdstip evolutie-model verzamelweg	Tijdstip evolutie-model weg met erf functie
0,8	3	4	5
0,5	14	15	19
0,3	20	22	28

Tabel 8 – Tijdstippen waarop de drempelwaarden volgens de evolutiemodellen voor wegen met een asfaltverharding bereikt worden (zonder lokale reparaties uit te voeren)

9.4.1.1 Keuze van de parameters van het model

Het spreekt vanzelf dat de initiële prijzen van de lokale reparaties en van de onderhoudsmaatregel, net als de parameters van het economische model en de aangroefactor, een invloed hebben op de uitkomst van de berekeningen. Ook het evolutiemodel voor de globale index speelt hierin een rol, net als het veronachtzamen van het effect van lokale reparaties op de staat van het wegoppervlak en de globale index. Wanneer we echter realistische getallen gebruiken, met enige ruimte voor variatie, blijken de resultaten van dit model steeds niet zo ver van de vastgelegde drempelwaarden 0,5 en 0,3 uit te komen.

Het ligt niet voor de hand realistische waarden voor de parameters in het economische model te kiezen, die geldig moeten blijven over een lange periode van twintig tot dertig jaar. Drie parameters beïnvloeden het model:

- het groeipercentage σ ;
- de disconteringsfactor r ;
- de prijsindex i .

In het verleden heeft het OCW voor de parameters van het economische model vaak de volgende keuzen gemaakt:

- $\sigma = 0,08$;
- $r = 0,1$;
- $i = 0,05$.

Hoe groter het groeipercentage gekozen wordt, hoe sneller er meer lokale reparaties moeten worden uitgevoerd. Bij een hoger groeipercentage valt het financieel optimale tijdstip voor een algemene reparatie vroeger.

Een lagere waarde voor prijsindex i verlaat het economisch optimale tijdstip van ingrijpen. Dit effect wordt groter naarmate verder in de toekomst wordt gekeken.

Andere realistische waarden voor de disconteringsfactor zouden 0,043 en 0,040 en 0,025 kunnen zijn, maar dit heeft weinig invloed op de resultaten voor de korte termijn. Voor de voorspellingen over een lange periode wordt de invloed van deze factor steeds groter.

Enkele referenties betreffende de economische parameters zijn:

- Herbert Glejser, *Le taux d'actualisation en Belgique*, in The Geneva Papers on Risk and Insurance, 13, No. 48, July 1988, pp. 257-264 [18];
- Herbert Glejser, *Calcul du taux d'actualisation applicable aux dépenses publiques en Belgique*, Cahiers Economiques de Bruxelles, n° 71, 1976, pp. 293-304 [19];
- Webstek van de Nationale Bank van België (<http://www.nbb.be/>) [20].

9.4.1.2 Drempelwaarden bepalen zonder het model te vereenvoudigen

Ter illustratie geven we hier nog een voorbeeld van berekeningen die eveneens tot het bepalen van de drempelwaarden kunnen leiden.

We gebruiken hiervoor de eenheidsprijzen voor onderhoudsmaatregelen die in tabel 9 zijn weergegeven en passen ze toe op een wegvakonderdeel van 300 m lang en 3,5 m breed.

	Maatregel	Eenheidsprijs (€/m ²)	In jaar 1 te onderhouden oppervlakte (m ²)	Prijskaartje in jaar 1 (€)
	Lokale reparaties	1,43	105	150
A1	Algemene reparatie (variant 1)	6,43	1 050	6 752
A2	Algemene reparatie (variant 2)	15	1 050	15 750
V1	Versterking (variant 1)	30	1 050	31 500
V2	Versterking (variant 2)	40	1 050	42 000
V3	Versterking (variant 3)	83	1 050	87 150

Tabel 9 – Prijzen voor het niet-vereenvoudigde economische model

We gaan uit van een ideale situatie met een net heraanlegd wegvakonderdeel. De globale index vertrekt dus van de maximale waarde 0,9 in het eerste jaar ($T = 1$). De eerste lokale reparaties worden pas uitgevoerd wanneer de globale index drempelwaarde 0,8 bereikt. Wanneer voor de eerste maal lokale reparaties worden uitgevoerd, gaat het om 10 % van het totale oppervlak van het wegvakonderdeel. Dit aandeel neemt echter elk jaar toe, met een aangroefactor σ . We gebruiken voor de berekeningen een prijsindex $i = 0,03$ en een disconteringsfactor $r = 0,040$. Wanneer meteen na lokale reparaties een

visuele inspectie wordt uitgevoerd, zal geen schade worden waargenomen. Bij de voorspelling voor de waarde van de globale index na lokale reparaties kiezen we er dus voor de visuele index op de maximale waarde 0,9 te zetten, terwijl de structurele index ongewijzigd blijft. Eén jaar later echter zal de structurele index licht gedaald zijn (en we gaan ervan uit dat deze achteruitgang niet verminderd werd door de uitvoering van lokale reparaties) en zal de visuele index sterk afgenomen zijn (lokale reparaties worden aangezien als een tijdelijke maatregel die snel herhaald zal moeten worden). De achteruitgang van de visuele index na lokale reparaties moet overeenstemmen met de aangroei σ van het percentage van de oppervlakte van het wegvakonderdeel dat lokaal moet worden gerepareerd. Daarom kiezen we hier voor aangroei $\sigma = 0,09$.

Door alle parameters en prijzen te kiezen, kunnen we met het niet-vereenvoudigde economische model op eenduidige wijze het financieel optimale tijdstip voor de verschillende varianten van algemene reparatie en versterking bepalen. Deze tijdstippen, in aantal jaren uitgedrukt, worden gegeven in tabel 10. Deze tabel geeft dus aan hoelang er jaarlijks lokale reparaties dienen te worden uitgevoerd om op financieel optimale wijze geld te sparen voor de investering in een algemene reparatie of versterking. De eerste maal dat volgens dit model een lokale reparatie wordt uitgevoerd, is wanneer de globale index de drempelwaarde 0,8 bereikt. Voor een doorgangsweg voorspelt het evolutiemodel van het OCW dat de globale index van een nieuwe weg iets meer dan drie jaar na de aanleg de drempelwaarde 0,8 bereikt. Bij een verzamelweg is dat na ongeveer vier jaar en bij een weg met erffunctie is dat na vijf jaar.

	Maatregel	Tijdstip T (in jaren)
A1	Algemene reparatie (variant 1)	17
A2	Algemene reparatie (variant 2)	21
V1	Versterking (variant 1)	26
V2	Versterking (variant 2)	28
V3	Versterking (variant 3)	33

Tabel 10 – Financieel optimaal tijdstip volgens het niet-vereenvoudigde economische model

Wanneer we de evolutiemodellen uitzetten tegen de tijdstippen die in tabel 10 zijn weergegeven, komen we uit op de waarden voor de globale index zoals voorgesteld in tabel 11.

	Maatregel	I_G voor doorgangsweg	I_G voor verzamelweg	I_G voor weg met erffunctie
A1	Algemene reparatie (variant 1)	0,54	0,57	0,63
A2	Algemene reparatie (variant 2)	0,47	0,50	0,58
V1	Versterking (variant 1)	0,39	0,43	0,52
V2	Versterking (variant 2)	0,35	0,40	0,50
V3	Versterking (variant 3)	0,27	0,32	0,43

Tabel 11 – Globale index bereikt op het financieel optimale tijdstip volgens het niet-vereenvoudigde economische model, naargelang van de wegfunctie

Als alternatief scenario kunnen we veronderstellen dat er geen lokale reparaties worden uitgevoerd totdat de globale index de waarde 0,5 heeft bereikt. Dit gebeurt na ongeveer dertien jaar gebruik bij een doorgangsweg. Bij een verzamelweg is dat na ongeveer veertien jaar en bij een weg met erffunctie na achttien jaar. We nemen aan dat pas op dat ogenblik begonnen wordt aan het uitvoeren van lokale reparaties en aan het sparen voor een algemene reparatie of een versterking. In dat geval zal de eerste keer dat een lokale reparatie wordt uitgevoerd een totale oppervlakte van ongeveer 40 % van het totale oppervlak van het wegvakonderdeel moeten worden aangepakt. In het eerste jaar zal dus een bedrag van 600 € moeten worden uitgegeven om 420 m² te repareren. Het financieel optimale tijdstip voor de verschillende varianten van algemene reparatie en versterking, in aantal jaren uitgedrukt, wordt voor dit alternatieve scenario in tabel 12 gegeven.

	Maatregel	Tijdstip T (in jaren)
A1	Algemene reparatie (variant 1)	10
A2	Algemene reparatie (variant 2)	14
V1	Versterking (variant 1)	17
V2	Versterking (variant 2)	19
V3	Versterking (variant 3)	23

Tabel 12 – Financieel optimaal tijdstip volgens het niet-vereenvoudigde economische model – Alternatief scenario

Wanneer we de evolutiemodellen uitzetten tegen de tijdstippen die in tabel 12 zijn weergegeven, komen we uit op de waarden voor de globale index zoals voorgesteld in tabel 13.

Uit tabel 11 en tabel 13 blijkt dat de drempelwaarden 0,5 voor algemene reparaties en 0,3 voor versterking ook volgens het niet-vereenvoudigde economische model redelijk goed overeenstemmen met het financieel optimale tijdstip voor de onderhoudsmaatregelen.

	Maatregel	I_G voor doorgangsweg	I_G voor verzamelweg	I_G voor weg met erffunctie
A1	Algemene reparatie (variant 1)	0,50	0,51	0,55
A2	Algemene reparatie (variant 2)	0,43	0,45	0,50
V1	Versterking (variant 1)	0,38	0,40	0,46
V2	Versterking (variant 2)	0,34	0,37	0,44
V3	Versterking (variant 3)	0,27	0,31	0,40

Tabel 13 – Globale index bereikt op het financieel optimale tijdstip volgens het niet-vereenvoudigde economische model, naargelang van de wegfunctie - Alternatief scenario

In beide scenario's wordt er evenwel van uitgegaan dat de in de berekeningen voorziene uitgaven voor lokale reparaties ook echt besteed worden en dat dit een invloed heeft op de globale index die de kwaliteit van het wegvakonderdeel beschrijft. We geven in tabel 14 aan waar de globale index zou uitkomen indien tot op het financieel optimale tijdstip voor de uitvoering van de algemene onderhoudsmaatregelen geen lokale reparaties werden uitgevoerd.

	Maatregel bij scenario met sparen vanaf $I_G = 0,8$	I_G voor doorgangsweg	I_G voor verzamelweg	I_G voor weg met erffunctie
A1	Algemene reparatie (variant 1)	0,31	0,35	0,45
A2	Algemene reparatie (variant 2)	0,18	0,24	0,36
V1	Versterking (variant 1)	0,03	0,10	0,25
V2	Versterking (variant 2)	0	0,04	0,21
V3	Versterking (variant 3)	0	0	0,10
	Maatregel bij scenario met sparen vanaf $I_G = 0,5$	I_G voor doorgangsweg	I_G voor verzamelweg	I_G voor weg met erffunctie
A1	Algemene reparatie (variant 1)	0,23	0,25	0,31
A2	Algemene reparatie (variant 2)	0,10	0,14	0,22
V1	Versterking (variant 1)	0,01	0,06	0,15
V2	Versterking (variant 2)	0	0	0,11
V3	Versterking (variant 3)	0	0	0,02

Tabel 14 – Globale index bereikt op het financieel optimale tijdstip volgens het niet-vereenvoudigde economische model, naargelang van de wegfunctie en indien geen lokale reparaties werden uitgevoerd

Uit de resultaten in tabel 14 mag gerust worden besloten dat zonder lokale reparaties het financieel optimale tijdstip niet langer in de buurt ligt van een technisch verantwoord tijdstip voor de uitvoering van de algemene reparaties en de minder dure varianten van versterking.

9.4.2 Technisch verantwoorde drempelwaarden voor de globale index – Verouderingsproces van een weg

Het technische levensverhaal van een weg kan in grote lijnen als volgt worden samengevat. Een nieuw aangelegde weg zal na een tijdje toe zijn aan een eerste onderhoudsbeurt, die uit lokale reparaties zal bestaan. Wanneer een weg een zekere ouderdom bereikt, ligt het in de verwachtingen dat een algemene reparatie zal moeten plaatsvinden, die echter niet ingrijpt in de fundering van de wegconstructie. Heel wat later pas zal een versterking van de wegconstructie nodig zijn, of zal de weg met inbegrip van de fundering moeten worden heraangelegd.

In tabel 8 vinden we de tijdstippen terug die volgens de standaardevolutiemodellen voor wegen met een asfaltverharding overeenstemmen met de drempelwaarden die aanleiding geven tot het inplanen van verschillende soorten van onderhoudsmaatregelen. Deze stemmen min of meer overeen met de tijdstippen waarop in het technische levensverhaal dergelijke onderhoudsmaatregelen moeten worden genomen.

Voor wegen met een betonverharding geven we de tijdstippen aan in tabel 15 en voor wegen met een elementenverharding in tabel 16. Ook hier stemmen de tijdstippen min of meer overeen met de tijdstippen waarop in het technische levensverhaal dergelijke onderhoudsmaatregelen moeten worden genomen.

Drempelwaarden voor I_G	Tijdstip evolutie-model doorgangsweg	Tijdstip evolutie-model verzamelweg	Tijdstip evolutie-model weg met erffunctie
0,8	6	7	8
0,5	21	23	29
0,3	31	34	43

Tabel 15 – Tijdstippen waarop de drempelwaarden volgens de evolutiemodellen voor wegen met een betonverharding bereikt worden (zonder lokale reparaties uit te voeren)

Drempelwaarden voor I_G	Tijdstip evolutie-model doorgangsweg	Tijdstip evolutie-model verzamelweg	Tijdstip evolutie-model weg met erffunctie
0,8	5	6	7
0,5	17	19	24
0,3	26	28	35

Tabel 16 – Tijdstippen waarop de drempelwaarden volgens de evolutiemodellen voor wegen met een elementenverharding bereikt worden (zonder lokale reparaties uit te voeren)

Zoals in § 1.2 al is vermeld, wordt een weg gedimensioneerd voor een theoretische levensduur van twintig tot dertig jaar bij een weg met een asfaltverharding en voor een wat langere tijd (tot veertig jaar) bij een weg met een betonverharding. We vinden deze levensduur terug bij drempelwaarde 0,3. Het valt bovendien te verwachten dat intussen een algemene reparatie nodig zal zijn, die we terugvinden bij drempelwaarde 0,5.

Deze bedenkingen van technische aard bewegen ons ertoe 0,5 en 0,3 als algemeen geldende drempelwaarden voor de globale index te bestempelen en in de onderhoudsstrategieën van de OCW-systeematiek geen lagere drempelwaarden te gebruiken – zoals uit de economische verantwoording van drempelwaarden zou kunnen worden afgeleid.



Hoofdstuk 10

Onderhoudsstrategieën

Een belangrijk onderdeel van een wegbeheersysteem bestaat in het analyseren van de gevolgen van bepaalde strategische keuzen voor de toepassing van onderhoudsmaatregelen. In de OCW-systematiek zijn achttien verschillende onderhoudsstrategieën gedefinieerd. Elke strategie stelt een andere combinatie van onderhoudsmaatregelen voor.

Wanneer met de evolutiemodellen voorspeld wordt dat de globale index van een wegvakonderdeel een drempelwaarde bereikt, stelt de strategie voor al of niet een bepaalde onderhoudsmaatregel toe te passen. De verschillende strategieën zullen dus voor eenzelfde wegvakonderdeel over een looptijd van twintig tot dertig jaar een andere opeenvolging van onderhoudsmaatregelen voorstellen.

10.1 Combinaties van onderhoudsmaatregelen

De OCW-systematiek gaat uit van achttien verschillende strategieën, die elk bij de verschillende interventiedrempels een andere combinatie van onderhoudsmaatregelen voorstellen. Tabel 2 geeft het overzicht van de verschillende strategieën.

Strategie 18 dient enkel als referentie, want ze stelt voor nooit reparaties of versterking uit te voeren. In dat geval gaat de algemene staat van het wegennet er stelselmatig op achteruit. Alle andere strategieën stellen voor een actie te ondernemen wanneer voorspeld wordt dat de globale index van een wegvakonderdeel een drempelwaarde bereikt. Bij de drempelwaarde 0,8 stellen ze allemaal lokale reparaties voor. De variatie tussen de verschillende strategieën bestaat dus uit wat ze bij de drempelwaarden 0,5 en 0,3 voorstellen.

De strategieën 1 tot en met 9 lijken sterk op elkaar. Alle stellen bij de drempelwaarde 0,5 een algemene reparatie en bij 0,3 een versterking voor. Ze verschillen van elkaar door de variant die ze voor de algemene reparatie of de versterking voorstellen. Strategie 1 stelt de duurste varianten voor, strategie 9 de goedkoopste.

De strategieën 10, 11 en 12 stellen bij de drempelwaarde 0,5 voor lokale reparaties uit te voeren in plaats van een algemene reparatie toe te passen. Bij de drempelwaarde 0,3 stellen ze een verschillende versterkingsvariant voor.

De strategieën 13, 14, 15 en 16 stellen voor niet alleen bij de drempelwaarde 0,5, maar ook bij de drempelwaarde 0,3 een algemene reparatie uit te voeren. De strategieën 13 en 14 stellen voor om bij beide drempelwaarden eenzelfde variant toe te passen, maar verschillen in de variant die ze voorstellen. De strategieën 15 en 16 stellen bij de drempelwaarde 0,5 de goedkoopste en bij de drempelwaarde 0,3 één van de duurere varianten voor.

Strategie 17 stelt bij alle drempelwaarden lokale reparaties voor.

10.2 Vergelijking van onderhoudsstrategieën

De verschillende onderhoudsstrategieën stellen andere onderhoudsmaatregelen voor, en soms ook op andere tijdstippen. Daardoor zal de benodigde, jaarlijkse investering in onderhoudsmaatregelen

verschillen en zal ook het effect op de algemene kwaliteit van het wegennet (uitgedrukt in de waarden van de globale index, die voorspeld worden) anders zijn.

De verschillen tussen de strategieën bieden bijvoorbeeld de mogelijkheid aan te tonen welk effect het nalaten van algemene reparaties bij de drempelwaarde 0,5 heeft: vergelijk de resultaten van de strategieën 10, 11 en 12 met die van de strategieën 1 tot en met 9. Hier is het belangrijk de evolutie van de kwaliteit van het wegennet op lange termijn te bekijken.

Het effect van een duurdere variant van algemene reparaties wordt zichtbaar door bijvoorbeeld de strategieën 1, 2 en 3 met elkaar te vergelijken. Hier is het belangrijk naast de hogere prijs voor de duurdere variant ook te kijken naar het tijdstip waarop zich voor het onderhouden wegvakonderdeel een volgende onderhoudsbeurt aankondigt.

De strategieën 13 tot en met 15 geven een idee van de effecten op de algemene staat van het wegennet indien ervoor gekozen wordt in algemene reparaties te investeren. Dit lijkt een interessante optie wanneer vergeleken wordt met strategieën waarin wél veel duurdere versterkingsmaatregelen worden gepland en wanneer de strategieën werkzaamheden moeten uitstellen omdat er met een beperkt jaarlijks budget wordt gepland.

10.3 Effecten van de keuze van een strategie op de staat van het wegennet

Sommige strategieën stellen voor om bij bepaalde drempelwaarden helemaal geen onderhoudsmaatregel toe te passen, of een andere soort van onderhoud uit te voeren dan die waarvoor de drempelwaarde bedoeld is. Daardoor worden werkzaamheden uitgesteld of zullen later zwaardere onderhoudsmaatregelen moeten worden gepland. Dit heeft financiële gevolgen: uitstel van werkzaamheden schuift de bijbehorende uitgaven door, maar kan er ook toe leiden dat later meer zal moeten worden uitgegeven voor duurdere onderhoudswerken. Dit heeft ook technische gevolgen: uitstel van werkzaamheden betekent dat het wegoppervlak er in het daaropvolgende jaar verder op zal achteruitgaan en dus waarschijnlijk minder aan de verwachtingen van de gebruiker zal voldoen; op de lange duur zal er zoveel schade zijn, dat een andere onderhoudsmaatregel zal moeten worden toegepast.

10.4 Plannen bij een beperkt jaarlijks budget

Wanneer een strategie meer onderhoudswerken voorstelt dan met het beschikbare budget haalbaar is, kan ook worden beslist slechts een deel van de werkzaamheden uit te voeren en de rest tot een volgend jaar uit te stellen. Als de strategie voor het volgende jaar in weinig onderhoudswerken voorziet, zodat het voor dat jaar beschikbare budget niet hoeft te worden opgebruikt, kunnen dan enkele van de uitgestelde werkzaamheden worden uitgevoerd. Zo kunnen de investeringen gelijkmatiger over opeenvolgende jaren worden gespreid. Het risico bestaat echter dat een onderhoudsmaatregel die (enkele jaren na elkaar) is uitgesteld niet langer de gepaste maatregel is en dat de strategie een andere, duurdere onderhoudsmaatregel zal voorstellen.

Per strategie s worden de totale investeringen I_{sX} in het toekomstige jaar X berekend:

$$I_{sX} = \sum_{i=1}^{N_{sX}} I_i$$

waarbij gesommeerd wordt over alle N_{sx} verschillende onderhoudswerkzaamheden i die volgens strategie s in het toekomstige jaar X zouden moeten plaatsvinden, en I_i de investering voor de onderhoudswerkzaamheden i is. Onderhoudswerk i bestaat erin een onderhoudsmaatregel (één van de varianten van lokale reparaties, algemene reparaties of versterking) in een welbepaald wegvakonderdeel j uit te voeren.

Het aldus berekende bedrag I_{sx} kan worden vergeleken met het voor het jaar X beschikbare budget. Zo kan worden uitgemaakt of het beschikbare budget al of niet volstaat voor de uitvoering van strategie s . De strategieën die een hoger investeringsbedrag dan het beschikbare budget vragen, kunnen zo worden uitgesloten. Als de beheerder toch een strategie wenst te volgen die een hogere investering dan het beschikbare budget vraagt, kan hiermee worden geraamd met welk bedrag het jaarlijkse budget moet worden verhoogd.

10.5 Optimaal afschrijven van de investeringen

Door een onderhoudsmaatregel uit te voeren, wordt de kwaliteit van de weg weer verhoogd. Met de evolutiemodellen kan worden voorspeld hoelang het zal duren tot de globale index van dit wegvakonderdeel weer een drempelwaarde zal bereiken. Over die tijd kan de investering in de onderhoudsmaatregel worden afgeschreven. Wanneer we deze berekening maken voor alle onderhoudsmaatregelen die een strategie voorstelt, krijgen we een idee van de financiële erosie. De strategie die de kleinste afschrijvingen mogelijk maakt, is de strategie waarin het waardeverlies door veroudering van het wegennet het kleinst is. Van alle strategieën die het mogelijk maken met het jaarlijks beschikbare budget aan onderhoud te doen, is de strategie met de kleinste afschrijvingen de optimale.

Om de afschrijvingen te kunnen berekenen, kunnen de volgende formules worden gebruikt. Een strategie s stelt in een bepaald toekomstig jaar een aantal onderhoudswerken voor die elk in één van de vele wegvakonderdelen zouden moeten plaatsvinden. Voor onderhoudswerk i dat strategie s voor wegvakonderdeel j in het jaar X voorstelt, wordt de contante waarde van de afschrijving, A_{sj} , berekend:

$$A_{sj} = \left(\frac{I_i}{X_{ij}} \right) \cdot f(X_{ij})$$

I_i = de investering voor de onderhoudswerken i .

X_{ij} = de restlevensduur in jaren van wegvakonderdeel j als gevolg van onderhoudswerk i in dat wegvakonderdeel.

$f(X_{ij})$ = een disconteringsfunctie.

Onderhoudswerk i bestaat erin een welbepaalde onderhoudsmaatregel m - één van de varianten van algemene reparaties of van versterking - in een welbepaald wegvakonderdeel j uit te voeren. De restlevensduur X_{ij} van wegvakonderdeel j na de uitvoering van de genoemde onderhoudsmaatregel m in wegvakonderdeel j kan worden berekend met de formule:

$$X_{ij} = (I_G - dw_n) / ((1 + T_j) \cdot B_m)$$

I_G = de globale index nadat onderhoudswerk i in wegvakonderdeel j is toegepast.

S_n = de volgende drempelwaarde gelijk aan 0,5 of 0,3 die wegvakonderdeel j in de toekomst zal bereiken als ondertussen geen lokale reparaties worden uitgevoerd.

T_j = een parameter die afhankelijk is van de functie die het wegvakonderdeel j heeft (doorgangsweg, verzamelmweg of weg met erffunctie) en de impact van het zware verkeer uitdrukt.

B_m = een parameter die bij onderhoudsmaatregel m hoort.

Door gebruik te maken van de notaties van § 8 kan B_m worden berekend met de formule:

$$B_m = \frac{1}{2} \cdot (K_{1k} \cdot B_{1j} + K_{2k} \cdot B_{2j})$$

Een goede kandidaat voor functie f is:

$$f(X_{ij}) = [(1+r)^{X_{ij}} - 1] / [r \cdot X_{ij} \cdot (1+r)^{X_{ij}}]$$

r = de disconteringsfactor.

In welk jaar de globale index van een bepaald wegvakonderdeel voor het eerst een drempelwaarde bereikt, is onafhankelijk van de onderhoudsstrategie. Elke strategie zal dus voor een welbepaald wegvakonderdeel in hetzelfde jaar een onderhoudsvoorstel doen. Wel zal de soort van onderhoudsmaatregel, en dus ook de investering die daarvoor nodig is, naargelang van de strategie verschillen. Ook de restlevensduur van het wegvakonderdeel na de onderhoudsmaatregelen die de strategieën voorstellen, zal verschillen. De contante waarde van de afschrijving verschilt dus ook, en bovendien kan een grote investering die over een lange periode wordt afgeschreven een kleinere contante waarde van de jaarlijkse afschrijving opleveren dan een kleine investering die over een korte periode wordt afgeschreven.

Door alle contante afschrijvingen A_{si} te sommeren over alle N_{sX} verschillende onderhoudswerken i die volgens strategie s in het toekomstige jaar X zouden moeten worden uitgevoerd, wordt het totale bedrag A_{sX} aan contante afschrijvingen berekend voor alle onderhoudsmaatregelen die in het jaar X zouden moeten plaatsvinden:

$$A_{sX} = \sum_{i=1}^{N_{sX}} A_{si}$$

Wanneer we beslissen om in een venster van bijvoorbeeld drie, zes of negen jaar vooruit te kijken, kunnen we per strategie s de contante afschrijvingen voor alle onderhoudswerkzaamheden binnen dat venster bij elkaar optellen:

$$A_s(N) = \sum_{X=1}^N A_{sX}$$

N = het aantal jaren in het venster (dus bijvoorbeeld $N = 3, 6$ of 9).

De strategie met het kleinste $A_s(N)$ -bedrag beperkt de jaarlijkse erosie van de investeringen in onderhoudsmaatregelen tot een minimum.

Deze redenering wordt minder betrouwbaar bij voorspellingen op lange termijn. Vandaar dat we voorstellen deze analyse niet uit te voeren op vensters van meer dan negen jaar.

10.6 Kiezen tussen maatregelen bij een te krap budget

Wanneer een strategie s een groter budget vraagt dan wat er beschikbaar is, kan bij die strategie ook systematisch slechts een deel van de uit te voeren werkzaamheden worden ingepland en het andere deel een jaar worden uitgesteld. De vraag is dan welke werken best kunnen worden uitgevoerd.

Er kan voor worden gekozen de werken i met de kleinste contante afschrijvingen A_{si} eerst uit te voeren, aangezien die werken de kleinste financiële erosie vertonen: dit zijn de investeringen in onderhoud die het langst een positief effect hebben op de staat van het wegvakonderdeel (in de voorspelde toekomstige waarden van de globale index uitgedrukt).

10.7 Rekening houden met deelnetten of specifieke wensen

Vaak is het wegennet van een gemeente niet homogeen: landelijke gemeenten hebben woonkernen en landwegen, fusiegemeenten hebben meerdere dichtbevolkte zones met een eigen karakter, steden hebben wijken met verschillende functies (toeristische zones, winkelstraten, woonstraten, enz.). Het kan dus nuttig zijn het wegennet in deelnetten op te splitsen en voor elk deelnet een afzonderlijke planning op te maken. Op die manier kunnen specifieke wensen (zoals een specifieke eis aan de minimale kwaliteit van een deelnet) gemakkelijk op één deel van het net worden toegepast of kunnen op verschillende deelnetten andere onderhoudsstrategieën worden verkozen. Het kan ook interessant zijn de verschillen te zien tussen toepassing van één strategie op het hele net en toepassing van verschillende strategieën op verschillende deelnetten.

Binnen een wegennet of een deel ervan kan een wegbeheerder ook voor een klein aantal wegvakonderdelen een hoge prioriteit wensen. Het kan dus interessant zijn per wegvakonderdeel een eis aan de minimale kwaliteit te kunnen stellen.

10.8 Indicator voor de prioriteit van werkzaamheden

Een andere manier om de onderlinge prioriteiten vast te stellen voor wegvakonderdelen waarvoor een strategie s in een bepaald jaar X een onderhoudsmaatregel heeft gepland, bestaat in het gebruik van een speciaal daarvoor gedefinieerde indicator Q . Deze indicator combineert het technische aspect, het financiële aspect en de specifieke wensen van de wegbeheerder.

Voor elk wegvakonderdeel waarvoor strategie s in werkzaamheden voorziet, berekenen we een waarde voor indicator Q .

Voor het technische aspect beschouwen we $Q_1 = 0,9 - I_G$, waarin I_G de voorspelde waarde van de globale index voor het betrokken wegvakonderdeel in het jaar X is.

Wat het financiële aspect betreft, beschouwen we voor werkzaamheden i in het wegvakonderdeel $Q_2 = 0,9 - (A_{si} / A_{sX})$, waarin A_{si} de contante afschrijving voor de werkzaamheden i is en A_{sX} de som van de contante afschrijvingen is van alle werkzaamheden die strategie s voor het jaar X in het vooruitzicht stelt.

De wensen van de wegbeheerder drukken we uit als $Q_3 = 0,8 - N / 5$, waarin $N = 1$ voor de werkzaamheden die volgens de wegbeheerder een hoge prioriteit hebben, $N = 2$ voor de werkzaamheden die de wegbeheerder noodzakelijk acht en $N = 3$ voor de werkzaamheden die de wegbeheerder minder prioritair vindt.

De wegbeheerder kiest het gewicht dat hij aan elk van de drie criteria wil geven: W_1 voor het technische aspect, W_2 voor het economische aspect en W_3 voor zijn specifieke wensen. De waarden van W_1 , W_2 en W_3 moeten positieve getallen zijn.

De Q -indicator is een getal tussen 0 en 1 en wordt bepaald door de volgende formule:

$$Q = (Q_1 \cdot W_1 + Q_2 \cdot W_2 + Q_3 \cdot W_3) / (W_1 + W_2 + W_3)$$

Hoe lager de waarde van de globale index, en hoe slechter dus de staat waarin het wegvakonderdeel verkeert, hoe groter de waarde van Q_1 .

Hoe kleiner de contante afschrijving $A_{s,i}$ en hoe kostenefficiënter dus de bijbehorende onderhoudswerken i , hoe groter de waarde van Q_2 .

Hoe belangrijker de wegbeheerder werkzaamheden in een wegvakonderdeel vindt, hoe groter de waarde van Q_3 is.

De gewichten W_1 , W_2 en W_3 geven aan in welke mate de criteria bijdragen aan het bepalen van de waarden voor Q . Wanneer het gewicht van een criterium op 0 wordt gezet, speelt dit criterium uiteraard niet mee in het bepalen van de prioriteiten.

Hoe groter de waarde van Q voor een wegvakonderdeel, hoe hoger de prioriteit van de werkzaamheden i in dat wegvakonderdeel.

Het is aan de wegbeheerder om te oordelen of het gebruik van een dergelijke Q -indicator gewenst is bij de automatische bepaling van de prioriteiten tussen de werkzaamheden waarvoor strategie s in een bepaald jaar X een onderhoudsmaatregel in het vooruitzicht stelt. Dit geldt meer bepaald wanneer het beschikbare budget voor het jaar X kleiner is dan het volgens strategie s benodigde budget.

Hoofdstuk 11

Voorstelling en communicatie van resultaten van een PMS-analyse

De voorstellingswijze van de resultaten van een analyse met een PMS en de graad van technische of financiële details die worden verstrekt, moeten worden aangepast aan het doelpubliek aan wie de resultaten worden gecommuniceerd.

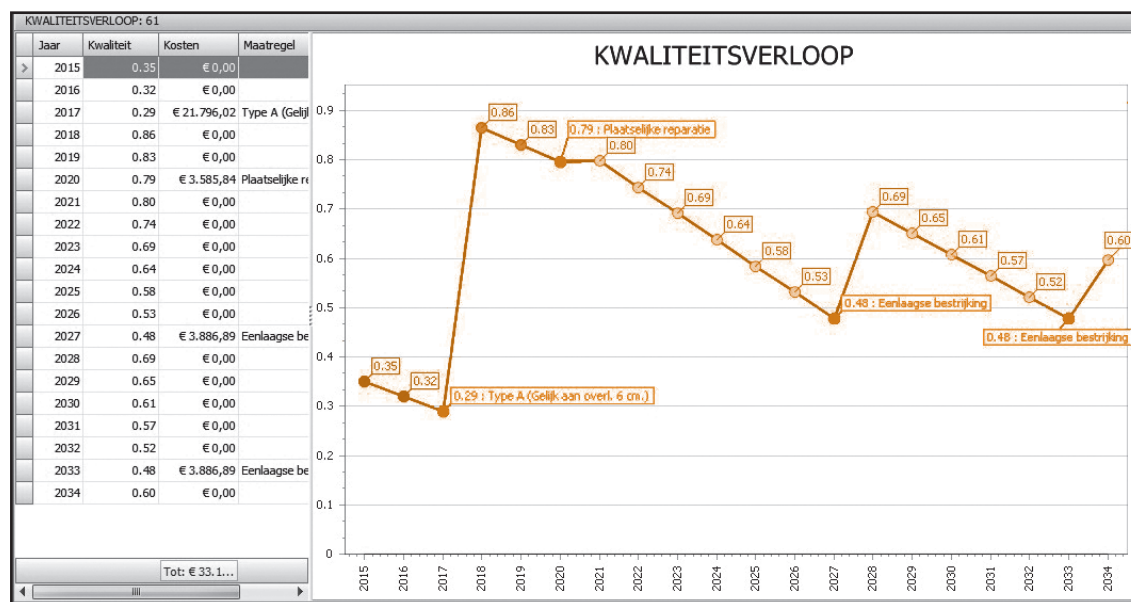
11.1 Lijsten

Elke strategie die de OCW-systematiek voorstelt, geeft voor elk wegvakonderdeel aan in welk toekomstig jaar een onderhoudsmaatregel zou moeten plaatsvinden. Er kan dus een lijst worden gemaakt van alle onderhoudsmaatregelen die de strategie op het wegennet voorstelt. Deze lijst kan per jaar van uitvoering worden geordend, zodat ze een overzicht van de uit te voeren werkzaamheden geeft.

Een dergelijke lijst kan ook per deelnet worden opgemaakt, of aan de hand van een andere opdeling van het wegennet (bijvoorbeeld naar wegfunctie of naar soort van wegverharding).

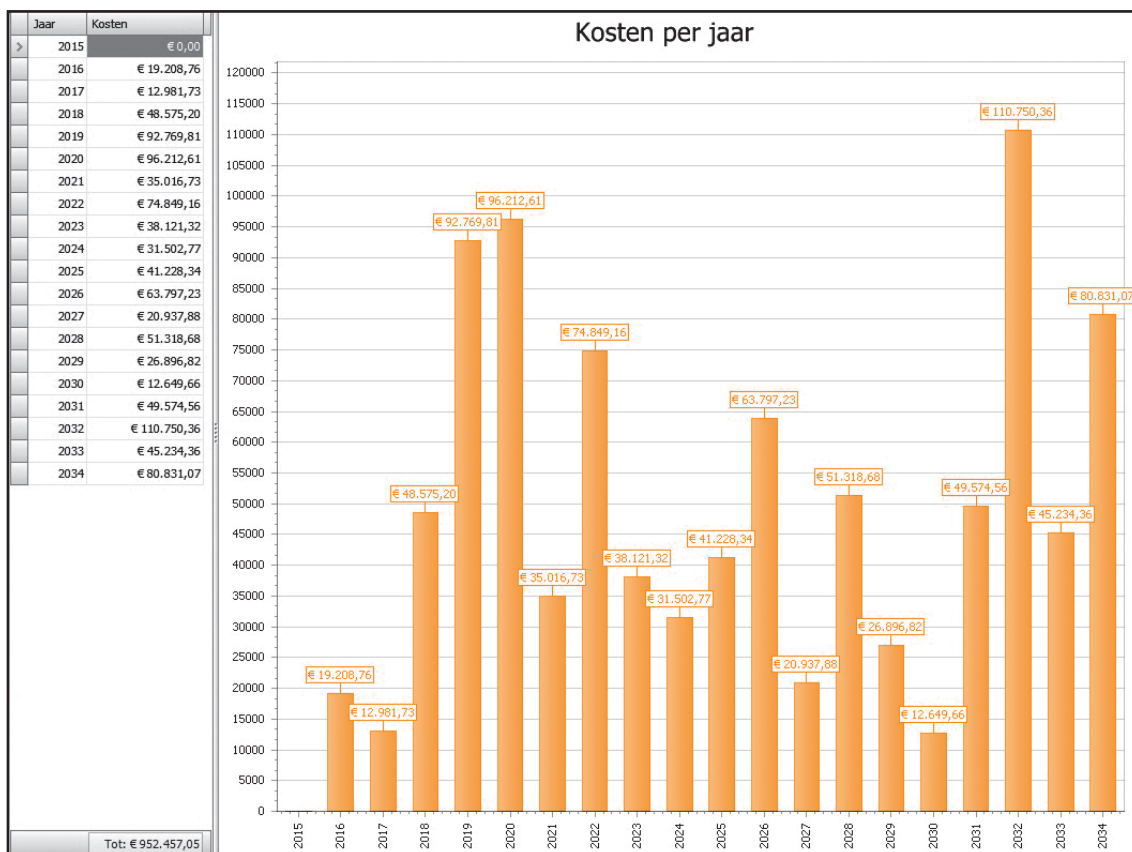
11.2 Diagrammen

De evolutie van de globale index van een wegvakonderdeel, rekening houdend met de onderhoudsmaatregelen die een strategie voorstelt, kan in een eenvoudige grafiek worden weergegeven.



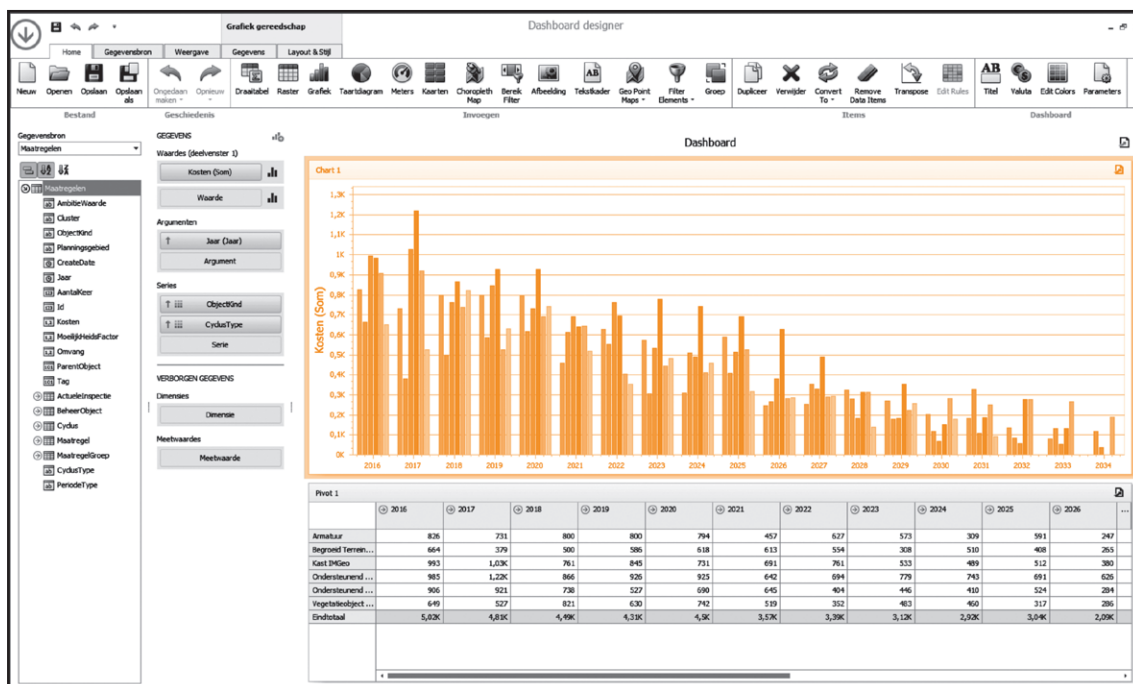
Figuur 3 – Weergave van het kwaliteitsverloop voor een wegvakonderdeel in een eenvoudige grafiek

Een kolomendiagram kan op doorzichtige wijze aangeven welke budgetten moeten worden uitgetrokken voor de onderhoudsmaatregelen die de strategie over een periode (bijvoorbeeld twintig jaar) voorstelt.



Figuur 4 – Weergave van het verloop van de kosten per jaar voor de voorgestelde maatregelen van een strategie in een kolomendiagram

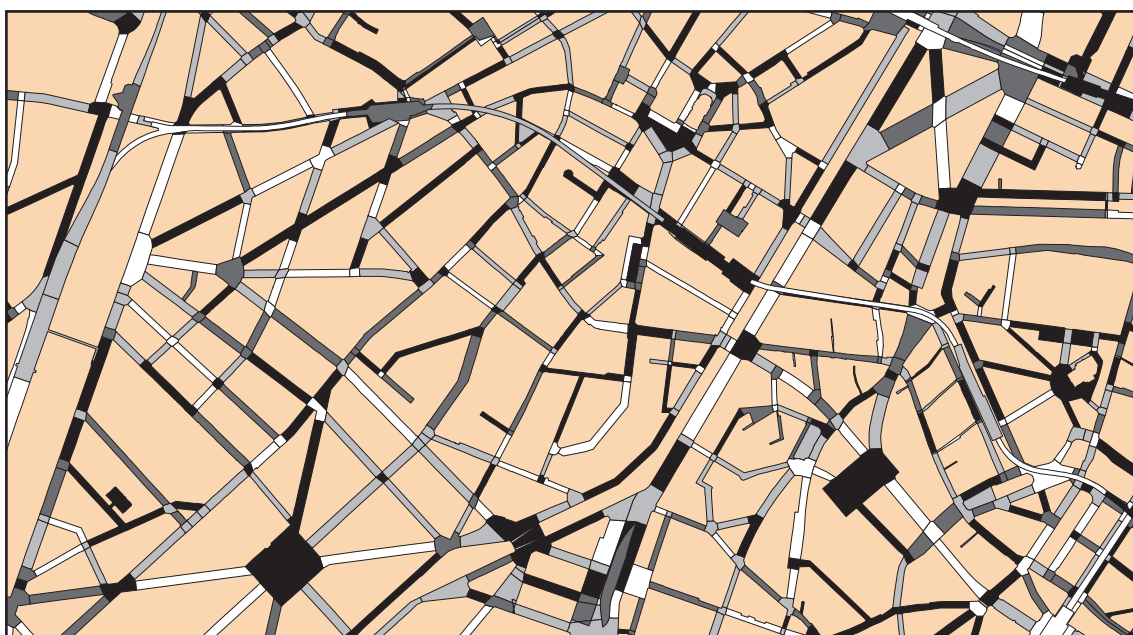
Ook de verdeling van de budgetten tussen de verschillende onderhoudsmaatregelen kan met een kolomendiagram worden weergegeven.



Figuur 5 – Weergave van de kosten per jaar voor elke maatregel in een kolommendiagram met tabel

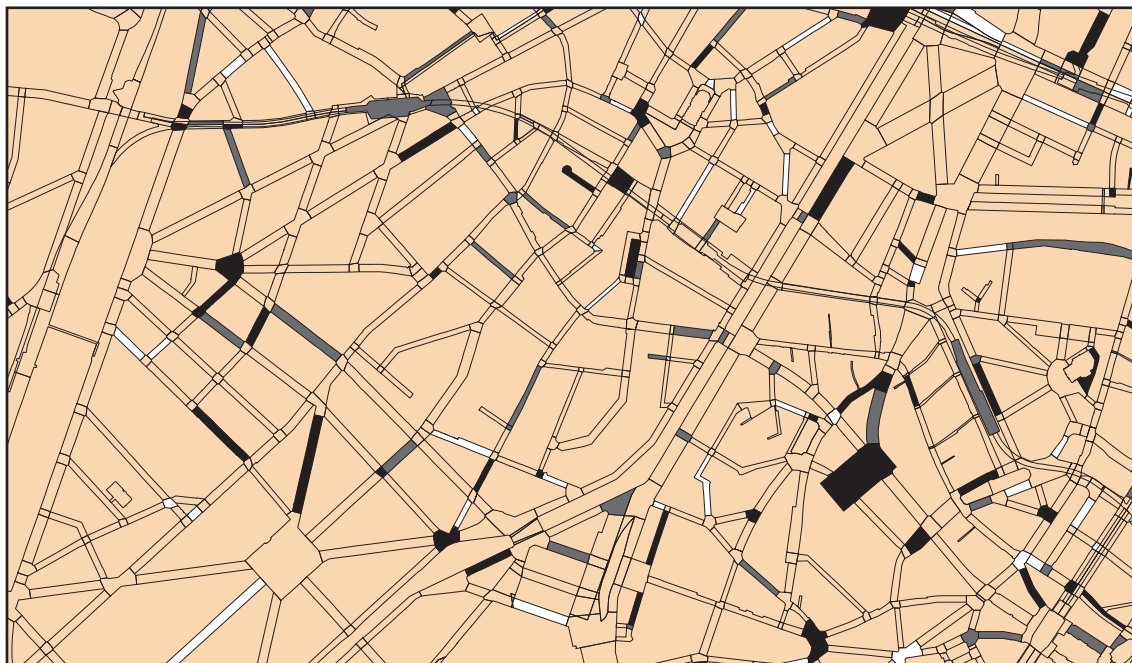
11.3 Kaarten

Een kaart waarop elk wegvakonderdeel een kleur krijgt en waarbij de kleur overeenstemt met de categorie waarin het zich bevindt, geeft in één oogopslag een totaalbeeld van de algemene conditie waarin het wegennet verkeert. Deze kaart vestigt echter ook de aandacht op de wegen die zich in slechte staat bevinden en waarvoor het tijd wordt aan versterking of reconstructie te denken.



Figuur 6 – Voorstelling op kaart van de toewijzing van de wegvakonderdelen aan de kwaliteitsklassen volgens de globale index (wit voor $I_g > 0,8$, lichtgrijs voor $0,8 \geq I_g > 0,5$, donkergrijs voor $0,5 \geq I_g > 0,3$, zwart voor $I_g \leq 0,3$)

Een kaart waarop elk wegvakonderdeel een kleur krijgt indien de globale index een waarde heeft die in de buurt van een drempelwaarde komt, geeft in één oogopslag een beeld van de wegen die in de nabije toekomst onderhoud behoeven. Dit is een nuttige, aanvullende voorstellingswijze, omdat deze kaart de aandacht vestigt op de wegvakonderdelen waarvoor lokale reparaties of een algemene reparatie worden voorgesteld.



Figuur 7 – Voorstelling op kaart van de wegvakonderdelen met een globale index die ongeveer gelijk is aan een drempelwaarde tussen twee kwaliteitsklassen (wit rond drempelwaarde 0,8, grijs rond drempelwaarde 0,5, zwart rond drempelwaarde 0,3)

Beide kaarten kunnen ook worden aangemaakt voor de toestand die binnen drie jaar of op enig ander tijdstip in de toekomst wordt voorspeld, voor verschillende strategieën. Zo wordt snel duidelijk dat de gekozen strategie op middellange of lange termijn een aanzienlijke invloed kan hebben.

Hoofdstuk 12

Van netbeheer tot projectplanning

Nadat aan de hand van een PMS een analyse is gemaakt en de resultaten ervan besproken zijn, zal een budget worden toegewezen waarmee aan onderhoud kan worden gedaan. Voordat dit onderhoud echter wordt uitgevoerd, zal verder onderzoek van de reële situatie noodzakelijk zijn. Dit hoofdstuk presenteert kort hoe van een globale planning op netwerkniveau kan worden overgegaan naar de voorbereiding van concrete onderhoudsprojecten.

We beperken ons hier tot een bespreking van wat er nog aan operationele, technische informatie uit de technische parameters (verkregen uit visuele inspectie op netniveau) en de PMS-analyse kan worden gehaald. Voor een bespreking van de mogelijke oorzaken van schade aan een weg en van de bestaande werkwijzen om wegen aan te leggen of te verbeteren, verwijzen we de lezer graag door naar de verschillende publicaties in de reeks "handleidingen" van het OCW [15, 21-27]. Deze handleidingen beschrijven uitvoerig de "beste praktijken" en behandelen zowel de keuze uit onderhoudsmaatregelen als de details die bij de uitvoering van werkzaamheden belangrijk zijn.

Met de PMS-systematiek van het OCW kan een keuze worden gemaakt tussen verschillende onderhoudsstrategieën. Zodra een keuze gemaakt is, levert de OCW-systematiek ook een lijst van uit te voeren werkzaamheden af. In deze lijst wordt per jaar aangegeven welke wegvakonderdelen een onderhoudsbeurt moeten krijgen. Meteen wordt ook gesuggereerd welk type van onderhoud (lokale reparaties, algemene reparatie of versterking) zou moeten plaatsvinden. Dit hoofdstuk relateert echter de waarheidsgetrouwheid van deze lijst.

12.1 PMS ter ondersteuning van netbeheer

In eerste instantie willen we de gebruiker van de OCW-systematiek erop wijzen dat de basis van de analyse een visuele inspectie door een mens is. Een visuele inspectie is altijd enigszins subjectief, zelfs wanneer de door het OCW beschreven inspectiewijze erop gericht is de visuele inspectie zo objectief mogelijk te maken.

12.1.1 Prioriteiten bepalen

Vooral wanneer de globale index in de buurt van een drempelwaarde uitkomt, spelen de resultaten van de visuele inspectie een belangrijke rol: wanneer een inspecteur net iets meer of net iets minder schade noteert, komt de globale index net onder of net boven de drempelwaarde uit. Als gevolg daarvan wordt geoordeeld dat een bepaald type van onderhoud dan net niet meer of net nog wel verantwoord is. Daarom stellen we voor alle wegvakonderdelen naar dalende globale index te rangschikken en vervolgens de wegvakonderdelen met een globale index "in de buurt" van een drempelwaarde te selecteren.

We stellen voor alle wegvakonderdelen met een globale index binnen de intervallen $[0,85 ; 0,75]$, $[0,55 ; 0,45]$ en $[0,35 ; 0,25]$ aan een gedetailleerdere controle te onderwerpen, om na te gaan of ze in aanmerking komen voor onderhoud. Is de globale index in een bepaald wegvakonderdeel net iets hoger dan een drempelwaarde, dan kan toch al worden overwogen iets vroeger tot onderhoud over te gaan. Wanneer de globale index in een bepaald wegvakonderdeel net iets lager uitkomt dan een drempelwaarde, zou de maatregel voor een waarde boven die drempel volgens de PMS-systematiek van het OCW al niet

meer nuttig zijn. Toch zou het kunnen dat de inspecteur iets te streng geoordeeld heeft en dat onmiddellijk uitvoeren van de genoemde maatregel toch nog verantwoord is.

Wanneer zo naar de resultaten van de visuele inspectie gekeken wordt, kan op een verantwoorde wijze een lichte wijziging in de prioriteiten optreden: voor sommige wegvakonderdelen kan het onderhoud nog wat worden uitgesteld, andere wegvakonderdelen kunnen eerder onder handen worden genomen, en soms kan toch nog snel een minder ingrijpende maatregel worden genomen in plaats van de werkzaamheden uit te stellen en enkele jaren later de veel duurdere maatregel uit te voeren die de OCW-systematiek voorstelt. Voorwaarde voor deze prioriteitswijzigingen is wel dat alle betrokken wegvakonderdelen aan een grondige analyse op projectniveau worden onderworpen. Meer bepaald is het van belang dat naar de oorzaken van de aanwezige schadebeelden wordt gezocht en dat afhankelijk daarvan besloten wordt welke onderhoudswerken aangewezen zijn.

12.1.2 Preventief onderhoud

De wegvakonderdelen die in zeer slechte toestand verkeren, zijn eenvoudig aan te duiden. Ze zullen ook globale index onder 0,3 hebben en rijp zijn voor curatief onderhoud. Moeilijker is het een selectie te maken van de wegvakonderdelen die baat kunnen hebben bij minder ingrijpend preventief onderhoud. Dit zijn de wegvakonderdelen met een globale index in de buurt van 0,8 en 0,5. Het zijn ook de plaatsen waar het onderhoud moet worden uitgevoerd om het rendement van de initiële investering in de aanleg van de weg te maximaliseren. In die zin is onderhoud van de wegvakonderdelen met een globale index in de buurt van 0,8 en 0,5 van prioritair belang.

12.1.3 Visie op middellange termijn

Met de gegevens uit de visuele inspectie kan ook een planning worden gemaakt over een periode van drie of zes jaar. Het schuiven met prioriteiten betekent niets anders dan het vervroegen of uitstellen van onderhoudsmaatregelen binnen een periode van enkele jaren. De wegvakonderdelen met een globale index die nog wat verder boven een drempel zit, zullen binnen enkele jaren toch aan onderhoud toe zijn. De evolutiemodellen in de OCW-systematiek voorspellen bovendien wanneer dat zal gebeuren.

Wanneer alle wegvakonderdelen met een globale index in de buurt van een drempelwaarde aan een grondige analyse op projectniveau zijn onderworpen, zal snel duidelijk zijn hoe met de prioriteiten kan worden geschoven. Dit levert een plan van aanpak voor de eerstvolgende jaren op.

Als de visuele inspectie jaarlijks of om de twee jaar over het hele wegennet herhaald wordt, zal bijkomende informatie worden verzameld over de evolutie van de individuele wegvakonderdelen. Dit kan helpen om het plan van aanpak te valideren of aan te brengen wijzigingen te motiveren.

12.2 Extra informatie uit inspectiedata halen

De visuele inspectie die aan de evaluatie in de PMS-systematiek van het OCW ten grondslag ligt, beperkt zich tot een klein aantal schadebeelden. Bovendien wordt geen onderscheid gemaakt tussen verschillende mogelijke oorzaken van eenzelfde schadebeeld. Een typisch voorbeeld daarvan zijn scheuren in een asfaltverharding. Terwijl de visuele inspectie voor netbeheer geen onderscheid maakt, kan een scheur beperkt zijn tot het wegoppervlak of een gevolg zijn van een fundering in slechte staat. Om de oorzaak van een schadebeeld te bepalen, zal op projectniveau een diepere analyse moeten worden

gemaakt. Uit gegevens die verzameld zijn tijdens een visuele inspectie ten behoeve van netbeheer zijn evenwel nog andere conclusies te trekken.

12.2.1 Trends op netwerkniveau

Door na te gaan hoe vaak een schadebeeld in alle wegvakonderdelen met eenzelfde soort van wegverharding voorkomt, kan nuttige informatie worden vergaard over de staat van het wegennet. Een grote klassieker is ontbrekende voegvulling bij wegen met een betonplatenverharding: wanneer dit schadebeeld te vaak voorkomt, kan het verstandig zijn over het hele wegennet voegvullingen te vernieuwen. Het kan er misschien ook op wijzen dat de reparatie of het oorspronkelijke ontwerp in het verleden niet op de beste wijze is uitgevoerd. Soortgelijke bedenkingen zijn mogelijk bij de aanwezigheid van spoorvorming op bepaalde plaatsen (aan bushaltes, aan verkeerslichten, enz.).

12.2.2 Niet-homogene wegvakonderdelen

Het kan gebeuren dat een wegvakonderdeel in een bepaald deel ervan veel meer schade vertoont dan in de rest. Dit zou erop kunnen wijzen dat het wegvakonderdeel verder dient te worden opgesplitst, bijvoorbeeld omdat het deel met meer schade een andere functie (meer vrachtverkeer) heeft dan de rest van het wegvakonderdeel. Om dit te kunnen achterhalen, is een groter detail vereist dan simpelweg de door een schadebeeld aangetaste percentages van het oppervlak van het wegvakonderdeel: er moet een beeld kunnen worden gemaakt van de plaatsen waar ongeveer de schadebeelden binnen het wegvakonderdeel zijn waargenomen.

12.2.3 Eerste indicaties van schadeorzaken

Sommige combinaties van schadebeelden kunnen een eerste indicatie zijn van een veeleer structurele oorzaak, bijvoorbeeld een zwakte in de fundering.

Bij betonplaten die met asfalt zijn overlaagd, wijzen dwarsscheuren op regelmatige afstand van elkaar waarschijnlijk op verticale bewegingen van de betonplaten, die aanleiding geven tot reflectiescheuren.

Hierbij moet worden gezegd dat dit niet meer dan eerste indicaties zijn, die op projectniveau dienen te worden geverifieerd.

12.3 Aanzet tot projectvoorbereiding

Geen enkel PMS zal voldoende informatie opleveren om zonder bijkomend onderzoek een project te kunnen voorbereiden en een bestek ervoor te kunnen opstellen. We bespreken kort waaraan nog verder moet worden gedacht om een onderhoudsmaatregel die een PMS voorstelt, in een uitvoerbaar project om te zetten.

Op projectniveau beoogt de voorbereiding van werkzaamheden vanzelfsprekend problemen te detecteren en op te lossen, het uit te voeren onderhoud in detail te bepalen en een project met hoge kwaliteit uit te werken. Elk project verschilt van alle voorgaande. Bij de voorbereiding van een project moet ook het doel van de werkzaamheden voor ogen worden gehouden: het rijcomfort verbeteren (bijvoorbeeld onvlakheden wegnemen), de levensduur van de wegconstructie vrijwaren (bijvoorbeeld indringen van

water in licht uitgebrokelede of gescheurde wegdekken stoppen), de veiligheid verhogen (bijvoorbeeld stroefheid verbeteren, het wegoppervlak markeren en kleuren), de draagkracht van de wegconstructie versterken (bijvoorbeeld extra laagdikte aanbrengen), enz.

12.3.1 Ter plaatse gaan, extra inspecties indien nodig

Het is noodzakelijk bij de voorbereiding van een project opnieuw ter plaatse te gaan kijken. Een gedetailleerde visuele inspectie, waarbij op zoek wordt gegaan naar de mogelijke oorzaken van de waarneembare schade aan het wegoppervlak, is geboden (bijvoorbeeld aan de hand van een schadecatalogus [28]). Soms hebben erg op elkaar lijkende schadebeelden een heel andere oorzaak. Het opsporen van de oorzaak kan aanleiding geven tot toepassing van andere inspectietechnieken. Zo kan een kernboring op de plaats van een scheur in een bitumineuze wegverharding helpen om te bepalen hoe diep de scheur is en of het gaat om een scheur die van van het oppervlak naar beneden groeit of, net omgekeerd, op het grensvlak met de fundering begonnen is en naar boven tot aan het wegoppervlak is doorgeslagen.

Wanneer een project over een redelijk grote afstand wordt gepland, is het ook niet zeker dat eenzelfde onderhoudsmaatregel over de hele lengte de beste oplossing is. Door zones af te bakenen die zich homogeen lijken te gedragen, wordt het mogelijk verschillende onderhoudsmaatregelen in verschillende zones toe te passen. Eventueel kunnen ook laboratoriumproeven worden verricht op boorkernen, om de staat van het (gebonden) materiaal van de bestaande lagen in de wegconstructie te beoordelen.

Om de verschillende lagen in de constructie te controleren, kunnen kijkopeningen in het wegdek worden gemaakt. Voor de controle van de dikten en de verdichting van de lagen worden plaatproeven uitgevoerd. Voorts kunnen monsters van het materiaal van elke funderingslaag voor verdere analyse in het laboratorium worden genomen.

Het is niet aan te raden onderhoudswerkzaamheden uit te voeren zonder de oorzaak van de schade weg te nemen. Als de oorzaak niet wordt aangepakt, is het risico immers groot dat snel weer zeer gelijksoortige schade zal optreden. Vooral de waterhuishouding van de weg is van essentieel belang.

Bij betonplatenverhardingen kan men zich afvragen of de platen nog stevig vastliggen. Verzakkingen, hoekscheuren of trapvorming wijzen erop dat sommige platen al bewogen hebben. Een meting met de Faultimeter geeft een objectieve beoordeling van het wippen van platen en kan nuttige informatie opleveren om onderhoudswerken voor te bereiken.

Soms vindt schade aan het oppervlak haar oorzaak in een gebrek aan draagkracht van de wegconstructie. Anders gesteld, is de wegconstructie niet langer in staat het zware verkeer te dragen. Bij wegen met veel zwaar verkeer kan het eventueel nuttig zijn de draagkracht van de fundering te evalueren. Dit kan door het interpreteren van deflectiemetingen, uitgevoerd met de valgewichtdeflectiemeter.

12.3.2 Randvoorwaarden meenemen

De keuze van een onderhoudsmaatregel is ook afhankelijk van de omgeving waarin de weg zich bevindt. Om een betonplatenverharding te stabiliseren, kan worden geopteerd voor het beuken van de betonplaten alvorens ze met asfalt te overlagen. Bij de overweging van een dergelijke maatregel, dient rekening te worden gehouden dat tijdens het beuken trillingen optreden die in een bebouwde omgeving schade aan de gebouwen kunnen veroorzaken.

Een overlaging van een bestaande weg, of een verhoging van dikte van de wegverharding, kan in het vrije veld doorgaans gemakkelijk worden uitgevoerd, maar niet wanneer er hoogtebeperkingen zijn zoals voetpaden, of wanneer er huizen aan de rand van de weg staan.

Soms kan een onderhoudsmaatregel technisch wel gerealiseerd worden, maar moeten daarvoor bijkomende werkzaamheden worden uitgevoerd: ook de kantstenen vernieuwen, bijvoorbeeld. Dit zijn extra uitgaven, die kunnen meespelen in de keuze tussen verschillende mogelijke onderhoudsmaatregelen.

Ook de bestemming en de geometrie van het wegoppervlak moeten in aanmerking worden genomen, want sommige maatregelen of materialen zijn minder geschikt waar weerstand tegen tangentiële krachten nodig is (bijvoorbeeld in bochten, in remzones, op parkeerterreinen, enz.). De verkeersbelasting kan eveneens een invloed hebben (bijvoorbeeld op de keuze van de samenstelling van het materiaal bij asfaltverhardingen en de korrelmaat bij bestrijkingen en slemlagen).

Bepaalde maatregelen kunnen het verkeerslawaaï vergroten en zijn in een bebouwde omgeving minder geschikt, terwijl ze op andere locaties net ideaal kunnen zijn.

12.3.3 Andere elementen (voetpaden, fietspaden, riolering, enz.) meenemen

De rijbaan is natuurlijk niet het enige onderdeel van het wegenpatrimonium dat onderhouden moet worden. Onder gemeentewegen ligt vaak riolering en er zijn ook voet- en fietspaden. Werkzaamheden aan de rijbaan dienen te worden afgestemd op werkzaamheden aan de riolering en soms wordt van de gelegenheid van onderhoud aan de rijbaan gebruikgemaakt om een nieuw voet- of fietspad aan te leggen.

12.3.4 Beperkt budget

Soms kan voor eenzelfde project uit technisch oogpunt tussen verschillende onderhoudstechnieken met een verschillend prijskaartje worden gekozen. Wanneer op centen moet worden gelet, kan worden overwogen of het aanzien van het eindresultaat van hoog belang is en of bepaalde duurdere maatregelen niet kunnen worden beperkt tot een paar homogene zones die een dergelijke ingreep echt nodig hebben.

12.3.5 Kwaliteit van de uitvoering

Reparaties goed uitvoeren is ook een garantie voor een duurzame oplossing. Het is daarom belangrijk de uitvoeringswijze goed voor te schrijven. Zowel de standaardbestekken als de OCW-aanbevelingen zijn goede bronnen van inspiratie en informatie over details die de kwaliteit van een reparatie ten goede komen. De netheid van het oppervlak waarop een nieuwe laag wordt aangebracht, is hiervan een voorbeeld. Ook het tijdstip of seizoen waarin de uitvoering plaatsvindt, kan een grote invloed hebben op de duurzaamheid van de maatregel.



Literatuur

- [1] **PIARC Technical Committee C6 on Road Management (2005)**
Asset Management for Roads. An Overview.
 Paris : World Road Association (PIARC).
 Online raadpleegbaar <https://www.piarc.org/en/order-library/4539-en-Asset%20Management%20for%20Roads%20-%20An%20Overview.htm>, laatst geraadpleegd 28/03/2017.
- [2] **PIARC Technical Committee C4.1 Management of Road Infrastructure Assets (2008)**
Asset Management Practice.
 Paris : World Road Association (PIARC).
 Online raadpleegbaar <https://www.piarc.org/en/order-library/6014-en-Asset%20management%20practice.htm>,
 laatst geraadpleegd 28/03/2017.
- [3] **van Hoogevest, L.; Derks, P.G.W. (2011)**
Handleiding globale visuele inspectie 2011.
 Ede : CROW (Publicatie, 146b).
- [4] **Briessinck, Margo; Van Troyen, Dirk (2013)**
PMS voor het Vlaams autosnelwegennetwerk.
 In : Belgische Wegenvereniging (BWV) (Uit.): 22ste [tweeëntwintigste] Belgisch Wegencongres [over] Delen van Kennis en Techniek ten Gunste van een Burgervriendelijke Weg, Luik, september 11-13, 2013.
 Brussel : Belgische Wegenvereniging (BWV).
- [5] **Briessinck, Margo; Van Troyen, Dirk (2013)**
Evolutiemodellen en indicatoren voor het Vlaams PMS.
 In : Belgische Wegenvereniging (BWV) (Uit.): 22ste [tweeëntwintigste] Belgisch Wegencongres [over] Delen van Kennis en Techniek ten Gunste van een Burgervriendelijke weg, Luik, september 11-13, 2013.
 Brussel : Belgische Wegenvereniging (BWV).
- [6] **Subcommittee E17.42 on Pavement Management and Data Needs (2016)**
ASTM D6433 : Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys.
 West Conshohocken (USA) : American Society for Testing and Materials (ASTM).
 Online raadpleegbaar <https://www.astm.org/Standards/D6433.htm>, laatst geraadpleegd 22/12/2016.
- [7] **Subcommittee E17.42 on Pavement Management and Data Needs (2012)**
ASTM D5340 : Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys.
 West Conshohocken (USA) : American Society for Testing and Materials (ASTM).
 Online raadpleegbaar <https://www.astm.org/Standards/D5340.htm>, laatst geraadpleegd 22/12/2016.
- [8] **Barrette, Timothy P. (2011)**
Comparison of PASER and PCI Pavement Distress Indices, Master's Report.
 Michigan Technological University, Michigan, USA.
 Online raadpleegbaar <http://digitalcommons.mtu.edu/etds/502/>, laatst geraadpleegd 23/01/2017

- [9] **Veverka, Vaclav (1988)**
De staat van onze secundaire wegen verbeteren d.m.v. het geïntegreerd beheersysteem GERSEC.
 In : De Bouwkroniek (40), 1988.
- [10] **Gorski, Michel; Vervenne, Paul; Veverka, Vaclav (1989)**
Integrated Pavement Management System for Secondary Networks.
 In : [Proceedings of the] International Seminar on Rural Road Transportation, New Delhi, April 19-22, 1989.
- [11] **Gorski, Michel; Vervenne, Paul; Veverka, Vaclav (1990)**
Gersec : A Pavement Management System for Secondary Road Networks.
 In : Road Engineering Association of Asia and Australasia (REAAA) (Uit.) (1990): Sixth Conference Road Engineering Association of Asia and Australasia. "Preservation and Management of Road Systems"; Kuala Lumpur, 4-10 March 1990.
- [12] **Gorski, Michel (1999)**
Système de gestion intégrée des réseaux secondaires du Centre de recherches routières belge.
 In : Journée Technique LAVOC, septembre 15, 1999.
- [13] **Van Geem Carl; Casse Christophe; Adolfs, T.; Diederiks, K. (2012)**
ViaBEL : a Tool for Decision Processes in Pavement Management of Secondary Road Networks in Belgium.
 In : 4th European Pavement and Asset Management Conference (EPAM 2012), Malmö, Sweden, September 5-7, 2012.
- [14] **Massart, Tim; Van Buylaere, Alain; Van Geem, Carl (2015)**
Visuele inspectie voor wegennetbeheer.
 Brussel : Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW) (Meetmethode, MN 89/15).
 Online raadpleegbaar <http://www.brcc.be/nl/artikel/mn8915>, laatst geraadpleegd 23/01/2017.
- [15] **Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW) (1986)**
Handleiding voor het dimensioneren van wegen met een cementbetonverharding.
 Brussel : Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW) (Aanbevelingen, A 57/85).
 Online raadpleegbaar <http://www.brcc.be/nl/artikel/A5785>, laatst geraadpleegd 23/01/2017.
- [16] **European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research (COST) (2005)**
Use of Falling Weight Deflectometers in Pavement Evaluation. Final Report of the Action, Main Report.
 Brussel : European Commission (EC) - Directorate General of Transport. (COST-Transport, 336).
- [17] **Delaunois, Gérard (1988)**
Maintenance et réparations des constructions : modèles économiques. Travaux de recherches.
 Liège : Université de Liège Sart-Tilman. Centre de Recherches Economiques et Démographiques de Liège.
- [18] **Glejsner, Herbert (1976)**
Calcul du taux d'actualisation applicable aux dépenses publiques en Belgique.
 In : Cahiers Economiques de Bruxelles, (1976)71, pp. 293-304.
- [19] **Glejsner, Herbert (1988)**
Le taux d'actualisation en Belgique.
 In : The Geneva Papers on Risk and Insurance - Issues and Practice, 13(1988)3, pp. 257-264. DOI: 10.1057/gpp.1988.19.

- [20] **Nationale bank van België**
Welkom bij de Nationale bank van België | nbb.be.
Online raadpleegbaar <https://www.nbb.be/nl>, laatst geraadpleegd 28/03/2017.
- [21] **Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW) (1983)**
Handleiding voor het dimensioneren van wegen met een bitumineuze verharding.
Brussel : Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW) (Aanbevelingen, A 49/83).
Online raadpleegbaar <http://www.brrc.be/nl/artikel/a4983>, laatst geraadpleegd 23/01/2017.
- [22] **Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW) (1985)**
Handleiding voor het versterken van flexibele wegen met bitumineuze materialen.
Brussel : Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW) (Aanbevelingen, A 56/85).
Online raadpleegbaar <http://www.brrc.be/nl/artikel/a5685>, laatst geraadpleegd 23/01/2017.
- [23] **Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW) (1991)**
Handleiding voor het versterken van wegen met cementbeton.
Brussel : Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW) (Aanbevelingen, A 63/91).
Online raadpleegbaar <http://www.brrc.be/nl/artikel/a6391>, laatst geraadpleegd 23/01/2017.
- [24] **Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW) (2001)**
Handleiding voor bestrijkingen.
Brussel : Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW) (Aanbevelingen, A 71/01).
Online raadpleegbaar <http://www.brrc.be/nl/artikel/a7101>, laatst geraadpleegd 23/01/2017.
- [25] **Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW) (2005)**
Handleiding voor de uitvoering van betonverhardingen.
Brussel : Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW) (Aanbevelingen, A 75/05).
Online raadpleegbaar <http://www.brrc.be/nl/artikel/a7505>, laatst geraadpleegd 23/01/2017.
- [26] **Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW) (2009)**
Handleiding voor het ontwerp en de uitvoering van verhardingen in betonstraatstenen.
Brussel : Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW) (Aanbevelingen, A 80/09).
Online raadpleegbaar <http://www.brrc.be/nl/artikel/a8009>, laatst geraadpleegd 23/01/2017.
- [27] **Werkgroep CEG-3 Drainage, Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW) (2014)**
Handleiding voor de bescherming van wegconstructies tegen de inwerking van water.
Brussel : Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW) (Aanbevelingen, A 88/14).
Online raadpleegbaar <http://www.brrc.be/nl/artikel/a8814>, laatst geraadpleegd 23/01/2017.
- [28] **Agentschap Wegen en Verkeer (AWV) (2001)**
Catalogus schade aan wegverhardingen.
Brussel : Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap (MVG); Administratie Wegen en Verkeer (AWV).
Online raadpleegbaar <https://docs.wegenenverkeer.be/Publicaties/Schadecatalogus.pdf>, laatst geraadpleegd 14/4/2017.



Alle publicaties zijn gratis downloadbaar na registratie op onze website www.ocw.be. Een papieren versie kan tegen kostprijs bij het OCW worden besteld.

Deze publicatie bestellen:

publication@brrc.be – Tel.: +32 (0)2 766 03 26


Kenmerk: MN 94 – Prijs: 18,00 €.

Andere publicaties in de reeks “Meetmethode”

In de reeks “Meetmethode” verschijnen OCW-publicaties die zijn tot stand gekomen tijdens onderzoek en steunen op de resultaten van proeven in het laboratorium of op het werk. Zij vormen een belangrijk instrument voor kwaliteitscontrole in de wegenbouw.

Kenmerk	Titel	Prijs
MN 91/16	Gebruik van grondradar voor wegconditieonderzoek – Methodieken	11,00 €€
MN 90/15	Meetmethode voor het meten van de kleur van gekleurde bitumineuze verhardingen – Bepaling aan asfaltkernen	10,00 €
MN 89/15	Visuele inspectie voor wegennetbeheer + Bijlage (Schadebeelden – Beschrijving en registratie)	20,00 €
MN 87/13	Continue meting van ovalisaties in thermoplastische leidingen	5,00 €
MN 86/13-rev.1	Continue deformatiecontrole van thermoplastische buizen voor straatriolering door middel van de BRRC-Defco-Test	5,00 €
ME 85/13	Bitumen analysis by FTIR spectrometry: testing and analysis protocol (enkel beschikbaar in het Engels)	10,00 €

Andere OCW-reeksen

-  Aanbevelingen
-  Researchverslag
-  Synthese



Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw

Uw partner voor duurzame wegen

Instelling erkend bij toepassing van de besluitwet van 30 januari 1947
Woluwedal 42
1200 Brussel
Tel.: 02 775 82 20
www.ocw.be

De kunst van wegbeheer bestaat erin tijdig te investeren in technisch verantwoord onderhoud, dat het tevens mogelijk maakt op lange termijn met zo min mogelijke financiële middelen de prestaties die van de weg worden verlangd, te blijven leveren. Het is immers de bedoeling dat een volledig nieuw aangelegde rijbaan zeker twintig of dertig jaar – en soms nog langer – mee kan voordat de wegconstructie volledig moet worden vervangen.

Bij het maken van strategische beslissingen voor investeringen in het onderhoud van wegen kan de wegbeheerder steunen op een wegbeheersysteem (*Pavement Management System – PMS*). Dat is een systematisch proces van onderhoud, modernisering en exploitatie van een patrimonium, dat engineeringprincipes koppelt aan degelijk onderbouwde commerciële praktijk en economische verantwoording, en dat instrumenten aanreikt voor een beter georganiseerde, flexibeler aanpak van de nodige besluitvorming om in te spelen op de verwachtingen van de bevolking. Tegelijk is het voor de wegbeheerder een hulpmiddel om te communiceren over de genomen beslissingen en over de effecten die andere beslissingen op de kwaliteit van het wegennet zouden hebben.

Deze publicatie beschrijft de systematiek die het OCW heeft ontwikkeld voor gemeentelijke of stedelijke, of daarmee vergelijkbare, wegennetten (vanaf hoofdstuk 4). Deze systematiek beperkt zich tot het voor voertuigen berijdbare deel (de rijbaan). Vooraf wordt in de hoofdstukken 1 en 2 uitgebreid ingegaan op onder meer de waarde van een wegenpatrimonium, het nut van tijdig en goed onderhoud, en wat een wegbeheersysteem is. In hoofdstuk 3 worden enkele voorbeelden van PMS in actie in België en het buitenland gegeven.

ITRD-trefwoorden

0132 – Prognose ; 0237 – Economische efficiëntie ; 1053 – Wegennet ; 2248 – Beslisingsproces ; 2773 – Secundaire weg ; 3037 – Pavement management system ; 3847 – Onderhoud ; 3857 – Visuele inspectie ; 5255 – Verandering ; 6268 – Proefmethode ; 8008 – België ; 9035 – Inventaris