



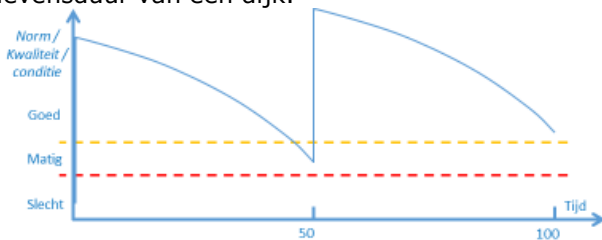
Deze factsheet verduidelijkt op welke wijze wordt omgegaan met partieel versterken. We geven we een aangescherpte definitie van partieel- en kort-cyclisch versterken en beschrijven onder welke voorwaarde partieel- en kort-cyclisch versterken doelmatig is.

### Definities partieel en kort-cyclisch

#### Klassieke dijkversterking

Bij een klassieke dijkversterking wordt een dijk versterkt voor een levensduur van 50 jaar door het (integraal) versterken van de dijk. De dijk voldoet in principe voor 50 jaar op alle faalmechanismen aan de norm, rekening houdend met klimaatverandering (hogere hydraulische belastingen) en veroudering van de dijk. De dijk krijgt een dijkveiligverklaring.

Figuur 1: Verloop van de veiligheid tijdens de levensduur van een dijk.



#### Box 1: Wat is de levensduur van een dijk?

De veiligheidsnorm voor staat vast. De levensduur van een dijk is onzeker vanwege de onzekerheid in veranderingen die in loop der tijd optreden zoals klimaatverandering, veroudering en bodemdaling. De beoogde levensduur van een dijk kan worden omschreven als de periode vanaf de voltooiing van een dijkversterking tot het bereiken van de maximaal toelaatbare faalkans voor de waterkering. Dit wordt ook wel de ondergrens genoemd. De verwachting is dus dat de dijk in deze periode aan de norm voldoet.

#### Partiële dijkversterking (variant 1)

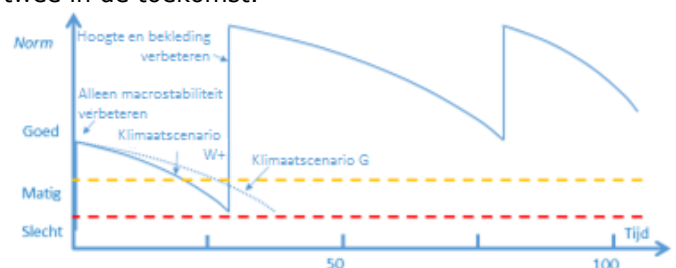
Partiële dijkversterking is het versterken van een dijk op één of meerdere faalmechanismen. Hierbij wordt rekening gehouden met de resterende levensduur van de kering op de andere faalmechanismen en met nieuwe kennis. Een voorbeeld van partieel versterken is alleen versterken op faalmechanisme *macro stabiliteit*,

waarbij faalmechanisme *hoogte en bekleding* pas worden versterkt op het einde van hun levensduur. Zo wordt de veiligheidsopgave voor nu ingevuld en kan later in de tijd de benodigde maatregelen worden genomen voor de andere faalmechanismen.

In figuur 2 bereikt het dijktraject na +25 jaar wederom de signaleringswaarde. Vervolgens wordt faalmechanisme *hoogte en bekleding* aangepakt. Dit heeft twee belangrijke voordelen in termen van doelmatigheid:

1. De investering voor de aanpak van de tweede versterking vindt plaats bij einde levensduur waarbij geen "kapitaalvernietiging" plaatsvindt van de vorige investering.
2. Door nieuwe inzichten van bijvoorbeeld nieuwe klimaatmodellen en/of nieuwe kennis omtrent bekleding kan de tweede versterking optimaal worden gepland.

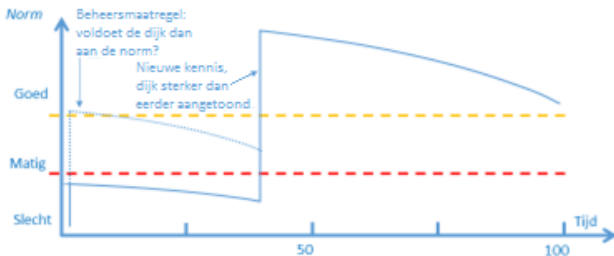
Figuur 2: Partiële versterking: een faalmechanisme nu, twee in de toekomst.



### Partiële dijkversterking (variant 2)

Een andere invulling van een partiële dijkversterking is bijvoorbeeld het partieel (gedeeltelijk) versterken op faalmechanisme *piping*. In dit geval wordt er geanticipeerd op nieuwe toekomstige kennis waardoor de volledige versterking uiteindelijk niet nodig is. Zie hiervoor Figuur 3. Het risico op veiligheidstekort wordt in dit geval opgelost met beheermaatregelen. Het is de afweging en keuze aan de beheerder om aan te geven of met beheermaatregelen de dijk voldoet aan de norm, of dat er voor nu een restopgave blijft die met de nieuwe kennis in de tijd alsnog voldoet. Als de nieuwe kennis niet leidt tot een veilige dijk, dan wordt de dijk alsnog versterkt. Dit is de "restopgave".

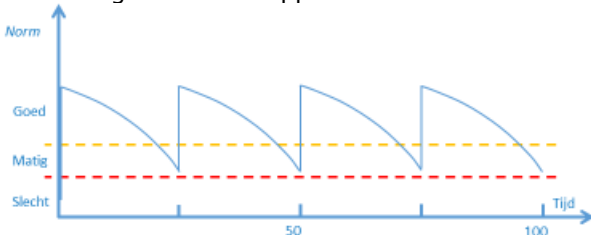
Figuur 3: Partieel versterken: anticiperen op nieuwe kennis.



### Kort-cyclische dijkversterking

Kort-cyclische dijkversterking is in principe hetzelfde als een "klassieke" integrale versterking van de dijk. De dijk voldoet echter voor kortere tijd aan de norm dan de "standaard" levensduur van 50 jaar. Er zal daarom in de toekomst een volgende versterking worden uitgevoerd op deze dijkstrekking.

Figuur 4: Kort-cyclische dijkversterking: Integrale versterking in kleine stappen



### Toetsen van doelmatigheid met LCC

De keuze tussen partieel, kort-cyclisch of integraal versterken is een manier om invulling te geven aan de doelmatigheidsdoelstelling van het HWBP. Een beheerder krijgt subsidie voor het meest doelmatige ontwerp om een dijk te versterken.

Doelmatig houdt in dat de totale kosten van een versterkingsopgave gedurende de gehele (resterende) levensduur worden geminimaliseerd. Dit is de optimale verhouding tussen de kosten enerzijds (Euro's geïnvesteerd) en de prestatie anderzijds (dijkveiligheid) tegen aanvaardbare risico's. De beheerder dient in een levenscyclusanalyse (LCC) alle verschillende oplossingsmogelijkheden te onderzoeken.

In de voorgaande voorbeelden is een tweede versterkingsopgave niet uitgesloten. Deze kan later in de tijd worden opgepakt. In het geval van partieel versterken kan de prestatie daarom ook het volgende zijn: *aantal km dijk die "veiliger" is, toegroeiend naar de norm*. Het zou ondoelmatig kunnen zijn om nu maatregelen uit te voeren als de verwachting is dat over 10 jaar met kennisontwikkeling de dijk toch blijkt te voldoen aan de norm.

### De levenscyclusanalyse (LCC)

Na afkeur van een dijktraject kunnen oplossingsrichtingen in de trajectaanpak en in de verkenningsfase worden voorgesteld en uitgewerkt. Hierbij wordt gewerkt van "grof naar fijn". Na de trajectaanpak worden projecten gedefinieerd en aangemeld bij het HWBP. Met behulp van een LCC (levenscyclusanalyse) benadering kan een afweging worden gemaakt over de manier waarop het traject en de benodigde versterkingsopgave(n) worden opgepakt. LCC is ook een hulpmiddel in het bepalen van de meest doelmatige oplossing bij de trechtering van mogelijke oplossingen naar kansrijke oplossingen (kwalitatieve LCC), en vervolgens bij de trechtering naar een voorkeursalternatief (kwantitatieve LCC).

Een LCC analyse toetst doelmatigheid door het in de tijd uitzetten van investeringen en beheer- en onderhoudskosten. Deze worden teruggerekend naar een basisjaar. Zo kunnen verschillende maatregelen met elk hun eigen levensduur financieel vergelijkbaar worden gemaakt.

Ter ondersteuning van het LCC gebruik, kunnen beheerders de factsheet "LCC in dijkversterking" als handreiking gebruiken. De Figuur op de volgende pagina geeft het stappenplan weer van LCC in de verkenningsfase. Voor gedetailleerde uitleg van de LCC benadering kan men terecht bij de factsheet "LCC in dijkversterking".<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Klik [hier](#) om de Factsheet "LCC in dijkversterking" te openen.

Figuur 5: Stappenplan LCC



### Voorbeeld: Stad Tiel

Het dijktraject Stad Tiel ligt aan de Waal binnen het normtraject 41-2, tussen het Amsterdam-Rijnkanaal en het negentiende-eeuwse Inundatiekanaal Tiel. Het gehele dijktraject was afgekeurd op hoogte, piping en voor een klein deel op macrostabiliteit binnenwaarts. Het achterland bestaat uit de stad Tiel. Deze dijk bestaat uit een complex van muren, damwanden, filterschermen, coupures en grondlichamen. Het versterkte traject heeft een lengte van 2,6 km en is onderverdeeld in 6 deeltrajecten.

In deeltraject 5A (Ophemertsedijk, zie ook de Figuur), een groene dijk die direct langs de Waal is gelegen, gekozen voor een partiële versterking (een versterking op een deel van de faalmechanismen). Een partiële versterking is hier gekozen omdat er een duidelijke meerwaarde was te behalen door de ontwerphorizon van maatregelen voor specifieke faalmechanismen te wijzigen. De benodigde stabiliteitsvoorziening, een stalen damwand, is wel ontworpen op de volledige ontwerphorizon (100 jaar). Voor de mechanismen bekleding en voor hoogte is gekozen voor een kortere ontwerphorizon. Door te kiezen voor een kruinhoogte passende bij een hoogteopgave voor de komende 25 jaar (er geldt dan een lagere ontwerphoogte voor de kruin dan voor de komende 50 jaar) kon de bestaande buitendijkse steenbekleding, die minimaal nog tot 2050 voldoende sterkte kan leveren, intact worden gelaten. Afhankelijk van de ontwikkeling van klimaatmodellen en het ontwerpinstrumentarium wordt de noodzaak tot verdere kruinverhoging en de verzwarening van het buitentalud bij de volgende gelegenheid (minimaal over 25 jaar) opnieuw beschouwd.

De totale 'levensduurkosten' vallen dan gunstiger uit door te wachten op een onderhoudscyclus of een volgende dijkversterking.

De kansrijke varianten, die in deeltraject 5A tegen elkaar zijn afgewogen, omvatten beide een versterking buitenwaarts met een stalen damwand in de binnenkruin en een beperkte taludverflauwing aan de binnenzijde. Het verschil tussen de varianten was het al dan niet toepassen van een partiële versterking. De milieueffecten waren veelal gelijk in de eindsituatie. Met de keuze voor een partiële versterking is aangesloten op de wens van het HWBP om met partieel versterken maatwerk te leveren en intact te laten wat nog voldoet.



Figuur Deeltraject 5A Ophemertsedijk (Bellevue – Aldi-terrein), partiële versterking