



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

RWS BEDRIJFSINFORMATIE

Handreiking Kwalitatieve objectrisicoanalyse

| | |
|--------|------------------|
| Datum | 4 september 2017 |
| Status | Definitief |

Colofon

| | |
|------------------------------|--|
| Naam Standaard Beschrijving: | Handreiking Kwalitatieve objectrisicoanalyse De handreiking Kwalitatieve objectrisicoanalyse beschrijft de methode van risicogestuurde instandhouding van beheerobjecten van Rijkswaterstaat door het vaststellen van het gewenste prestatieniveau van beheerobjecten, het inventariseren en analyseren van de risico's, het beheersen van deze risico's en het periodiek uitvoeren van een objectrisicoanalyse (ORA) middels de zogenaamde FMEA-methodiek. Door hier een risicomatrix bij toe te passen wordt een semi-kwantitatief inzicht in de risico's verkregen (FMECA, Failure Modes, Effects and Criticality Analysis). Bij deze werkschrijving hoort het spreadsheet <i>RWS Template FMEA KWAL v2.2</i> , waarin de risicoanalyse kan worden uitgevoerd. |
| Status: | Definitief |
| Datum | 4 september 2017 |
| Versienummer: | 2.1.1 |
| Soort: | Handreiking |
| Verantwoordelijke PE: | Theo v.d. Gazelle, Jean-Luc Beguin |
| Gebruik in proces: | OAM, AenO |
| Netwerk: | HVWN, HWS en HWN |
| Object: | Alle RWS-infrastructuur |
| Hoofdkennisveld: | Assetmanagement |
| Kennisveld: | Risicogestuurd Beheer en Onderhoud (RGBO) |
| Informatie: | catharina.van.oorschot@rws.nl / probo@rws.nl |
| Verantwoordelijke afdeling: | RWS GPO – afdeling Instandhouding Constructies & Onderhoud (ICO) / ATM |
| WW RWS Nummer: | 1560 |

Overzicht wijzigingen

| Versie | Datum | Wijzigingen |
|--------|-------|--|
| 2.0 | | Versie opmaak RWS o.b.v. opgeleverde versie Movares |
| 2.0.2 | | Kolom 'R' (Reliability) verwijderd in de gevolgscores, enkele tekstuele en redactionele wijzigingen, de vermeldingen van 'beweegbare kunstwerk(en)' grotendeels vervangen door de term 'object(en)' |
| 2.0.3 | | Tekstuele wijzigingen in het Format en Werkwijzer |
| 2.0.4 | | Verhelpen 'bug' in de macro's van het Format |
| 2.1 | | Aanpassingen ORA werkschrijving en ORA format. Verwerking diverse onderdelen vanuit de handreiking Prestatiegestuurde Risicoanalyses (PRA), handreiking toestandsrapportages en het bijbehorende format toestandsrapportages |
| 2.1.1 | | Uniformeringslag over alle ProBO (deel)methoden, wel aanpassingen van verwijzingen, géén inhoudelijke aanpassingen |
| | | |

Inhoud

| | | |
|------------------|---|-----------|
| 1 | Inleiding | 6 |
| 1.1 | Context | 6 |
| 1.2 | Doel | 6 |
| 1.3 | Toepassingsgebied | 7 |
| 1.4 | Leeswijzer | 7 |
| 2 | Vóór uitvoering – context, afweging diepgang | 8 |
| 3 | De model-ricomatrix | 9 |
| 4 | De uitvoering | 12 |
| 4.1 | Onderdeel 1: Initiële Risicoanalyse (I-ORA) | 14 |
| 4.2 | Onderdeel 2: Onderhoudsstrategie en -taken | 18 |
| 4.3 | Onderdeel 3: Gewenste risicobeeld | 20 |
| 4.4 | Onderdeel 4: Actueel risicobeeld | 21 |
| 5 | Kwaliteitstoets | 24 |
| 6 | Referenties en afkortingen | 25 |
| Bijlage A | Gevolgscores voor model-ricomatrix | 26 |
| Bijlage B | Gidsworden | 29 |

1 Inleiding

1.1 Context

In 2010 is door Rijkswaterstaat besloten tot het beheerst invoeren van risico-gestuurd beheer en onderhoud (RGBO) binnen assetmanagement (AM). Met RGBO worden alle risico's voor het functioneren van een beheerobject in kaart gebracht, waardoor deze op een transparante en weloverwogen manier beheerst kunnen worden. Dit in tegenstelling tot traditioneel onderhoud dat veelal conditie-gestuurd is, gericht op het handhaven van een bepaald technisch niveau.

Het doel van RGBO is om de risico's in het functioneren van de drie netwerken via beheer- en onderhoudsacties zodanig te beheersen, dat de afgesproken prestaties worden geleverd tegen minimale (levensduur)kosten. RGBO maakt de relatie tussen de netwerkprestatie en onderhoud expliciet. In 2013 besloot het bestuur RWS tot een verdere doorontwikkeling van RGBO om volledig in control te komen middels een vervolgtraject RGBO, gevolgd door een herijking ervan in 2016.

Binnen Rijkswaterstaat is daartoe in 2016 de *handreiking Prestatiegestuurde Risicoanalyses (PRA)* opgesteld om het risicogestuurd denken toepasbaar te maken voor alle infrastructurele assets, die Rijkswaterstaat in beheer heeft. Deze handreiking integreert en vervangt daarmee de Leidraad RAMS en de Leidraad risicogestuurd beheer en onderhoud.

De handreiking Prestatiegestuurde RisicoAnalyses (PRA) is een belangrijk instrument. De PRA brengt de balans in beeld tussen de prestaties van een beheerobject, de risico's, die de prestaties beïnvloeden en de kosten van het instandhouden van de prestatie. Met behulp van PRA's kan Rijkswaterstaat onderbouwde beslissingen nemen bij aanleg, beheer en onderhoud.

In aanvulling op de handreiking zijn verschillende methodes inhoudelijk verder uitgewerkt en vastgelegd in aparte handreikingen. Zo ook deze standaard, die de methode van risicogestuurde instandhouding van beheerobjecten van Rijkswaterstaat door het vaststellen van het gewenste prestatieniveau van beheerobjecten, het inventariseren en analyseren van de risico's, het beheersen van deze risico's en het periodiek uitvoeren van een objectrisicoanalyse (ORA) middels de zogenaamde FMEA-methodiek, beschrijft.

1.2 Doel

Deze handreiking beschrijft een werkwijze, welke door Rijkswaterstaat wordt gezien als geaccepteerde methode, voor de analyse van het risico op niet-beschikbaarheid van een infrastructureel beheercomplex, beheerobject of deelinstallatie door het inventariseren en analyseren van de risico's, het beheersen van deze risico's, het vaststellen van het gewenste prestatieniveau van beheerobjecten van Rijkswaterstaat en het periodiek uitvoeren van een objectrisicoanalyse (ORA) middels de zogenaamde FMEA-methodiek.

Het doel van deze werkwijze is beheerders en risicoanalisten van RWS-beheerobjecten, die betrokken zijn bij het opstellen van objectrisicoanalyses een handvat te bieden om te bepalen hoe en waarmee bepaalde informatie opgenomen dienen te worden in een objectrisicoanalyse.

Bij deze werkschrijving hoort het spreadsheet *RWS Template FMEA KWAL v2.2*, waarin de risicoanalyse kan worden uitgevoerd.

1.3 Toepassingsgebied

In het kader van de implementatie van assetmanagement binnen Rijkswaterstaat is risicogestuurde instandhouding van de objecten een belangrijk onderwerp. Deze wijze van instandhouding krijgt zijn vorm door:

1. het vaststellen van het gewenste prestatieniveau van de objecten;
2. het inventariseren en analyseren van de risico's, die het prestatieniveau bedreigen;
3. het beheersen van deze risico's met prioriteit voor de grootste risico's.

Om de tweede stap te zetten wordt een objectrisicoanalyse (ORA) uitgevoerd. De mate van detaillering van een ORA kan afhankelijk van het type beheerobject variëren. In aanvulling op de handreiking Prestatiegestuurde Risicoanalyses (PRA) [REF 1] wordt in dit document de handreiking gegeven voor de kwalitatieve objectrisicoanalyse.

Deze handreiking kan als alleenstaand document worden gelezen, of worden toegepast in de context van activiteiten binnen het risicogestuurde instandhoudingsproces van Rijkswaterstaat, waarbij het inventariseren en analyseren van risico's ten aanzien van het prestatieniveau van objecten van belang is. Deze handreiking is daarmee van toepassing voor instandhoudingsadvies van vaste kunstwerken en lijnobjecten. Daarnaast is deze handreiking van toepassing voor alle objectcategorieën in het kader van toestandsrapportages bij prestatiecontracten.

De kern van een kwalitatieve ORA is het uitvoeren van een risicoanalyse middels de zogenaamde FMEA-methodiek. Door hier een risicomatrix bij toe te passen wordt een semi-kwantitatief inzicht in de risico's verkregen (FMECA, Failure Modes, Effects and Criticality Analysis).

Bij deze werkschrijving hoort het spreadsheet *RWS Template FMEA KWAL v2.2* waarin de risicoanalyse kan worden uitgevoerd.

1.4 Leeswijzer

De uit te voeren stappen voor de kwalitatieve ORA zijn als volgt over de hoofdstukken verdeeld.

In hoofdstuk 2 wordt aangegeven wat de afweging is om te komen tot een kwalitatieve risicoanalyse, waarbij de decompositie van een beheerobject de basis van die risicoanalyse is. Een belangrijk aspect van de risicoanalyse betreft daarnaast de risicomatrix, waarmee de prioritering (lees criticaliteit) van de onderkende risico's wordt vastgesteld. In hoofdstuk 3 wordt de model risicomatrix toegelicht. Hoofdstuk 4 beschrijft de uitvoering van de risicoanalyse zelf. In hoofdstuk 5 staat hoe de kwaliteitstoets van de risicoanalyse kan worden uitgevoerd. Tenslotte staan in hoofdstuk 6 de nodige referenties en gebruikte afkortingen in deze handreiking aangegeven.

2 Vóór uitvoering – context, afweging diepgang

Het risicogestuurd aanleggen, beheren en onderhouden van infrastructuur is een belangrijk onderdeel van Assetmanagement bij Rijkswaterstaat. De risicosturing op basis van de betrouwbaarheids- en beschikbaarheidseisen van objecten wordt ingevuld middels de objectrisicoanalyse (ORA). De aard en de diepgang van de ORA wordt bepaald door de complexiteit van het beheerobject, de criticaliteit van het beheerobject binnen het netwerk en de eisen, die aan het beheerobject worden gesteld.

Rijkswaterstaat maakt hierbij onderscheid tussen een kwalitatieve- en een kwantitatieve ORA. Het grootste onderscheid is dat de kwalitatieve ORA op basis van een kwalitatieve/semi-kwantitatieve risico-inschatting resulteert in een set van te nemen maatregelen. Bij een kwantitatieve ORA worden uitspraken gedaan over de te verwachten betrouwbaarheid en beschikbaarheid van een beheerobject.

De kwalitatieve ORA wordt voor alle objecten van Rijkswaterstaat uitgevoerd. De keuze om voor bepaalde beheerobjecten een kwantitatieve risicoanalyse uit te voeren, is afhankelijk van of er kwalitatieve of kwantitatieve eisen aan deze beheerobjecten worden gesteld. Daarnaast kan op basis van hoe kritisch beheerobjecten bijdragen aan de functionaliteit van de netwerken van Rijkswaterstaat een kwantitatieve ORA wenselijk zijn.

Op basis van deze overwegingen heeft het bestuur van Rijkswaterstaat bepaald welke beheerobjecten op basis van een kwantitatieve ORA moeten worden beheerd en onderhouden [REF 2].

In de handreiking Prestatiegestuurde Risicoanalyses (PRA) [REF 1] worden alle raakvlakken tussen de kwalitatieve en kwantitatieve ORA beschreven.

In deze handreiking wordt ervan uitgegaan dat de ORA per beheerobject wordt uitgevoerd en alle relevante systemen en onderdelen daarin worden opgenomen.

3 De model-risicomatrix

De kern van een kwalitatieve ORA bestaat uit het uitvoeren van een FMECA (Failure Modes, Effects and Criticality Analysis). Hierbij is de NEN-standaard NEN EN IEC 60812:2006 [REF 3] van toepassing op de uit te voeren ORA; deze standaard is dus ook in deze handreiking gevolgd. De FMECA geeft semi-kwantitatief inzicht in de risico's, waarna effectieve beheersmaatregelen kunnen worden gezocht.

De cruciale component voor het uitvoeren van een zinvolle FMECA is een risicomatrix, die overeenkomt met de wensen en eisen van Rijkswaterstaat. Een risicomatrix is daarbij een hulpmiddel, waarin enerzijds de kans van optreden van een ongewenste gebeurtenis en anderzijds de gevolgen bij het optreden van een ongewenste gebeurtenis verdeeld worden in categorieën. De onderlinge relatie tussen kans en gevolg is een indicatie voor de noodzaak om (aanvullende) beheersmaatregelen te nemen. Aangezien beheerobjecten van Rijkswaterstaat vrijwel altijd onderdeel zijn van een groter geheel (netwerk) houdt de prestatie van het beheerobject verband met de prestatie van het betreffende netwerk (dit kan zowel het natte als het droge netwerk zijn). De risicomatrix moet hiermee consistent zijn.

In deze handreiking voor een kwalitatieve ORA is gekozen voor een model-risicomatrix op basis van onderstaande overwegingen. Deze model-risicomatrix dient als startpunt voor elke risicoanalyse. Desgewenst kan de risicomatrix voor een beheerobject concreter gemaakt worden door de omschrijving van de gevolgcategorieën, zoals gegeven in Bijlage A, specifiek voor het beheerobject te maken. Hierbij geldt dat de indeling van de categorieën niet wordt aangepast, maar wel mag worden aangevuld met concrete voorbeeldsituaties voor het beheerobject.

Een algemeen uitgangspunt bij de onderstaande model-risicomatrix en bij de handreiking in het volgende hoofdstuk, is dat bij de ORA mag worden aangenomen dat het geldende vast onderhoud altijd wordt uitgevoerd.

Onder vast onderhoud wordt enerzijds het Standaard Verzorgend Onderhoud (SVO) verstaan, ofwel geplande onderhoudstaken om het element/bouwdeel in goede staat te behouden en wat voorwaardelijk is voor het behalen van de verwachte levensduur van het element/bouwdeel (zoals smeren en schilderen). Anderzijds worden hier wettelijk verplichte onderhoudstaken onder verstaan.

De kansscore

De kans van optreden van een ongewenste gebeurtenis kan veranderen in de tijd. Er wordt aangenomen dat de faalkans ofwel toeneemt ofwel constant blijft in de tijd. Als de technische levensduur van een onderdeel (bijna) is bereikt, zal de kans op falen groter zijn dan bij een nieuw onderdeel. Om dit aspect goed weer te geven in de risicomatrix wordt de kanscategorie gedefinieerd als het tijdsvenster na nu (het moment waarop de ORA wordt uitgevoerd) waarin het falen wordt verwacht. Indien de faalkans toeneemt in de tijd is de kansinschatting dus afhankelijk van de Mean Time To Failure (MTTF) in combinatie met de initiële leeftijd/(in)bouwjaar van het onderdeel.

De grenzen van de kanscategorieën (de tijdsvensters) zijn zo gekozen, dat bij het plannen van een beheersmaatregel eventueel een volgende instandhoudingsinspectie (de 6-jaarlijkse algehele toestandsbepaling van een beheerobject) kan worden afgewacht. Deze kansscore vertegenwoordigt hierbij de 'R' (Reliability = Betrouwbaarheid) in de RAMSSHECP-aspecten.

De volgende kansscores gelden voor veroudering in de model-risicomatrix (hierbij is t het moment waarop het eerstvolgende falen wordt verwacht):

1. **Verwaarloosbaar** ($20 \text{ jaar} < t$)
Het falen wordt niet in de komende 20 jaar verwacht;
2. **Klein** ($6 \text{ jaar} < t \leq 20 \text{ jaar}$)
Het falen wordt tussen 6 en 20 jaar na nu verwacht;
3. **Middelmatig** ($2 \text{ jaar} < t \leq 6 \text{ jaar}$)
Het falen wordt tussen 2 en 6 jaar na nu verwacht;
4. **Groot** ($\frac{1}{2} \text{ jaar} < t \leq 2 \text{ jaar}$)
Het falen wordt tussen 6 maanden en 2 jaar na nu verwacht;
5. **Zeker** ($t \leq \frac{1}{2} \text{ jaar}$)
Het falen is al gebeurd of wordt in de komende 6 maanden verwacht.

Als de faalkans constant is in de tijd, dienen de gegeven kansscores als gemiddelde frequenties gezien te worden, als volgt:

1. **Verwaarloosbaar**
Het falen treedt gemiddeld minder vaak dan eens per 20 jaar op.;
2. **Klein** ($6 \text{ jaar} < t \leq 20 \text{ jaar}$)
Het falen treedt gemiddeld eens per 20 jaar op of vaker, maar minder vaak dan eens per 6 jaar;
3. **Middelmatig** ($2 \text{ jaar} < t \leq 6 \text{ jaar}$)
Het falen treedt gemiddeld eens per 6 jaar op of vaker, maar minder vaak dan eens per 2 jaar;
4. **Groot** ($\frac{1}{2} \text{ jaar} < t \leq 2 \text{ jaar}$)
Het falen treedt gemiddeld eens per 2 jaar op of vaker, maar minder vaak dan eens per $\frac{1}{2}$ jaar;
5. **Zeker** ($t \leq \frac{1}{2} \text{ jaar}$)
Het falen treedt gemiddeld eens per $\frac{1}{2}$ jaar op of vaker.

De gevolgscore

Rijkswaterstaat heeft voor de model-risicomatrix van de kwalitatieve ORA gekozen om de ongewenste gevolgen te groeperen in vier categorieën:

1. Verwaarloosbaar
2. Beperkt
3. Groot
4. Ernstig.

De gevolgscore hangt daarbij samen met het gewenste prestatieniveau van het betreffende beheerobject en is hieraan gekoppeld door de AMSSHECP-aspecten, die van toepassing kunnen zijn. De invulling van de AMSSHECP-aspecten uit het voormalig Analyse kader Vaste Kunstwerken heeft als basis gediend voor de gevolgentabel uit Bijlage A.

Per aspect wordt de gevolgscore door het optreden van de faalwijze bepaald middels de tabel uit Bijlage A. Indien er géén sprake is van gevolg voor een aspect, wordt de **gevolgscore 0** toegekend. Per faalwijze geldt de hoogste gevolgscore over alle aspecten voor het bepalen van de risicoscore.

De model-risicomatrix en risicoscore

De model-risicomatrix is weergegeven in **Tabel 1**. De risicoscore wordt eenvoudig bepaald door kans- en gevolgscore met elkaar te vermenigvuldigen. De hoogte van dit getal geeft aan hoe noodzakelijk een beheersmaatregel is. Hierin worden drie niveau's onderscheiden: het rode, oranje of groene gebied. De grenzen zijn als volgt gekozen:

1. **Onacceptabel** – Risicoscore 15 t/m 20
Er moet een maatregel worden getroffen om het risico te beheersen. Er kan reden zijn om het vast onderhoud te herzien of om een andere preventieve (variabele) onderhoudsmaatregel voor te stellen.
2. **Ongewenst** – Risicoscore 5 t/m 12
Er moet ofwel een maatregel worden getroffen om het risico te beheersen ofwel worden aangetoond waarom dit niet haalbaar / noodzakelijk is. Een voorgestelde maatregel is een herziening van het vast onderhoud of een andere preventieve (variabele) onderhoudsmaatregel.
3. **Acceptabel** – Risicoscore 1 t/m 4
Er hoeft geen maatregel te worden getroffen om het risico te beheersen. Indien de faalwijze zich voordoet worden de gebruikelijke acties ondernomen voor (functie-)herstel. Merk op dat dit nog steeds reden kan zijn om het vast onderhoud te herzien, maar nu omdat mogelijk minder activiteiten nodig zijn.

Tabel 1 – Model-risicomatrix

| | | Gevolg | | | |
|------|--------------------|-----------------------|---------------|--------------|---------------|
| | | 1: Verwaarloosbaar | 2: Beperkt | 3: Groot | 4: Ernstig |
| Kans | 1: Verwaarloosbaar | Acceptabel | Acceptabel | Acceptabel | Acceptabel |
| | 2: Klein | Acceptabel | Acceptabel | Ongewenst | Ongewenst |
| | 3: Gemiddeld | Acceptabel | Ongewenst | Ongewenst | Ongewenst |
| | 4: Groot | Acceptabel | Ongewenst | Ongewenst | Onacceptabel |
| | 5: Zeker | Ongewenst | Ongewenst | Onacceptabel | Onacceptabel |

Risicoprofiel

De indeling van kanscategorieën, gevolgcategorieën en van de onderlinge relatie is vastgelegd in de risicomatrix om in de uitvoering van de ORA de risico-inschatting te kunnen maken. De scores die in de ORA worden toegekend kunnen vervolgens worden getoond in een **risicoprofiel**. Zo'n risicoprofiel lijkt sterk op de risicomatrix maar bevat voor iedere kans/gevolg combinatie het aantal risico's uit de ORA met deze score.

4 De uitvoering

De ORA wordt uitgevoerd als onderdeel van de volgende processtappen:

- 1. Initiële Risicoanalyse (I-ORA)**
 - Product: Initiële object- en functieanalyse
 - Product: Initiële FMECA (kolommen A t/m AD)*
 - Activiteit: Verzamelen van beschikbare informatie over het beheerobject.

- 2. Onderhoudsstrategie en taken**
 - Product: Onderhoudsanalyse (kolommen AE t/m AP)*
 - Activiteit: Vastleggen huidige onderhoudsstrategie en alle bijbehorende onderhoudsmaatregelen.

- 3. Gewenste risicobeeld**
 - Product: Gewenste risicobeeld FMECA (kolommen AQ t/m BC)*
 - Activiteit: Bepalen risicobeeld bij effectuering van alle onderhoudsmaatregelen.

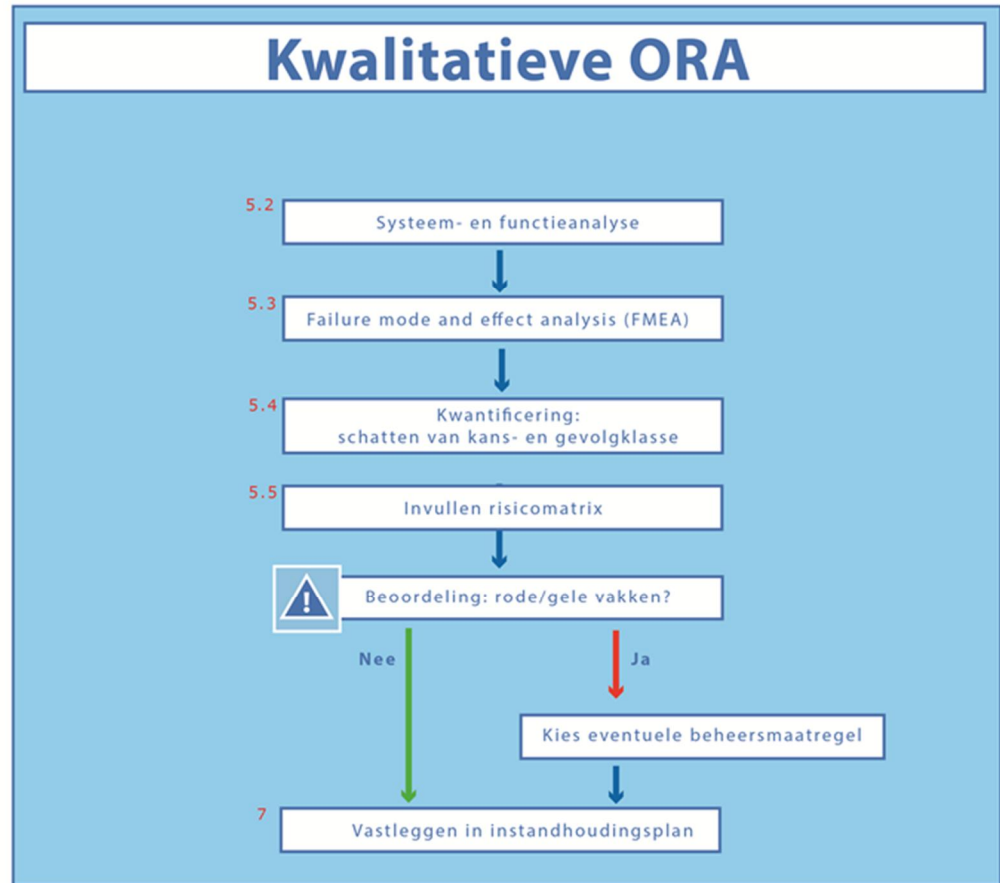
- 4. Actueel risicobeeld**
 - Product: Actuele object- en functieanalyse
 - Product: Actuele FMECA (kolommen BD t/m BU)*
 - Activiteit:
 - Verwerken van condities, schades en onjuistheden, die bij de inspecties/onderhoud zijn geconstateerd;
 - Verwerken effecten van geëffectueerde onderhoudsmaatregelen;
 - Bepalen actueel risicobeeld.

* In het bijbehorende *RWS Template FMEA KWAL v2.2*. De werkinstructie staat in dit template in het 1^e werkblad. De uitgebreide handreiking volgt in de volgende paragrafen.

N.B.

In de werkinstructie en in deze handreiking wordt in navolging van de NEN 2767 – Conditie­meting Gebouwde Omgeving [REF 5] de terminologie beheerobject/element/bouwdeel gehanteerd (en niet IH-onderdeel en IS-onderdeel).

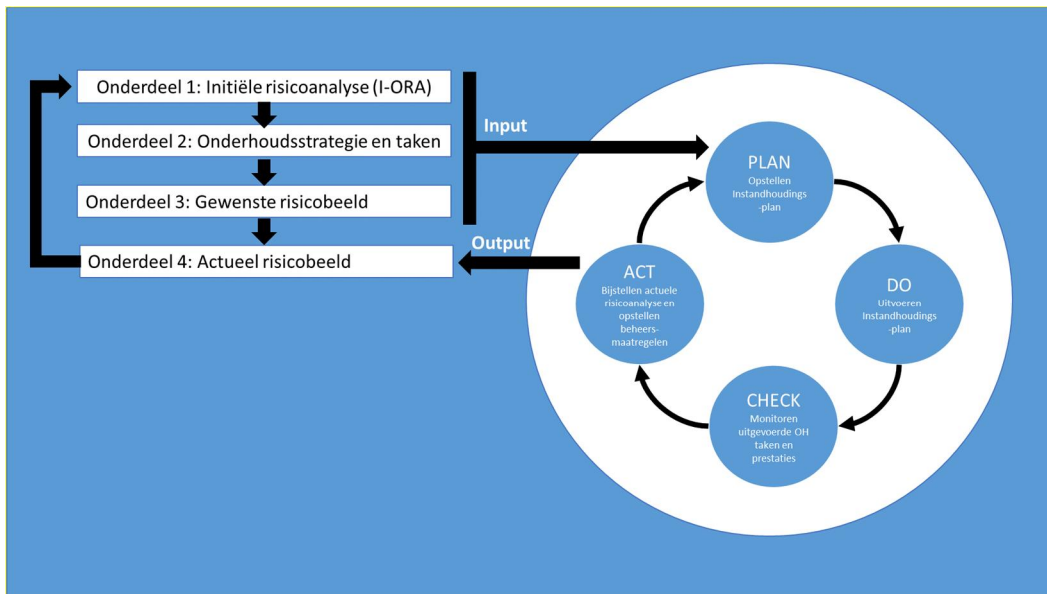
Figuur 1 geeft de te doorlopen stappen voor een kwalitatieve ORA weer. De nummers van deze stappen komen overeen met de paragrafen van de handreiking Prestatiegestuurde Risicoanalyses (PRA) [REF 1], waarin deze stappen zijn beschreven.



Figuur 1 - Stappen in de kwalitatieve risicoanalyse (de nummers verwijzen naar de paragrafen van de handreiking Prestatiegestuurde Risicoanalyses)

Per onderdeel wordt beschreven op welke stappen en op welke manier deze stappen worden doorlopen. De stappen, die per onderdeel worden doorlopen, zijn in één paragraaf gegroepeerd.

Risicogestuurd beheer en onderhoud gaat daarbij uit van het doorlopen van een PDCA-cyclus, waarbij voortdurend de prestatie(s) van het beheerobject, in termen van RAMSSHECP, wordt bepaald. De onderdelen van de kwalitatieve ORA hangen daar als volgt mee samen:



Figuur 2 – Samenhang onderdelen kwalitatieve ORA en PDCA cyclus Risicogestuurd Beheer en Onderhoud

Figuur 2 geeft weer dat de initiële risicoanalyse, onderhoudsanalyse en het gewenste risicobeeld als input dienen voor het opstellen van het instandhoudingsplan (PLAN). Na het uitvoeren van de beheer- en onderhoudsmaatregelen vanuit het instandhoudingsplan (DO) en het monitoren van de uitgevoerde activiteiten en prestaties (CHECK) wordt een actueel risicobeeld (inclusief beheersmaatregelen) opgesteld, welke mogelijk leidt tot wijzigingen in de initiële risicoanalyse, onderhoudsanalyse en het gewenste risicobeeld (ACT). Door deze op de beschreven wijze periodiek te herzien en als input te laten dienen voor de PDCA-cyclus, worden voortdurend de prestaties van het beheerobject, in termen van RAMSSHECP bepaald en het instandhoudingsplan daarop aangepast.

4.1 **Onderdeel 1: Initiële Risicoanalyse (I-ORA)**

Deze paragraaf bevat de een nadere beschrijving van de uit te voeren stappen voor het opstellen van de initiële Risicoanalyse (I-ORA).

Stap 1: Systeem- en functieanalyse

Om de werking van het beheerobject vast te leggen wordt een systeem- en functieanalyse uitgevoerd. De systeem- en functieanalyse bestaat uit het opstellen van een:

- Systeem- en functiebeschrijving;
- Fysieke decompositie.

Systeem en functiebeschrijving

Voor bestaande beheerobjecten wordt een systeem- en functiebeschrijving bij voorkeur gemaakt aan de hand van beschikbare ontwerp- en as-built-gegevens. Voor (nog) niet bestaande beheerobjecten worden de ontwerpdocumenten gehanteerd. De systeembeschrijving moet zó in elkaar zitten, dat het mogelijk is om de werking van het beheerobject en de functies van de elementen/bouwdelen ervan volledig te doorgronden. Om een risicoanalyse te kunnen maken, moeten de systeemgrenzen van het beheerobject duidelijk worden vastgelegd. Voorts is het belangrijk dat de (toekomstig) beheerder weet waarvoor het beheerobject – in samenhang met andere beheerobjecten – is bedoeld. De beschrijving van het

systeem moet objectief en volledig informatie geven over de functie(s) van het beheerobject.

Fysieke decompositie

Door beheerobjecten en de hoofd- en deelfuncties van deze beheerobjecten te decomponeren en als losse onderdelen te koppelen, ontstaan zichtbare relaties tussen de functies en de fysieke delen van het beheerobject. Deze relaties zijn essentieel voor de risicoanalyse, aangezien de samenhang in het falen van onderdelen moet worden vertaald naar mogelijk falen van de functie(s) van het beheerobject.

Voor de fysieke decompositie van het beheerobject is het uitgangspunt dat dit gebeurt met behulp van de NEN 2767 – Conditie­meting Gebouwde Omgeving [REF 5]. Cruciaal daarbij is een eenduidige weergave van de samenhang van de onderdelen binnen het gehele beheerobject. Zeker bij meer complexe systemen is het belangrijk de relatie tussen de systeemdelen en functies goed in kaart te brengen. Hierbij ontstaat een onderverdeling in systeemdelen (van beheerobject, naar element- tot op bouwdeelniveau). De decompositie is geen doel op zich, maar een hulpmiddel en goede basis om te komen tot een risicoanalyse.

De fysieke decompositie wordt vastgelegd in het bijbehorende *RWS Template FMEA KWAL v2.2* Ter verduidelijking volgt hieronder een nadere uitleg van de kolommen welke in deze stap ingevuld dienen te worden:

- Element/Bouwdeel:
Beschrijving van het element/bouwdeel conform NEN 2767.
- Component:
Beschrijving van het component conform NEN 2767. Facultatief! Dit dient alleen ingevuld te worden indien dit vanuit risicoperspectief van belang is.
- Code Element/Bouwdeel:
Codering van het element/bouwdeel conform NEN 2767.
- Functie van het onderdeel:
Beschrijving van hetgeen het onderdeel moet doen: dit als combinatie van een werkwoord en een zelfstandig naamwoord (bijv. openen van de afsluitboom); eventueel aan te vullen met de gewenste randvoorwaarden (openen in maximaal 1 minuut)
- Objectfuncties:
Naast de functies van onderdelen (elementen/bouwdelen) wordt vastgelegd welke hoofdfuncties en deelfuncties het beheerobject heeft. De relevante functies worden in de kolomkoppen in het template ingevuld.

NEN 2767

De richtlijnen, die bindend zijn voor fysieke systeemdecompositie, zijn vastgelegd in de NEN 2767 en de Rijkswaterstaat (RWS) decompositieregels op basis van het decompositiekader NEN 2767 RWS [REF 6]. Hiermee is geborgd dat gelijksoortige beheerobjecten op uniforme wijze worden beschreven. Bovendien kan efficiënt gebruik worden gemaakt van eventueel beschikbare bibliotheken van faalwijzen en -definities en van best practices van eerder beschreven en geanalyseerde beheerobjecten. Het gebruik van de in de norm gehanteerde codering maakt het mogelijk om gelijksoortige beheerobjecten onderling beter te kunnen vergelijken en beoordelen.

Stap 2: Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

De kern van een kwalitatieve ORA bestaat uit het uitvoeren van een FMEA (Failure Modes and Effect Analysis). FMEA is een methodiek om alle mogelijke afwijkingen ten aanzien van het functioneren elementen/bouwdelen en het beheerobject inzichtelijk te maken en de oorzaken en gevolgen van deze afwijkingen vast te leggen.

Op basis van de fysieke decompositie wordt tot op element-/bouwdeelniveau vastgelegd op welke wijze het systeem functioneel kan falen (Failure Modes) en welke oorzaken en gevolgen (Effects) dit functioneel falen heeft.

Een faalwijze ontstaat doordat een element/bouwdeel de eigen functie niet of onjuist vervult. Door het gebruik van een lijst met standaard gidswoorden zijn op een gestructureerde wijze alle mogelijke afwijkingen te bepalen (zie Bijlage B). Per faalwijze worden ook het faalmechanisme/de oorzaak van falen/de bron van falen, het gevolg van falen en of het falen direct merkbaar is of pas na verloop van tijd (bijvoorbeeld tijdens inspectie) vastgesteld.

Het resultaat van deze stap is een lijst met mogelijke afwijkingen per element/bouwdeel: de faalwijzen. De faalwijzen worden vastgelegd in het bijbehorende *RWS Template FMEA KWAL v2.2*. Ter verduidelijking volgt hieronder een nadere uitleg van de kolommen, welke in deze stap ingevuld dienen te worden:

- Functioneel falen:
beschrijving van de afwijking van de functie: dit als combinatie van de functie met een gidswoord (bijv. langzamer heffen van de afsluitboom)

- Faaloorzaak:
beschrijving van de oorzaak van het functioneel falen van het element/bouwdeel. Mogelijke faaloorzaken zijn onder andere:
 - *veroudering*
 - *vervuiling*
 - *verontreiniging*
 - *verhitting*
 - *trilling*
 - *slijtage*
 - *wrijving*
 - *aantasting*
 - *vermoeiing*
 - *verbuiging*
 - *vervorming*
 - *uitdroging*
 - *(spannings)corrosie*
 - *aanslibbing*
 - *erosie/ontgronding*
 - *uitspoeling*

- Bron van falen:
de toewijzing van de oorzaak van falen aan tekortkomingen bij:
 - ontwerp
 - realisatie
 - bediening
 - onderhoud
 - n.v.t. (bijv. bij regulier gebruik - 'nobody's fault')
- Gevolg van falen:
de wijze, waarop de functies van het zowel het element/bouwdeel als het gehele beheerobject beïnvloed worden.
- Faalgedrag:
Aangegeven dient te worden of er sprake is van random falen, het falen door veroudering of het falen door externe oorzaken van elementen/bouwdelen.
- Direct merkbaar?:
Hier wordt aangegeven of er sprake is van merkbaar of niet-merkbaar falen.
- (In)bouwjaar:
Voor de faalwijzen, die te maken hebben met veroudering is het van belang om te weten wat de huidige leeftijd van het element of het bouwdeel is, in relatie tot de betreffende faalwijze;
- Objectfuncties:
Voor elke faalwijze wordt bij de objectfunctie aangegeven op welke objectfunctie het falen van het betreffende element/bouwdeel effect heeft.
- Mean Time To Failure (MTTF):
Om de kans van optreden voor iedere faalwijze te kunnen bepalen, dient aangegeven te worden hoe vaak een faalwijze kan optreden. Dit wordt uitgedrukt in de verwachte levensduur (ook wel bekend als de MTTF, Mean Time To Failure).

Stap 3: Kwantificering: Schatten van kans- en gevolklassen

Om de grootte van het risico vast te stellen door het optreden van Functioneel falen (faalwijzen), dienen voor alle faalwijzen de kans en gevolgen te worden ingeschat. De model-ricomatrix uit hoofdstuk 3 wordt hierbij toegepast.

Bij de inschattingen wordt alleen uitgegaan van het huidige vast onderhoud. Onder vast onderhoud wordt enerzijds het Standaard Verzorgend Onderhoud (SVO) verstaan, ofwel geplande onderhoudstaken om het element/bouwdeel in goede staat te behouden en wat voorwaardelijk is voor het behalen van de verwachte levensduur van het element/bouwdeel (zoals smeren en schilderen). Anderzijds worden hier wettelijk verplichte onderhoudstaken onder verstaan.

Onder toelichting, bronvermelding wordt vastgelegd van welke onderhoudsactiviteiten bij de inschatting van de kans en gevolklassen wordt uitgegaan. Hierbij dient de bron te worden vermeld (bijv. Rijkswaterstaat Referentiekader Beheer en Onderhoud, leveranciersinformatie, expert judgement).

De kansinschatting wordt onderbouwd door in de template het (in)bouwjaar van het betreffende onderdeel en de MTTF (Mean Time To Failure) in te vullen. Bijvoorbeeld: als de faalkans toeneemt in de tijd, wordt de kansscore bepaald door het verschil tussen de MTTF en de huidige leeftijd van het onderdeel.

Bij de gevolgschatting is de snelheid van functieherstel van belang, omdat de mate van hinder sterk samenhangt met de duur van de verstoring. Ook moet worden beschouwd of er aanvullende hinder wordt veroorzaakt door het functieherstel zelf. Alleen het kortdurende functieherstel wordt hier beschouwd. Merk op dat het falen van een component ook indirect kan leiden tot hinder, omdat het beheerobject niet meer veilig kan worden gebruikt. Bijvoorbeeld een defecte eindschakelaar, die de veilig gesloten toestand van een brug signaleert. Merk ook op dat het beheerobject gefaald is als reguliere bediening niet mogelijk is. Noodbediening mag niet worden gebruikt als vervanging van reguliere bediening.

Door deze stap wordt de lijst van de vorige stap (Functioneel falen, oorzaken en gevolgen per element/bouwdeel) uitgebreid met de kans-, gevolg- en risicoscores. Hiermee wordt de FMEA uitgebreid naar een FMECA (Failure Modes, Effects and Criticality Analysis), waarmee een semi-kwantitatief inzicht in de risico's wordt verkregen.

Stap 4: Invullen Risicomatrix

Op basis van het schatten van de kans- en gevolgklassen worden in het template automatisch de risicoscores ingevuld voor alle faalwijzen van alle elementen/bouwdelen. De risicoscore wordt eenvoudig bepaald door kans- en gevolgscore met elkaar te vermenigvuldigen. De hoogte van dit getal geeft aan hoe noodzakelijk een beheersmaatregel is, zoals ook beschreven in hoofdstuk 3.

De risicoscores worden weergegeven in een zogenaamd risicoprofiel. In dit geval betreft dit het risicoprofiel, waarbij alleen wordt uitgegaan van het huidige vast onderhoud, oftewel het risicoprofiel vóór aanvullende onderhouds- en beheersmaatregelen. Hierin is snel te zien of er veel risico's in het rode (onacceptabele) gebied uitkomen. De lijst met faalwijzen en scores kan ook worden gesorteerd op de berekende risicogrootte.

Het eindresultaat van Onderdeel 1 is:

- een document met systeem- en functieanalyse (resultaat van stap 1)
- een Initiële FMECA (resultaat van stappen 2-4)

4.2 Onderdeel 2: Onderhoudsstrategie en -taken

Deze paragraaf bevat de nadere beschrijving van de uit te voeren stappen voor het vaststellen van de gewenste onderhoudsstrategie en onderhoudstaken.

Stap 1: Vaststellen Onderhoudsstrategie:

Aan de hand van het risicoprofiel van de Initiële Risicoanalyse (I-ORA), kan worden vastgesteld voor welke elementen/bouwdelen aanvullende onderhouds- en/of beheersmaatregelen moeten worden getroffen om het risico te beheersen (zie ook hoofdstuk 3). Afhankelijk van het risicoprofiel wordt de onderhoudsstrategie vastgesteld. Om een goede afweging tussen de verschillende onderhoudsstrategieën te kunnen maken is in de Initiële Risicoanalyse reeds het volgende geïnventariseerd:

- Faalgedrag:
Of het uitvoeren van preventief onderhoud voor een element/bouwdeel zinvol is hangt samen met het faalgedrag. Daarom dient vanuit de I-ORA nagegaan te worden of er sprake is van het random falen, het falen door veroudering of het falen door externe oorzaken van elementen/bouwdelen.

- **Direct merkbaar?:**
Het is van belang om vanuit de I-ORA na te gaan of er sprake is van merkbaar of niet-merkbaar falen. Voor elementen/bouwdelen, die niet-merkbaar falen kan middels een test worden gecontroleerd in hoeverre het element/bouwdeel nog functioneert.

Daarnaast is ten behoeve van het vaststellen van de gewenste onderhoudsstrategie het volgende van belang:

- **Storingsvoorspellende Grootheid (SVG):**
Een Storingsvoorspellende Grootheid (SVG) betreft een parameter waarmee kan worden vastgesteld wat de toestand van het element/bouwdeel is. Voor elementen/bouwdelen waarvoor een SVG beschikbaar is kan periodiek, middels een inspectie/meting worden vastgesteld wat de toestand is.

Op basis van deze informatie kan vervolgens een keuze worden gemaakt tussen de volgende onderhoudsstrategieën:

- **SAO:** Elementen/bouwdelen, waarbij het optreden van falen niet leidt tot onacceptabele gevolgen ('groene' risico's in het risicoprofiel) kunnen onderhouden worden, nadat de component gefaald is. Dit wordt ook wel StoringsAfhankelijk Onderhoud (SAO) genoemd.
- **TAO:** Wanneer falen van elementen/bouwdelen leidt tot ongewenste dan wel onacceptabele gevolgen ('oranje'/'rode' risico's in het risicoprofiel) kan overwogen worden om hiervoor ToestandsAfhankelijk Onderhoud (TAO) uit te voeren. Bij ToestandsAfhankelijk Onderhoud wordt vastgesteld wat de toestand van het element/bouwdeel is, bijvoorbeeld op basis van een inspectie of meting. Het element/bouwdeel wordt gereviseerd of vervangen wanneer de toestand een vastgestelde grens overschrijdt. De te meten parameter betreft de storingsvoorspellende grootheid (SVG).
- **GAO:** Voor elementen/bouwdelen waarbij het optreden van falen leidt tot ongewenste/onacceptabele gevolgen ('oranje'/'rode' risico's in het risicoprofiel) kan daarnaast gekozen worden voor GebruiksAfhankelijk Onderhoud (GAO). Bij Gebruiksafhankelijk Onderhoud worden elementen/bouwdelen onderhouden met een vast interval, bijvoorbeeld kalendertijd, gebruiksduur of na een aantal aanspraken.

Stap 2: Vaststellen correctieve onderhoudsmaatregelen

Op basis van de vastgestelde onderhoudsstrategie wordt een onderhoudsanalyse uitgevoerd. De onderhoudsanalyse betreft in essentie het inventariseren van alle onderhoudstaken, inclusief de frequentie.

Een correctieve revisie/vervanging betreft een maatregel, die genomen wordt om na het optreden van de storing de functionaliteit van het element/bouwdeel weer te herstellen. Dit betekent dat voor alle faalwijzen, ongeacht de gehanteerde onderhoudsstrategie, in ieder geval een correctieve onderhoudstaak wordt opgenomen. Voor de correctieve taken wordt het volgende vastgelegd:

- Omschrijving van de correctieve revisie/vervanging;

Stap 3: Vaststellen preventieve onderhoudsmaatregelen

Een preventieve onderhoudstaak betreft een geplande (vaste/variabele) onderhoudstaak, die genomen wordt om het optreden van storingen te voorkomen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt naar de volgende typen van preventieve taken:

1. **Standaard verzorgend onderhoud (SVO)**; geplande onderhoudstaak, die wordt uitgevoerd om de component in goede staat te behouden (bv. smeren of schilderen), dit als voorwaarde voor het halen van de verwachte levensduur.
2. **Inspectie (IN)**; geplande periodieke onderhoudstaken, die worden uitgevoerd om de toestand van de component te bepalen (bijvoorbeeld middels een inspectie of een conditiemeting). In principe volgt afhankelijk van de uitkomst van een inspectie vervolgens een toestandsafhankelijke onderhoudstaak (TAO) of een volgende inspectie.
3. **Preventieve revisie/vervanging (REV)**; periodiek geplande onderhoudstaken (gebruiksafhankelijk, GAO), waarbij de component in een (zo goed als) nieuwe staat wordt gebracht.
4. **Functionele test (TEST)**; geplande periodieke onderhoudstaken (gebruiksafhankelijk, GAO) om de werking van niet-merkbaar falende elementen/bouwdelen functioneel te testen.

Per preventieve onderhoudstaak wordt het volgende vastgelegd:

- Omschrijving van de preventieve taak;
- Interval van uitvoering;
- Noodzakelijk vanwege wettelijke verplichtingen (ja/nee);

Het eindresultaat van Onderdeel 2 is:

- Een Onderhoudsanalyse (resultaat van stappen 1-3).

4.3 Onderdeel 3: Gewenste risicobeeld

Deze paragraaf bevat de beschrijving voor het opstellen van het gewenste risicobeeld. In het gewenste risicobeeld wordt het effect van alle onderhouds- en/of beheersmaatregelen, die moeten worden getroffen om het risico te beheersen in het risicoprofiel verdisconteerd. Hiermee ontstaat het beeld van de optimale situatie, die als uitgangspunt dient voor het instandhoudingsplan en het risicogestuurde beheer- en onderhoudsproces.

Stap 1: Kwantificering: Schatten van kans- en gevolklassen

Om de grootte van het risico vast te stellen door het optreden van functioneel falen (faalwijzen) ná aanvullende onderhouds- en beheersmaatregelen, dienen voor alle faalwijzen de kans en gevolgen opnieuw te worden ingeschat. De model-risicomatrix uit hoofdstuk 3 wordt hierbij wederom toegepast. In dit geval wordt bij de inschattingen uitgegaan van het uitvoeren van alle benoemde onderhoudsmaatregelen in de onderhoudsanalyse.

Afhankelijk van het functioneel falen, oorzaken en gevolgen hebben onderhouds- en/of beheersmaatregelen effect op:

- Kans op functioneel falen:
onderhouds- en beheersmaatregelen kunnen de kans op functioneel falen wegnemen of te verkleinen (bijvoorbeeld door het tijdig vervangen van onderdelen die verouderen), of

- Gevolgen van functioneel falen:
onderhouds- en beheersmaatregelen kunnen de gevolgen van de functioneel falen wegnemen of verminderen (bijvoorbeeld door preventief vervangen van onderdelen kan de hinder die door storingen wordt veroorzaakt worden verminderd).

Stap 2: Invullen Risicomatrix

Op basis van het schatten van de kans- en gevolgklassen ná aanvullende onderhouds- en beheersmaatregelen worden in het template automatisch de risicoscores ingevuld voor alle faalwijzen van alle elementen/bouwdelen.

De risicoscores worden weergegeven in het risicoprofiel ná aanvullende onderhouds- en beheersmaatregelen. Om te adviseren over de prioriteit van te nemen onderhouds- en beheersmaatregelen moet worden gekeken naar:

- Risicogrootte vanuit het actueel risicobeeld (zie paragraaf 4.4);
- Risicogrootte vanuit het gewenste risicobeeld;

Het verschil tussen de risicogrootte vanuit het actueel risicobeeld en het restrisico uit het gewenste risicobeeld geeft inzicht in risicoreductie van de maatregel. Het is belangrijk om hierbij naar de gehele risicolijst te kijken. Bij bepaling van de risicogrootte is bijvoorbeeld alleen de hoogste gevolgscore van alle AMSSHECP-aspecten meegenomen. Zo kan een faalwijze met gevolgscore 4 op het aspect € (en verder gevolgscore 1) urgenter lijken dan een faalwijze met gevolgscore 3 op alle AMSSHECP-aspecten, terwijl de laatstgenoemde faalwijze voor het functioneren van het beheerobject als urgenter kan worden beschouwd.

Het eindresultaat van Onderdeel 3 is:

- Een Gewenst risicobeeld FMECA.

4.4 Onderdeel 4: Actueel risicobeeld

Deze paragraaf bevat de beschrijving voor het opstellen van het actueel risicobeeld, waarbij de effecten van de daadwerkelijk geïmplementeerde maatregelen in de praktijk en de bevindingen vanuit uitgevoerde inspecties en onderhoud worden verdisconteerd. Daar waar het gewenste risicobeeld een inzicht geeft in de optimale situatie kunnen ontwikkelingen in de praktijk ervoor zorgen dat van deze optimale situatie wordt afgeweken en risico's onvoldoende worden beheerst. In het actueel risicobeeld wordt de impact van dergelijke effecten inzichtelijk gemaakt en worden verbetermaatregelen voorgesteld om ongewenste/onacceptabele risico's te beheersen.

Stap 1: Systeem- en functieanalyse

Wanneer geïmplementeerde maatregelen en de bevindingen vanuit uitgevoerde inspecties en onderhoud leiden tot andere inzichten, dienen de systeem- en functiebeschrijving en de fysieke decompositie daarop aangepast te worden.

Voorbeeld:

Bij onderdeel 1 is een systeem- en functiebeschrijving opgesteld op basis van beschikbare ontwerpgegevens. Bij onderhoud, of inspectie blijkt dat enkele systemen zijn vervangen of anders zijn gerealiseerd dan in de ontwerpgegevens is aangegeven. De systeem- en functiebeschrijving dienen hierop te worden aangepast.

Stap 2: Failure mode and effect analysis (FMEA)

De lijst met faalwijzen dient te worden aangepast, indien geïmplementeerde maatregelen en de bevindingen vanuit uitgevoerde inspecties en onderhoud van het beheerobject leiden tot andere inzichten. Als de wijzigingen de faalwijze, de oorzaak of bron van falen betreffen, dan worden deze herzien. Ook kan dit betekenen dat nieuwe faalwijzen toegevoegd dienen te worden aan de Initiële ORA.

Voorbeeld:

Het bouwdeel "Elektromotor" van een beweegbare brug kan falen door vastgelopen lagers wegens onvoldoende smering. Bij onderhoud blijkt, dat door het broasser worden van de elektrische aansluitingen, er ook kortsluiting kan optreden. Als gevolg hiervan roteert de as niet. Het falen is merkbaar, want de brug wordt frequent bediend en zodra de elektromotor faalt, is de brug niet bedienbaar. De lijst met faalwijzen wordt hiermee uitgebreid.

Stap 3: Kwantificering: Schatten van kans- en gevolklassen

De inschatting van kans- en gevolklassen wordt op basis van het actueel risicobeeld nogmaals gedaan, inclusief de herziening van het (in)bouwjaar van het betreffende onderdeel en/of de MTTF. Hierbij kan de kansscore worden verlaagd (resp. verhoogd) als vanuit de praktijk blijkt dat deze na het wel of niet implementeren van maatregelen en de bevindingen vanuit uitgevoerde inspecties en onderhoud wijzigt. Dit gebeurt wederom op basis van de model-ricomatrix uit hoofdstuk 3.

De inschatting van de gevolgscore op de AMSSHECP-aspecten kan worden verlaagd (resp. verhoogd) als op basis van de actuele situatie blijkt dat de faalwijze, als deze optreedt, minder ernstige (resp. ernstigere) gevolgen heeft dan voorzien.

Voorbeeld:

Vanuit de Onderhoudsanalyse is bepaald dat een bouwdeel tijdig preventief vervangen moet worden. Het (in)bouwjaar van dit onderdeel en daarmee de kans op falen (kansscore) is in het gewenste risicobeeld aangepast, waarbij de kans op falen door het tijdig preventief vervangen is verminderd. Echter blijkt tijdens onderhoud dat het bouwdeel niet is vervangen. De kans op falen is in de actuele situatie dus niet verminderd, zoals in het gewenste risicobeeld is voorzien. Dit dient in de score van het actueel risicobeeld aangepast te worden, waarbij een additionele maatregel wordt voorgesteld. In dit geval zal het betreffende onderdeel alsnog moeten worden vervangen.

Stap 4: Invullen risicomatrix

Het resultaat van deze stap is een actuele lijst met risico's. De risicoscores worden weergegeven in het actuele risicoprofiel. In dit geval betreft dit het risicoprofiel, waarbij de effecten van de geïmplementeerde maatregelen en de bevindingen vanuit uitgevoerde inspecties en onderhoud zijn verdisconteerd. Hierin is snel te zien of er in de actuele situatie veel risico's in het oranje (ongewenste) of rode (onacceptabele) gebied uitkomen. De lijst met scores kan ook worden gesorteerd op de berekende risicogrootte.

Additionele maatregelen moeten worden voorgesteld voor alle risicoscores die op basis van het actueel risicobeeld in het oranje (ongewenste) of rode (onacceptabele) gebied uitkomen. Indien voor een oranje risico geen additionele maatregelen worden vastgesteld, moet worden onderbouwd waarom dit niet haalbaar / noodzakelijk is.

Voor risicoscores in het groene (acceptabele) gebied kan het onderhoud eventueel worden verminderd.

Het eindresultaat van Onderdeel 4 is:

- een document met een aangepaste systeem- en functieanalyse (resultaat van stap 1);
- een Actuele FMECA (resultaat van stappen 2-4).

5 Kwaliteitstoets

Opzet

Bij de kwaliteitstoets wordt nagegaan of bij de uitvoering de juiste beslissingen zijn genomen om te komen tot een juiste ORA.

De volgende vragen zijn een handreiking aan Opdrachtnemer om dit te bevorderen:

- Zijn alle functies meegenomen die het beheerobject vervult?
- Is de grens aan de fysieke decompositie juist getrokken? Worden er niet te veel onderdelen samengenomen, of wordt juist teveel verfijnd?
- Klopt de objectdecompositie? Staan er onderdelen op de verkeerde plaats of ontbreken er onderdelen?
- Zijn de juiste faaloorzaken benoemd? Ontbreken er dominante faaloorzaken?
- Is de kansinschatting juist gedaan? Heeft een negatieve bevinding tijdens inspectie geleid tot een ongunstigere kansscore?
- Is de gevolgschatting juist gedaan? Valkuil: in de gevolgscore wordt nog wel eens impliciet de kans meegenomen, bijvoorbeeld bij een faalwijze met een zeer lage kans wordt het gevolg ook klein gekozen 'want het komt toch bijna nooit voor'.
- Zitten er fouten in de bepaling van de risicogrootte?
- Is voor elk 'rood' risico in de I-ORA (onderdeel 1) een onderhouds- of beheersmaatregel voorgesteld in onderdeel 2?
- Is voor elk 'oranje' risico in de I-ORA (onderdeel 1) een onderhouds- of beheersmaatregel voorgesteld in onderdeel 2, ofwel onderbouwd waarom dit niet haalbaar is?
- Zijn voor alle maatregelen de frequenties opgenomen?

Deze checklist met vragen is niet uitputtend, maar geeft wel de essentie aan van een correct uitgevoerde ORA.

Uitvoering

De kwaliteitstoets moet worden uitgevoerd door een reviewer, die niet de opsteller is van de ORA. Hiervan moet een verslag worden opgesteld waarin op zijn minst de bovenstaande vragen worden beantwoord. Ook moeten alle opvallende kenmerken van de ORA worden behandeld en toegelicht, zoals bijvoorbeeld een risicoprofiel met nauwelijks spreiding. In de template is een werkblad opgenomen waarin de kwaliteitstoets kan worden vastgelegd.

6 Referenties en afkortingen

| Referentie | Omschrijving |
|-------------------|--|
| [REF 1] | <i>Handreiking Prestatiegestuurde Risicoanalyses versie 1.0.0</i> Rijkswaterstaat, september 2016 |
| [REF 2] | <i>Business case risicogestuurd onderhoud, bijlage 1</i> Nota Bestuur RWS, Nummer RWS-2013/33552, 27 juni 2013, Goedgekeurd RWS Bestuursvergadering nr. 18, 5 juli 2013, Struik, P. |
| [REF 3] | <i>Analysis techniques for system reliability</i> <i>Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA)</i> NEN EN IEC 60812:2006 |
| [REF 4] | Analysekader vaste kunstwerken Analysekader voor Viaducten, Vaste bruggen, Onderdoorgangen en Duikers Rijkswaterstaat, mei 2012 |
| [REF 5] | <i>Conditiemeting Gebouwde Omgeving</i> NEN 2767 |
| [REF 6] | Decompositiekader NEN 2767 RWS, versie 1.0, 1 oktober 2015 |

| Afkorting | Omschrijving |
|------------------|---|
| FME(C)A | Failure Modes Effects (and Criticality) Analysis |
| GPO | Grote Projecten en Onderhoud |
| IHP | Instandhoudingplan |
| IN | Inspectie |
| I-ORA | Initiële objectrisicoanalyse |
| MTTF | Mean Time To Failure |
| ORA | Objectrisicoanalyse |
| ProBO | Probabilistisch beheer en onderhoud |
| RAMSSHECP | Reliability, Availability, Maintainability, Safety, Security, Health, Environment, Economics, Politics |
| REV | Preventieve revisie/vervanging |
| SVO | Standaard Verzorgend Onderhoud |
| TEST | Functionele test |

Bijlage A Gevolgscores voor model-ricomatrix

De volgende tabel geeft de mogelijke gevolgscores per AMSSHECP-aspect weer. Hierbij worden de volgende uitgangspunten gehanteerd.

- **Availability (Beschikbaarheid) (A):** Beschikbaarheid staat voor de verwachte fractie van de totale tijd dat een beheerobject, onder gegeven omstandigheden, functioneert. Het complement van beschikbaarheid is de niet-beschikbaarheid. Niet-beschikbaarheid staat voor de verwachte fractie van de totale tijd dat een beheerobject, onder gegeven omstandigheden, niet functioneert. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen ongeplande niet-beschikbaarheid door storingen/falen van het beheerobject en of natuurlijke randvoorwaarden, zoals blikseminslag en geplande niet-beschikbaarheid door preventief onderhoud.

Faalwijzen, die middels de FMECA worden geïnventariseerd, hebben effect op deze ongeplande niet-beschikbaarheid. Het falen van het beheerobject kan daarbij hinder opleveren voor de gebruikers van de netwerken. Voor het inschatten van de gevolgen voor de beschikbaarheid van het netwerk in de model risicomatrix dient per functiecategorie wegverkeer / scheepvaartverkeer /waterhuishouding de onder- en bovengrens aan hinder bekend te zijn. Hinder, die korter duurt dan de ondergrens, krijgt de gevolgscore 'beperkt' (2). Hinder, die langer duurt dan de bovengrens, krijgt de gevolgscore 'ernstig' (4). Hinder tussen de onder- en bovengrens in krijgt de gevolgscore 'groot' (3). Zie de volgende tabel:

| Duur van hinder | Korter dan ondergrens | Tussen onder- en bovengrens | Langer dan bovengrens |
|------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Gevolgscore | Beperkt (2) | Groot (3) | Ernstig (4) |

N.B. In de gevolgtabel in de template moet aangegeven worden welke ondergrens en bovengrens worden aangehouden.

- **Maintainability (Onderhoudbaarheid) (M):** Onderhoudbaarheid wordt veelal gedefinieerd als de kans dat een beheerobject binnen een specifiek tijdsinterval en onder gegeven omstandigheden, kan worden gerepareerd, geïnspecteerd of preventief kan worden onderhouden. De mate van onderhoudbaarheid is daarmee van invloed op de beschikbaarheid van beheerobjecten. Uitgangspunt voor het inschatten van de gevolgen voor de onderhoudbaarheid van beheerobjecten wordt in de model risicomatrix uitgedrukt in de mate van uitvoerbaarheid van functieherstel na het optreden van een faalwijze. Hierbij dient te worden aangegeven of het oplossen van de faalwijze eenvoudig uitvoerbaar is, of dat extra inspanning nodig is. Bijvoorbeeld omdat speciaal gereedschap of reservedelen nodig zijn voor functieherstel.
- **Safety (veiligheid) (S):** Onder Veiligheid wordt verstaan: De kans dat een beheerobject gedurende een bepaalde periode en onder gegeven omstandigheden, geen menselijk letsel veroorzaakt. Het gaat hierbij om de veiligheid van gebruikers, bedienings- en onderhoudspersoneel en omwonenden. Hieronder valt ook de ARBOveiligheid van bedienings- en onderhoudspersoneel. Denk hierbij in termen van ongelukken en

calamiteiten. Hierbij valt te denken aan het plotseling bezwijken van voegovergangen, kans op aanrijding van de constructie, vallende onderdelen en het optreden van incidenten als gevolg van de verkeerssituatie. Voor het inschatten van de gevolgen voor Veiligheid dient middels de model risicomatrix vastgesteld te worden in hoeverre falen van (onderdelen van) het beheerobject direct of indirect kan leiden tot ongelukken met (blijvend) letsel.

- Security (Beveiliging) (Se): Betreft de mate, waarin een beheerobject beschermd is tegen bewust ongewenst/onveilig menselijk handelen. Bij bewust ongewenst/onveilig menselijk handelen, kan gedacht worden aan vandalisme, terrorisme en cybercrime. Security/Beveiliging wordt bij Rijkswaterstaat Integrale Beveiliging genoemd. Voor het inschatten van de gevolgen ten aanzien van beveiliging, dient met behulp van de model risicomatrix vastgesteld te worden in hoeverre bewust ongewenst/onveilig menselijk handelen mogelijk is en of dit zal leiden tot kleine effecten (bijv. graffiti) danwel grote effecten (bijv. door mogelijke toegang tot de besturing van het beheerobject kan het functioneren/presteren van het beheerobject in gevaar komen).
- Health (Gezondheid) (H): Onder Health wordt verstaan: de gezondheid (welzijn in lichamelijk, geestelijk en/of maatschappelijk opzicht) van gebruikers, bedienings- en onderhoudspersoneel en omwonenden van het beheerobject. Denk hierbij in termen van ergonomie, werken met gevaarlijke stoffen en dergelijke. Hinder voor de gezondheid staat het dagelijks functioneren niet in de weg, dit in tegenstelling tot schade voor de gezondheid. Op basis van de model risicomatrix dient dan ook aangegeven te worden in hoeverre falen van het beheerobject kan leiden tot tijdelijke/blijvende gezondheidshinder of –schade bij één of meerdere personen.
- Environment (Omgeving en Milieu) (E): Onder Omgeving en Milieu wordt verstaan: de gevolgen voor milieu (flora, fauna). Dit wordt ook wel aangeduid als de inpassing en mogelijke invloed van het beheerobject op de fysieke omgeving. Hierbij kan gedacht worden aan de vormgeving, het uiterlijk en de uitstraling van het beheerobject, maar bijvoorbeeld ook de mogelijke geluidshinder en overige overlast (trillingen, minder comfort, fijnstof), die het beheerobject kan veroorzaken. In de model risicomatrix worden de gevolgen ten aanzien van de omgeving en milieu uitgedrukt in de mate van gevolgen voor flora en fauna.
- Economics (Levensduurkosten) (€): Onder Levensduurkosten worden de financiële gevolgen verstaan inclusief correctieve onderhoudskosten, storingsoplossingen, claims, boetes en maatschappelijke kosten. In de model risicomatrix wordt voor de gevolgen op de levensduurkosten onderscheid gemaakt tussen gevolgkosten met een bepaalde bandbreedte (bijv. gevolgkosten tussen €100 en €10.000)
- Politics (Politiek) (P): Met Politiek worden de mogelijke politiek-bestuurlijke en/of maatschappelijke effecten bedoeld. Bijvoorbeeld effecten op het imago van de beheerorganisatie of de politiek/bestuurlijk verantwoordelijken. Wanneer de toestand of een risiconiveau van een beheerobject afwijkt van de norm, kan dit leiden tot negatieve beeldvorming. De gevolgen op Politiek worden in de model risicomatrix dan ook uitgedrukt in de mate van imagoverlies waartoe een faalwijze kan leiden.

| Gevolg | | | | |
|---------------|--|---|---|---|
| | 1: Verwaarloosbaar | 2: Beperkt | 3: Groot | 4: Ernstig |
| A | Zeer kortdurende hinder voor primaire functies van beheerobject; Geen hinder voor netwerk | Hinder voor netwerk is korter dan ondergrens voor alle functiecategorieën: 1. Wegverkeer 2. Scheepvaart 3. Waterhuishouding | Hinder voor netwerk is korter dan bovengrens in alle functiecategorieën, maar langer dan ondergrens in één of meer van de functiecategorieën: 1. Wegverkeer 2. Scheepvaart 3. Waterhuishouding | Hinder voor netwerk is langer dan bovengrens in één of meer van de functiecategorieën: 1. Wegverkeer 2. Scheepvaart 3. Waterhuishouding |
| M | Lokaal herstel, eenvoudig uitvoerbaar | Herstel met extra inspanning (bijvoorbeeld door speciaal gereedschap, of wachten op reservedelen) | Herstel met veel inspanning (bijvoorbeeld door het forceren van toegang voor uitvoeren onderhoud of wachten op speciaal te fabriceren reservedelen of vergunningen) | Herstel weegt niet meer op tegen de economische levensduur van het beheerobject; andersoortige maatregelen zijn noodzakelijk (bijv. grootscheepse vervanging) |
| S | Het falen leidt direct of indirect tot ongelukken met niet-blijvend letsel zonder verzuim bij één of meer personen | Het falen leidt direct of indirect tot ongelukken met niet-blijvend letsel met medische assistentie/ ziekenhuis opname bij één of meer personen | Het falen leidt direct of indirect tot ongelukken met blijvend letsel bij één persoon | Het falen leidt direct of indirect tot ongelukken met: - blijvend letsel bij meer personen, of - fataal letsel bij één of meer personen |
| Se | Ongewenst menselijk handelen mogelijk met kleine gevolgen zoals graffiti | Ongewenst menselijk handelen mogelijk met beperkte gevolgen zoals toegang tot een onbelangrijke ruimte | Ongewenst menselijk handelen mogelijk met grote gevolgen zoals digitale/fysieke toegang tot vertrouwelijke informatie | Ongewenst menselijk handelen mogelijk met ernstige gevolgen zoals digitale/fysieke toegang tot de (nood-)besturing van het beheerobject |
| H | Op termijn gezondheidshinder bij één of meer personen | Op termijn tijdelijke gezondheidsschade bij één of meer personen | Op termijn blijvende gezondheidsschade bij één persoon | Op termijn: - blijvende gezondheidsschade bij meer personen - fatale gezondheidsschade bij één of meer personen |
| E | Verwaarloosbare gevolgen voor flora en fauna | Beperkte gevolgen voor flora en/of fauna; geen maatregel nodig, het lost vanzelf op | Grote gevolgen voor flora en/of fauna; maatregelen nodig om erger te voorkomen | Ernstige, langdurige gevolgen voor flora en fauna; grootscheepse maatregelen noodzakelijk |
| € | Gevolggkosten tussen €100 en €10.000 | Gevolggkosten tussen €10.000 en €100.000 | Gevolggkosten tussen €100.000 en €500.000 | Gevolggkosten > €500.000 |
| P | Klachten | Imagoverlies lokaal | Imagoverlies regionaal | Imagoverlies landelijk |

Tabel 2 – Classificatie van mogelijke gevolgen

Bijlage B Gidswoorden

Onderstaande tabel met gidswoorden is afkomstig uit de handreiking Prestatiegestuurde Risicoanalyses (PRA) [REF 1].

Tabel 3 - Gidswoorden

| Gidswoord | Toepassing |
|---|--|
| Geen of niet | De toegedachte functie ontbreekt geheel. |
| Meer of hoger of later of sneller | Er is een kwantitatieve toename van de toegedachte functie. Afhankelijk van de aard van de afwijking wordt het meest passende gidswoord gekozen. |
| Minder of lager of eerder of langzamer | Er is een kwantitatieve afname van de toegedachte functie. Afhankelijk van de aard van de afwijking wordt het meest passende gidswoord gekozen. |
| Onvoldoende | De toegedachte functie wordt onvoldoende gerealiseerd. |
| Verkeerd | In plaats van de toegedachte functie wordt een verkeerde functie gerealiseerd. |
| Gedeeltelijk | De toegedachte functie wordt slechts voor een deel verwezenlijkt. |
| Onregelmatig | De toegedachte functie wordt onregelmatig verwezenlijkt. |
| Evenals | De toegedachte functie voldoet, terwijl er ook een additioneel effect optreedt. |
| Onterecht | De toegedachte functie wordt op de juiste manier gerealiseerd, echter ten onrechte omdat deze functie niet had moeten plaats hebben. |
| Omgekeerd | De toegedachte functie vindt niet plaats maar juist het tegengestelde effect of richting vindt plaats. |
| Anders dan of waar anders | De toegedachte functie wordt helemaal niet gerealiseerd. Er gebeurt iets volkomen anders, mogelijk zelfs op een andere locatie. |