

Onderhoudsprogramma Autosnelwegen

PMS-rapport 2017

Deze pagina werd bewust blanco gelaten

Inhoudsopgave

[Inhoudsopgave](#)

[Inleiding](#)

[1. PMS](#)

[Verticale wegopbouw](#)

[Verkeer](#)

[Toestand van het wegennet](#)

[Onderhoudsingrepen](#)

[PMS-analyse](#)

[2. Evolutie toestand](#)

[3. Budgetscenario's](#)

[Budgetscenario 1 "geen budget"](#)

[Budgetscenario 2 "technisch optimum"](#)

[Budgetscenario 3 "42,6 miljoen euro/jaar gedurende 20 jaar"](#)

[Budgetscenario 4 "32,0 miljoen euro/jaar gedurende 20 jaar"](#)

[Budgetscenario 5 "12,0 miljoen euro/jaar gedurende 20 jaar"](#)

[4. Onderhoudsprogramma](#)

[Budgetscenario 2 "technisch optimum"](#)

[Budgetscenario's](#)

[Budgetscenario 3 "42,6 miljoen euro/jaar gedurende 20 jaar"](#)

[Budgetscenario 4 "32,0 miljoen euro/jaar gedurende 20 jaar"](#)

[Budgetscenario 5 "12,0 miljoen euro/jaar gedurende 20 jaar"](#)

[5. Conclusie](#)

[Bijlage A: Meettoestellen](#)

[De ARAN](#)

[De SKM](#)

[Bijlage B: Oppervlakkenmerken](#)

[Stroefheid](#)

[Spoorvorming](#)

[Langsvlakheid](#)

[Scheurvorming](#)

[Globale toestand](#)

[Bijlage C: Uitvoeringstermijn](#)



[Bijlage D: Onderhoudsingrepen](#)

[Asfaltverhardingen](#)

[Betonverhardingen](#)

[Composietverhardingen](#)

[Bijlage E: Eenheidsprijzen](#)

[Bijlage F: Grote werven 2017](#)

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 - dat nog altijd gebruikt wordt voor de gewestwegen - berekende de onderhoudsachterstand en de onderhoudsbehoeften.

Sinds 2010 werd een *pavement management system* (PMS) ontwikkeld waarmee de evolutie van de toestand van het autosnelwegennet voorspeld kan worden, rekening houdend 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 toegelicht. Hoofdstuk 2 geeft een kort 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 is het tweede PMS-rapport, gebaseerd op de toestand van de verhardingen zoals opgemeten in 2017. 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 2017 werd de stroefheid van de verharding voor het eerst opgemeten met de SKM (t.e.m. 2016 gebeurde dit met de SCRIM). Het PMS-model werd dan ook aangepast aan dit nieuwe meettoestel.

ir. Margo Briessinck
senior adviseur wegstructuren

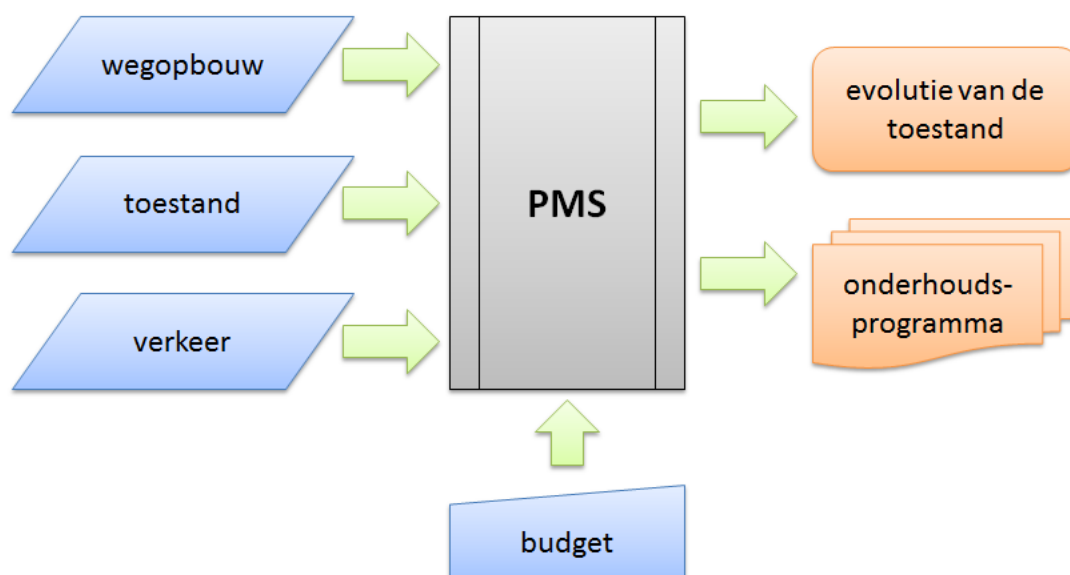
¹ RWOV staat voor Rationeel Wegenonderhoud Vlaanderen

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.

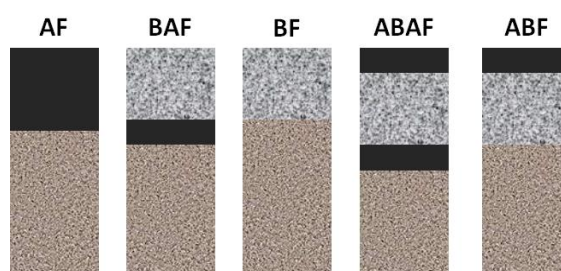
Verticale wegopbouw

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 drie 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)



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 A.

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 onderhoudsingrepen 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 B worden meer details gegeven over de verschillende parameters, de indexen en de drempels.

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

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

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 C wordt de berekening van de uitvoeringstermijn beschreven, in bijlage D worden de onderhoudsingrepen beschreven en in bijlage E 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

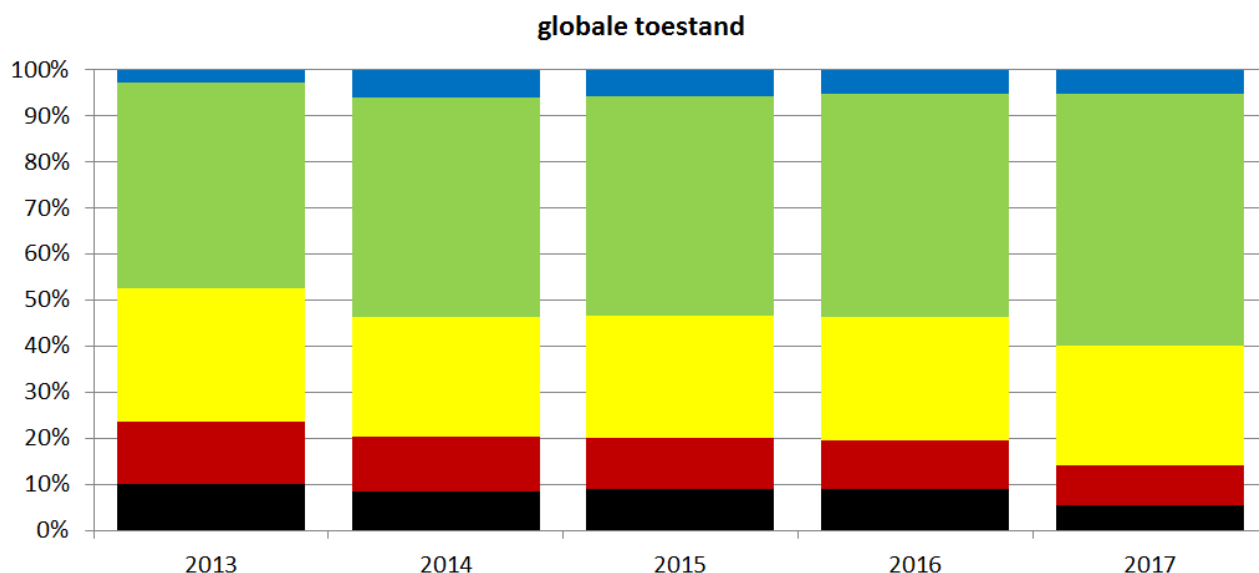
Daarnaast worden ook realistischere budgetscenario's geanalyseerd.

In de verschillende budgetscenario's worden tijdens het eerste analysejaar (in dit geval het jaar 2017) enkel de opgelegde onderhoudsingrepen uitgevoerd (zie Hoofdstuk 3).

De analyse werd uitgevoerd met versie 9.5 van dTIMS.

2. Evolutie toestand

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

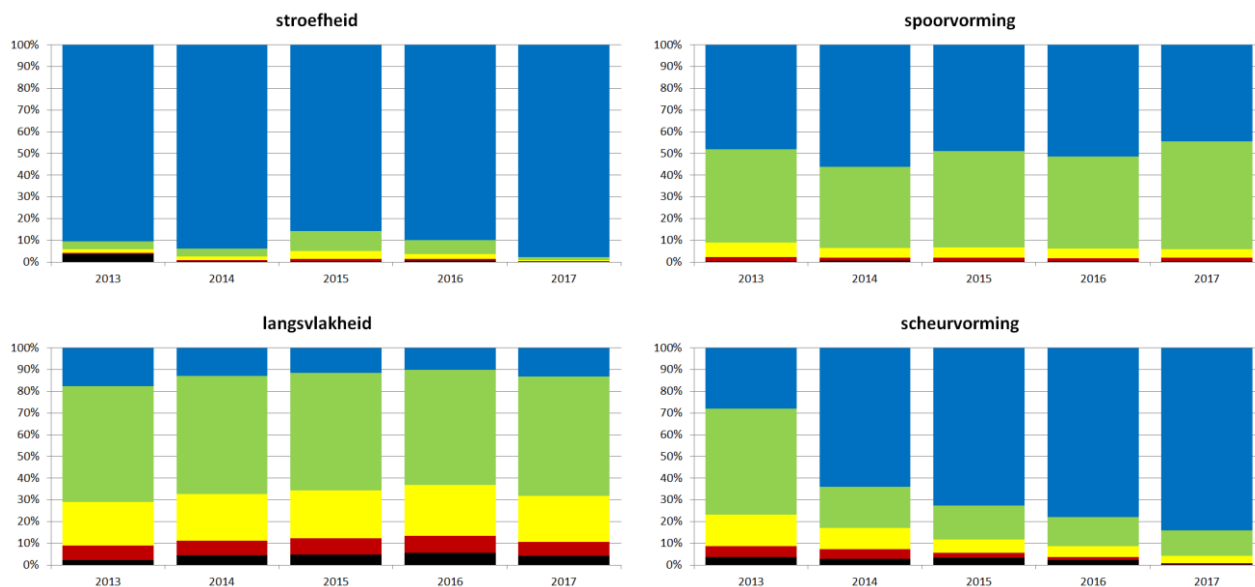


kwaliteitsklasse	2013	2014	2015	2016	2017
zeer goed	2,8	6,0	5,6	5,2	5,3
goed	44,6	47,5	47,8	48,4	54,5
voldoende	28,9	26,2	26,7	26,8	26,0
slecht	13,6	11,8	10,9	10,6	8,8
zeer slecht	10,1	8,5	9,0	9,0	5,4

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 14,2 % in 2017.

In vergelijking met de rapporten "Toestand van het wegnennet" t.e.m. 2015 werd de berekening van de indexwaarden aangepast. In deze grafieken werden de historische gegevens herrekend met behulp van de nieuwe transferfuncties en zijn dus niet vergelijkbaar met de vorige rapporten.

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



kwaliteits- klasse	stroefheid		spoorvorming		langsvlakheid		scheurvorming	
	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017
zeer goed	89,9	97,7	51,4	44,4	10,0	13,2	77,9	84,1
goed	6,4	1,3	42,5	49,6	53,0	55,0	13,3	11,7
voldoende	2,2	0,6	4,3	4,1	23,6	21,2	5,0	3,2
slecht	0,9	0,2	1,4	1,5	7,9	6,3	1,5	0,7
zeer slecht	0,6	0,2	0,4	0,4	5,5	4,3	2,3	0,3



3. Budgetscenario's

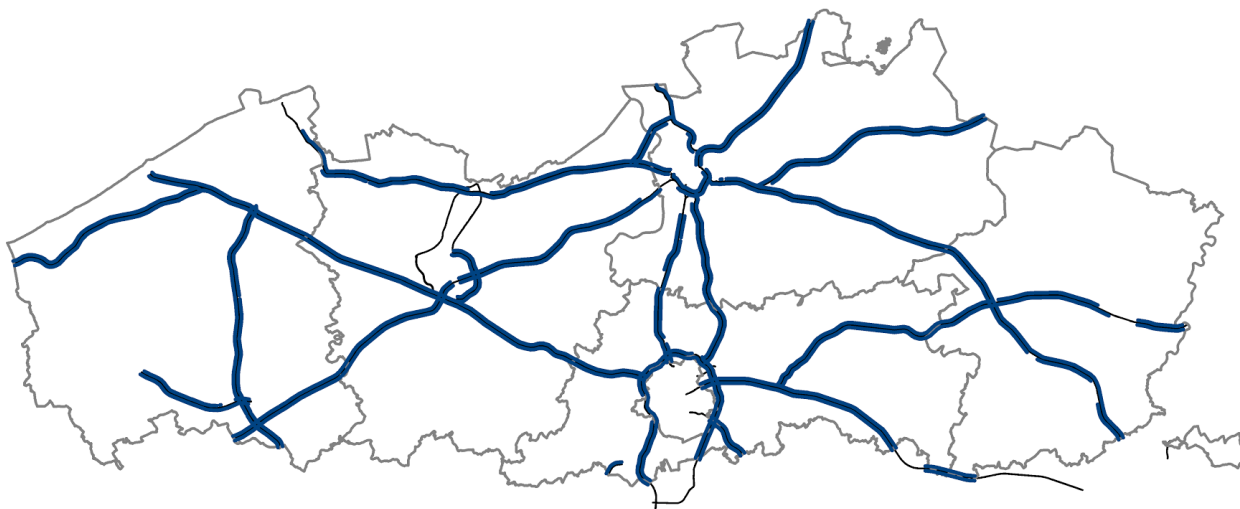
De volgende budgetscenario's werden geanalyseerd:

- budgetscenario 1 “geen budget”
- budgetscenario 2 “technisch optimum”
- budgetscenario 3 “42,6 miljoen/jaar gedurende 20 jaar”: dit is het budget dat nodig is om de onderhoudsachterstand op 5 jaar weg te werken
- budgetscenario 4 “32,0 miljoen/jaar gedurende 20 jaar”: dit is 75% van budgetscenario 3
- budgetscenario 5 “21,3 miljoen/jaar gedurende 20 jaar”: dit is 50% van budgetscenario 3

Deze budgetten zijn inclusief 21 % BTW.

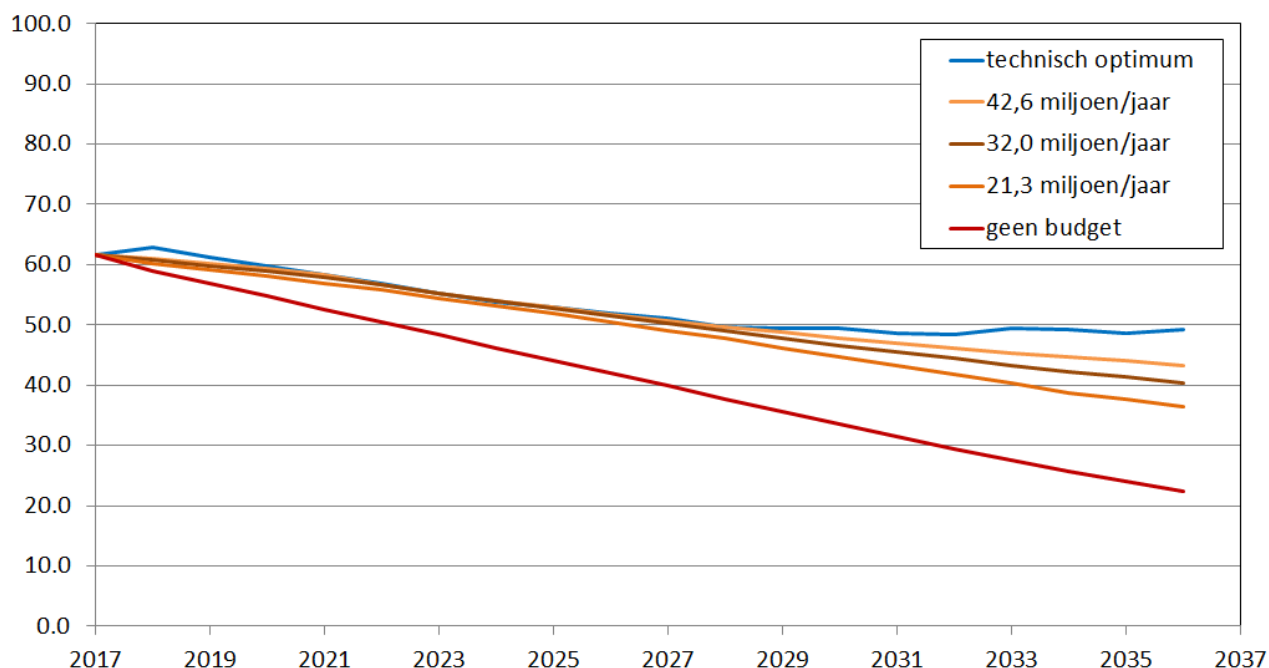
Er werd 1.707 km van het autosnelwegennet geanalyseerd. Een aantal wegvakken werd niet geanalyseerd omdat van die wegvakken niet alle data beschikbaar was. Meestal gaat het over structuurinformatie, maar in een paar gevallen kan het ook over verkeers- of toestandsinformatie gaan.

Op de volgende kaart worden de wegvakken met blauw aangeduid 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).



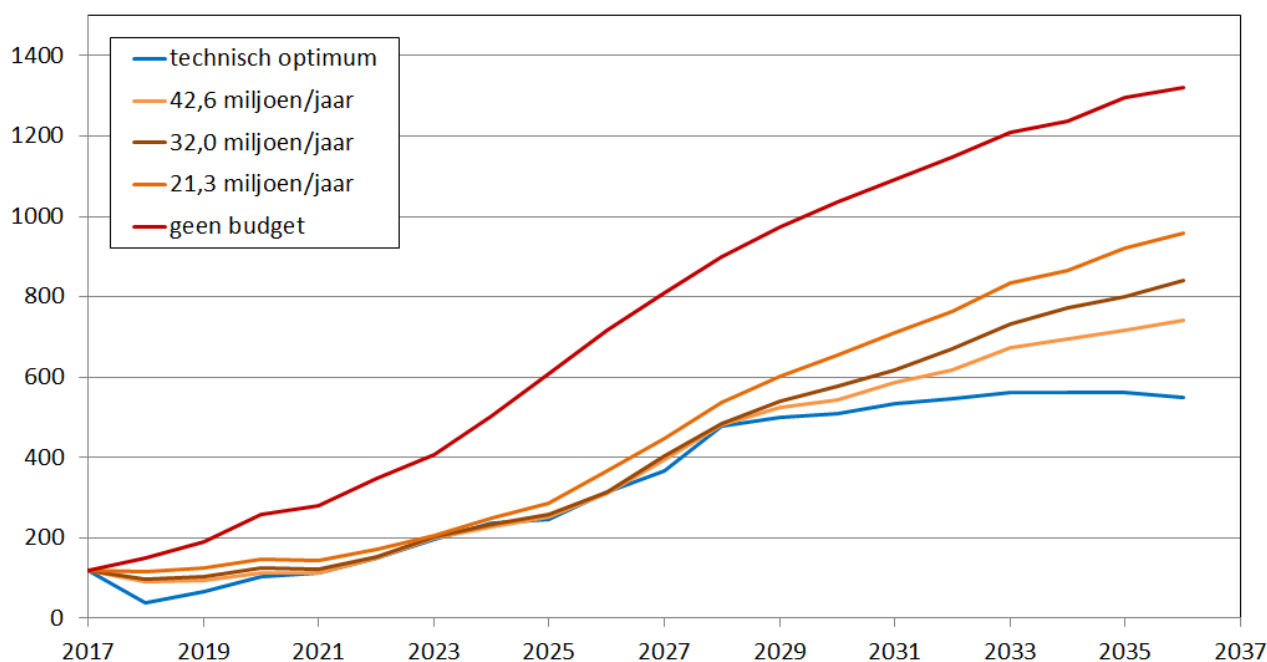
Aangezien in de loop van het eerste analysejaar 2017 verschillende werken uitgevoerd werden (de zogenaamde “grote werven”), moet met deze onderhoudsingrepen rekening gehouden worden. De grote werven die opgenomen zijn in deze PMS-analyse als een opgelegde onderhoudsingreep worden opgelijst in bijlage F.

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 2017 t.e.m. 2037).



	technisch optimum	geen budget	42,6 miljoen	32,0 miljoen	21,3 miljoen
2017	61,6	61,6	61,6	61,6	61,6
2018	62,8	59,0	60,9	60,7	60,2
2019	61,1	57,0	60,2	59,8	59,1
2020	59,7	54,8	59,4	59,0	58,1
2021	58,4	52,6	58,3	57,8	56,9
2022	56,8	50,5	56,7	56,7	55,8
2027	51,1	39,9	50,6	50,2	49,1
2036	49,3	22,3	43,3	40,3	36,4

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.

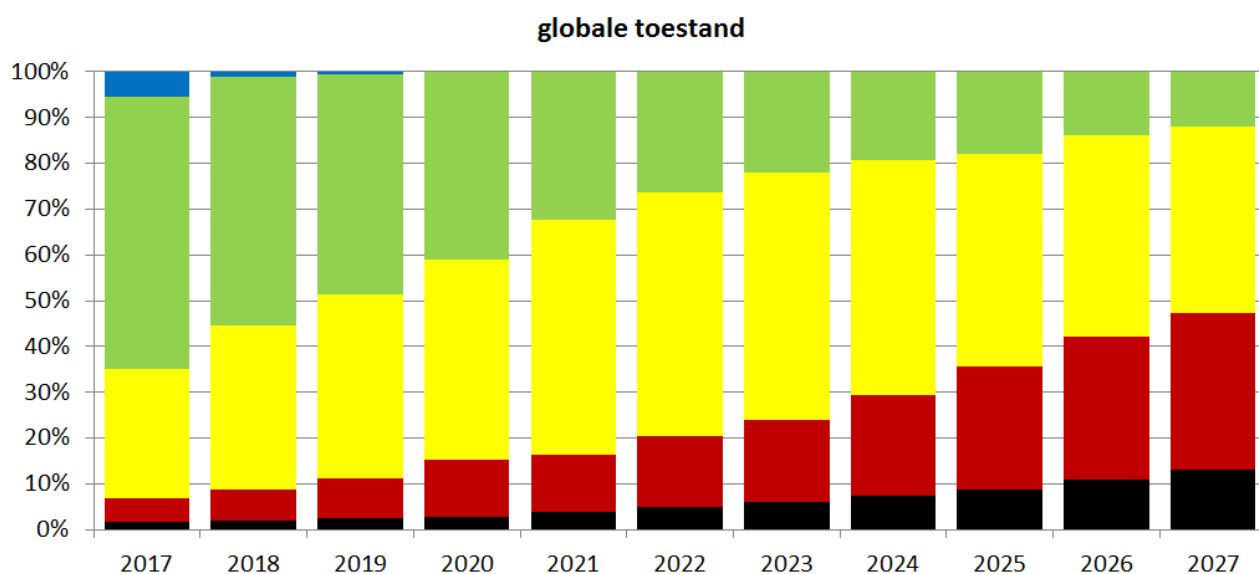


	technisch optimum	geen budget	42,6 miljoen	32,0 miljoen	21,3 miljoen
2017	118	118	118	118	118
2018	39	150	90	96	115
2019	67	189	95	104	126
2020	103	260	113	126	147
2021	111	280	112	121	143
2022	150	348	151	152	170
2027	368	809	396	404	446
2037	549	1322	742	842	957

Op korte termijn (5 jaar) tot middellange termijn (10 jaar) hebben de budgetscenario's van 42,6 miljoen en 32,0 miljoen een vergelijkbaar effect op de onderhoudsachterstand en benaderen van 2021 (als de onderhoudsachterstand grotendeels weggewerkt is) tot 2028 redelijk goed het technisch optimum.

Budgetscenario 1 “geen budget”

Evolutie van de toestand.



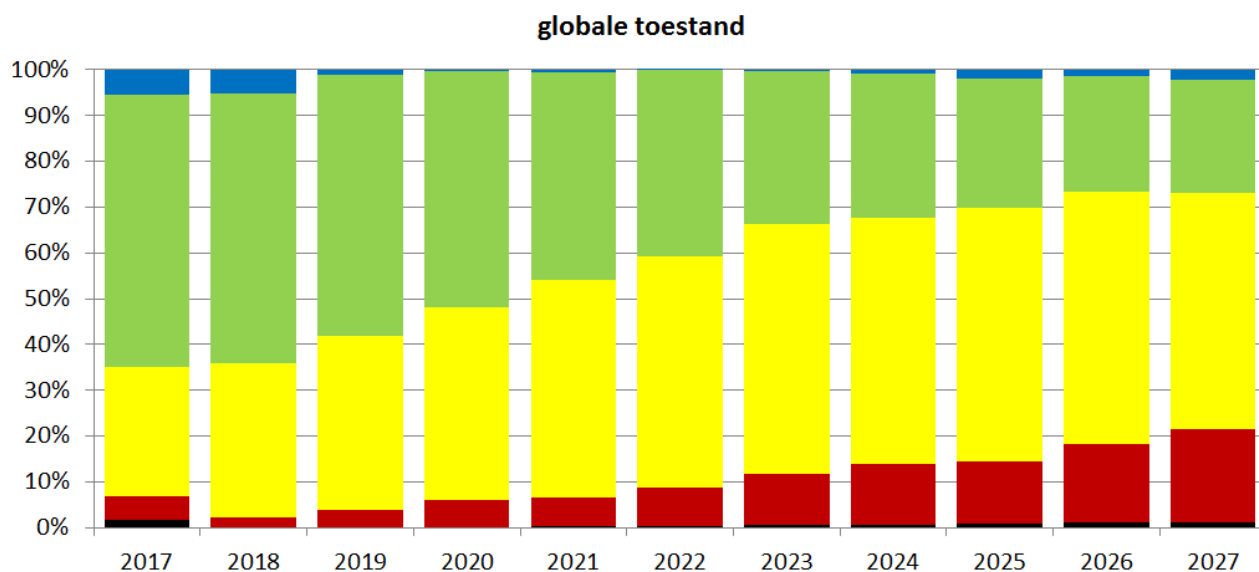
Evolutie van stroefheid, spoorvorming, langsvlakheid, scheurvorming.



In dit scenario worden wel de opgelegde onderhoudsingrepen van 2017 uitgevoerd.

Budgetscenario 2 “technisch optimum”

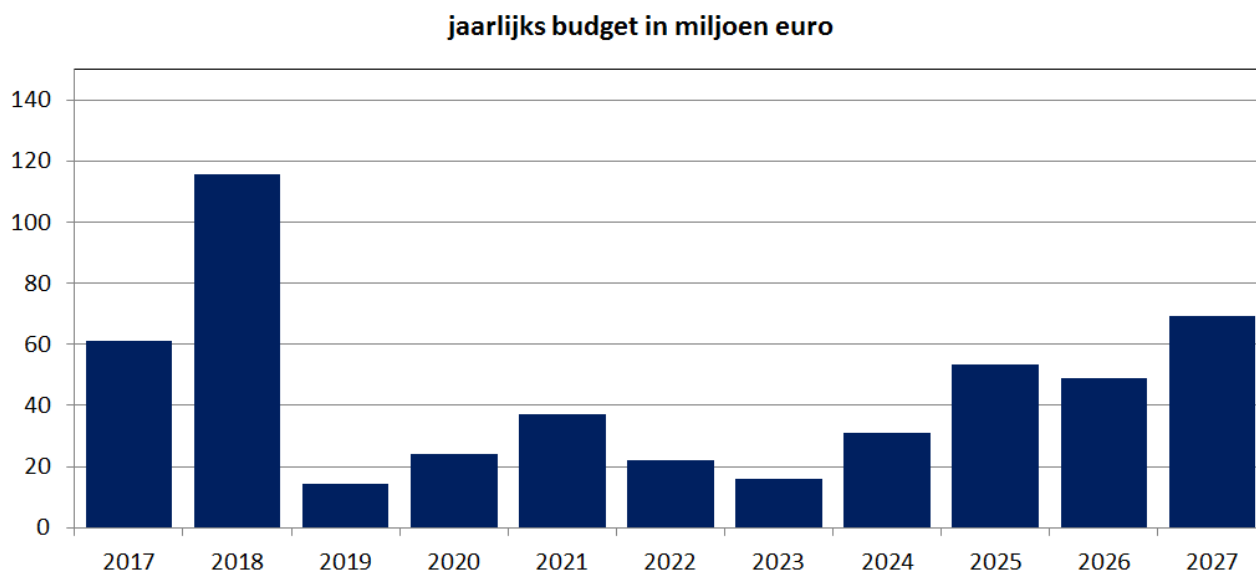
Evolutie van de toestand.



Evolutie van stroefheid, spoorvorming, langsvlakheid, scheurvorming.



Nodige budgetten.



Het budget van 2018 bedraagt 115,7 miljoen euro. Dit budget is een maat voor de totale onderhoudsachterstand na uitvoering van de opgelegde onderhoudsingrepen van 2017. Dit bedrag geldt voor het geanalyseerde autosnelwegennet van 1707 km en moet geëxtrapoleerd worden naar 1800 km. Dat geeft een onderhoudsachterstand van 122,0 miljoen euro.

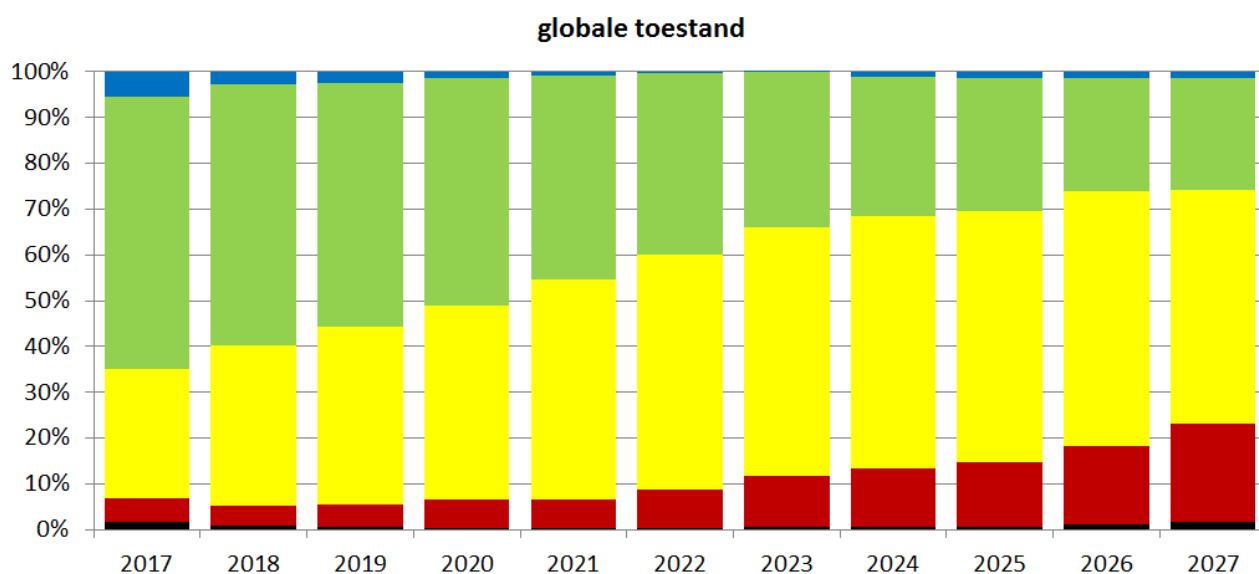
Uit deze grafiek kan ook afgeleid worden dat, eens deze achterstand weggewerkt is, er een nieuwe golf van structureel onderhoud verwacht wordt vanaf 2025.

Voor een aantal periodes kunnen we het gemiddelde jaarlijks nodige budget uitrekenen.

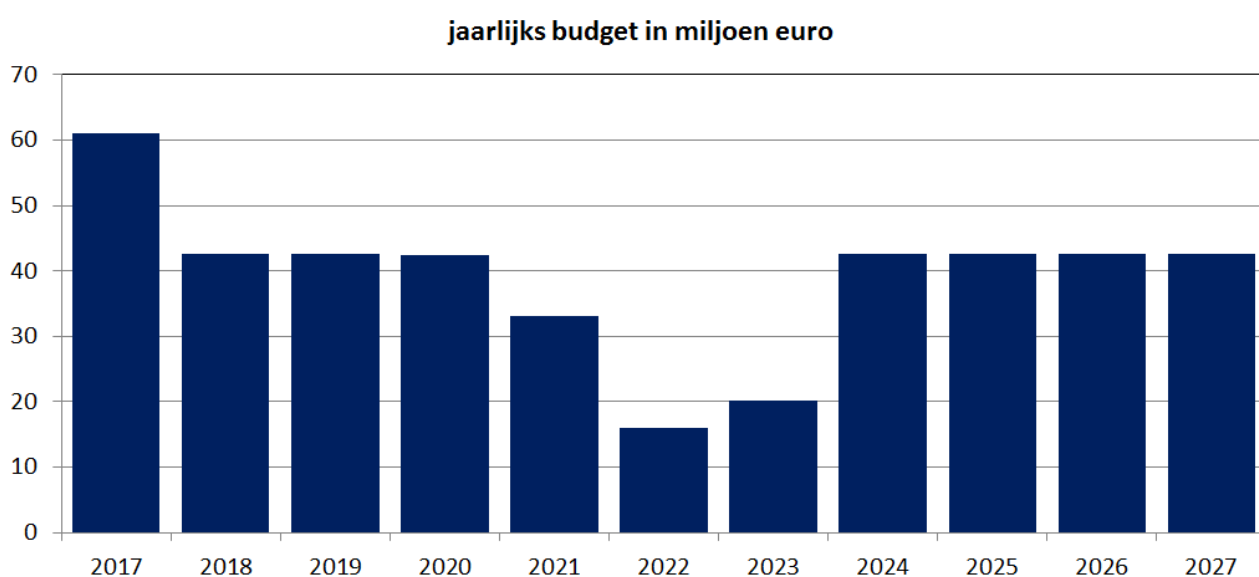
periode	jaarlijks budget	opmerking
2018-2020	51,3 miljoen euro/jaar	onderhoudsachterstand op 3 jaar wegwerken
2018-2021	47,8 miljoen euro/jaar	onderhoudsachterstand op 4 jaar wegwerken
2018-2022	42,6 miljoen euro/jaar	onderhoudsachterstand op 5 jaar wegwerken
2018-2027	43,1 miljoen euro/jaar	gemiddeld nodig budget eerste 10 jaar

Budgetscenario 3 “42,6 miljoen euro/jaar gedurende 20 jaar”

Evolutie van de toestand.



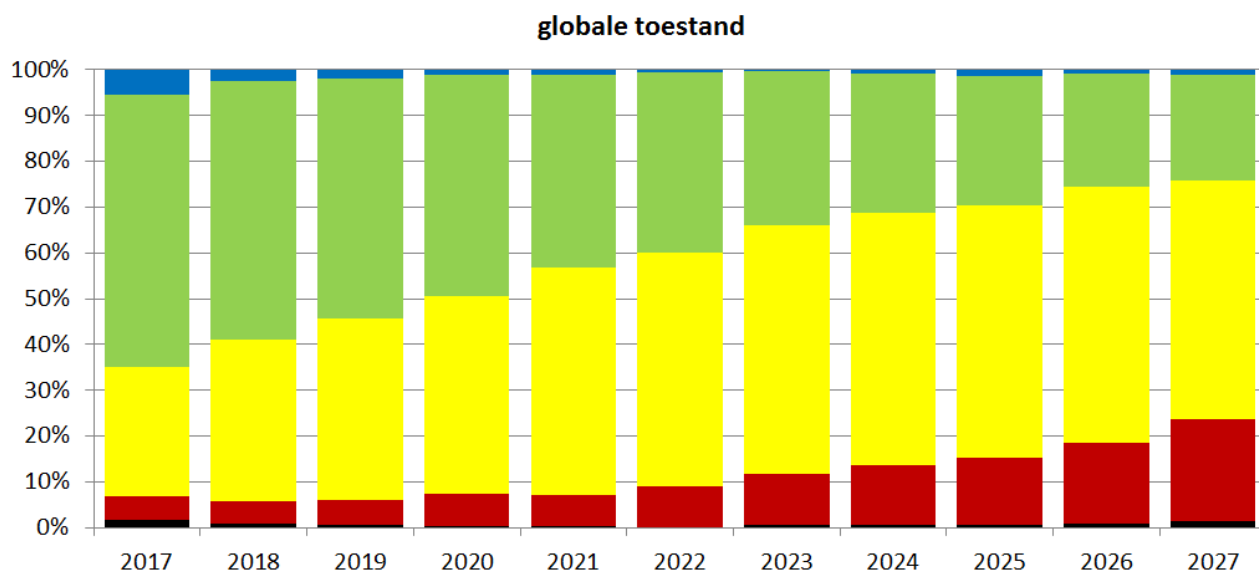
Nodige budgetten.



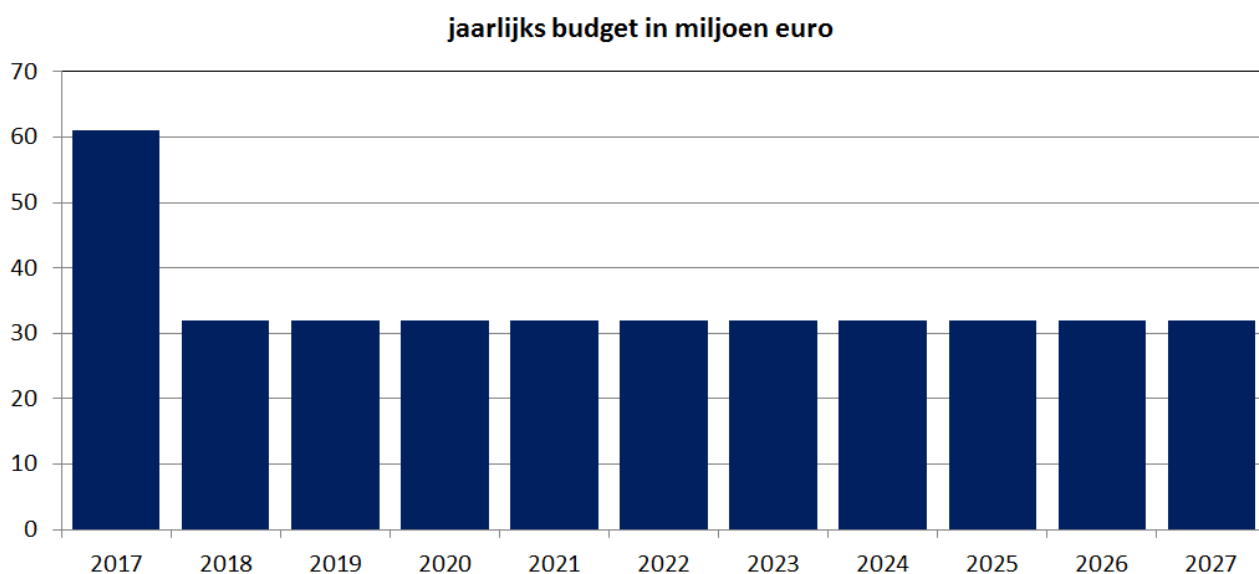
Het volledige budget wordt de eerste drie jaar aangewend om de onderhoudsachterstand weg te werken. Vanaf 2021 kan gedurende 3 jaar wel een iets lager budget van ca. 20 miljoen/jaar volstaan, maar vanaf 2024 is dit budget weer onvoldoende.

Budgetscenario 4 “32,0 miljoen euro/jaar gedurende 20 jaar”

Evolutie van de toestand.



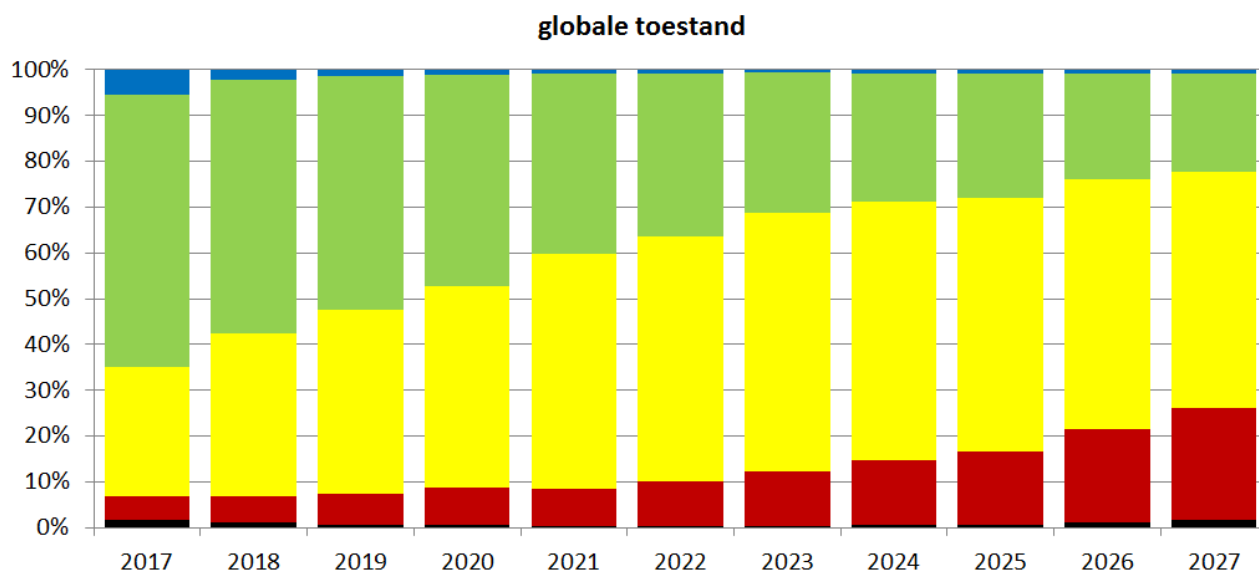
Nodige budgetten.



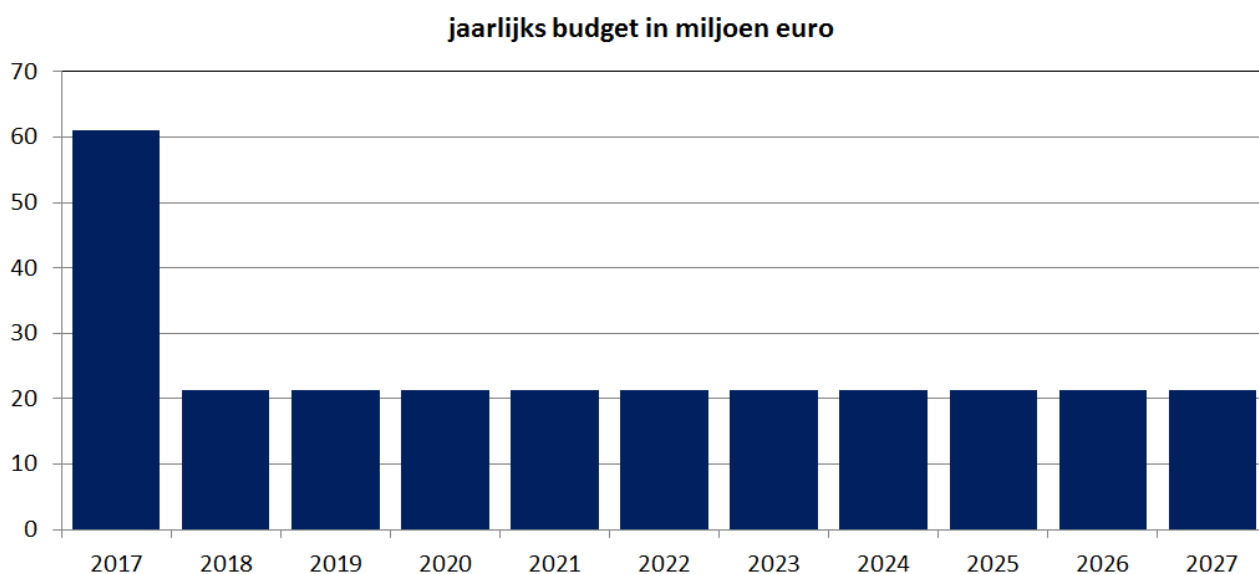
Het volledige budget wordt elk jaar opgebruikt. Dit geeft aan dat het budget onvoldoende is.

Budgetscenario 5 “21,3 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.

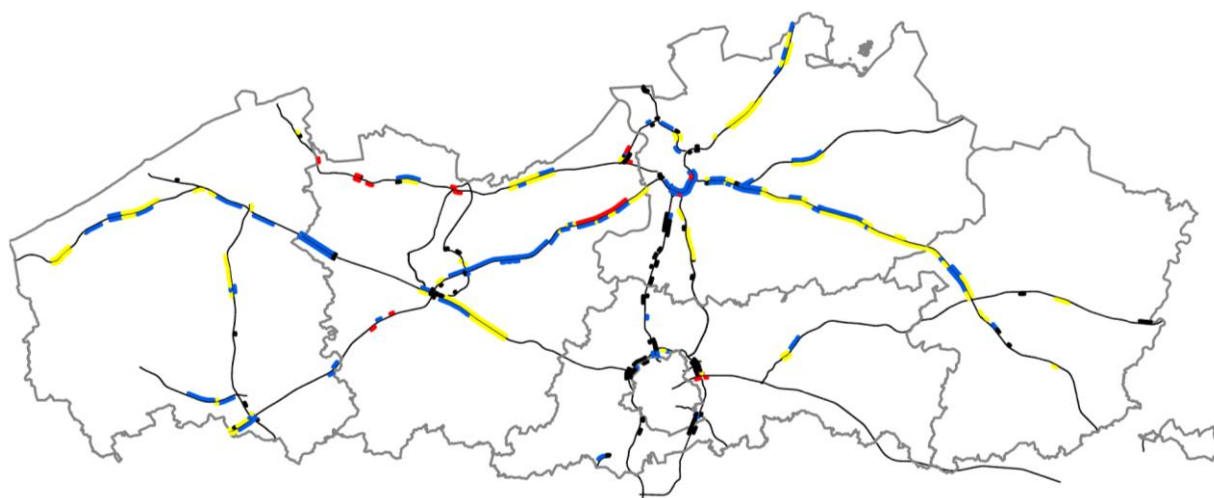
4. Onderhoudsprogramma

Budgetscenario 2 “technisch optimum”

De volgende kaart is gebaseerd op het scenario “technisch optimum” en bevat alle wegvakken met een onderhoudsingreep in de periode 2018-2022.

Voor de inkleuring wordt de volgende legende gebruikt:

blauw	beperkte 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.

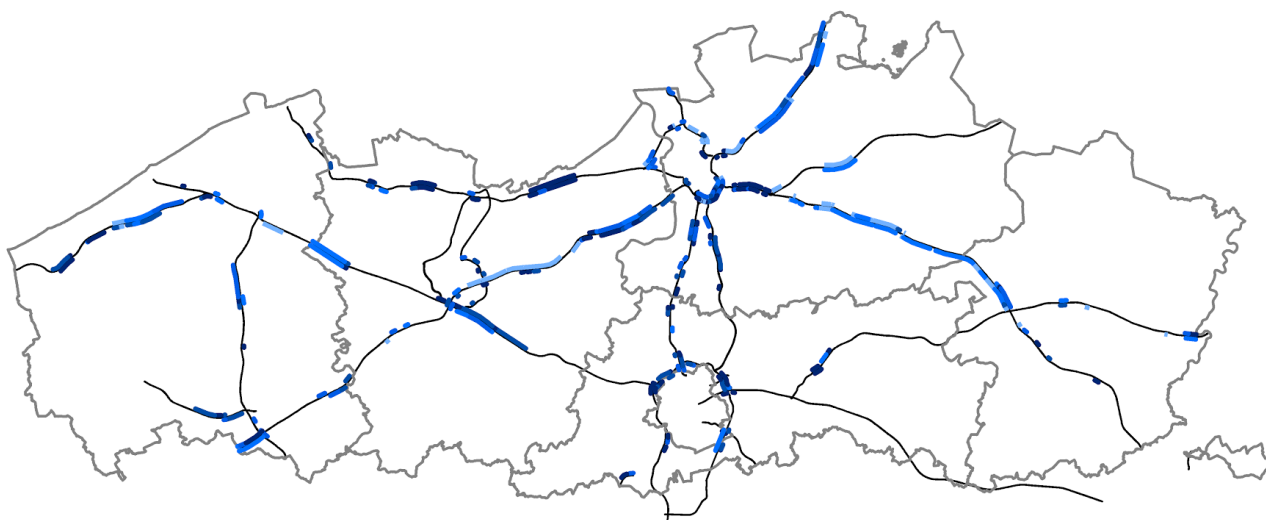
Een voorbeeld hiervan is de A3 van Heverlee tot Woluwe waar de structurele problemen van de betonverharding momenteel niet meer zichtbaar zijn ten gevolge van de bitumineuze overlaging die een aantal jaar geleden vernieuwd werd. Een ander voorbeeld is de A21 tussen Lille en Turnhout. De trapvorming die daar optreedt, is typische schade voor platenbetonverhardingen. Maar aangezien dit de laatste sectie van het autosnelwegennet is met dit type betonverhardingen werd dit schadeverschijnsel niet gemodelleerd in PMS.

Budgetscenario's

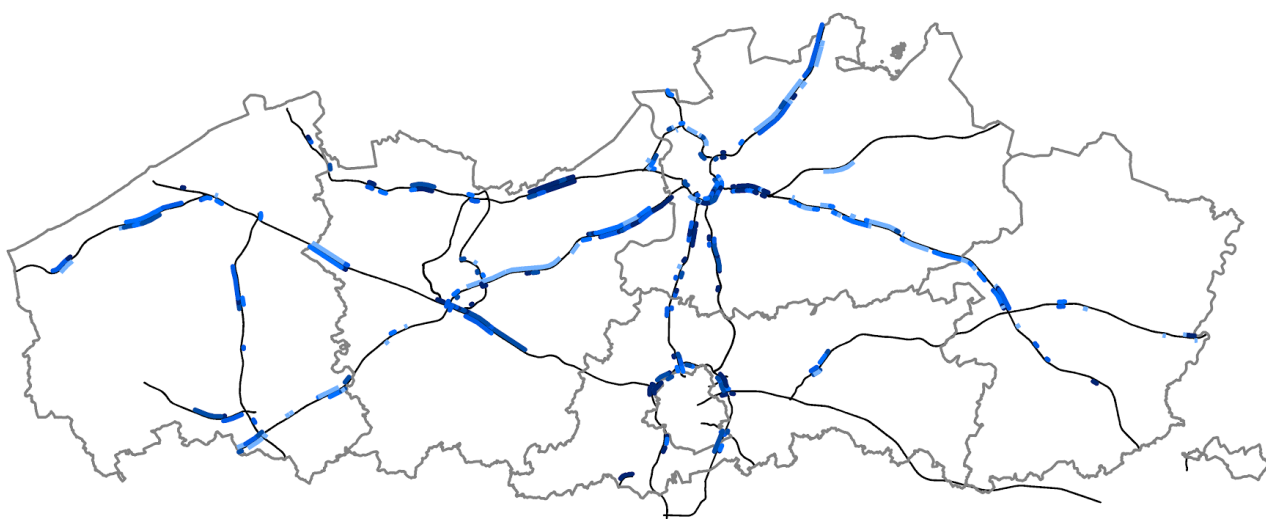
De volgende kaarten geven voor de budgetscenario's 3 t.e.m. 5 de locatie van de ingrepen weer en het jaar waarin deze ingreep in het ideale geval zou moeten gebeuren. Deze prioriteit wordt weergegeven aan de hand van de kleurintensiteit:

- donkerblauw = 2018, hoogste prioriteit
- lichtblauw = 2022, laagste prioriteit

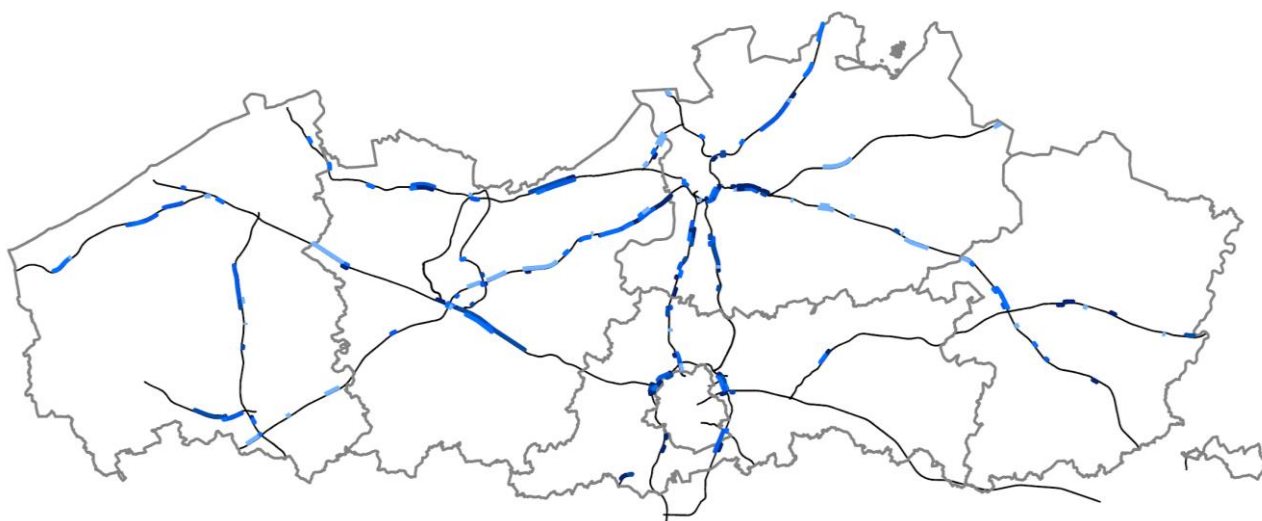
Budgetscenario 3 "42,6 miljoen euro/jaar gedurende 20 jaar"



Budgetscenario 4 "32,0 miljoen euro/jaar gedurende 20 jaar"



Budgetscenario 5 “21,3 miljoen euro/jaar gedurende 20 jaar”



5. Conclusie

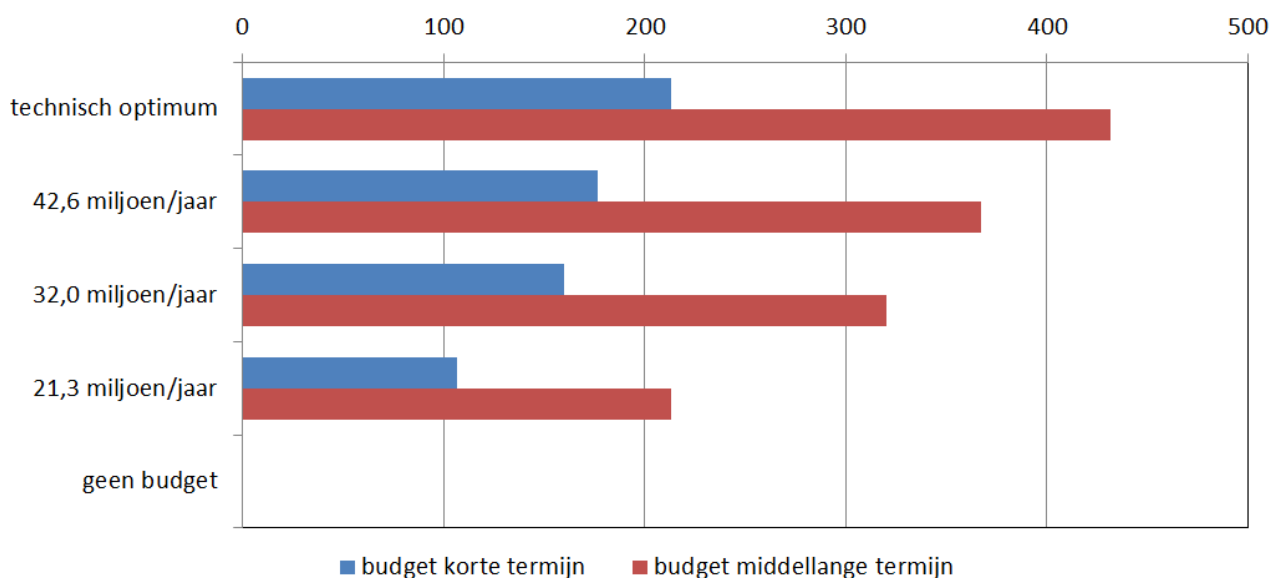
In deze PMS-analyse werden vijf budgetscenario's doorgerekend:

- budgetscenario 1 "geen budget"
- budgetscenario 2 "technisch optimum"
- budgetscenario 3 "42,6 miljoen/jaar gedurende 20 jaar"
- budgetscenario 4 "32,0 miljoen/jaar gedurende 20 jaar"
- budgetscenario 5 "21,3 miljoen/jaar gedurende 20 jaar"

Uit het budgetscenario 2 "technisch optimum" kan afgeleid worden dat de onderhoudsachterstand 115,7 miljoen euro bedraagt. Geëxtrapoleerd naar 1.800 km (2 x 900 km) is dit 122,0 miljoen euro. De onderhoudsachterstand in 2016 bedroeg 143,8 miljoen euro.

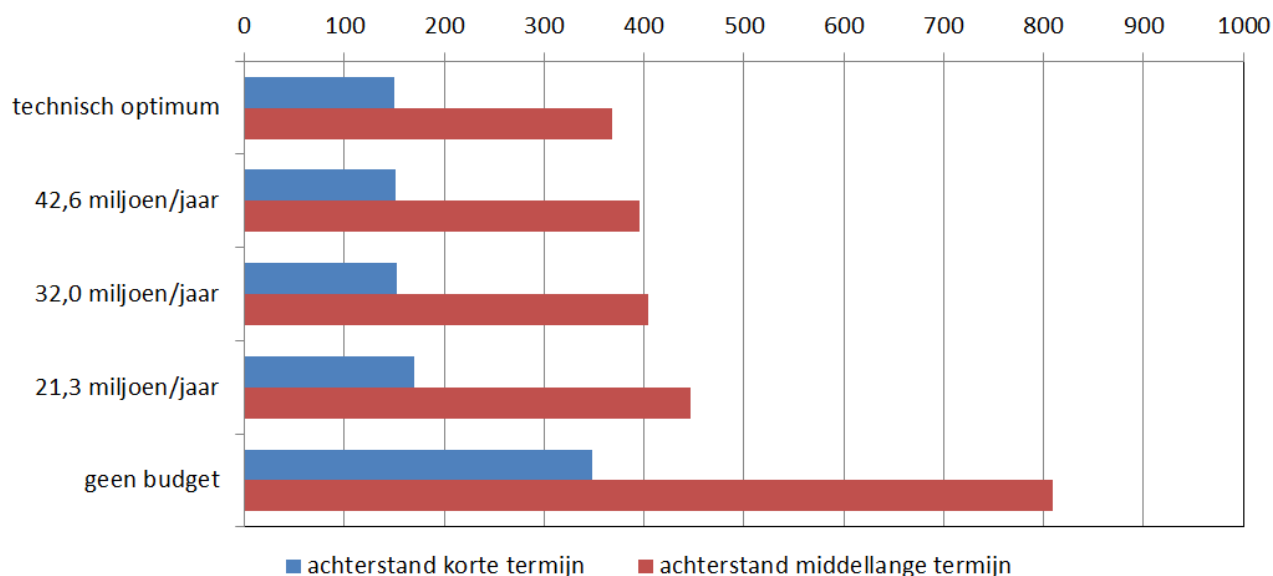
Als deze onderhoudsachterstand weggewerkt is, dan geeft de voorspelling van de budgetten voor het technisch optimum aan dat er vanaf 2025 weer grotere investeringen nodig zullen zijn. Deze voorspelling bleek ook reeds uit de PMS-analyse van 2016.

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.

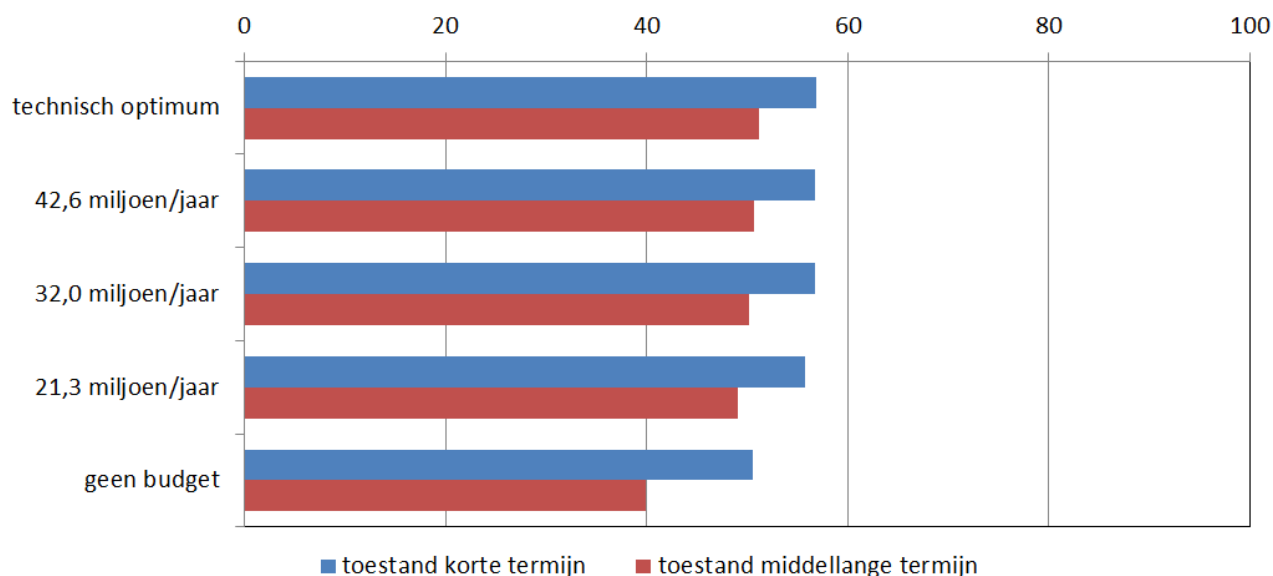


De onderhoudsachterstand kan ook uitgedrukt worden in het aantal kilometer autosnelweg waarvan de toestand slecht of zeer slecht is. De volgende grafiek geeft voor elk scenario een samenvatting van de onderhoudsachterstand op korte termijn (5 jaar) en middellange termijn (10 jaar). Zowel op korte als

middellange termijn benadert het budgetscenario van 42,6 miljoen euro/jaar en 32,0 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 42,6 miljoen euro/jaar en 32,0 miljoen euro/jaar vrij goed het technisch optimum.



In principe volstaat een jaarlijks budget van 32,0 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 onderhoudsinterventie 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 44,9 miljoen euro. Indien enkel gestreefd wordt naar een voldoende kwaliteit op korte en niet op lange termijn, dan volstaat een jaarlijkse budget van 33,7 miljoen euro. Deze budgetten houden uiteraard enkel rekening met de schade die gedetecteerd wordt op basis van oppervlakkenmerken van de verharding, andere wegelementen (afschermende constructies, geluidsschermen, kunstwerken, ...) zijn hierin niet inbegrepen.

Bijlage A: 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.

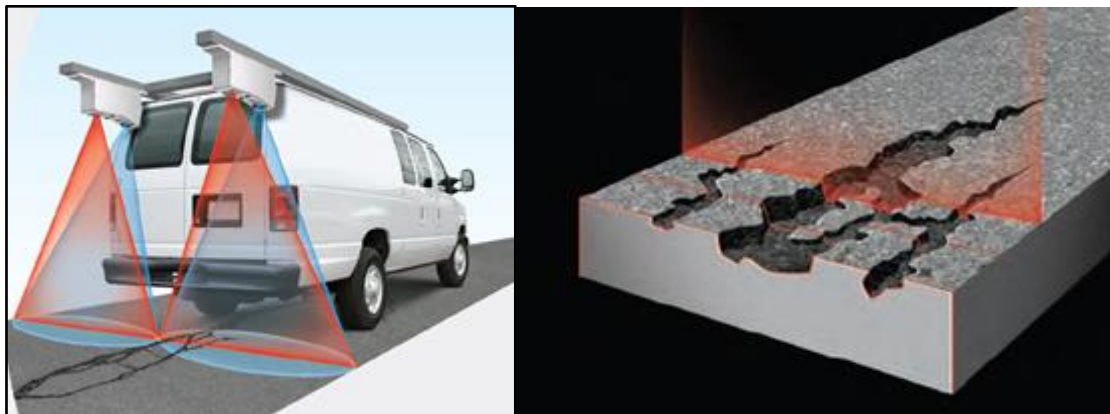


De ARAN is uitgerust met verschillende meetsystemen:

- 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 lichtweerskaatsing (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 langsprofiel 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.

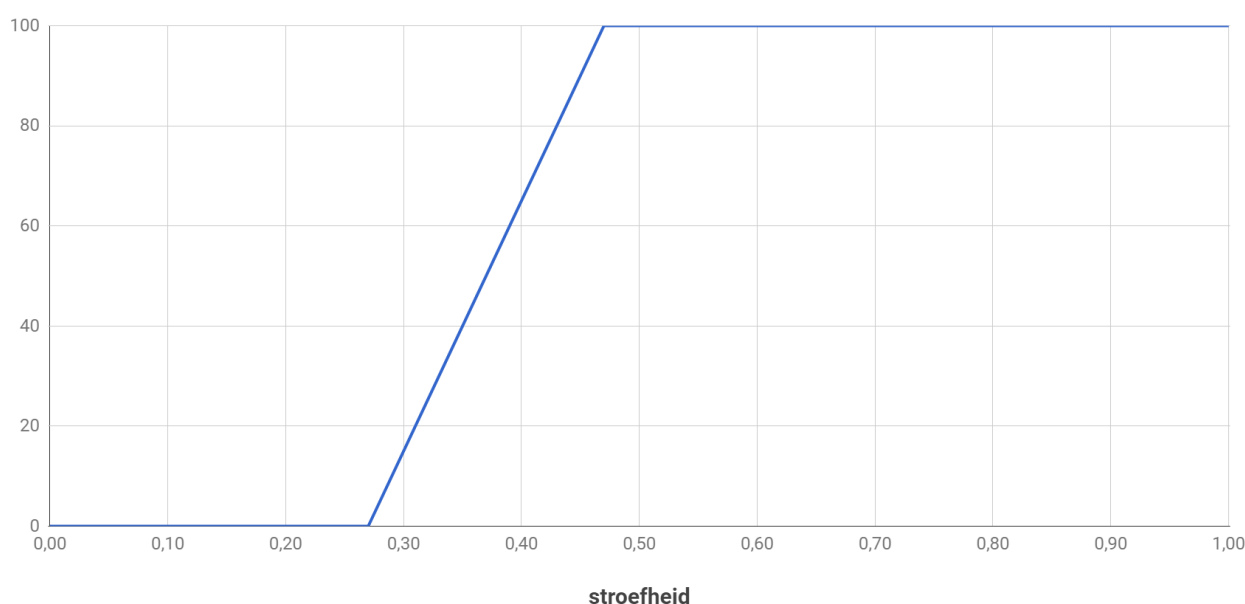
Bijlage B: Oppervlakkenmerken

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.

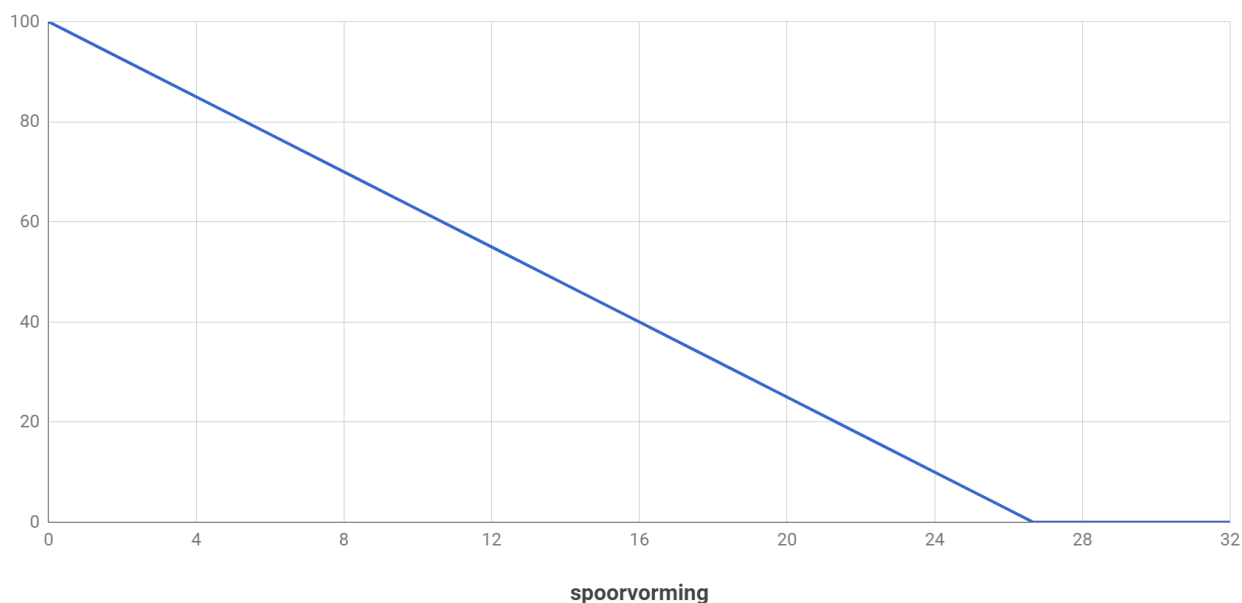
De interventiedrempel is 0,35.

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

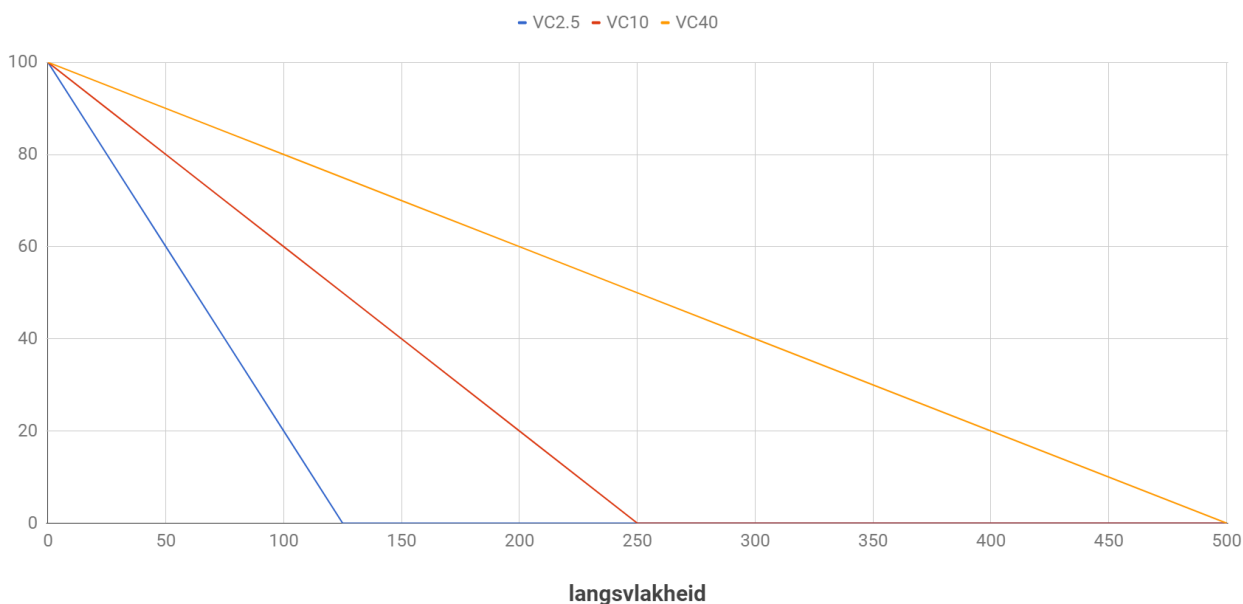
De langsvlakheid geeft aan in welke mate het oppervlak van de verharding afwijkt van een perfect horizontaal vlak. De langsvlakheid wordt berekend voor verschillende golflengtes (2,5 m, 10 m en 40 m). Voor elke golflengte wordt de corresponderende vlakheidscoëfficiënt (VC) berekend.

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

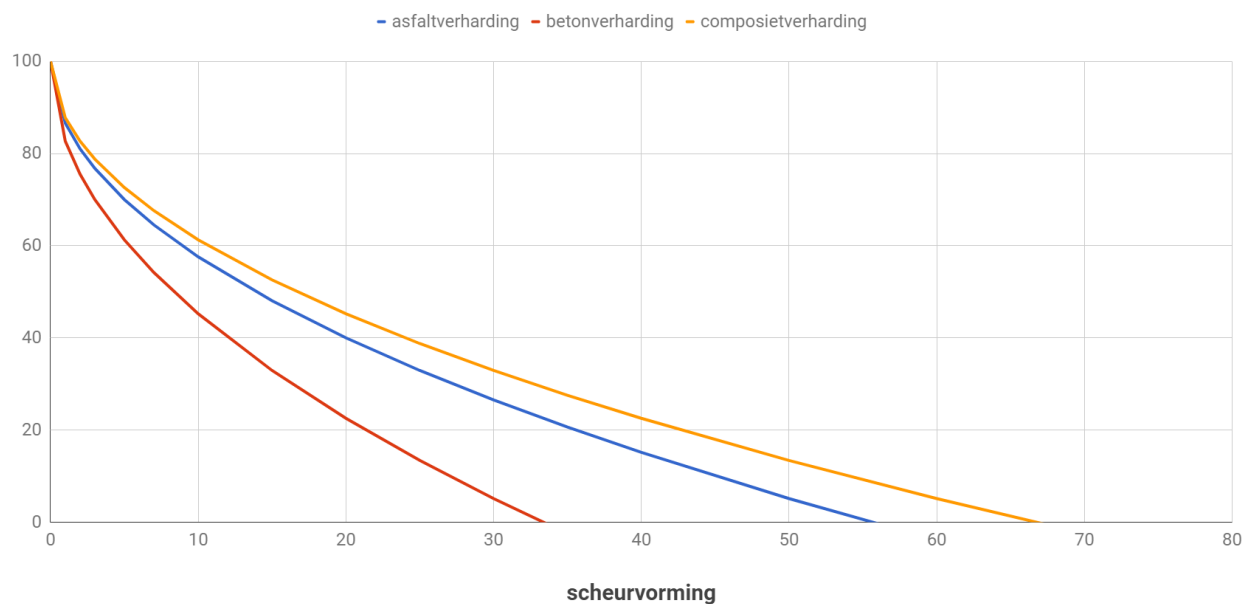
Voor de visuele inspectie (VI) wordt in PMS enkel gebruik gemaakt van het percentage gescheurd oppervlak.

De index van de scheurvorming wordt berekend met:

$$VI_{\text{index}} = 100 - 60 \times v(VI/A)$$

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)



De onderhoudsdrempel is:

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

De interventiedrempel is:

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

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 C: 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
aanleg gestabiliseerde steenslagfundering	2 m/min
aanleg schraalbetonfundering	1 m/min
aanleg van één laag 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 D: 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 afschermende 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 afschermende constructie en het aanbrengen 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)
- tweede karakter: code van het structuurtype na de onderhoudsingreep
- derde karakter: code die aangeeft of de ingreep uit het vervangen van lagen bestaat 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*

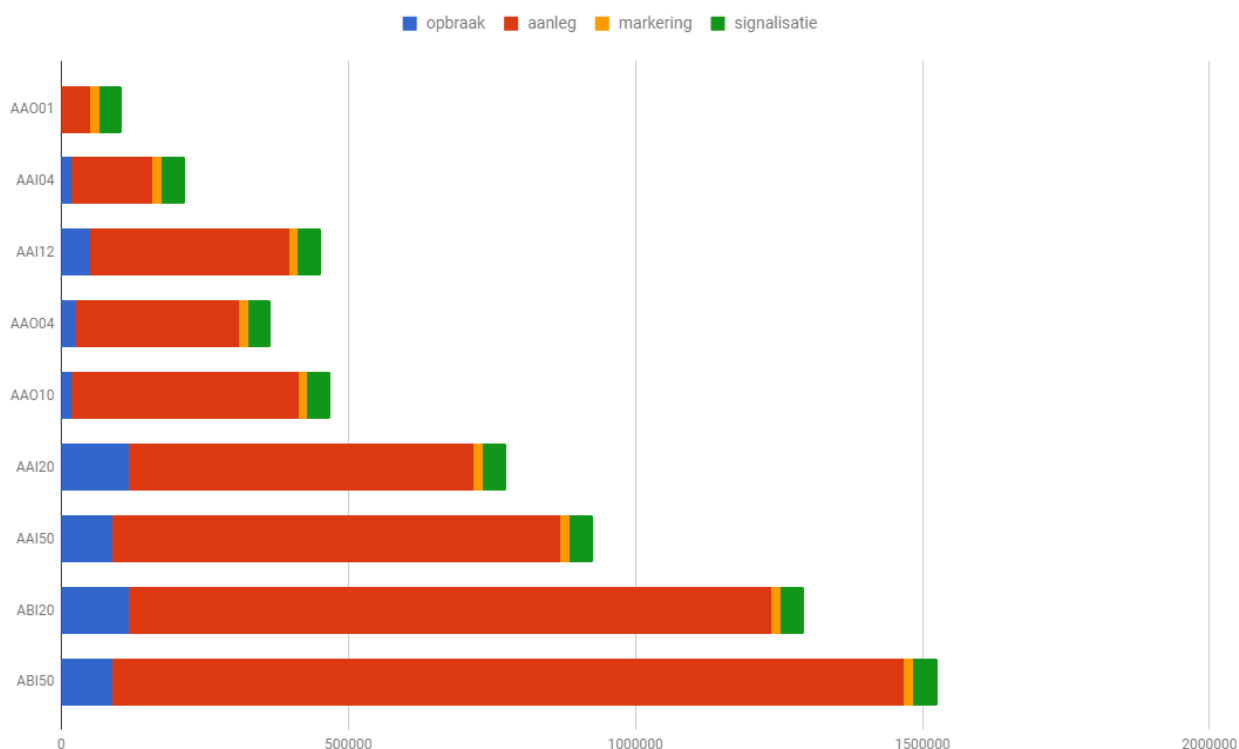
Bv, BCO04 is overlaging met 4 cm asfalt van een betonverharding, waardoor het een composietverharding wordt.

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	snelheid
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

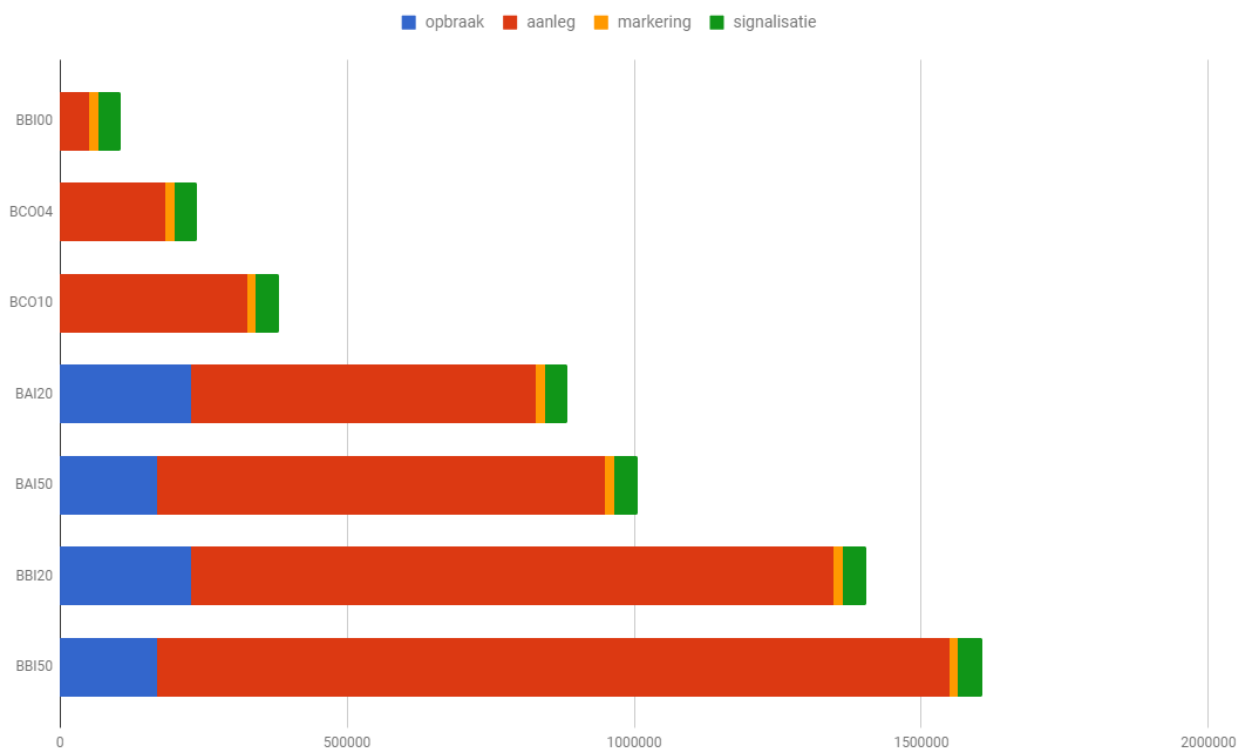
onderhoud asfaltverharding



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

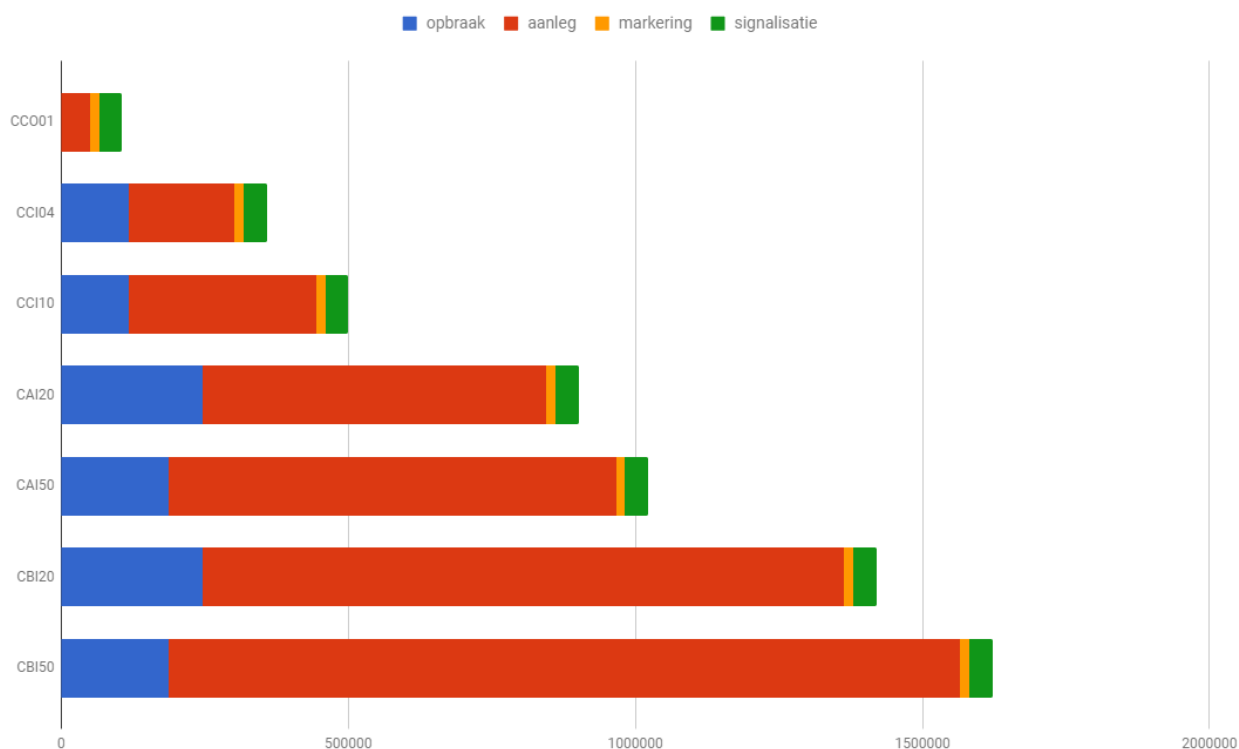
onderhoud betonverharding



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



Bijlage E: 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 2017
affrezen van 1 cm asfalt	0,25 euro/m ²
opbreken van een asfaltverharding	7,00 euro/m ²
opbreken van een asfaltverharding, incl. fundering	5,25 euro/m ²
opbreken van een betonverharding	13,50 euro/m ²
opbreken van een betonverharding, incl. fundering	10,00 euro/m ²
opbreken van een composietverharding	14,50 euro/m ²
opbreken van een composietverharding, incl. fundering	11,00 euro/m ²
aanleg gestabiliseerde steenslagfundering	10,65 euro/m ²
aanleg schraalbetonfundering	15,40 euro/m ²
aanleg 1 cm bitumineuze onderlaag, type APO	1,40 euro/m ²
aanleg 1 cm bitumineuze onderlaag, type AVS	1,50 euro/m ²
aanleg 5 cm bitumineuze tussenlaag, type ABT	8,50 euro/m ²
aanleg 4 cm bitumineuze toplaag, type SMA-C2	8,40 euro/m ²
aanleg 1 cm doorgaand gewapende betonverharding	2,30 euro/m ²
aanleg SAMI	2,45 euro/m ²
oppervlakbehandeling	3,00 euro/m ²
aanbrengen thermoplastische markering	13,00 euro/m ²
aanbrengen geprefabriceerde markering	63,60 euro/m ²
aanbrengen tijdelijke (oranje) verfmarkering, incl. verwijderen	17,35 euro/m ²
plaatsen/verwijderen tijdelijke veiligheidsstootband	7,70 euro/m
in stand houden tijdelijke veiligheidsstootband	0,12 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 F: Grote werven 2017

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

wegnummer	richting	van	tot	ingreep	kost
A2	Nederland	19,2	15,4	AAI04	0,539
A2	Leuven	36,8	37,5*	AAI04	0,097
A2	Nederland	38,5	36,8	AAI04	0,241
A2	Nederland	47,3	42,5	AAI04	0,674
A3	Brussel	15,3	9,2	CAI50	5,714
A11	Antwerpen	38,14	30,0	AAI50	5,498
A11	Knokke	61,1	65,2	BAI50	3,046
A11	Antwerpen	65,2	61,1	BAI50	3,179
A13	Luik	76,0*	76,25	CAI50	0,175
A13	Antwerpen	76,25	74,0	BAI50	1,602
A14	Frankrijk	73,0	54,1*	AAI20	14,536
A14	Antwerpen	75,0	77,3	AAI20	1,767
(A14)	Antwerpen	99,0	100,6	AAI12	-
A17	Brugge	27,8	29,0	AAI50	1,158
A17	Doornik	29,0	27,8	AAI50	1,158
A17	Doornik	32,4	30,6	AAI12	0,831
A21	Nederland	28,0	37,5	BAI50	7,851
A21	Antwerpen	37,5	28,0	BAI50	7,851
R0	buitenring	25,0	29,6	CCI04	1,552
R0	binnenring	29,6	25,0	CCI04	1,583
R1	Nederland	13,5	12,2	AAI12	0,554
(R1)	Nederland	15,3	14,2	AAI12	-
R2	Stabroek	86,1	87,2	BAI50	0,765
R2	Beveren	87,2	86,1	BAI50	0,692
totaal:					61,1

De vakken waarvoor geen analyse uitgevoerd werd, worden tussen haakjes weergegeven. Voor de vakken waarvoor niet over de volledige werflengte een analyse uitgevoerd werd, werd een asterisk geplaatst bij het begin- of eindpunt van het wegvak. 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 onderhoudsingenrepen 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 2017** is de toestand van het volledige autosnelwegennet voor de grote werven
- **eind 2017** is de voorspelde toestand die rekening houdt met de grote werven, dit is tevens de starttoestand voor de PMS-analyse

