

Onderhoudsprogramma Autosnelwegen

PMS-rapport 2018

Deze pagina werd bewust blanco gelaten

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
Inleiding	4
1. PMS	5
2. Evolutie toestand	6
3. Budgetscenario's	8
Budgetscenario 1 "geen budget"	11
Budgetscenario 2 "technisch optimum"	12
Budgetscenario 3 "34,5 miljoen euro/jaar gedurende 20 jaar"	14
Budgetscenario 4 "25,9 miljoen euro/jaar gedurende 20 jaar"	15
Budgetscenario 5 "17,3 miljoen euro/jaar gedurende 20 jaar"	16
4. Onderhoudsprogramma	17
Budgetscenario 2 "technisch optimum"	17
Budgetscenario's	18
Budgetscenario 3 "34,5 miljoen euro/jaar gedurende 20 jaar"	18
Budgetscenario 4 "25,9 miljoen euro/jaar gedurende 20 jaar"	18
Budgetscenario 5 "17,3 miljoen euro/jaar gedurende 20 jaar"	19
5. Conclusie	20
Bijlage A: Werking van PMS	23
Verticale wegopbouw	23
Verkeer	23
Toestand van het wegennet	24
Onderhoudsingrepen	25
PMS-analyse	25
Bijlage B: Meettoestellen	27
De ARAN	27
De SKM	29
Bijlage C: Oppervlakkenmerken	30
Stroefheid	30
Spoorvorming	31
Langsvlakheid	32
Scheurvorming	33
Globale toestand	34

Bijlage D: Uitvoeringstermijn	35
Bijlage E: Onderhoudsingrepen	36
Asfaltverhardingen	37
Betonverhardingen	38
Composietverhardingen	39
Brugdekverhardingen	40
Bijlage F: Eenheidsprijzen	41
Bijlage G: Grote werven 2018	43

Inleiding

Tot en met 2015 werd het onderhoudsprogramma van de autosnelwegen van de volgende jaren opgesteld op basis van de jaarlijkse meetresultaten van de toestand. Het zogenaamde RWOV-systeem¹ berekende de onderhoudsachterstand en de onderhoudsbehoeften.

Sinds 2016 wordt de evolutie van de toestand van het autosnelwegennet voorspeld met een *pavement management system* (PMS). Het PMS houdt rekening met de leeftijd van de verharding van elk wegvak en de verkeersbelasting. Op basis van die voorspelde toestand kan dan de optimale onderhoudsstrategie voor elk wegvak bepaald worden, rekening houdend met een bepaald budget. In deze analyse wordt het volledige autosnelwegennet als één netwerk beschouwd. Er wordt bijgevolg geen expliciete opsplitsing gemaakt per provincie.

De werking van het PMS wordt in hoofdstuk 1 kort toegelicht. Hoofdstuk 2 geeft een overzicht van de evolutie van de toestand van het autosnelwegennet. Hoofdstuk 3 geeft de resultaten voor verschillende budgetscenario's. Het voorstel voor het onderhoudsprogramma voor de volgende jaren wordt in hoofdstuk 4 samengevat.

Dit PMS-rapport is gebaseerd op de toestand van de verhardingen zoals opgemeten in 2018. Alhoewel het PMS de toestand voorspelt voor de volgende 20 jaar, dient deze voorspelling vooral om het onderhoud voor de volgende 3 à 5 jaar te plannen. In de grafieken van de voorspelde toestand en nodige budgetten worden wel de voorspellingen voor de volgende 10 jaar weergegeven. Jaarlijks worden de voorspellingen bijgestuurd met een nieuwe PMS-analyse op basis van de meest recente metingen.

In deze analyse van 2018 werd het model uitgebreid met een structuurtype om brukdekverhardingen te beoordelen. Tevens werd het evolutiemodel voor de spoorvorming verder geoptimaliseerd zodat het beter overeenkomt met de werkelijkheid.

ir. Margo Briessinck
senior adviseur wegstructuren

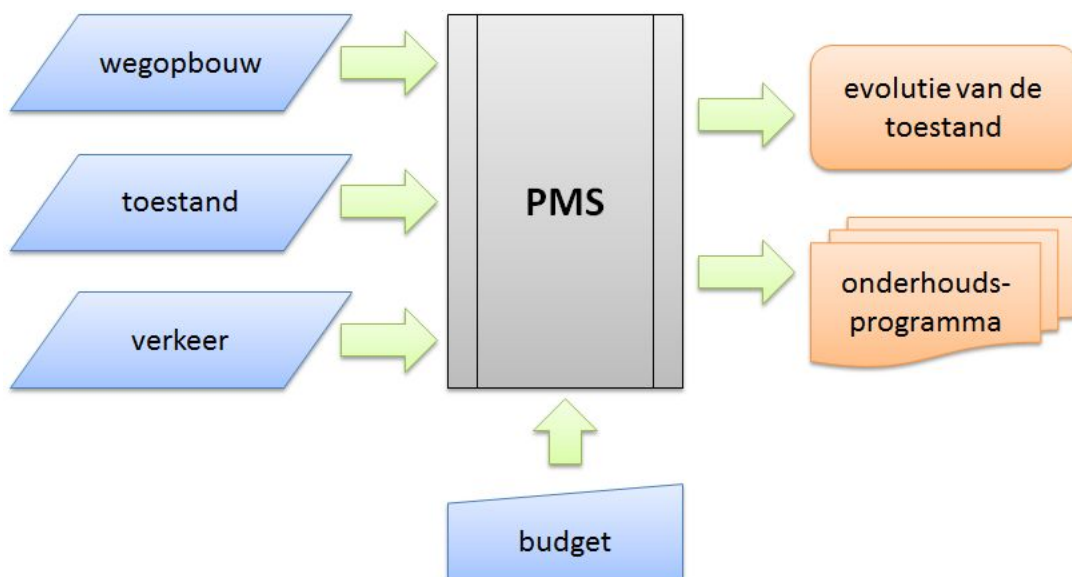
¹ RWOV staat voor Rationeel Wegenonderhoud Vlaanderen, RWOV wordt nog altijd gebruikt voor de gewestwegen

1. PMS

De Wereldwegenvereniging PIARC definieert een *pavement management system* (PMS) als een “geheel van procedures en methoden waarover beslissers beschikken om kosteneffectieve strategieën uit te werken voor de aanleg, het conditieonderzoek en het onderhoud van wegen of wegennetten”.

Praktisch betekent dit dat, uitgaande van de gemeten toestand van het wegennetwerk, de toestand voorspeld wordt voor de volgende 20 à 30 jaar. Op basis van die voorspelde toestand wordt de optimale onderhoudsstrategie voor alle wegvakken bepaald om de best mogelijke kwaliteit van het totale netwerk te bekomen, rekening houdend met de beschikbare budgetten.

Schematisch kan de werking van het PMS als volgt voorgesteld worden.



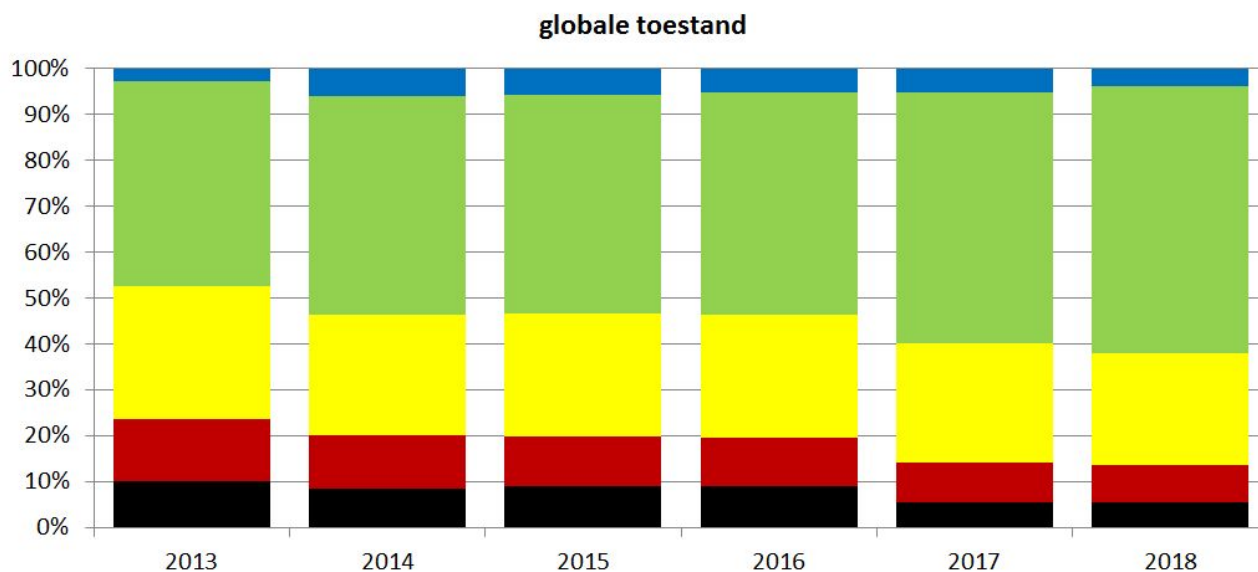
Het eigenlijke PMS is een software-programma met een onderliggende databank die gevoed wordt met de wegopbouw van alle wegvakken, de toestand van het wegennet en de verkeersbelasting op elke sectie. Met behulp van zogenaamde evolutiewetten berekent het PMS voor de volgende jaren telkens de nieuwe toestand van elk wegvak. Op die manier kan worden voorspeld wanneer een bepaald wegvak een onderhouds- of interventiedrempel bereikt en in aanmerking komt voor onderhoud. Afhankelijk van het beschikbare budget berekent PMS de optimale onderhoudsstrategie voor elk wegvak van het volledige wegennet.

De analyse werd uitgevoerd met versie 9.5 van dTIMS.

Bijlage A geeft meer details over de werking van het PMS.

2. Evolutie toestand

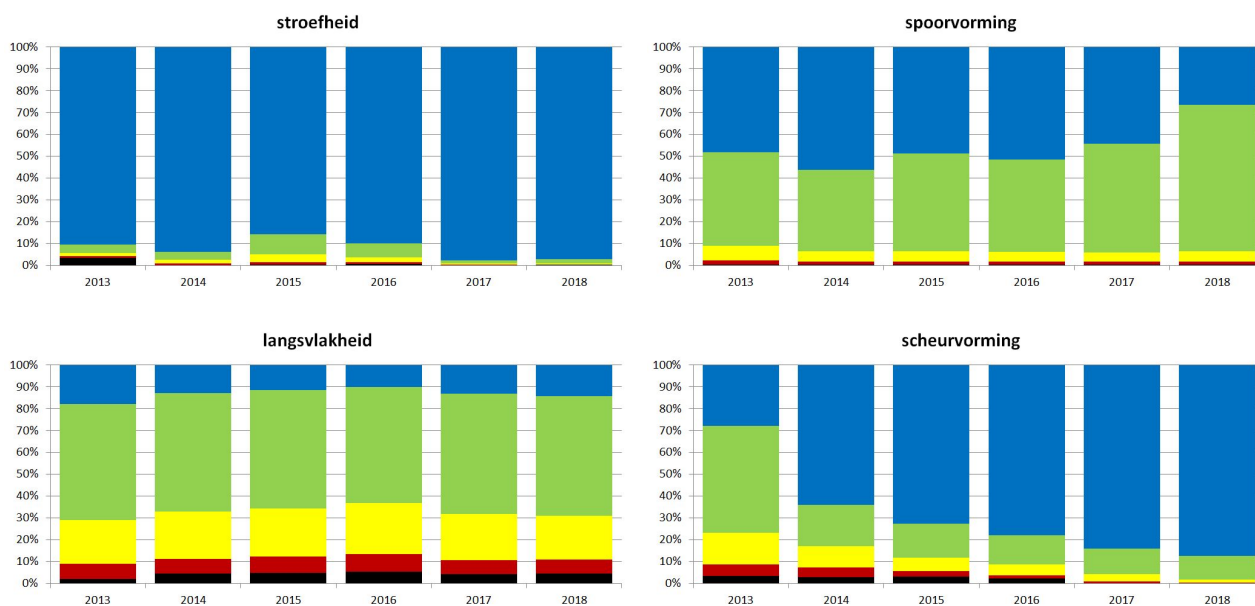
De volgende grafiek en tabel geven de evolutie van de globale toestand weer op basis van de globale index.



kwijkteitsklasse	2013	2014	2015	2016	2017	2018
zeer goed	2,8	6,0	5,6	5,2	5,3	3,8
goed	44,6	47,5	47,8	48,4	54,5	58,0
voldoende	28,9	26,2	26,7	26,8	26,0	24,4
slecht	13,6	11,8	10,9	10,6	8,8	8,2
zeer slecht	10,1	8,5	9,0	9,0	5,4	5,6

Uit deze resultaten blijkt dat het percentage wegvakken met een onvoldoende kwaliteit (klasse slecht + zeer slecht) systematisch afgenomen is van 23,7 % in 2013 tot 13,8 % in 2018.

De volgende grafieken en tabel geven de evolutie van stroefheid, spoorvorming, langsvlakheid, scheurvorming weer.



kwaliteits- klasse	stroefheid		spoorvorming		langsvlakheid		scheurvorming	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
zeer goed	97,7	97,1	44,4	26,4	13,2	14,3	84,1	87,4
goed	1,3	1,9	49,6	67,2	55,0	54,8	11,7	10,6
voldoende	0,6	0,5	4,1	4,7	21,2	20,0	3,2	1,6
slecht	0,2	0,2	1,5	1,3	6,3	6,4	0,7	0,3
zeer slecht	0,2	0,3	0,4	0,4	4,3	4,5	0,3	0,1

3. Budgetscenario's

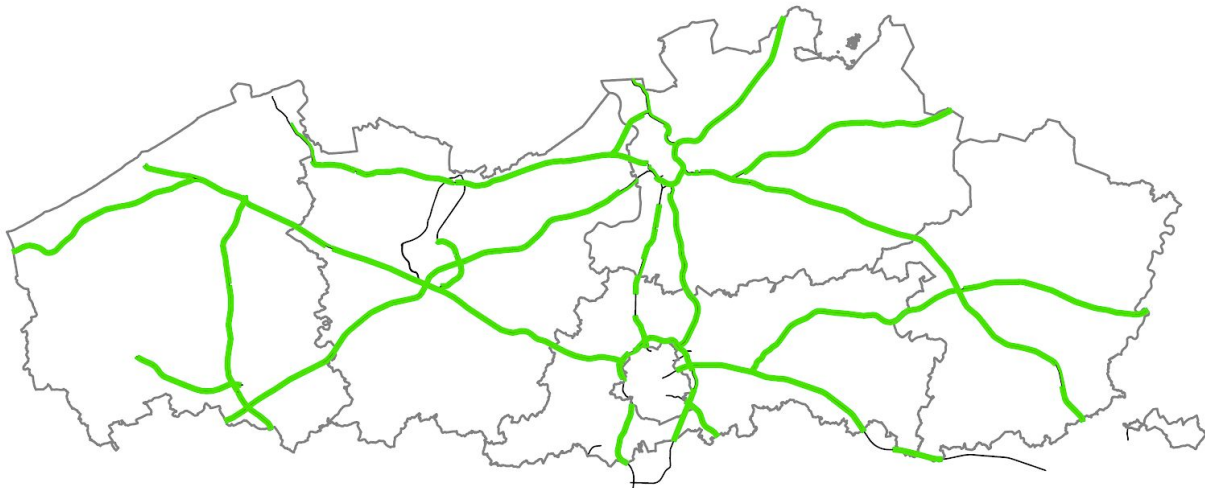
De volgende budgetscenario's werden geanalyseerd:

- budgetscenario 1 "geen budget"
- budgetscenario 2 "technisch optimum"
- budgetscenario 3 "34,5 miljoen/jaar gedurende 20 jaar": dit is het budget dat nodig is om de onderhoudsachterstand op 5 jaar weg te werken
- budgetscenario 4 "25,9 miljoen/jaar gedurende 20 jaar": dit is 75% van budgetscenario 3
- budgetscenario 5 "17,3 miljoen/jaar gedurende 20 jaar": dit is 50% van budgetscenario 3

Deze budgetten zijn inclusief 21 % BTW.

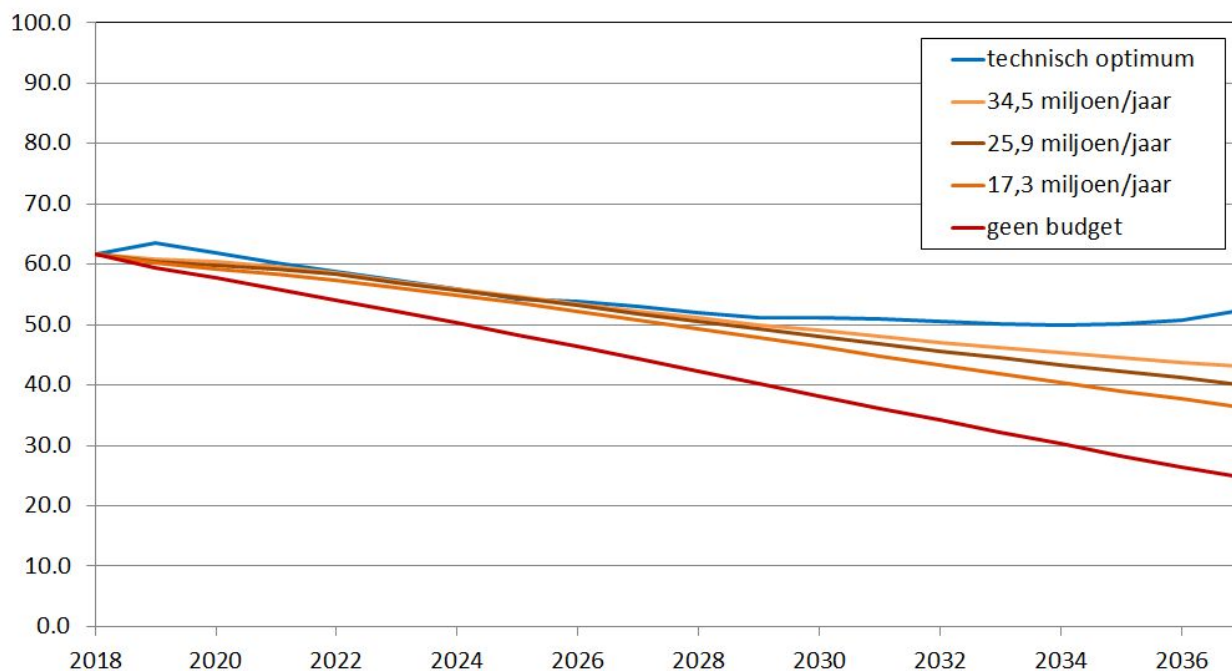
Er werd 1.713,9 km van het autosnelwegennet geanalyseerd. Een aantal wegvakken werd niet geanalyseerd omdat van die wegvakken niet alle data beschikbaar was. Meestal gaat het over structuurinformatie, maar in een paar gevallen kan het ook over verkeers- of toestandsinformatie gaan.

Op de volgende kaart worden de wegvakken aangegeven waar een analyse uitgevoerd werd. Hieruit kan ook afgeleid worden welke wegvakken ontbreken. De nodige budgetten zullen geëxtrapoleerd worden naar het volledige autosnelwegennet, zijnde 1.800 km (2 × 900 km).



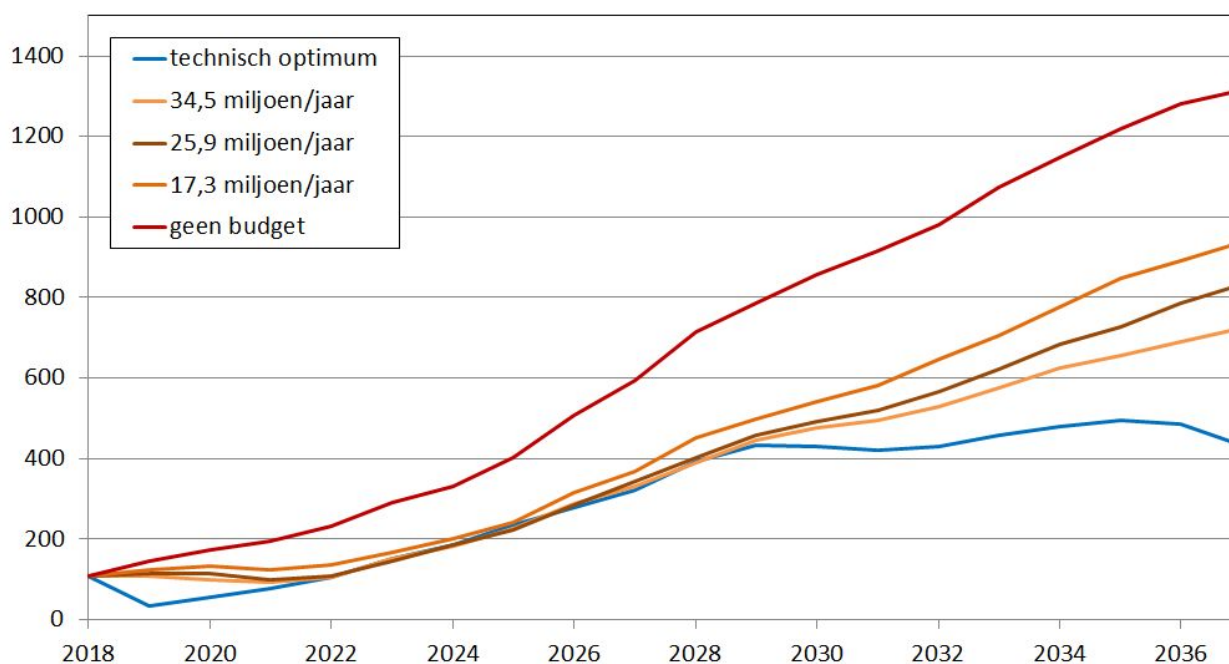
Aangezien in de loop van het eerste analysejaar 2018 verschillende werken uitgevoerd werden (de zogenaamde "grote werven"), moet met deze onderhoudsingenrepen rekening gehouden worden. De grote werven die opgenomen zijn in deze PMS-analyse als een opgelegde onderhoudsingeep worden opgelijst in bijlage G.

De volgende grafiek en tabel geven het gemiddelde verloop van de toestand, uitgedrukt door de globale index, weer voor de vijf budgetscenario's in functie van de tijd (analyseperiode van 2018 t.e.m. 2037).



analysejaar	technisch optimum	34,5 miljoen	25,9 miljoen	17,3 miljoen	geen budget
2018	61.7	61.7	61.7	61.7	61.7
2019	63.5	60.8	60.5	60.2	59.4
2020	61.8	60.4	59.8	59.2	57.7
2021	60.2	59.6	59.2	58.3	55.9
2022	58.7	58.7	58.4	57.3	54.1
2023	57.3	57.1	56.9	56.1	52.2
2028	51.9	51.2	50.6	49.3	42.3
2037	52.3	43.0	40.1	36.4	24.8

De volgende grafiek en tabel geven het aantal km onderhoudsachterstand weer per budgetscenario. Het aantal km onderhoudsachterstand is het totaal aantal kilometer waarvan de toestand slecht of zeer slecht is.

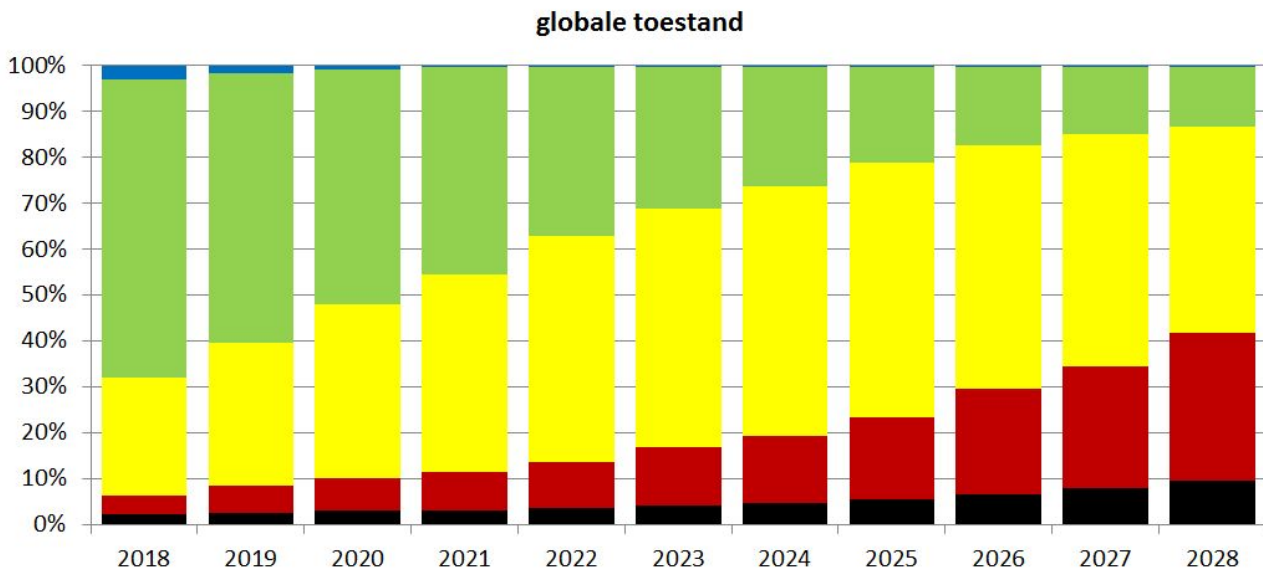


analysejaar	technisch optimum	34,5 miljoen	25,9 miljoen	17,3 miljoen	geen budget
2018	109	109	109	109	109
2019	33	108	115	123	145
2020	55	99	114	134	174
2021	76	93	97	124	196
2022	106	104	109	135	232
2023	152	151	146	166	291
2028	393	390	402	450	714
2037	432	724	831	937	1315

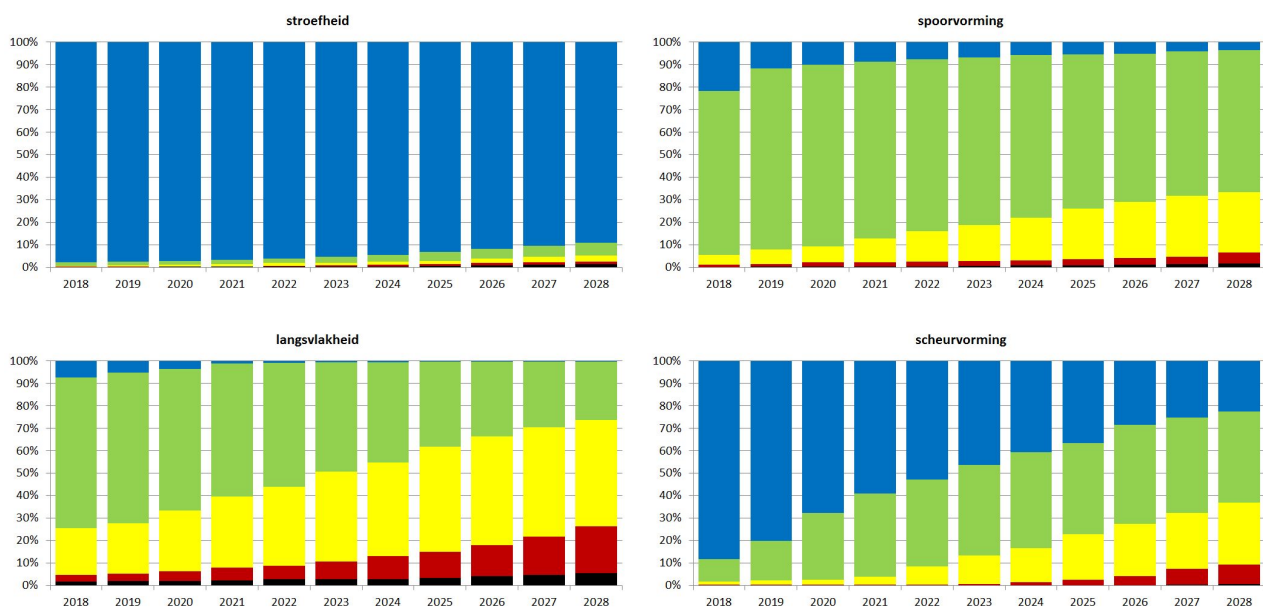
Op korte termijn (5 jaar) tot middellange termijn (10 jaar) hebben de budgetscenario's van 34,5 miljoen en 25,9 miljoen een vergelijkbaar effect op de onderhoudsachterstand en benaderen van 2023 (als de onderhoudsachterstand grotendeels weggewerkt is) tot 2028 redelijk goed het technisch optimum.

Budgetscenario 1 “geen budget”

Evolutie van de toestand.



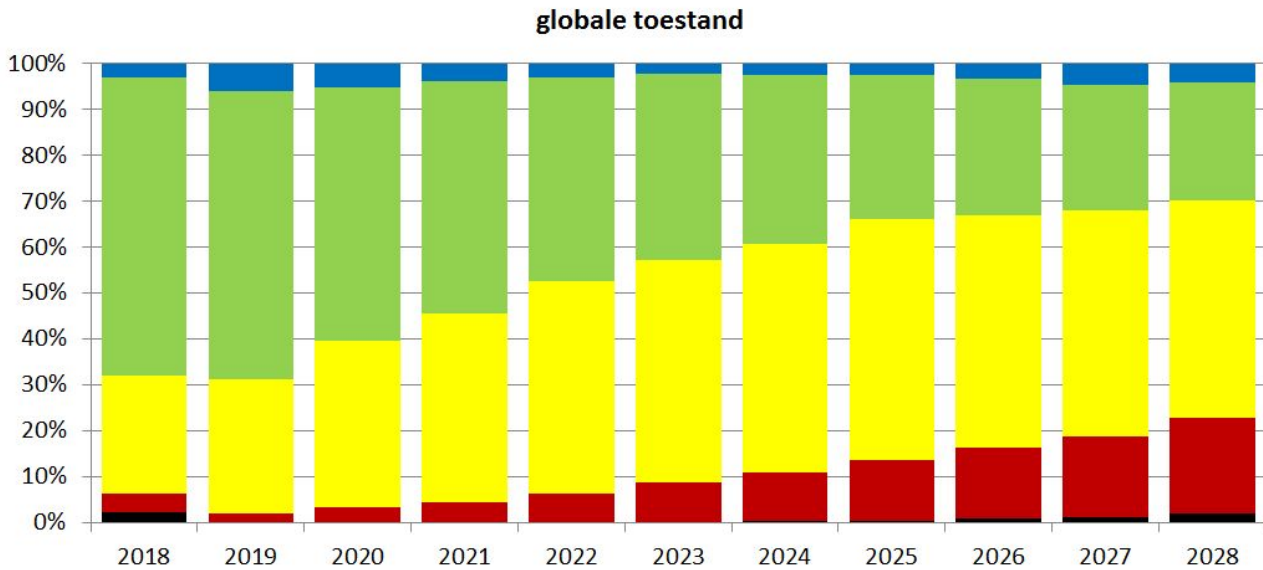
Evolutie van stroefheid, spoorvorming, langsvlakheid, scheurvorming.



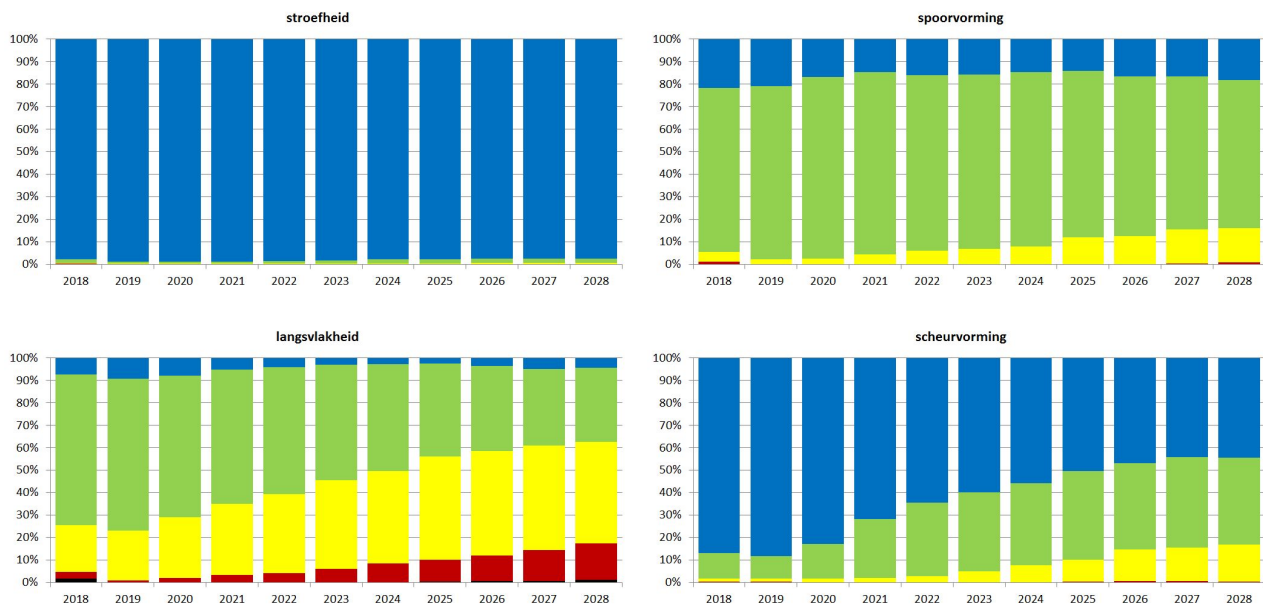
In dit scenario worden wel de opgelegde onderhoudsingen van 2018 uitgevoerd.

Budgetscenario 2 “technisch optimum”

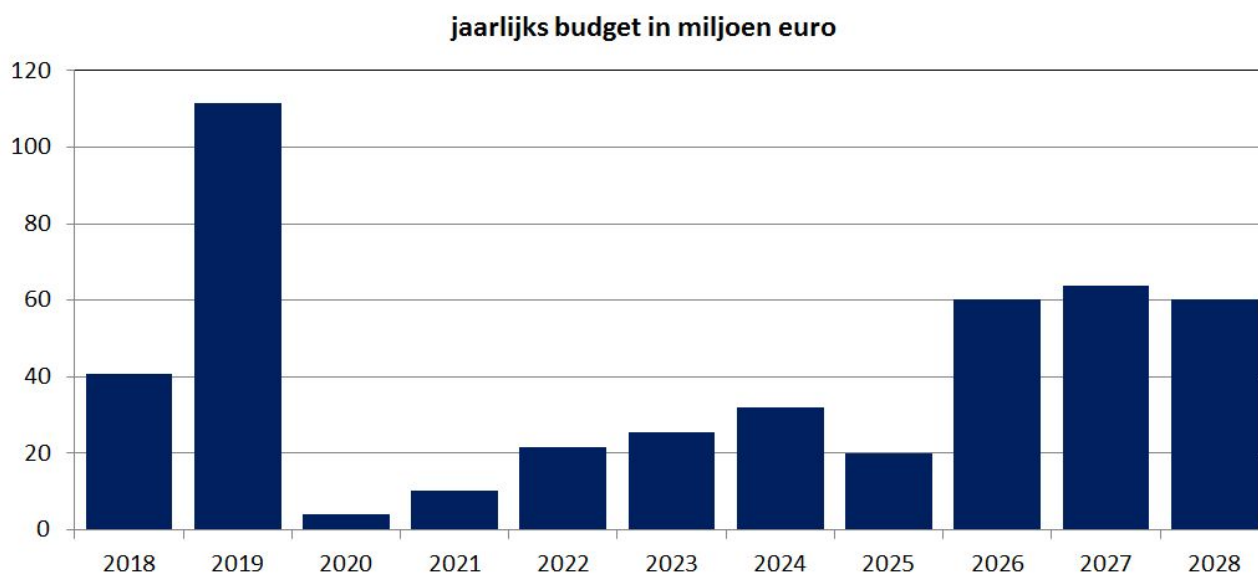
Evolutie van de toestand.



Evolutie van stroefheid, spoorvorming, langsvlakheid, scheurvorming.



Nodige budgetten.



Het budget van 2019 bedraagt 111,6 miljoen euro. Dit budget is een maat voor de totale onderhoudsachterstand na uitvoering van de opgelegde onderhoudsingrepen van 2018. Dit bedrag geldt voor het geanalyseerde autosnelwegennet van 1713,9 km en moet geëxtrapoleerd worden naar 1800 km. Dat geeft een onderhoudsachterstand van 117,2 miljoen euro.

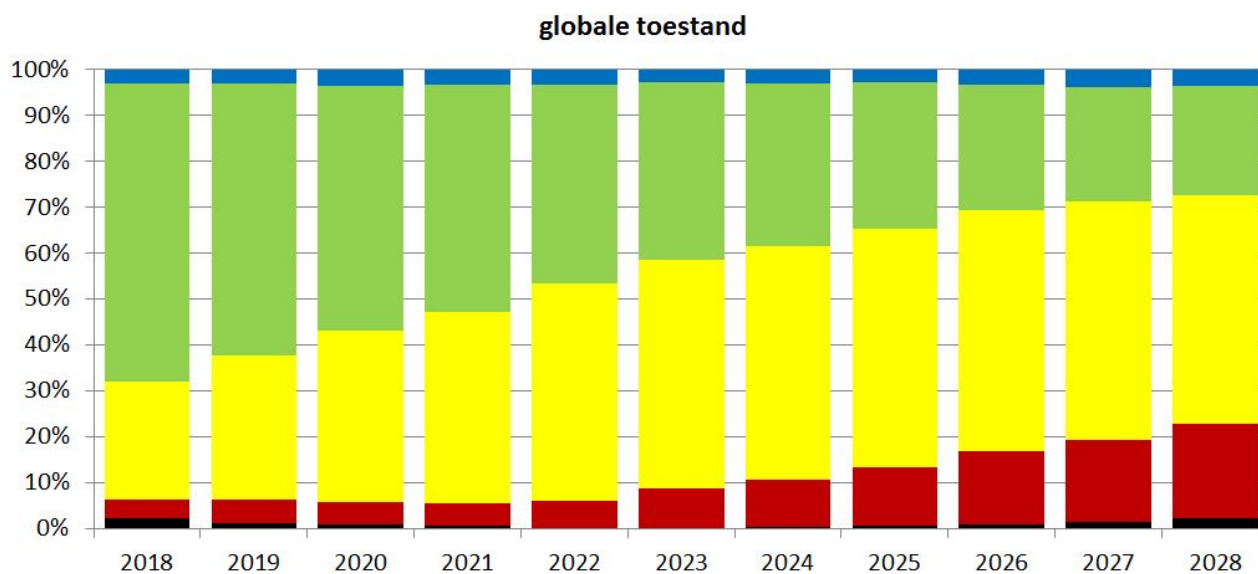
Uit deze grafiek kan ook afgeleid worden dat, eens deze achterstand weggewerkt is, er een nieuwe golf van structureel onderhoud verwacht wordt vanaf 2026. Dit is één jaar later dan wat bleek uit de analyses van de vorige twee jaar.

Voor een aantal periodes kunnen we het gemiddelde jaarlijks nodige budget uitrekenen (niet geëxtrapoleerd).

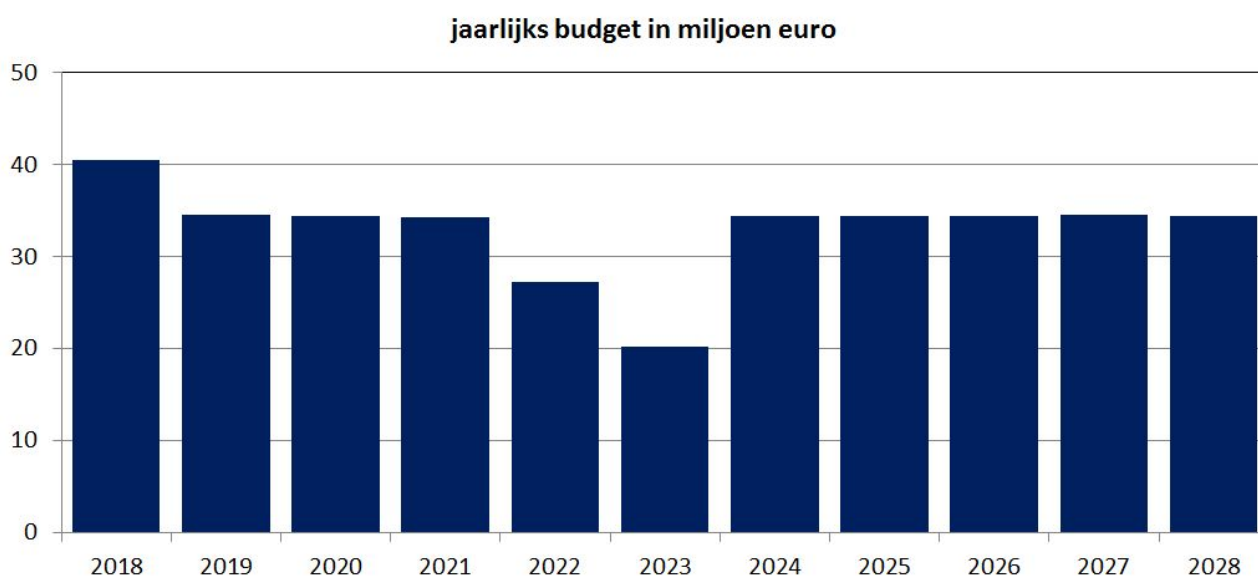
periode	jaarlijks budget	opmerking
2019-2021	41,9 miljoen euro/jaar	onderhoudsachterstand op 3 jaar wegwerken
2019-2022	36,8 miljoen euro/jaar	onderhoudsachterstand op 4 jaar wegwerken
2019-2023	34,5 miljoen euro/jaar	onderhoudsachterstand op 5 jaar wegwerken
2019-2028	40,9 miljoen euro/jaar	gemiddeld nodig budget eerste 10 jaar

Budgetscenario 3 “34,5 miljoen euro/jaar gedurende 20 jaar”

Evolutie van de toestand.



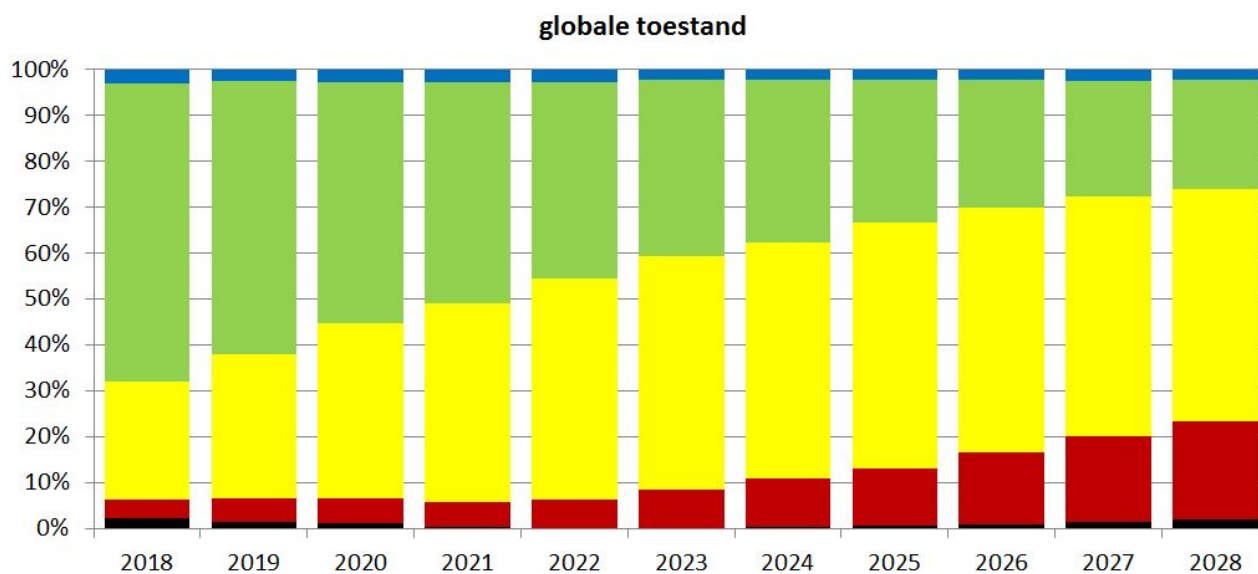
Nodige budgetten.



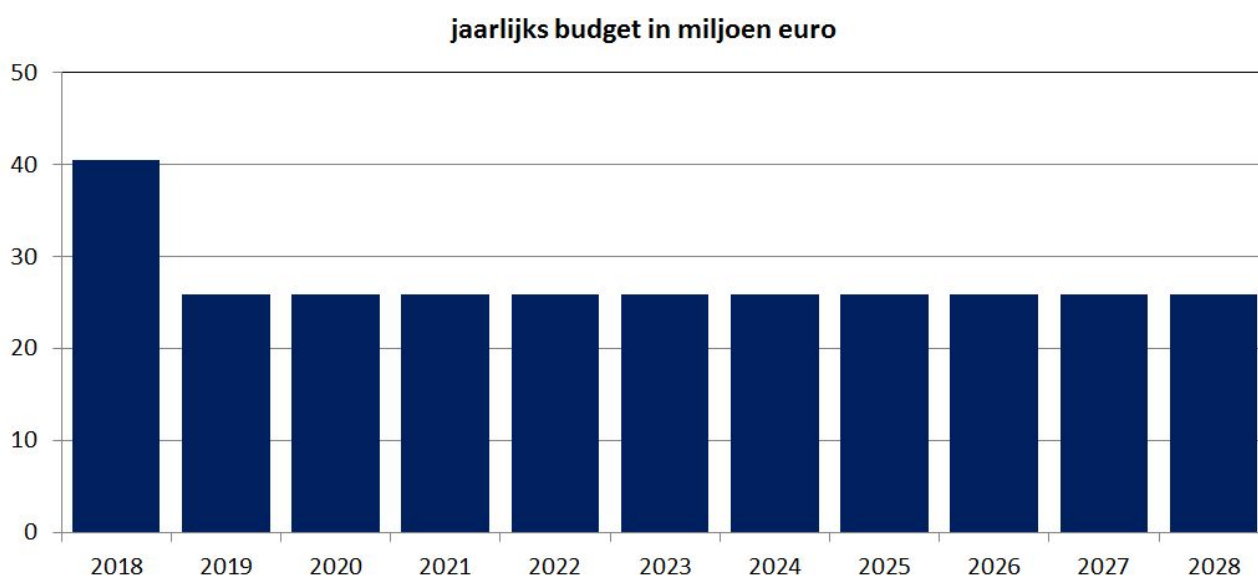
Het volledige budget wordt de eerste drie jaar aangewend om de onderhoudsachterstand weg te werken. Vanaf 2022 kan gedurende 2 jaar wel een iets lager budget van ca. 25 miljoen/jaar volstaan, maar vanaf 2024 is dit budget weer onvoldoende.

Budgetscenario 4 “25,9 miljoen euro/jaar gedurende 20 jaar”

Evolutie van de toestand.



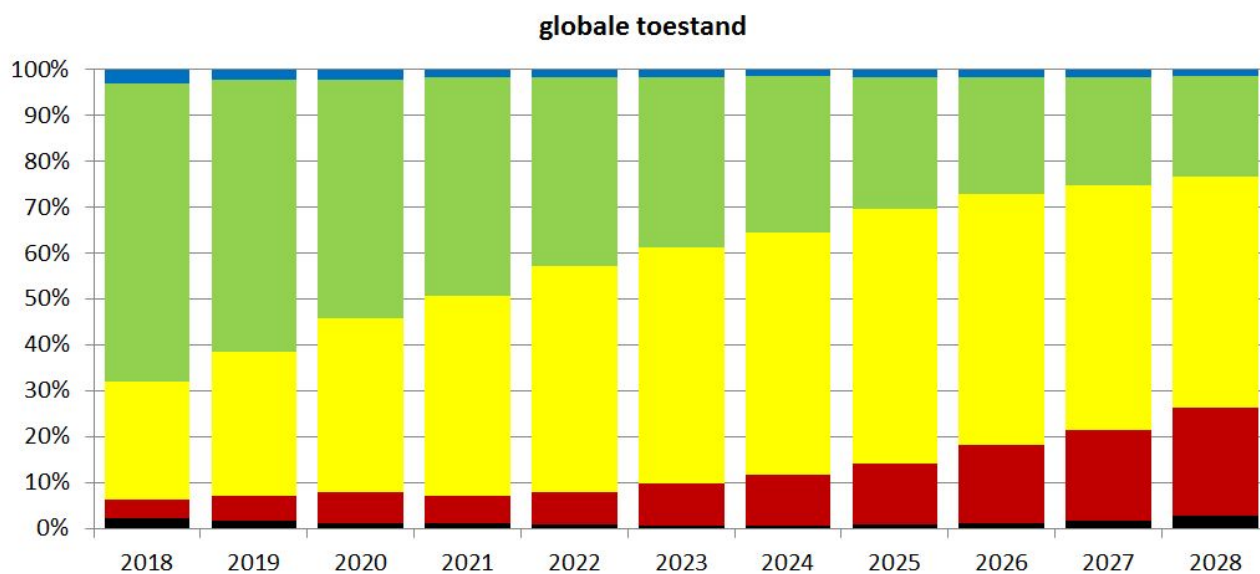
Nodige budgetten.



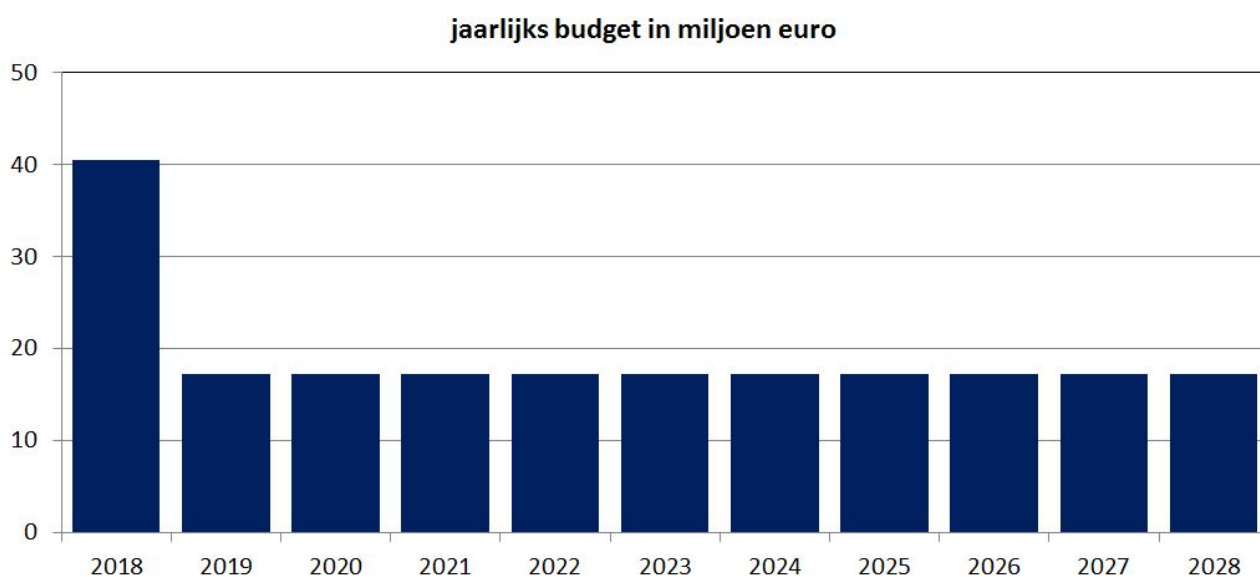
Het volledige budget wordt elk jaar opgebruikt. Dit geeft aan dat het budget onvoldoende is.

Budgetscenario 5 “17,3 miljoen euro/jaar gedurende 20 jaar”

Evolutie van de toestand.



Nodige budgetten.



Het volledige budget wordt elk jaar opgebruikt. Dit geeft aan dat het budget onvoldoende is.

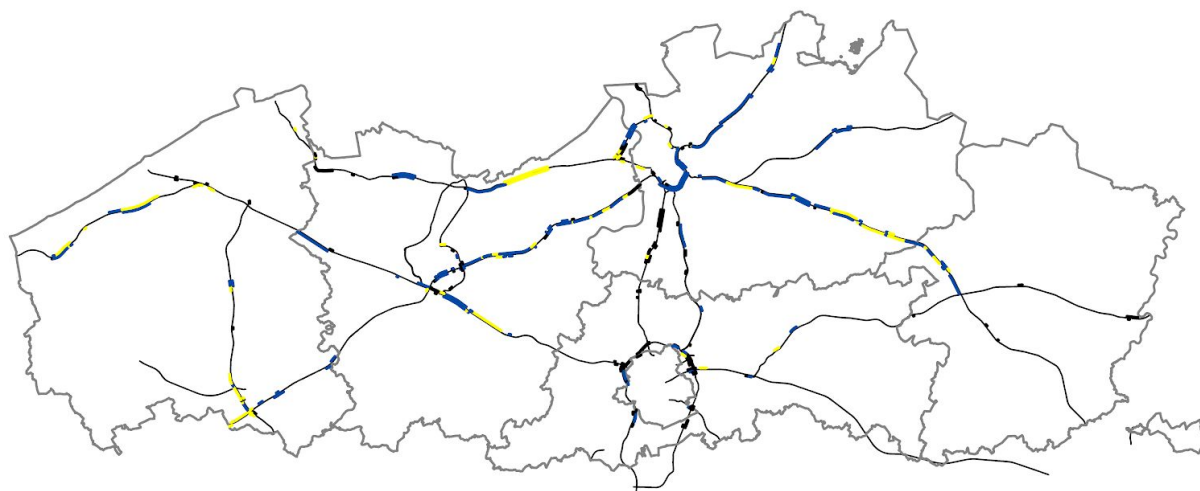
4. Onderhoudsprogramma

Budgetscenario 2 “technisch optimum”

De volgende kaart is gebaseerd op het scenario “technisch optimum” en bevat alle wegvakken met een onderhoudsingreep in de periode 2019-2023.

Voor de inkleuring wordt de volgende legende gebruikt:

blauw	bepaalde ingreep (oppervlakbehandeling of eenlaagse overlaging)
geel	gemiddelde ingreep (tweelaagse overlaging)
rood	vervangen volledige verharding
zwart	vervangen volledige structuur (inclusief fundering)



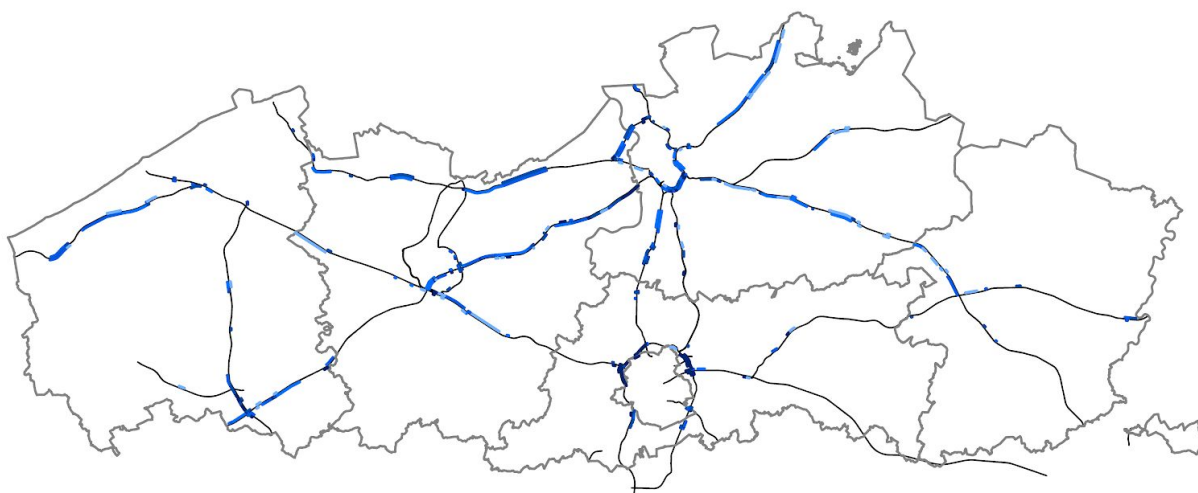
De PMS-analyse houdt enkel rekening met de toestand van de verharding zoals die opgemeten wordt op basis van oppervlakkenmerken. Uit die oppervlakkenmerken kunnen weliswaar structurele problemen afgeleid worden, maar in sommige gevallen zijn die niet aan het oppervlak zichtbaar.

Budgetscenario's

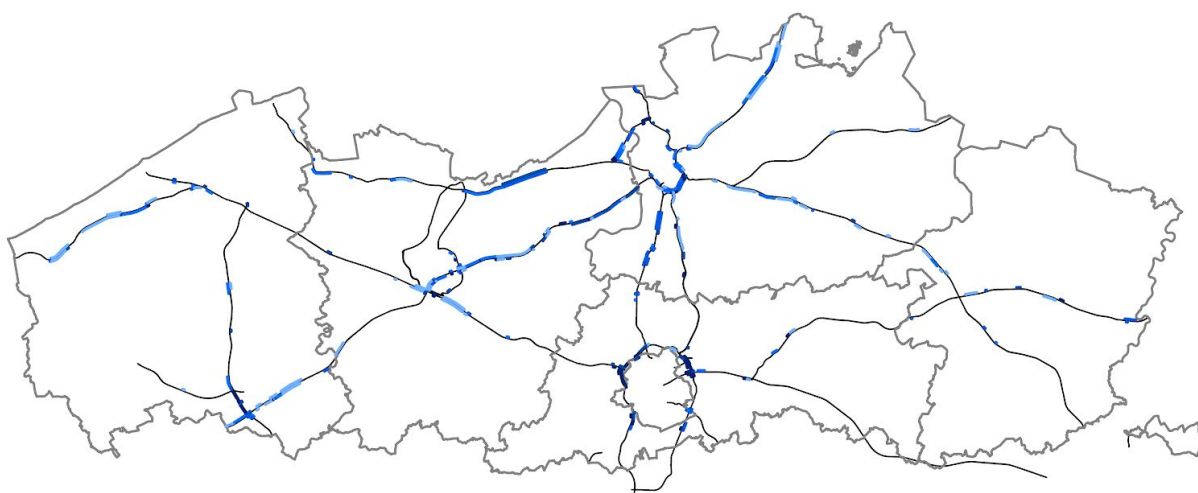
De volgende kaarten geven voor de budgetscenario's 3 t.e.m. 5 de locatie van de ingrepen weer en het jaar waarin deze ingreep in het ideale geval zou moeten gebeuren. Deze prioriteit wordt weergegeven aan de hand van de kleurintensiteit:

- donkerblauw = 2019, hoogste prioriteit
- lichtblauw = 2023, laagste prioriteit

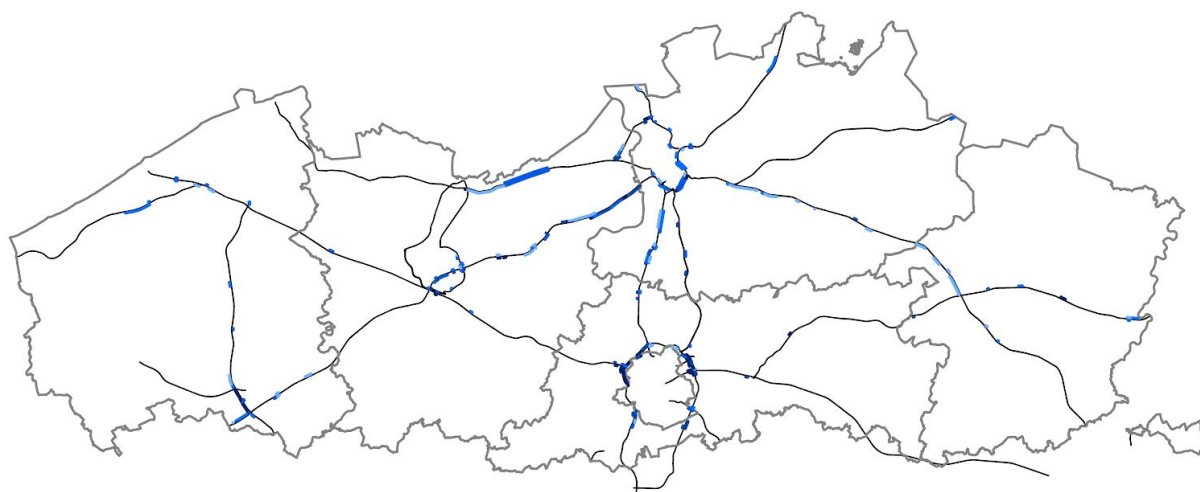
Budgetscenario 3 "34,5 miljoen euro/jaar gedurende 20 jaar"



Budgetscenario 4 "25,9 miljoen euro/jaar gedurende 20 jaar"



Budgetscenario 5 “17,3 miljoen euro/jaar gedurende 20 jaar”

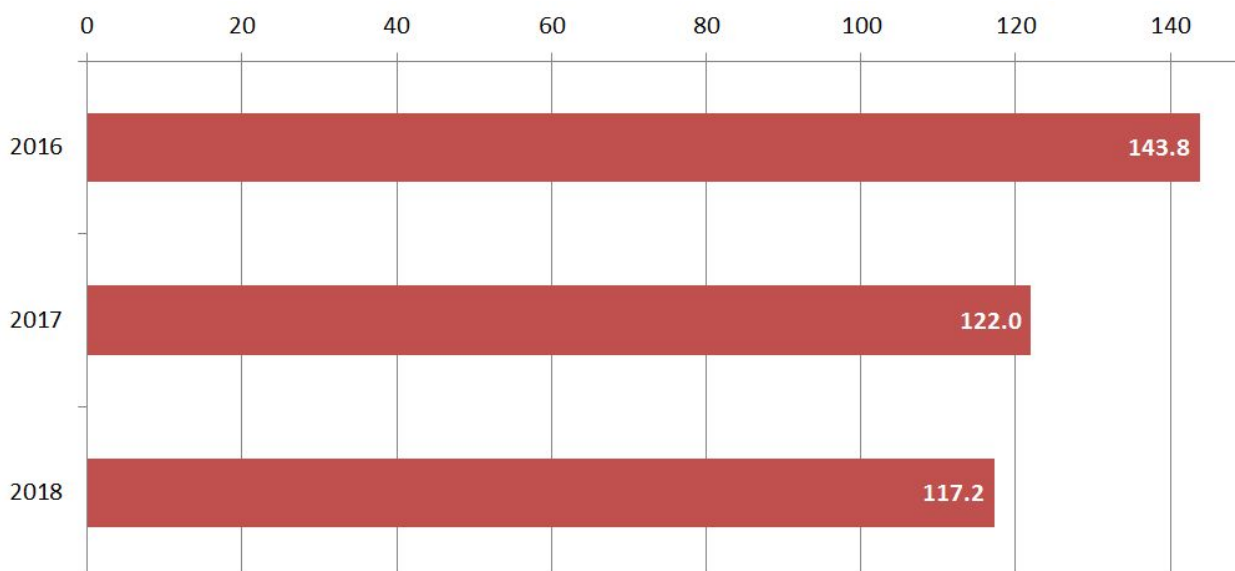


5. Conclusie

In deze PMS-analyse werden vijf budgetscenario's doorgerekend:

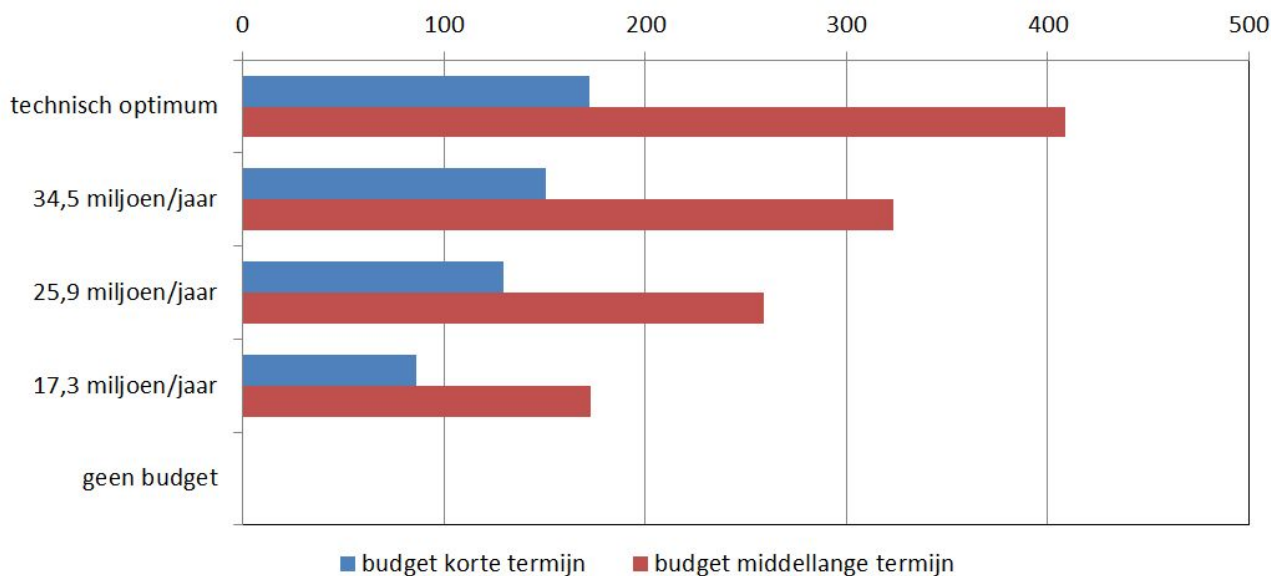
- budgetscenario 1 "geen budget"
- budgetscenario 2 "technisch optimum"
- budgetscenario 3 "34,5 miljoen/jaar gedurende 20 jaar"
- budgetscenario 4 "25,9 miljoen/jaar gedurende 20 jaar"
- budgetscenario 5 "17,3 miljoen/jaar gedurende 20 jaar"

Uit het budgetscenario 2 "technisch optimum" kan afgeleid worden dat de onderhoudsachterstand 111,6 miljoen euro bedraagt. Geëxtrapoleerd naar 1.800 km (2 x 900 km) is dit 117,2 miljoen euro. Dit is een beperkte vermindering in vergelijking met 2017.

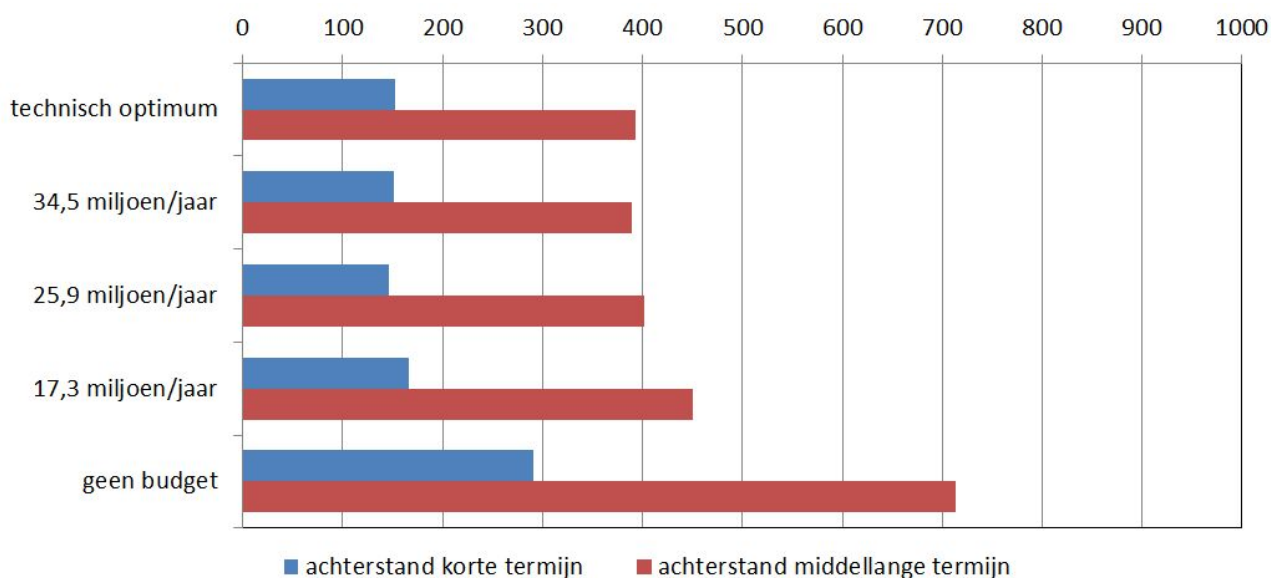


Als deze onderhoudsachterstand weggewerkt is, dan geeft de voorspelling van de budgetten voor het technisch optimum aan dat er vanaf 2026 weer grotere investeringen nodig zullen zijn.

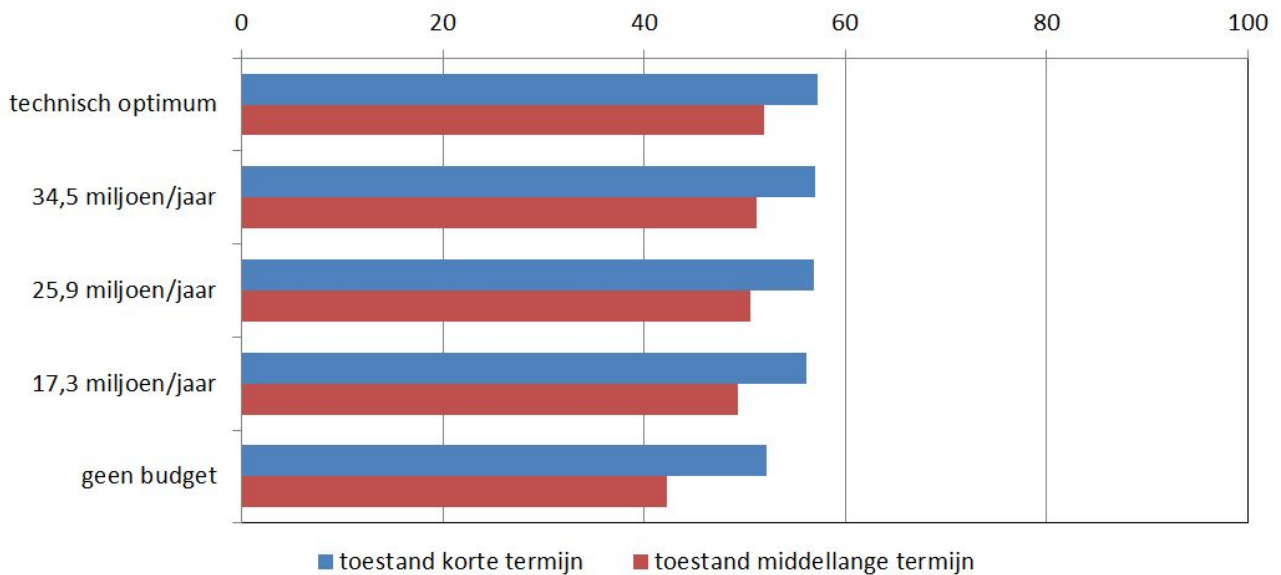
De volgende grafiek geeft voor elk scenario een samenvatting van de nodige budgetten op korte termijn (5 jaar) en middellange termijn (10 jaar) in miljoen euro.



De onderhoudsachterstand kan ook uitgedrukt worden in het aantal kilometer autosnelweg waarvan de toestand slecht of zeer slecht is. De volgende grafiek geeft voor elk scenario een samenvatting van de onderhoudsachterstand op korte termijn (5 jaar) en middellange termijn (10 jaar). Zowel op korte als middellange termijn benadert het budgetscenario van 34,5 miljoen euro/jaar en 25,9 miljoen euro/jaar vrij goed het technisch optimum.



De volgende grafiek geeft voor elk scenario een samenvatting van de gemiddelde toestand op korte termijn (5 jaar) en middellange termijn (10 jaar). Zowel op korte als middellange termijn benadert het budgetscenario van 34,5 miljoen euro/jaar en 25,9 miljoen euro/jaar vrij goed het technisch optimum.



In principe volstaat een jaarlijks budget van 34,5 miljoen euro om de onderhoudsachterstand op korte termijn weg te werken. Daarbij wordt op korte termijn een vergelijkbare kwaliteit bekomen, al wordt niet altijd de ideale onderhoudsingreep toegepast, hetgeen op langere termijn leidt tot een lagere kwaliteit.

Deze budgetten moeten ook geëxtrapoleerd worden naar 1.800 km. In het ideale geval van het technisch optimum bedraagt het nodige jaarlijkse budget 36,3 miljoen euro. Indien enkel gestreefd wordt naar een voldoende kwaliteit op korte en niet op lange termijn, dan volstaat een jaarlijkse budget van 27,2 miljoen euro. Deze budgetten houden uiteraard enkel rekening met de schade die gedetecteerd wordt op basis van oppervlakkenmerken van de verharding, andere wegelementen (afschermdende constructies, geluidsschermen, kunstwerken, ...) zijn hierin niet inbegrepen.

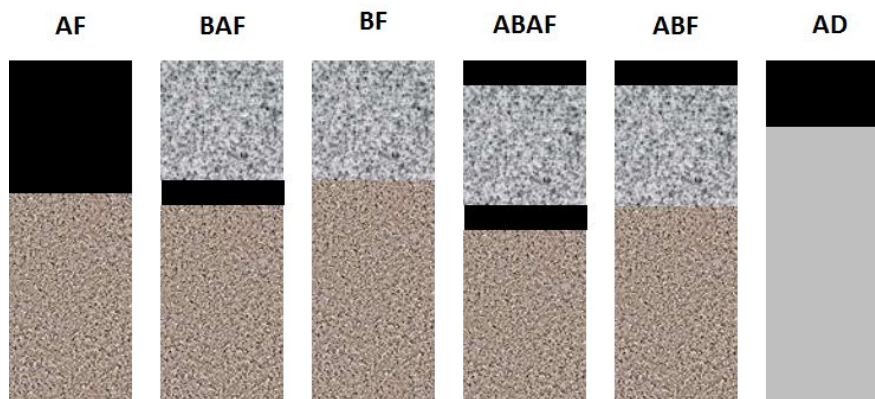
Bijlage A: Werking van PMS

Verticale wegopbouw

Het autosnelwegennet wordt ingedeeld in homogene wegvakken met dezelfde structuurgegevens:

- hetzelfde structuurtype
- identieke laagopbouw met dezelfde laagdiktes
- identieke ouderdom van de lagen
- identieke breedte
- hetzelfde aantal rijstroken

De verticale wegopbouw wordt ingedeeld in vier structuurtypes:



- asfaltverhardingen (code AF)
- betonverhardingen, al dan niet met een bitumineuze tussenlaag (codes BAF en BF), op het Vlaams autosnelwegennet zijn dit uitsluitende doorgaand gewapende betonverhardingen
- composietverhardingen, bestaande uit een betonverharding overlaagd met één of meerdere bitumineuze lagen (codes ABAF en ABF)
- asfaltverhardingen op bruggen (code AD)

Er wordt geen verder onderscheid gemaakt naar het type fundering.

Verkeer

De schade die optreedt aan verhardingen is vooral te wijten aan het (zwaar) verkeer. De voorspelling van de toestand met behulp van evolutiemodellen is dan ook gerelateerd aan het gecumuleerd aantal vrachtwagens dat een wegvak sinds de aanleg belast heeft. Om rekening te houden met de aangroei van het verkeer wordt een jaarlijks groeipercentage toegepast.

Zowel het totale verkeer, het percentage vrachtwagens als het groeipercentage worden per homogene sectie aangeleverd door het Vlaams Verkeerscentrum.

Toestand van het wegennet

De afdeling Wegenbouwkunde meet jaarlijks in het voorjaar de toestand op van het autosnelwegennet met de ARAN en de SKM. Meer informatie over deze meettoestellen is te vinden in bijlage B.

De volgende parameters worden gebruikt in het PMS:

- de stroefheid
- de spoorvorming
- de langsvlakheid², uitgedrukt met drie vlakheidscoëfficiënten in functie van de golflengte:
 - korte golflengtes: VC2.5
 - middellange golflengtes: VC10
 - lange golflengtes: VC40
- de scheurvorming

Elke parameter wordt ook omgerekend naar een dimensieloze index op een schaal van 0 tot 100. Deze schaal maakt het mogelijk om een uniforme kwaliteitsindeling te definiëren voor alle parameters. Voor elke kwaliteitsklasse wordt een kleurcode gedefinieerd die gebruikt wordt in de grafische weergave van de resultaten.

kwaliteitsklasse	waarden van index P_i voor parameter P	kleurcode
zeer goed	$80 \leq P_i \leq 100$	blauw
goed	$60 \leq P_i < 80$	groen
voldoende	$40 \leq P_i < 60$	geel
slecht	$20 \leq P_i < 40$	rood
zeer slecht	$0 \leq P_i < 20$	zwart

Op basis van de indexwaarden wordt ook een globale index voor de toestand berekend.

Voor de zes parameters (de drie vlakheidsparameters, stroefheid, spoorvorming en scheurvorming) wordt een onderhoudsdrempel en een interventiedrempel gedefinieerd. De onderhoudsdrempel is het niveau vanaf waar onderhoudsingenrepen gepland kunnen worden en komt overeen met een index 60. De interventiedrempel is het niveau waar ingrijpendere herstellingen noodzakelijk worden en komt overeen met een index 40.

In bijlage C worden meer details gegeven over de verschillende parameters, de indexen en de drempels.

² de langsvlakheid is in de eerste plaats een maat voor het rijcomfort van de weggebruiker; daarnaast kan de langsvlakheid (vooral de langere golflengtes) ook een indicatie zijn voor structurele problemen

Onderhoudsingrepen

De onderhoudsdrempel en de interventiedrempel definiëren drie onderhoudscategorieën per parameter:

- geen onderhoud: de toestand is beter dan de onderhoudsdrempel
- normaal onderhoud: de toestand bevindt zich tussen de onderhouds- en de interventiedrempel
- structureel onderhoud: de toestand is slechter dan de interventiedrempel

Per combinatie van alle onderhoudscategorieën van de zes parameters zijn in PMS één tot drie mogelijke onderhoudsingrepen gedefinieerd, zoals het vervangen van een toplaag asfalt of de heraanleg van de volledige wegstructuur. Voor elk wegvak wordt de kost van alle ingrepen voor de volledige analyseperiode berekend. Er wordt enkel met de constructiekosten rekening gehouden:

- kost van frees- of opbraakwerken
- kost van de aanleg van de nieuwe lagen
- kost van de markeringen
- kost van de werfsignalisatie

Andere kosten, zoals maatschappelijke kosten, worden momenteel nog niet meegenomen in de analyse.

In bijlage D wordt de berekening van de uitvoeringstermijn beschreven, in bijlage E worden de onderhoudsingrepen beschreven en in bijlage F zijn de eenheidsprijzen terug te vinden die voor deze analyse gebruikt werden.

PMS-analyse

Er worden standaard twee analyses uitgevoerd met een specifiek budgetscenario:

- scenario “geen budget”: dit komt overeen met het geval dat er niet langer geïnvesteerd wordt in het wegennet, PMS berekent enkel de evolutie van de toestand, dit is ook de referentietoestand waartegen de effectiviteit van een onderhoudsstrategie wordt afgetoetst
- scenario “technisch optimum”: PMS berekent de evolutie van de toestand en de technisch optimale onderhoudsstrategie voor het volledige netwerk, de optimale onderhoudsstrategie komt overeen met de situatie waarbij de grootste technische baten gerealiseerd worden zonder rekening te houden met de kost van die ingreep

Daarnaast worden drie andere budgetscenario's geanalyseerd:

- scenario “5 jaar”: het budget om de onderhoudsachterstand, die berekend werd in het technisch optimum, weg te werken op 5 jaar tijd
- scenario “75 %”: 75 % van het scenario “5 jaar”
- scenario “50 %”: 50 % van het scenario “5 jaar”

In de verschillende budgetscenario's worden tijdens het eerste analysejaar (in dit geval het jaar 2018) enkel de opgelegde onderhoudsingrepen uitgevoerd (zie Hoofdstuk 3).

Bijlage B: Meettoestellen

De ARAN

De ARAN is een multifunctioneel meettoestel dat met een zeer hoge nauwkeurigheid verschillende parameters opmeet die de toestand van de weg uitdrukken. De meting gebeurt bij een maximale snelheid van 90 km/h.

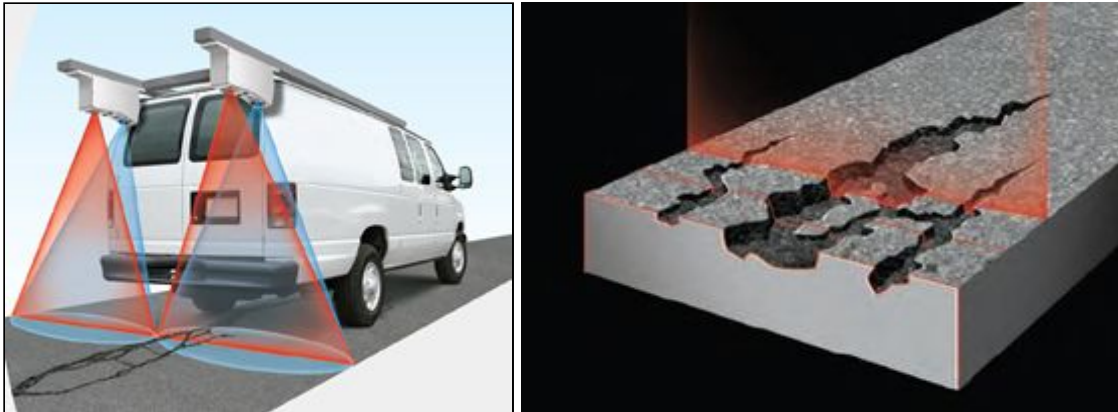


De ARAN is uitgerust met verschillende meetsystemen:

- LCMS
- vlakheids- en textuurlasers
- HD-camera
- plaatsbepalingssysteem

Het LCMS (LCMS staat voor *Laser Crack Measurement System*) is een dubbele infraroodlaser die een dwarslijn van 4 meter op het wegdek projecteert. Een infraroodcamera meet de reflectie van deze lijn. Zo wordt de gehele breedte van de rijstrook opgemeten als een dwarsprofiel van 4000 punten. In elk punt krijg je een nauwkeurige waarde van de lichtweerkaatsing (vergelijkbaar met een camerapixel) én van de

hoogte. Per seconde worden 5600 van deze profielen opgemeten, bij 90 km/u betekent dat één profiel om de 4,5 mm. Dit alles maakt het mogelijk om volledige 2D- en 3D-beelden van het oppervlak te maken. Omwille van het gebruik van infraroodstraling is de meting met LCMS volledig onafhankelijk van de lichtomstandigheden.



werkingsprincipe van het LCMS

Met behulp van gespecialiseerde software worden uit de LCMS-data de volgende parameters bepaald:

- de spoorvormingsdiepte
- detectie van de langse markeringen
- detectie van scheuren en putten in de verharding

Achteraan het voertuig bevinden zich drie puntlasers van 64 kHz en twee accelerometers. Daarmee wordt het langspoorprofiel opgemeten. Uit dit profiel worden de volgende parameters bepaald:

- de drie vlakheidscoëfficiënten bij golflengtes van 2,5 m, 10 m en 40 m
- textuurdiepte (uitgedrukt met de MPD-waarde, MPD staat voor *Mean Profile Depth*), deze parameter wordt momenteel nog niet gebruikt in het PMS

De HD-camera maakt om de 5 m een beeld van de weg en wegomgeving. Dit is nuttig voor de verificatie van de metingen en afstanden, en om een beeld te krijgen van de situatie ter plaatse.

Voor de plaatsbepaling is de ARAN uitgerust met de volgende componenten:

- de afstandsmeter DMI (DMI staat voor *Distance Measuring Instrument*) is gemonteerd op een wielas en meet de afgelegde afstand tot 0,02 % nauwkeurig
- de geavanceerde (military grade) GPS met 2 antennes registreert de locatie van het voertuig
- de GPS wordt aangevuld door een *tactical grade* inertiael meetsysteem IMU (IMU staat voor *Inertial Measurement Unit*), bestaande uit drie accelerometers (één voor elke ruimtelijke as) en drie optische gyroscopen (idem)
- vier ultrasone sensoren op de hoeken van het voertuig (grade) meten de afstand tot de weg

De combinatie van DMI, GPS, IMU en grade zorgt voor een plaatsbepaling met een nauwkeurigheid van 0,3 m. Bovendien kent men op elk moment de langs- en dwarshelling van de weg, en de oriëntatie. Wanneer de GPS zou wegvallen (bv. wanneer de ARAN door een tunnel rijdt), zorgen de overige systemen ervoor dat continuïteit van de plaatsbepaling verzekerd is.

De SKM

De SKM (SCRIM staat voor *Seitenkraft-Messverfahren*) wordt gebruikt om de stroefheid van een weg te meten. Op het autosnelwegennet gebeurt de meting bij een snelheid van ca. 80 km/h.



De SKM beschikt over een watertank van 5000 liter. Tijdens de meting wordt een waterfilm van ca. 0,5 mm voor het meetwiel gespoten. Lichte regen of een vochtig wegdek schaden de meting niet. Zware regenval maakt een gecontroleerde waterfilm echter onmogelijk en verhindert de meting.

Het meetwiel vormt een hoek van 20° met het voertuig.

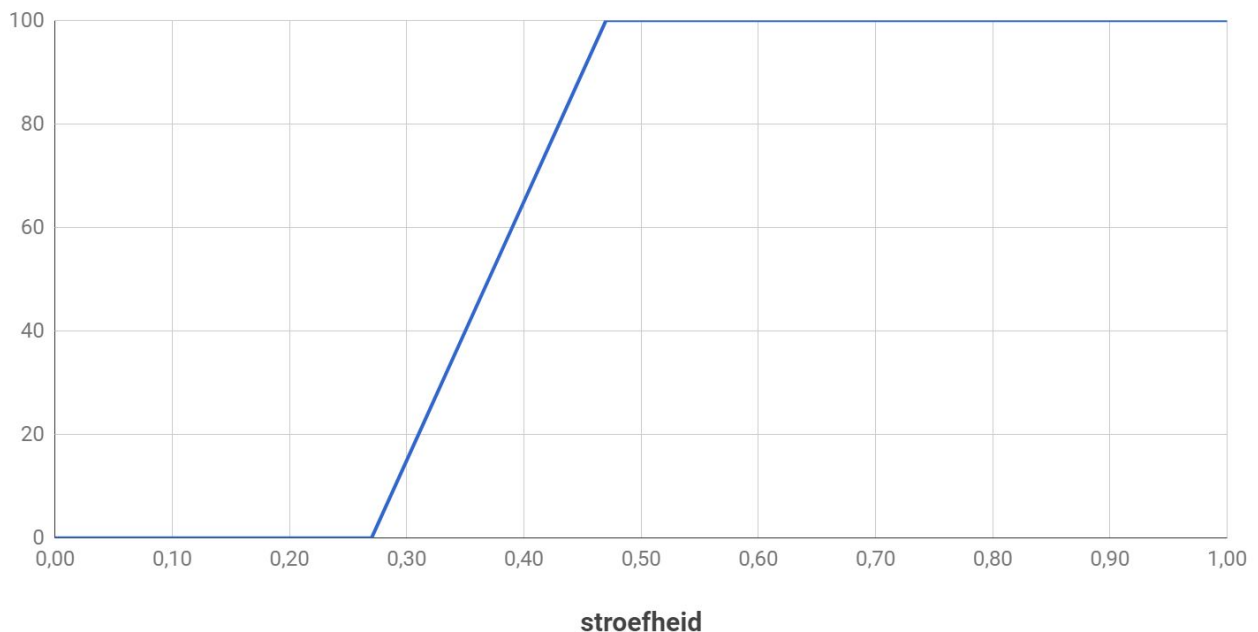
Bijlage C: Oppervlakkenmerken

Stroefheid

De stroefheid wordt uitgedrukt door de dwarswrijvingscoëfficiënt (DWC) en is een maat voor de wrijving tussen een band en de verharding.

De index van de stroefheid wordt voor alle verhardingen berekend met:

$$DWC_{\text{index}} = (100 \times DWC - 27) \times 5$$



Een stroefheid van 0,43 komt overeen met een index van 80. Dit is de eis voor nieuwe wegen, gemeten bij 80 km/h, volgens het Standaardbestek 250.

De onderhoudsdrempel is 0,39.

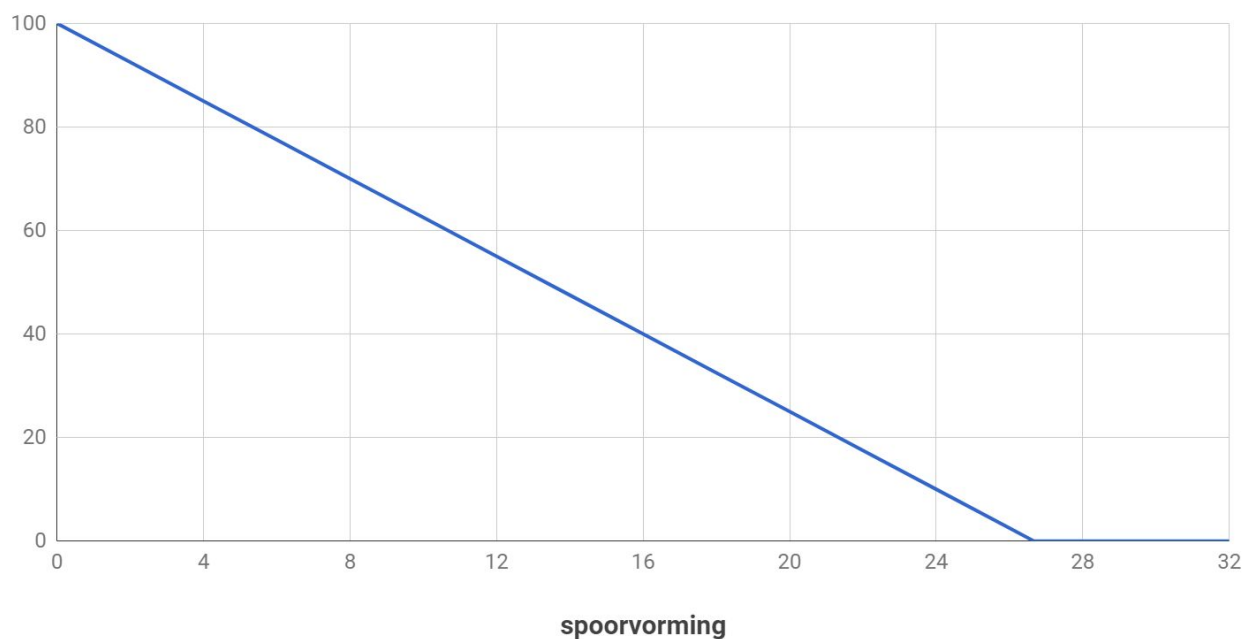
De interventiedrempel is 0,35.

Spoorvorming

De spoorvorming wordt uitgedrukt door de spoorvormingsdiepte (SD). In elke wielspoor wordt de vervorming gemeten, de spoorvormingsdiepte is het maximum van de twee wielsporen.

De index van de spoorvorming wordt voor asfalt- en composietverhardingen berekend met:

$$SD_{\text{index}} = 100 - 3.75 \times SD$$



Spoorvorming wordt niet beschouwd voor betonverhardingen.

De onderhoudsdrempel is 10,7 mm.

De interventiedrempel is 16,0 mm.

Langsvlakheid

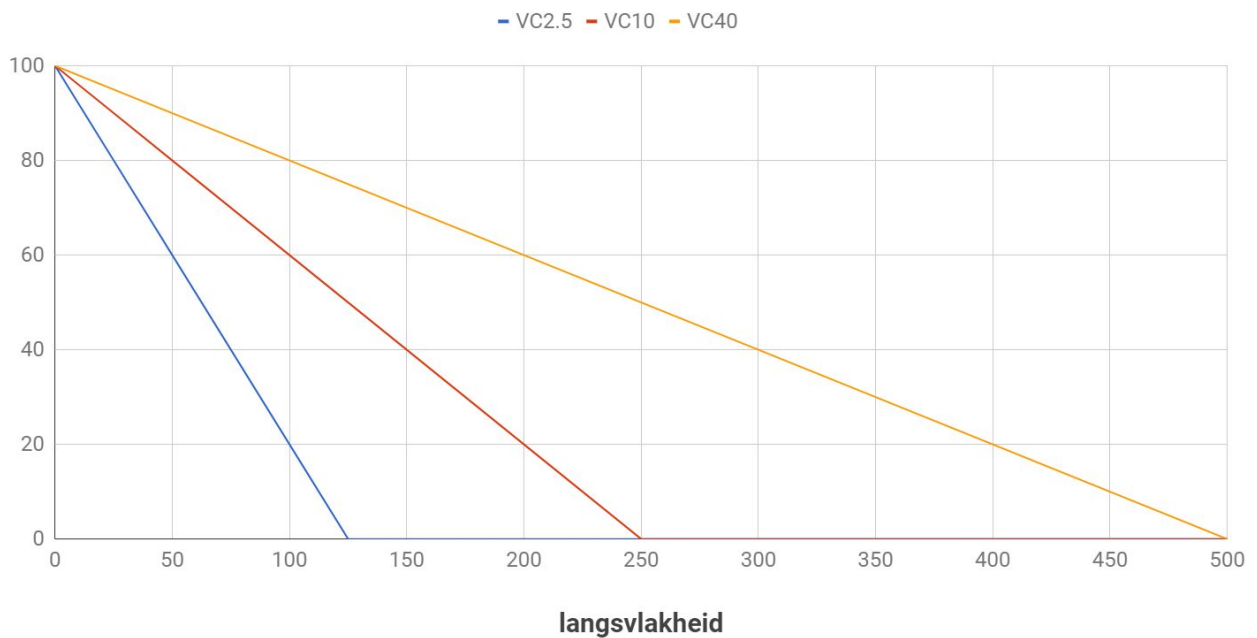
De langsvlakheid geeft aan in welke mate het oppervlak van de verharding afwijkt van een perfect horizontaal vlak. De langsvlakheid wordt berekend voor verschillende golflengtes (2,5 m, 10 m en 40 m). Voor elke golflengte wordt de corresponderende vlakheidscoëfficiënt (VC) berekend.

De index van de langsvlakheid wordt voor alle verhardingen berekend met:

$$VC_{\text{index}} = 100 - A \times VC$$

A is afhankelijk van de golflengte:

- A = 0,8 voor VC2.5
- A = 0,4 voor VC10
- A = 0,2 voor VC40



De gecombineerde vlakheidsindex is het minimum van de drie individuele vlakheidsindexen.

De onderhoudsdrempel is:

- 50 voor VC2.5
- 100 voor VC10
- 200 voor VC40

De interventiedrempel is:

- 75 voor VC2.5
- 150 voor VC10
- 300 voor VC40

Scheurvorming

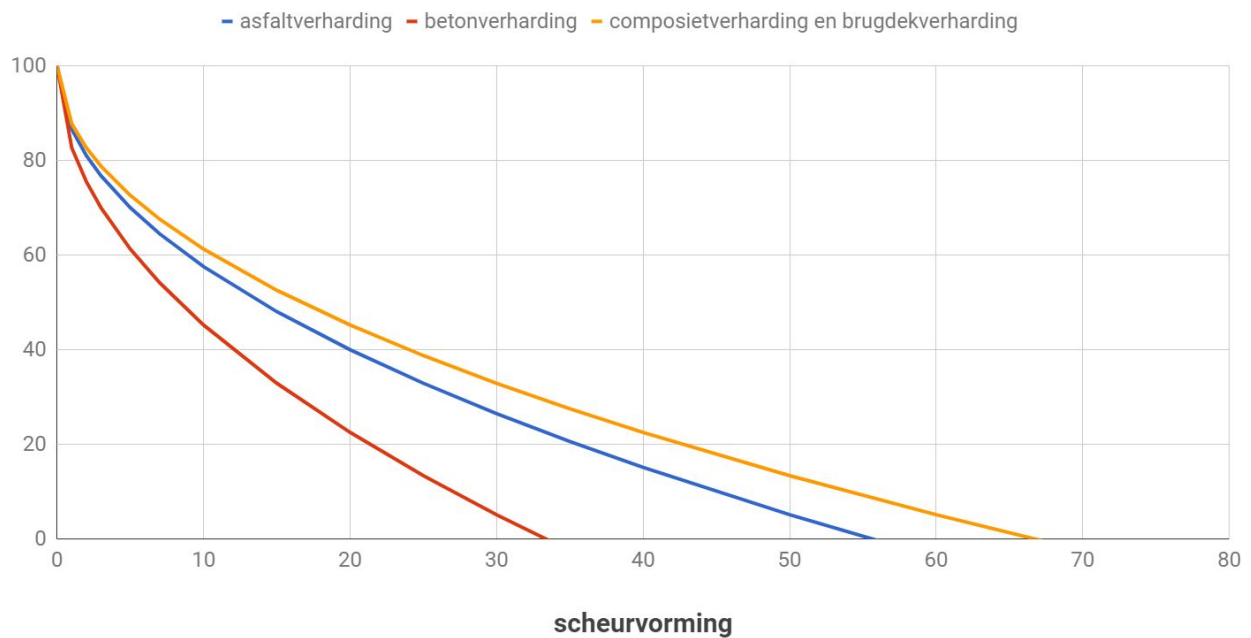
Voor de visuele inspectie (VI) wordt in PMS enkel gebruik gemaakt van het percentage gescheurd oppervlak.

De index van de scheurvorming wordt berekend met:

$$VI_{\text{index}} = 100 - 60 \times \sqrt{VI/A}$$

A is afhankelijk van de verharding:

- A = 20 voor asfaltverhardingen (structuurtype AF)
- A = 12 voor betonverhardingen (structuurtype BAF en BF)
- A = 24 voor composietverhardingen (structuurtype ABAF en ABF) en brugdekverhardingen (structuurtype AD)



De onderhoudsdrempel is:

- 8,9 % voor asfaltverhardingen
- 5,3 % voor betonverhardingen
- 10,7 % voor composietverhardingen en brugdekverhardingen

De interventiedrempel is:

- 20,0 % voor asfaltverhardingen
- 12,0 % voor betonverhardingen
- 24,0 % voor composietverhardingen en brugdekverhardingen

Globale toestand

De globale toestand van een wegvak wordt berekend op basis van de indexwaarden van de stroefheid, spoorvorming en scheurvorming en de gecombineerde vlakheidsindex.

De globale index wordt berekend met:

$$GI = P_{\min} - p \times (100 - P_{3m})$$

In deze formule is:

- P_{\min} het minimum van de vier indexwaarden
- P_{3m} het gemiddelde van de drie andere indexwaarden
- p een gewichtsfactor, $p = 0,10$

Bijlage D: Uitvoeringstermijn

De uitvoeringstermijn wordt berekend aan de hand van een theoretische aanlegssnelheid per onderhoudsingreep. Elke onderhoudsingreep bestaat uit meerdere werken (bv. het vervangen van een top laag bestaat uit het affrezen van de top laag, het aanleggen van de nieuwe laag en het aanbrengen van de wegmarkering). Voor elk werk wordt een theoretische constructiesnelheid verondersteld.

werk	constructiesnelheid v_i
frezen van één asfaltlaag	15 m/min
opbreken asfaltverharding	7,5 m/min
opbreken betonverharding	5 m/min
opbreken composietverharding	3 m/min
opbreken brugdekverharding	7,5 m/min
aanleg gestabiliseerde steenslagfundering	2 m/min
aanleg schraalbetonfundering	1 m/min
aanleg van één laag (giet)asfalt	4 m/min
aanleg van een betonverharding	0,5 m/min
aanleg van een SAMI	12 m/min
uitvoeren van een oppervlakbehandeling	6 m/min

De theoretische aanlegssnelheid (in m/uur) wordt dan berekend met $v = 60 / \sum (1/v_i)$.

Deze snelheid wordt voor elke onderhoudsingreep weergegeven in de tabel van bijlage D.

Er wordt verder verondersteld dat het wegvak aangelegd wordt in stroken van ca. 3,50 m breedte en dat een rendement gehaald wordt van 12 werkuren per dag.

Het berekenen van de uitvoeringstermijn is nodig voor het bepalen van de kostprijs van de werfsignalisatie. In de toekomst kan deze parameter ook gebruikt worden voor de berekening van bepaalde maatschappelijke kosten, zoals de filekosten tijdens de uitvoering van de onderhoudsingreep.

Bijlage E: Onderhoudsingrepen

De kosten van een onderhoudsingreep omvatten enkel de constructiekosten van de verharding:

- kost van frees- of opbraakwerken
- kost van de aanleg van de nieuwe lagen
- kost van de markeringen

De kost van andere werken (zoals het vervangen van afscherpende constructies, werken aan kunstwerken, verlichting, elektro-mechanische uitrusting, ...) worden niet beschouwd.

De kost van de werfsignalisatie wordt wel meegenomen in de analyse. Daarvoor worden de volgende veronderstellingen gemaakt:

- het te onderhouden wegvak wordt volledig afgesloten
- het verkeer wordt volledig afgehandeld op de andere richting

De kost van de werfsignalisatie bestaat dan uit het plaatsen, het in stand houden en het verwijderen van een tijdelijke afscherpende constructie en het aanbrengen en het verwijderen van tijdelijke markeringen.

Voor elk structuurtype wordt een catalogus met mogelijke onderhoudsingrepen opgemaakt. De details ervan worden verder beschreven.

Elke onderhoudsingreep wordt weergegeven met een code. Deze code bestaat uit vijf karakters:

- eerste karakter: code van het structuurtype (A = asfalt, B = beton, C = composiet, D = brugdek)
- tweede karakter: code van het structuurtype na de onderhoudsingreep
- derde karakter: code die aangeeft of de ingreep uit het vervangen van lagen betaat waardoor de dikte niet vergroot (I = *inlay*), of dat het een overlaging is (O = *overlay*)
- vierde en vijfde karakter: diepte van de *inlay* of dikte van de *overlay*

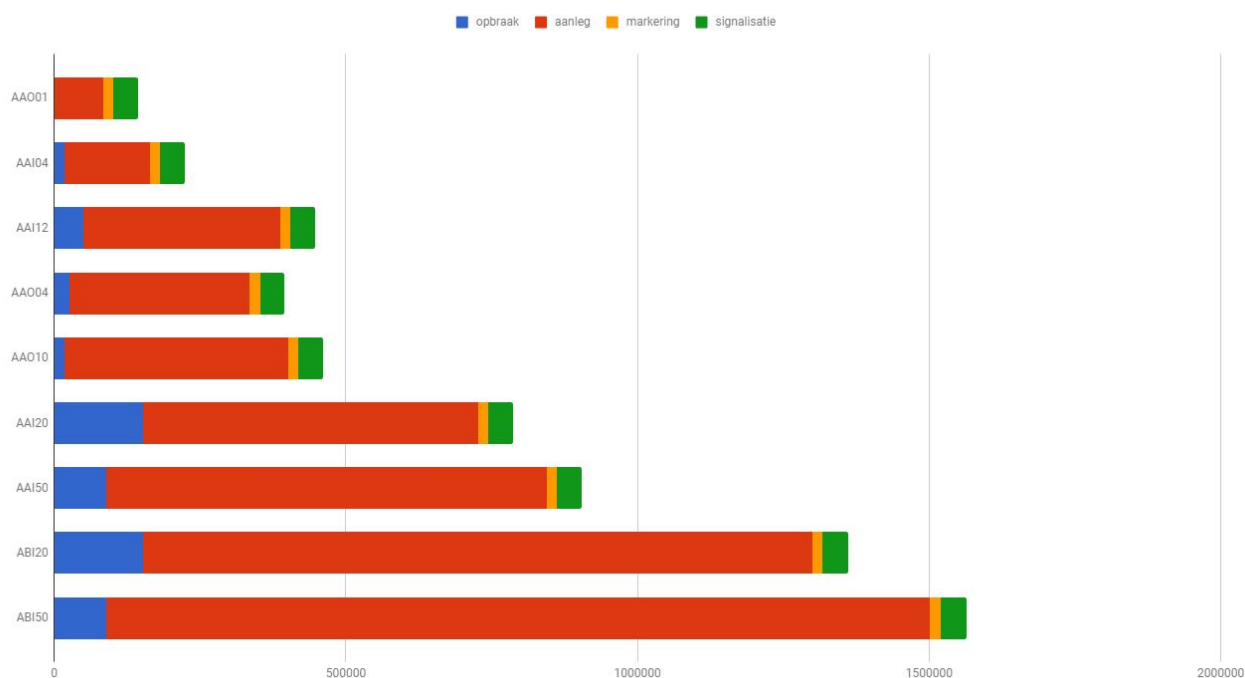
Bv, BCO04 is overlaging met 4 cm asfalt van een betonverharding, waardoor het een composietverharding wordt.

De volgende tabellen geven, per structuurtype, de mogelijke onderhoudsingrepen met een korte omschrijving en de theoretische aanlegssnelheid volgens bijlage C. Tevens wordt de aanlegkost van een fictief wegvak van 1 km lang met drie rijstroken en een pechstrook grafisch weergegeven, berekend volgens bijlage E, inclusief BTW.

Asfaltverhardingen

code	omschrijving	snellheid
AAO01	oppervlakbehandeling	360 m/h
AAI04	vervangen toplaag: 4 cm affrezen, aanleg 4 cm SMA	189 m/h
AAI12	vervangen top- en onderlaag: 12 cm affrezen, aanleg 8 cm AVS en 4 cm SMA	106 m/h
AAO04	versterkende overlaging: 6 cm affrezen, aanleg 6 cm APO en 4 cm SMA	106 m/h
AAO10	versterkende overlaging: 4 cm affrezen, aanleg 10 cm AVS en 4 cm SMA	106 m/h
AAI20	nieuwe asfaltverharding: opbreken asfaltverharding, aanleg AVS-onderlagen en 4 cm SMA (dikte i.f.v. de bouwklasse)	68 m/h
AAI50	nieuwe asfaltstructuur: opbreken volledige wegstructuur, aanleg 25 cm gestabiliseerde steenslagfundering, AVS-onderlagen en 4 cm SMA (dikte i.f.v. de bouwklasse)	43 m/h
ABI20	nieuwe betonverharding: opbreken asfaltverharding, aanleg 5 cm ABT en DGB-verharding (dikte i.f.v. de bouwklasse)	25 m/h
ABI50	nieuwe betonstructuur: opbreken volledige wegstructuur, aanleg schraalbetonfundering, 5 cm ABT en DGB-verharding (dikte i.f.v. de bouwklasse)	18 m/h

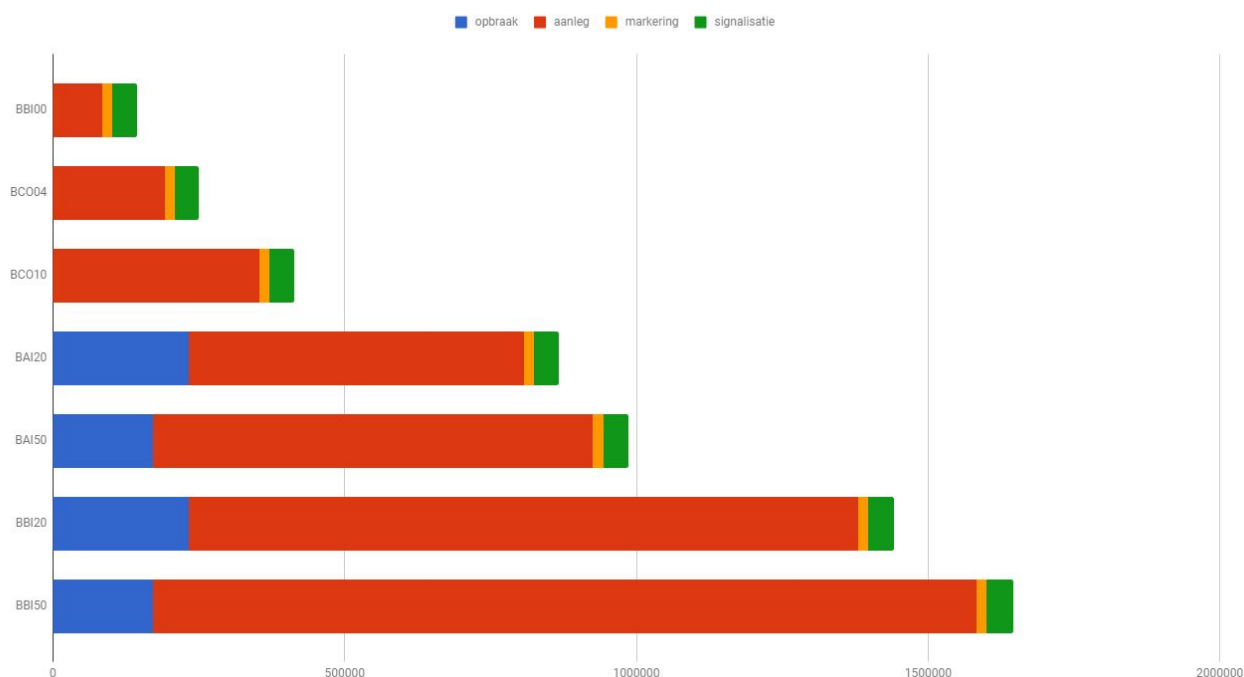
onderhoud asfaltverharding



Betonverhardingen

code	omschrijving	snelheid
BBI00	oppervlakbehandeling	360 m/h
BCO04	éénlaagse overlaging: aanleg SAMI en 4 cm SMA	180 m/h
BCO10	tweelaagse overlaging: aanleg SAMI, 6 cm APO en 4 cm SMA	103 m/h
BAI20	nieuwe asfaltverharding: opbreken betonverharding, aanleg AVS-onderlagen en 4 cm SMA (dikte i.f.v. de bouwklasse)	63 m/h
BAI50	nieuwe asfaltstructuur: opbreken volledige wegstructuur, aanleg 25 cm gestabiliseerde steenslagfundering, AVS-onderlagen en 4 cm SMA (dikte i.f.v. de bouwklasse)	41 m/h
BBI20	nieuwe betonverharding: opbreken betonverharding, aanleg 5 cm ABT en DGB-verharding (dikte i.f.v. de bouwklasse)	24 m/h
BBI50	nieuwe betonstructuur: opbreken volledige wegstructuur, aanleg schraalbetonfundering, 5 cm ABT en DGB-verharding (dikte i.f.v. de bouwklasse)	17 m/h

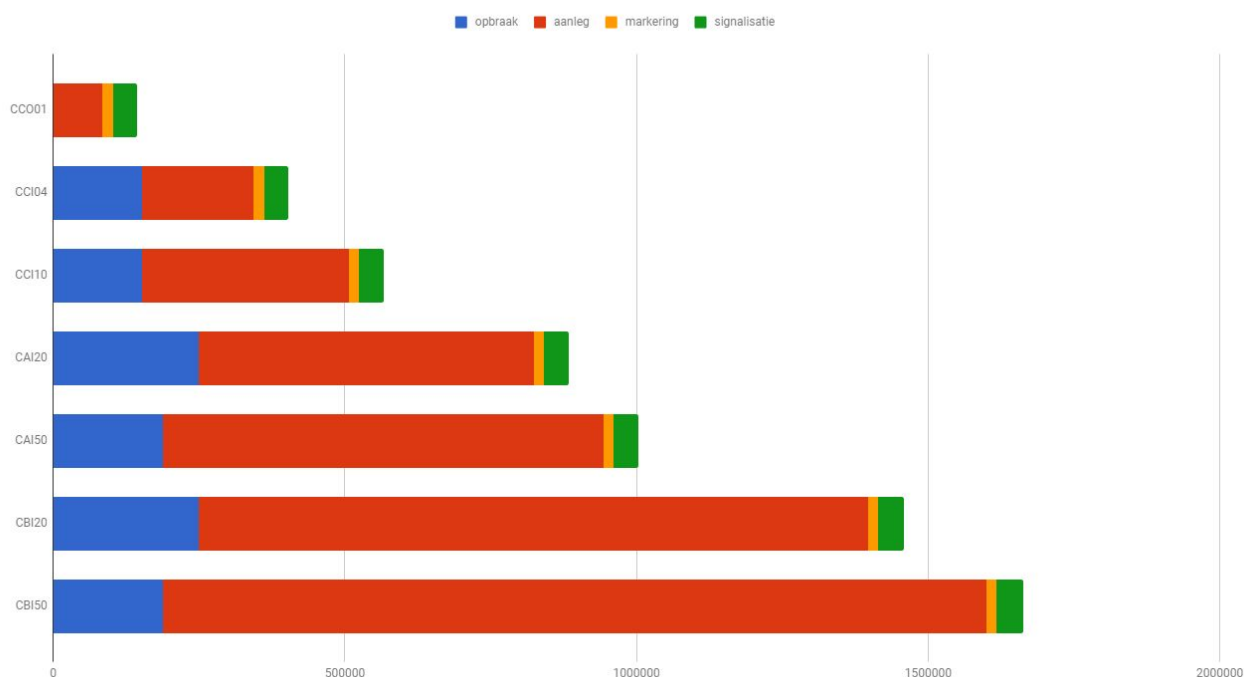
onderhoud betonverharding



Composietverhardingen

code	omschrijving	snelheid
CCO01	oppervlakbehandeling	360 m/h
CCI04	éénlaagse overlaging: verwijderen overlaging, aanleg SAMI en 4 cm SMA	150 m/h
CCI10	tweelaagse overlaging: verwijderen overlaging, aanleg SAMI, 6 cm APO en 4 cm SMA	92 m/h
CAI20	nieuwe asfaltverharding: opbreken composietverharding, aanleg AVS-onderlagen en 4 cm SMA (dikte i.f.v. de bouwklasse)	55 m/h
CAI50	nieuwe asfaltstructuur: opbreken volledige wegstructuur, aanleg 25 cm gestabiliseerde steenslagfundering, AVS-onderlagen en 4 cm SMA (dikte i.f.v. de bouwklasse)	38 m/h
CBI20	nieuwe betonverharding: opbreken composietverharding, aanleg 5 cm ABT en DGB-verharding (dikte i.f.v. de bouwklasse)	23 m/h
CBI50	nieuwe betonstructuur: opbreken volledige wegstructuur, aanleg schraalbetonfundering, 5 cm ABT en DGB-verharding (dikte i.f.v. de bouwklasse)	17 m/h

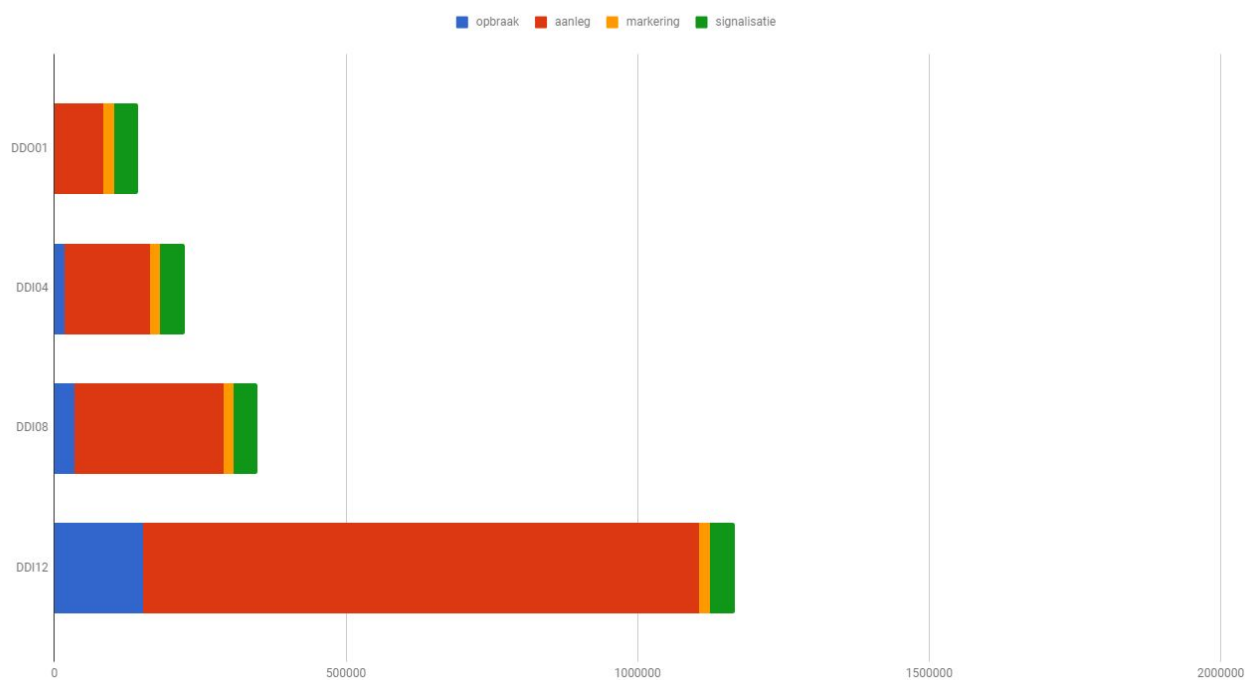
onderhoud composietverharding



Brugdekverhardingen

code	omschrijving	snellheid
DDO01	oppervlakbehandeling	360 m/h
DDI04	vervangen toplaag: 4 cm affrezen, aanleg 4 cm SMA	189 m/h
DDI08	vervangen top- en onderlaag: 8 cm affrezen, aanleg 4 cm APO en 4 cm SMA	106 m/h
DDI12	nieuwe brugdekverharding: opbreken brugdekverharding, aanleg afdichtingslaag en beschermlaag in gietasfalt, aanleg 4 cm APO en 4 cm SMA	53 m/h

onderhoud brugdekverharding



Bijlage F: Eenheidsprijzen

Voor de berekening van de kostprijs van de onderhoudsingrepen worden de volgende eenheidsprijzen gebruikt. Deze eenheidsprijzen werden bepaald op basis van de prijzendatabank in de MEDIAAN-toepassing. De eenheidsprijzen zijn exclusief BTW.

werk	eenheidsprijs 2018
affrezen van 1 cm asfalt	0,25 euro/m ²
opbreken van een asfaltverharding	9,00 euro/m ²
opbreken van een asfaltverharding, incl. fundering	5,30 euro/m ²
opbreken van een betonverharding	13,75 euro/m ²
opbreken van een betonverharding, incl. fundering	10,10 euro/m ²
opbreken van een composietverharding	14,75 euro/m ²
opbreken van een composietverharding, incl. fundering	11,10 euro/m ²
opbreken van een brugdekverharding	9,00 euro/m ²
aanleg gestabiliseerde steenslagfundering	10,65 euro/m ²
aanleg schraalbetonfundering	15,60 euro/m ²
aanleg 1 cm bitumineuze onderlaag, type APO	1,60 euro/m ²
aanleg 1 cm bitumineuze onderlaag, type AVS	1,40 euro/m ²
aanleg 5 cm bitumineuze tussenlaag, type ABT	9,00 euro/m ²
aanleg 4 cm bitumineuze toplaag, type SMA-C2	8,70 euro/m ²
aanleg 1 cm doorgaand gewapende betonverharding	2,35 euro/m ²
aanleg van een afdichtingslaag in gietasfalt	18,70 euro/m ²
aanleg van een beschermingslaag in gietasfalt	22,50 euro/m ²
aanleg SAMI	2,60 euro/m ²
oppervlakbehandeling	5,00 euro/m ²
aanbrengen thermoplastische markering	14,00 euro/m ²
aanbrengen geprefabriceerde markering	73,60 euro/m ²
aanbrengen tijdelijke (oranje) verfmarkering, incl. verwijderen	17,90 euro/m ²
plaatsen/verwijderen tijdelijke veiligheidsstootband	8,20 euro/m
in stand houden tijdelijke veiligheidsstootband	0,15 euro/m/dag

Om de kost van toekomstige onderhoudsingrepen te berekenen worden toekomstige kosten teruggerekend naar de huidige waarde met een discontovoet van 3,0 %.

Bijlage G: Grote werven 2018

De grote werven die opgenomen zijn in deze PMS-analyse als een opgelegde onderhouds-ingreep worden weergegeven in de volgende tabel.

wegnummer	richting	van	tot	ingreep	kost
A1	Nederland	37.500	45.000	AAI12	2.588
A1	Nederland	53.000	60.000	AAI12	2.415
A1	Antwerpen	36.594	35.168	AAI50	0.990
A10	Oostende	6.200	8.655	BBI20	3.730
A10	Oostende	42.300	46.700	AAI12	1.928
A10	Brussel	46.700	42.300	AAI12	1.928
A11	Zeebrugge	125.280	129.400	AAI50	2.455
A11	Antwerpen	129.400	125.300	AAI50	2.634
A13	Luik	56.300	57.749	BBI50	1.967
A13	Antwerpen	61.100	57.000	BBI50	5.420
A14	Antwerpen	47.200	48.930	AAI04	0.320
A21	Nederland	36.790	44.000	BAI50	5.665
A21	Antwerpen	44.000	37.000	BAI50	5.500
A21	Antwerpen	13.000	11.000	AAI12	0.690
R1	Gent	0.000	0.600	AAI50	0.539
R1	Gent	0.600	1.100	AAI04	0.116
R1	Nederlan	5.911	5.000	BBI20	1.698
totaal:					40,585

De totale kost van deze ingrepen (weergegeven in de laatste kolom), berekend overeenkomstig de eenheidsprijzen die in PMS gebruikt worden (zie bijlage E), bedraagt 61,1 miljoen euro (incl. BTW).

Het uitvoeren van deze opgelegde onderhouds-ingrepen heeft een effect op de toestand van deze wegvakken: de wegvakken die voor de ingreep in een slechte toestand waren, zijn na de ingreep in een goede of zeer goede toestand. Het effect hiervan is weergegeven in de volgende grafiek:

- **begin 2018** is de toestand van het volledige autosnelwegennet voor de grote werven
- **eind 2018** is de voorspelde toestand die rekening houdt met de grote werven, dit is tevens de starttoestand voor de PMS-analyse

