





## 1. Inleiding

Op basis van het strategisch onderzoek naar beheer en onderhoud van de railinfrastructuur in Amsterdam (maart-juni 2012) hebben de partijen dienst Metro, het GVB en de Stadsregio de noodzaak erkend om gezamenlijk te komen tot een meer transparante beheersing van de processen en budgetten die met het beheer en onderhoud samenhangen. Daarnaast is het noodzakelijk om een besparing op beheer en onderhoud te realiseren. Daarbij is door alle partijen overeengekomen dat een sturing die gebaseerd is op de risico benadering in potentie de meeste kans van slagen heeft. Dit zowel in het geven van meer transparantie als in het behalen van de bezuinigingsdoelstellingen.

Bij een risicogestuurde benadering van het beheer en onderhoud is het streven gericht op de optimale balans tussen het nemen van risico's en de hoogte van de investeringen voor het onderhoud.

Het doel van dit onderzoek is om na te gaan of, en zo ja hoe, deze benadering kan worden toegepast op het dagelijks beheer en onderhoud van de tram baan en te becijferen welk besparingspotentieel daarmee kan worden gerealiseerd. Onder het onderhoud en beheer van de asset 'Tram Baan' wordt in dit verband het mechanisch onderhoud verstaan.

## 2. Scope

De verdeling van de jaarlijkse kosten naar activiteit is weergegeven in onderstaande tabel S.1. De activiteiten en bijbehorende bedragen zijn overgenomen uit de door GVB ingediende begroting voor 2013.

Activiteit	Totaal	Onderzocht
Reinigen	€1.553.221	€1.480.637
Onderhoud I op looptijd (GAO) <sup>1</sup>	€1.071.835	€778.240
Smeren	€ 382.115	€382.115
<i>Niet onderzocht:</i>		
Lassen	€1.403.454	
Onderhoud II op conditie (TAO)	€1.172.597	
Slijpen	€827.660	
Reparaties	€601.869	
Overig	€591.481	
<b>Totaal</b>	<b>€7.604.233</b>	<b>€2.640.992</b>

Tabel S1: Overzicht kosten (conform begroting 2013, zoals ingediend door GVB)

Naar aanleiding van het voorgaande is in de eerste workshop besloten eerst de costdrivers verder te onderzoeken. Dit houdt in dat voornamelijk de activiteiten die betrekking hebben op het spoor en de verharding onderwerp worden van de analyse. Gezien de omvang van de jaarlijkse kosten (deze beslaan 80% van het totale budget voor tram baan) en het besparingspotentieel lijkt deze keuze gerechtvaardigd. Activiteiten die worden uitgevoerd aan ondermeer ballastbanen en afwateringen blijven hiermee buiten beschouwing.

<sup>1</sup> Onder de activiteit 'onderhoud I op looptijd' (GAO) wordt onderhoud verstaan dat met een vaste frequentie wordt uitgevoerd, onafhankelijk van de toestand van de infrastructuur.

Tijdens de diverse interviews en workshop sessies met de deelnemers is gebleken dat op basis van de nu beschikbare informatie besparingspotentieel door middel van risicogestuurd beheer en onderhoud met name te kwantificeren is voor de activiteiten reinigen, onderhoud op looptijd (GAO) en smeren. De resterende activiteiten zijn ook uitgebreid bestudeerd. Hiervoor geldt dat deze over het algemeen toestandsafhankelijk (TAO) worden uitgevoerd. Hierbij is op dit moment onvoldoende informatie beschikbaar om een meer risico gestuurde benadering van beheer en onderhoud op los te laten. Movares heeft hierover wel een aantal bevindingen opgemerkt (zie paragraaf 7 t/m 9). Wellicht kunnen voor deze activiteiten kosten worden bespaard al is dat middels dit onderzoek nog niet aantoonbaar dan wel uit te sluiten. Hiervoor moet nog diepgaander onderzoek, ook middels veldmetingen en veldwaarnemingen plaatsvinden.

### **3. Risico gestuurd beheer en onderhoud**

Door Movares is een methodiek ontwikkeld om de onderhouds-/beheerfilosofie op basis van risico-gestuurd beheer en onderhoud toepasbaar te maken voor de railinfrastructuur in Amsterdam. Deze methodiek heeft de goedkeuring gekregen van de drie partijen en is in dit onderzoek toegepast. De risico's zijn vertaald naar zaken die de reiziger kunnen treffen: verlies aan comfort, het verlies aan fysieke veiligheid en het verlies aan beschikbaarheid (tijd) om te reizen: ofwel de vertraging die reizigers kunnen oplopen. Daarnaast zijn de kosten opgenomen die kunnen ontstaan buiten de scope van het project (bijvoorbeeld door toenemende waardedaling van het areaal).

De risico's zijn bepaald ten opzichte van het huidige onderhoud. Omdat risico's niet met zekerheid kunnen worden voorspeld en er dus onverwachte aspecten kunnen optreden tijdens de uitvoering is een risico budget benoemd van 5 tot 10% van het bespaarde bedrag.

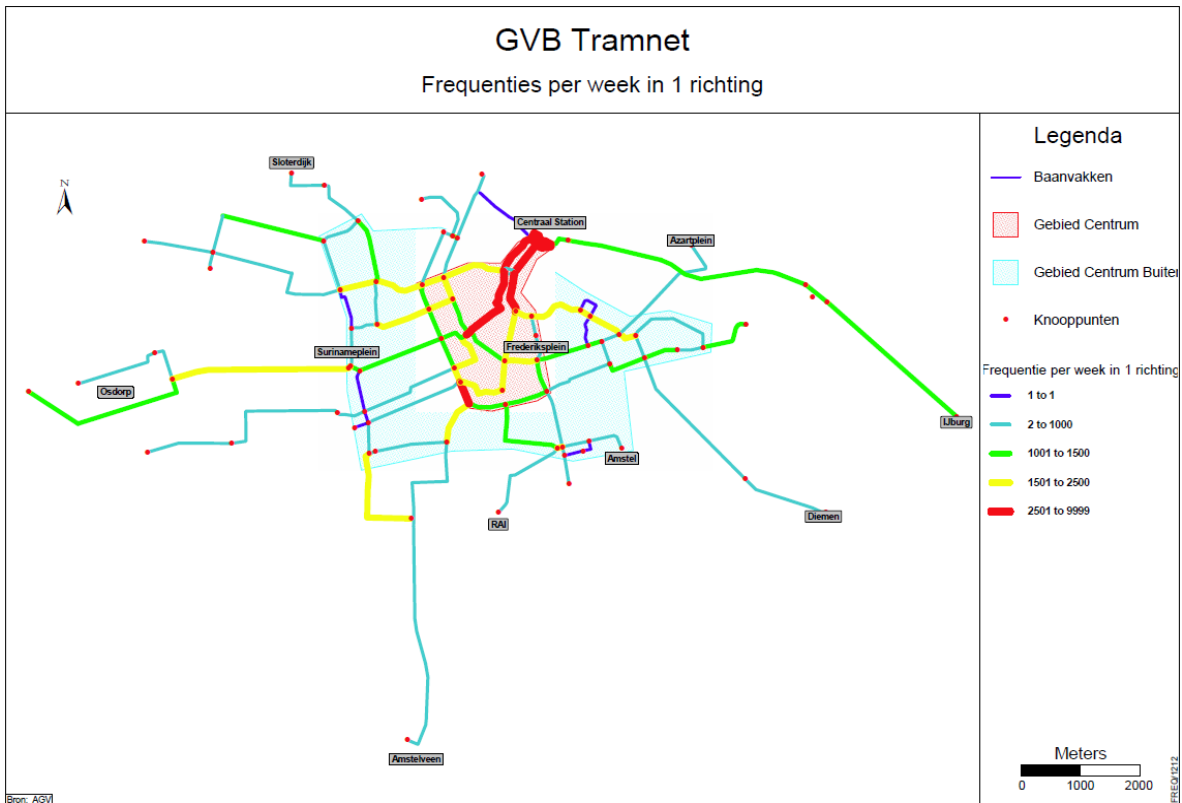
### **4. Onderhoudscenario's**

Er zijn onderhoudscenario's ontwikkeld voor het reinigen van de tram baan, het onderhoud op looptijd (in dit geval het onderhoud van de knooppunten) en voor het smeren van de rails.

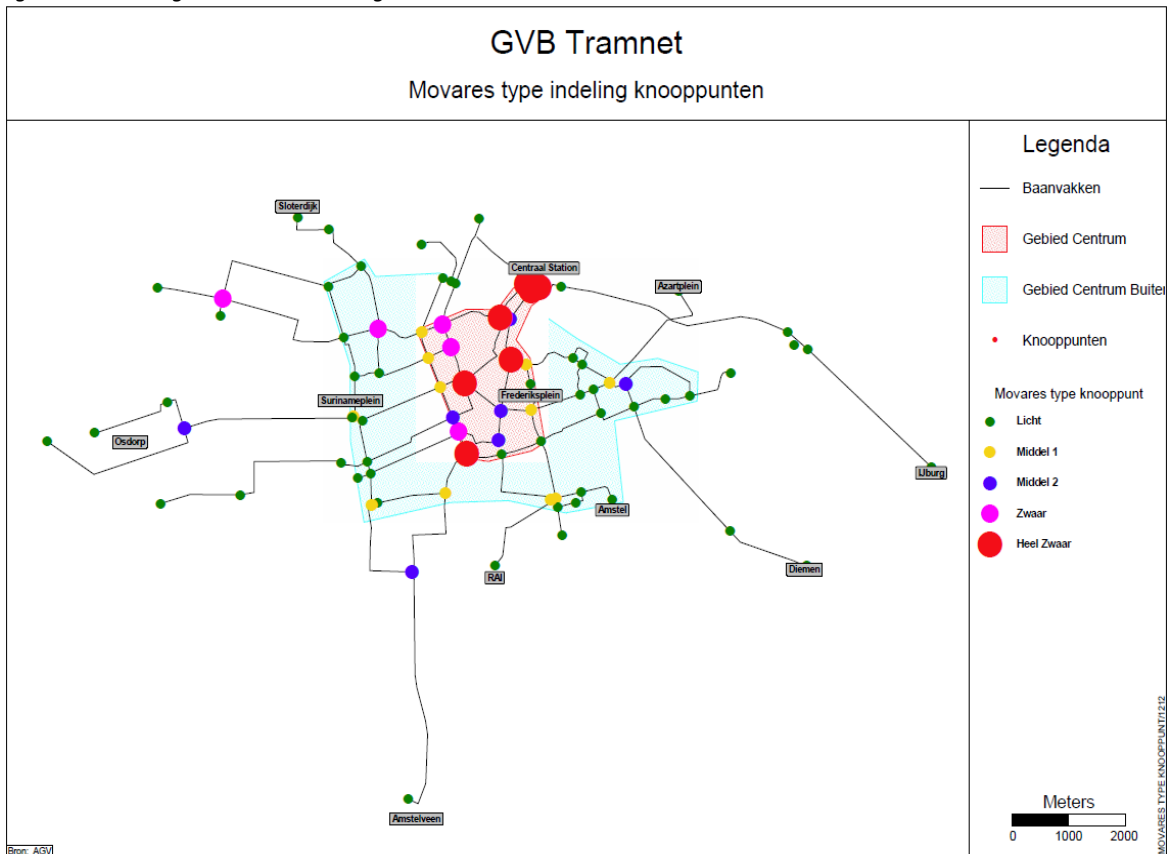
#### **4.1. Reinigen**

Het reinigen van de rails bestaat uit het borstelen en uitzuigen met een railreiniger. De frequentie van de railreiniging wordt afgestemd op het seizoen en bedraagt 1 a 2 keer per week. Dit laatste is afhankelijk van de ligging in het type gebied. Hierbij worden nu drie gebieden onderscheiden: Centrum, Centrum Buiten en Buitengebied. Daarnaast worden de wissels gereinigd door het uitspuiten van de tongen met een wisselboogreiniger en spuitwagen. Ook de frequentie van boogreiniging bedraagt 1a 2 keer per week. De rails worden gereinigd door vaste routes met de wisselboogreiniger en spuitwagen over het areaal te rijden. Dit betreft periodiek onderhoud op basis van een vooraf gedefinieerde planning. Het reinigen van de wisselbakken gebeurt door deze uit te spuiten. Dat geschiedt met een frequentie van 2 keer per jaar. Overige activiteiten betreffen het reinigen van ballastbanen en het reinigen van afwateringen. Deze activiteiten zijn niet verder onderzocht op potenties voor risicogestuurd beheer en onderhoud.

De scenario's voor reinigen zijn gebaseerd op de mate waarin het areaal daadwerkelijk wordt gebruikt in de dienstregeling. In Figuur S1 is aangegeven hoeveel trams per week gebruik maken van de lijnen. In figuur S2 is een classificatie gemaakt van de belastingen van de knooppunten.



Figuur S.1: indeling netwerk naar tramgebruik

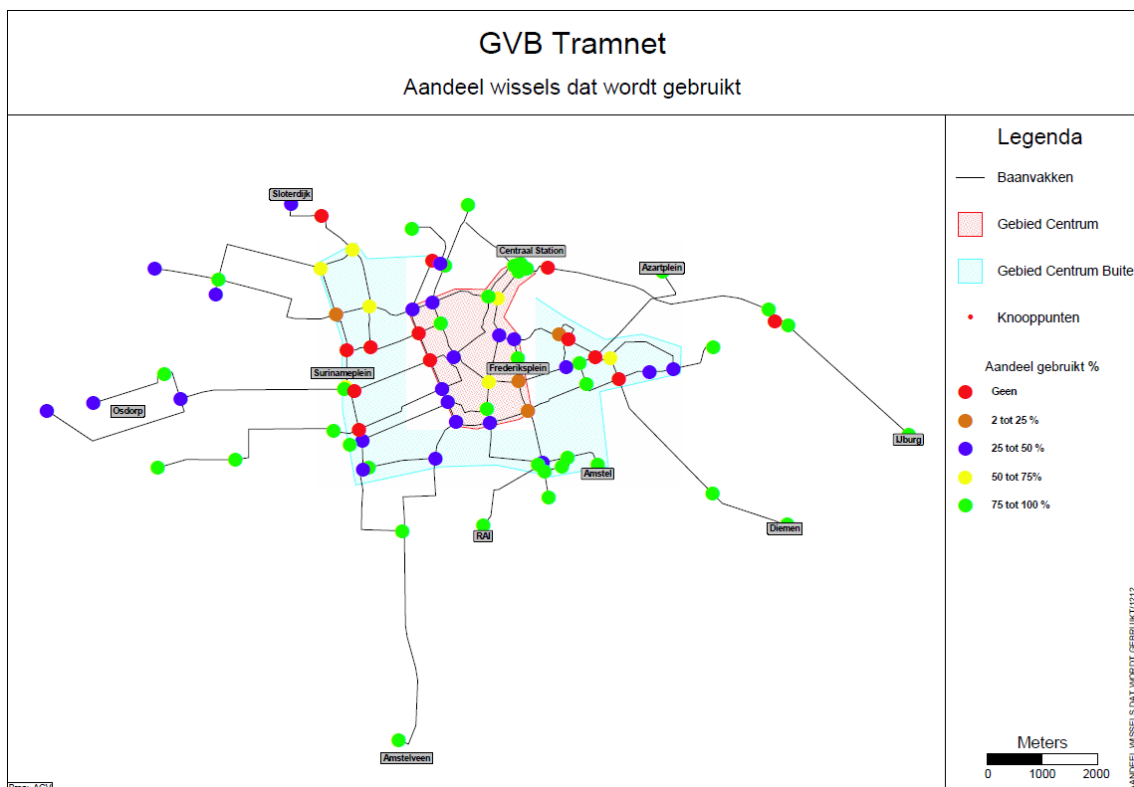


Figuur S.2: indeling knooppunten naar zwaarte van gebruik

In de drie reinigingsscenario's is de frequentie van reinigen teruggebracht afhankelijk van het gebruik van de lijnen, de bogen en de wissels. De categorieën van lijnen en knopen die het zwaarste worden belast zijn alleen in het Hoog Risico scenario in frequentie van reinigen teruggebracht. Specifieke lokale omstandigheden die van invloed kunnen zijn op de hoeveelheid vervuiling (zoals bouwprojecten, de aanwezigheid van scholen) zijn niet in de analyse betrokken.

#### 4.2. Gebruikafhankelijk onderhoud (GAO) voor de wissels.

Bij gebruikafhankelijk (periodiek) onderhoud is op dit moment sprake van een overwegend gepland onderhoud van wissels, globaal afgestemd op de intensiteit waarmee het wissel in de dienstregeling wordt gebruikt. Ook hiervoor is een verdere differentiatie gemaakt. In onderstaande figuur is aangegeven welk deel van de wissels feitelijk niet wordt gebruikt in de dienstregeling; dit is in totaal 40% van alle wissels. Deze wissels kunnen worden ingezet voor calamiteiten of om de remise te bereiken. Voor de overige 60% van de wissels geldt overwegend dat de frequentie waarmee trams passeren vele malen lager is dan bij de wissels die voor de dienstregeling cruciaal zijn.

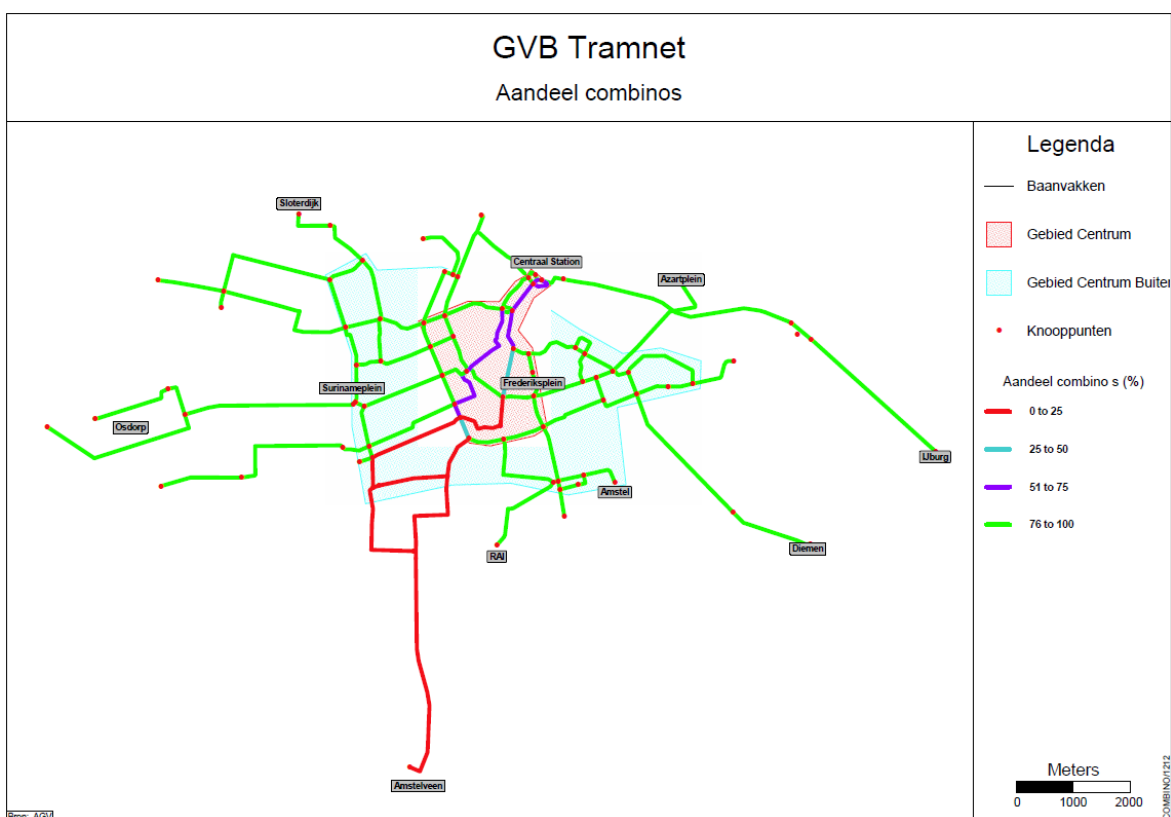


Figuur S.3: overzicht knooppunten naar zwaarte van gebruik

### 4.3. Smeren

Smeren gebeurt nu door de smeewagen (die vast routes rijdt) en op locaties waar een automatische smeerinstallatie staat. De scenario's voor smeren zijn gebaseerd op de routes die door de Combino (het meest recente tramvoertuig) worden gesmeerd en de routes die nog niet door de Combino worden gesmeerd. In onderstaande kaart is zichtbaar dat circa 85% van het areaal al wordt gesmeerd door deze voertuigen.

Doordat de Combino pas sinds 2012 (weer) smering uitvoert is nog onvoldoende bekend over de mate waarin deze smering voldoet op de plaatsen waar nu ook vaste smeerinstallaties zijn aangebracht. Het zou kunnen blijken dat deze installaties op termijn niet langer nodig zijn en dat verwijdering of herplaatsing van bestaande installaties mogelijk is.



Figuur S.4: overzicht aandeel Combino in gebruik

## 5. Kostenbesparingen

In onderstaande tabel S.2 is een overzicht gegeven van alle kostenreducties die kunnen worden bereikt op het onderzochte budget voor dagelijks beheer en onderhoud voor de trambaan.

ASSET Tram Baan			Optimalisatie en Differentiatie		Optimalisatie en Differentiatie + laag risico		Optimalisatie en Differentiatie + hoog risico	
	Totaal	Onderzocht						
Reiniging	€ 1,553,221	€ 1,480,637	€ 488,367	€ 24,418	€ 863,655	€ 86,365	€ 1,034,699	€ 103,470
			1	1	2	1	4	2
GAO kruispunten	€ 1,071,835	€ 778,240	€ 247,464	€ 12,373	€ 393,481	€ 39,348	€ 499,828	€ 49,983
			1	1	1	1	4	4
Smeren	€ 382,115	€ 382,115	€ 292,614	€ 14,631	€ 328,414	€ 32,841	€ 346,315	€ 34,631
			0	0	0	1	0	2
Niet onderzocht								
Lassen	€ 1,403,454							
OH II op conditie TA	€ 1,172,597							
Slijpen	€ 827,660							
Reparatie	€ 601,869							
Overig	€ 591,481							
<b>Totaal</b>	<b>€ 7,604,233</b>	<b>€ 2,640,992</b>	<b>€ 1,028,445</b>		<b>€ 1,585,551</b>		<b>€ 1,880,841</b>	
		35%	39%		60%		71%	

Besparing	Kosten Buiten Onderhoud/risicobudget
Risico beschikbaar	Risico comfort

Tabel S.2: Overzicht kostenreducties

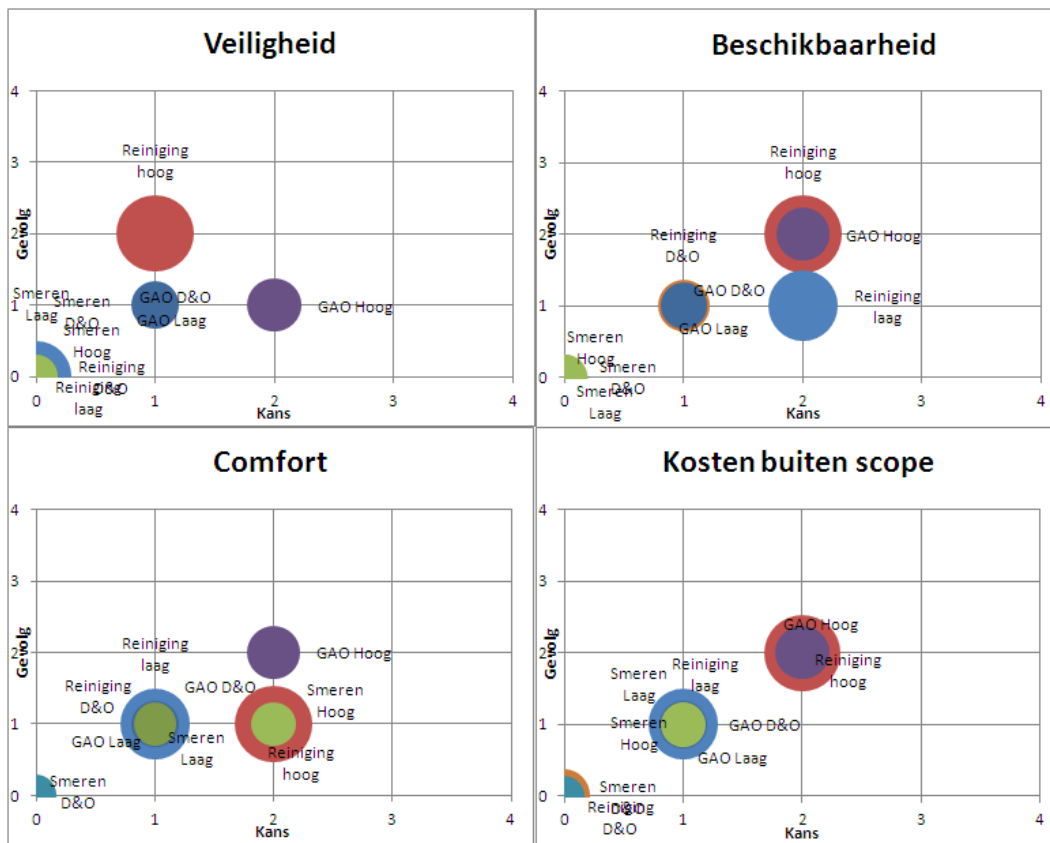
Uit deze tabel blijkt dat wanneer voor alle activiteiten hetzelfde scenario wordt gekozen het besparingspotentieel varieert van circa 1,0 mln euro per jaar tot circa 1,9 mln euro per jaar. Dit een aanzienlijk deel van de onderzochte kosten (tussen de circa 40% en 70%). In het scenario laag risico is een besparing mogelijk van 1,5 mln euro. Ten opzichte van het totale budget voor tram baan is dit ca. 20%.

## 6. Risicoprofielen

In onderstaande diagrammen zijn alle scenario's voor elk risico aspect in één risicoprofiel geplaatst. De grootte van de bollen geeft een indicatie van de omvang van het besparingspotentieel.

Hieruit blijkt dat op het aspect veiligheid de kans het grootst is op een risico in het scenario waarin gekozen wordt voor beheer en onderhoud van de knooppunten met een hoog risico (paarse bol). De gevolgen bij veiligheid zijn het grootst bij het hoog risico reinigingsscenario (rode bol). Alle lage risicoscenario's en alle scenario's die zijn gebaseerd op differentiëren en optimaliseren hebben zeer beperkt of geen gevolgen voor veiligheid.





Figuur S.5: overzicht risicoprofielen per risicotype

Voor beschikbaarheid geldt dat de kans het grootst is bij het scenario Reinigen Laag en Hoog en GAO Hoog. Op het aspect comfort scoort GAO hoog ook relatief gezien het slechtste. Bij het aspect 'kosten buiten scope' is ook GAO Hoog relatief gezien het meest risicovol en scoort gelijk met de risico's van Reinigen Hoog.

## 7. Lassen

De analyse van de activiteit lassen leidt tot de volgende bevindingen.

- Uitvoering van planmatig lassen kost op jaarbasis circa € 900.000,=. De bestedingen voor planmatig lassen komen dit jaar hoger uit vanwege een incidenteel hogere slijtage.
- Uitvoering van incidenteel lassen (ca. €520.000) vindt plaats door eigen personeel.
- Laswerk wordt gepland op basis van inspecties en is dus toestandsafhankelijk.
- De norm van 8 mm is in samenwerking met een externe lasexpert getoetst en technisch correct bevonden. Het oprekken van de norm naar bijvoorbeeld 10 mm of 12 mm is niet verstandig.
- De waarneming van inspecteurs is cruciaal in de beoordeling van nut en noodzaak van lassen.
- Objectieve verificatie van nut en noodzaak van het laswerk is niet mogelijk doordat storingsdata, meetgegevens en inspectierapporten ontbreken of niet door Movares zijn ingezien.
- Kwaliteitsbeoordeling van het laswerk heeft niet plaatsgevonden door Movares. Wel zijn er signalen dat de laskwaliteit niet altijd van het vereiste niveau is.

Hoewel al het laswerk toestandsafhankelijk plaats vindt op basis van inspecties is de vraag of er, naast de evidente zorg voor kwaliteit, wel een voldoende grote prikkel voor efficiëntie is. De uitgave van ca. €1,4 miljoen aan onderhoudsbudget leunt zwaar op de waarneming en instructie van inspecteurs. Eenduidige

en verifieerbare meetprotocollen en meetgegevens zijn niet overlegd. Daarmee is er ruimte voor een eigen invulling door de inspecteur. Het is niet objectief vast te stellen of het onderhoud daarmee optimaal wordt uitgevoerd.

Om meer grip te krijgen op deze activiteit is het advies dan ook om een steekproef uit te voeren van gepland en reeds uitgevoerd laswerk. Daarnaast kan objectivering en standaardisering van metingen de mogelijkheid geven om in een later stadium alsnog de methodiek voor risicogestuurd beheer en onderhoud toe te passen. Ten slotte kan deze objectivering ook een rol spelen in het behalen van financiële voordelen bij de inkoop van laswerk.

## 8. Slijpen

De analyse van de activiteit slijpen leidt tot de volgende bevindingen.

- Uitvoering van planmatig slijpen kost jaarlijks circa € 800.000,= waarvan €511.000 door derden wordt uitgevoerd.
- Slijpwerkzaamheden worden ingepland op basis van inspecties en zijn dus toestandsafhankelijk.
- Planmatig slijpen vindt plaats op basis van overschrijding van de norm van 0,3 mm. Dit wordt enkel visueel, dus met het blote oog vastgesteld. Objectieve meetdata over golfslijtage ontbreken.
- De waarneming van inspecteurs is cruciaal in de beoordeling van nut en noodzaak van slijpen. Dit is niet objectief door Movares te verifiëren en bijzonder relevant door een moeilijk te beoordelen normoverschrijding.
- Objectieve verificatie van nut en noodzaak van het slijpwerk is niet mogelijk doordat storingsdata, meetgegevens en inspectierapporten ontbreken of niet door Movares zijn ingezien.

Net als bij lassen geldt bij slijpen dat de vraag is of er, naast de evidente zorg voor kwaliteit, wel een voldoende grote prikkel voor efficiëntie is. De uitgave van ca. €0,8 miljoen aan onderhoudsbudget leunt ook hier zwaar op de waarneming en instructie van inspecteurs. Eenduidige en verifieerbare meetprotocollen en meetgegevens zijn niet overlegd. Daarmee is er ook hier ruimte voor een eigen invulling door de inspecteur. Het is niet objectief vast te stellen of het onderhoud daarmee optimaal wordt uitgevoerd.

Door locaties waar het slijpen van golfslijtage staat gepland na te meten, is objectief vast te stellen of de norm daadwerkelijk overschreden is. Op basis van een steekproef kan dan worden vastgesteld of slijpen niet te vroeg, of te laat plaats vindt. Is de norm reeds (ruim) overschreden dan is de vraag of de norm wel goed gesteld is. Hiervan heeft geen verificatie plaats gevonden omdat de norm in de praktijk niet strikt lijkt te kunnen worden gehanteerd met alleen visuele waarnemingen.

Tenslotte valt het aan te bevelen om verder onderzoek te doen naar de differentiatie van de aanpak van golfslijtage op basis van gebruik van de infrastructuur. De toename van golfslijtage is mede afhankelijk van de intensiteit van gebruik. Door op zwaar bereden delen golfslijtage direct aan te pakken, maar dit op licht bereden delen uit te stellen kan wellicht worden bespaard op de inzet van slijpen zonder onaanvaardbare risico's te nemen met de levensduur van de infrastructuur. Hier is echter aanvullend onderzoek voor nodig.

## 9. Toestand Afhankelijk Onderhoud (TAO)

De analyse van de activiteit Toestand Afhankelijk Onderhoud (TAO) leidt tot de volgende bevindingen.

- Onder Toestandsafhankelijk onderhoud valt het herstel van een divers aantal assets op basis van schouw en inspectierapporten. Het kan hier mogelijk gaan om herstel van bestratingen, verzakkingen, kleine vervangingen en het herstel van trambaanplaten.
- TAO staat voor € 1,17 mln in de begroting, waarvan ca. €696.000 euro wordt uitbesteed. De rest van de werkzaamheden vindt plaats door eigen personeel.
- Er is geen inzicht verkregen in contracten en planning.
- Ook bij TAO is de waarneming van inspecteurs cruciaal in de beoordeling van nut en noodzaak. Dit is niet objectief door Movares te verifiëren.
- Objectieve verificatie van nut en noodzaak van het TAO is niet mogelijk doordat storingsdata, meetgegevens en inspectierapporten ontbreken of niet door Movares zijn ingezien.

Er is maar zeer beperkt inzicht verkregen in de wijze waarop toestandsafhankelijk onderhoud in de huidige situatie plaatsvindt. Hoewel TAO alleen plaatsvindt als er daadwerkelijk herstel nodig is, kan er altijd een (verdere) prioritering in de werkzaamheden worden aangebracht. Door werkzaamheden uit te stellen en te clusteren kan op de inzet van personeel en materieel wellicht worden bespaard. Om deze besparing (risicogestuurd) vorm te geven is de beschikbare informatie echter veel te summier. Op dit moment valt niet te zeggen of de inzet van de verschillende mogelijkheden optimaal wordt afgewogen. In zijn algemeenheid valt aan te bevelen om de afweging tussen gepland onderhoud, toestandsafhankelijk onderhoud en reparatie transparant te maken. Door op basis van een heldere prioritering toestandsafhankelijk onderhoud uit te voeren kan worden bepaald of onderhoud kan wachten en daarmee besparingen kunnen worden gerealiseerd. Daarnaast is objectivering van meetmethoden nodig om TAO navolgbaar te kunnen inzetten.

## Colofon

Opdrachtgever Dienst Metro  
dhr. J. van den Belt

Uitgave Movares Nederland B.V.  
  
Divisie Ruimte, Mobiliteit en Infra  
Regio Noordwest

Rhijnspoorplein 10-38  
1000 BV Amsterdam

Telefoon 030 - 265 4377

Projectnummer RM000070

© 2013, Movares Nederland B.V.

*Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Movares Nederland B.V.*