

Hoogwaterbeschermingsprogramma

LCC-benadering bij project Streefkerk-Ameide-Fort Everdingen

Alle primaire waterkeringen moeten in 2050 voldoen aan de wettelijke norm. Via de Regeling subsidies hoogwaterbescherming 2014 is het mogelijk om subsidie te krijgen voor maatregelen aan de keringen welke niet meer aan de norm voldoen door wijziging van de norm en/of het wettelijk beoordelingsinstrumentarium (WBI). In samenwerking met de programmadirectie van het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) zoeken beheerders naar doelmatige maatregelen. Om de doelmatigheid van verschillende maatregelen te kunnen afwegen maken beheerders gebruik van de Life Cycle Costing-benadering (LCC). Met deze benadering berekent en vergelijkt de beheerder de netto contante waarde (NCW) van het totaal van de investerings- en instandhoudingskosten van verschillende maatregelen. Zo wordt bijgedragen aan de keuze voor het meest doelmatige ontwerp.

In dit voorbeeld, gebaseerd op het project Streefkerk-Ameide-Fort-Everdingen (SAFE) van waterschap Rivierenland, is de LCC benadering gebruikt bij de keuze tussen partiële en integrale versterking voor de dijktrajecten 16-3 en 16-4. Hieronder worden voor dit voorbeeld de afwegingen en conclusies toegelicht om beheerders en de programmadirectie meer inzicht te geven in de toepassing van LCC.

Voor meer informatie over de LCC-benadering wordt verwezen naar de HWBP factsheet "LCC in dijkversterking" [1].

Disclaimer: Let op: Getallen (aannames en uitgangspunten) zijn aangepast en versimpeld t.b.v. dit voorbeeld. Het doel van dit voorbeeld is een LCC analyse te laten zien met niet klassieke oplossingen (vanuit een brede verkenning).

Context project SAFE

Het HWBP project SAFE is gericht op het versterken van de normtrajecten 16-3 en 16-4 (figuur 1). Beide trajecten waren vanwege de urgentie al opgenomen in het HWBP op basis van het algemene filter zodat de meest urgente dijkstrekkingen konden worden versterkt. In voorgaande programma's zoals HWBP2 en RvR waren al veel maatregelen getroffen.



Figuur 1: normtrajecten 16-3 en 16-4.

Deze case heeft tot doel om te beschrijven hoe vanuit Life-cycle-costs (LCC) versterkingsstrategieën afgewogen kunnen worden en hoe LCC hiermee kan helpen bij het kiezen van een versterkingsstrategie. Hierbij ligt de aandacht op de afweging van integraal of partieel versterken en het formuleren van no-regret maatregelen. Getracht is om de case zoveel mogelijk te laten aansluiten op de realiteit. Desondanks staat de LCC uitwerking centraal en is de afweging beknopt uitgevoerd. Dit kan betekenen dat de versterkingsstrategie hieronder afwijkt van de reeds door het waterschap gekozen strategie (of afwegingen).

Bij de uitwerking van deze case is een stappenplan aangehouden dat geïnspireerd is op het stappenplan uit de Stowa handreiking voorlandkeringen. Dit stappenplan past in een brede verkenning bij aanvang van het proces waarin aandacht is voor de opgaves en onzekerheden ten aanzien van integraliteit, innovatie en adaptiviteit. Voor een nadere toelichting van het stappenplan wordt verwezen naar [3]. De stappen zijn:

- 0) Startpunt in proces
- 1) Start
- 2) Analyse
- 3) Beoordeling
- 4) Besluit

Startpunt in proces (Stap 0)

De eerste stap kan worden beschouwd als een oriëntatiefase. De LCC analyse kan op verschillende momenten in het proces worden uitgevoerd, bijvoorbeeld voor het bepalen van een globale versterkingsstrategie van een geheel dijktraject tijdens het bepalen van de trajectaanpak [UvW, 2018] of later in projectstadium om hele concrete maatregelen tegen elkaar af te wegen. Dit heeft consequenties voor de soort en mate van informatie die nodig is voor de LCC analyse. Deze case gaat vooral over de afweging om partieel dan wel integraal te versterken in (voor)verkenningfase. Om focus te krijgen op de analyse is het noodzakelijk om een zo scherp mogelijke beslisvraag te formuleren. De scherppte bepaalt de kans op succes.

Voor deze case is de volgende beslisvraag geformuleerd: is een partiële versterking in 2025 in combinatie met het oplossen van de restopgave in 2045 het meest doelmatig in vergelijking met integraal versterken in 2025 en zo ja, op welk moment is de verbetering van de restopgave het goedkoopst. Met partiële versterking gaat het in deze vraag om het wel of niet versterken van specifieke dijkvakken en het verhogen van de veiligheid van specifieke mechanismen. Integraal versterken gaat om het op het gewenste veiligheidsniveau brengen van een dijktraject gegeven dezelfde maatregelen als die getroffen worden in de partiële versterking (uitgangspunt).

Een belangrijke randvoorwaarde hierbij is dat bij een versterking wordt voldaan aan de ondergrens van de norm.

Start (Stap 1)

Stap 1 betreft de start en heeft tot doel de opgaves nu en in de toekomst in beeld te brengen. Daarnaast is aandacht nodig voor onzekerheden in opgaves en toekomstige ontwikkelingen die invloed kunnen hebben op de beslisvraag.

In en rondom de dijktrajecten is geen sprake van gebiedsontwikkelingen die van invloed kunnen zijn op een versterkingsstrategie. De opgaves voor beide dijktrajecten worden daarom enkel bepaald door de waterveiligheid. De veiligheidsopgave is in de voorverkenning nader in beeld gebracht. Aangenomen is dat deze opgave stabiel is in die zin dat met meer informatie de versterkingsopgave (en overstromingskans) niet verandert. Als dit niet stabiel zou zijn, kan dit invloed hebben op de omvang en aard van maatregelen.

De veiligheidsopgave voor beide dijktrajecten wordt bepaald door binnenwaartse macrostabiliteit (STBI) en piping (STPH). Dit is weergegeven in tabel 1.

Tabel 1 – Veiligheidsopgaves 16-3 en 16-4 in km

Dijktraject	lengte	STBI	STPH	Totaal
16-3	19,9	16,5	9,0	18,5
16-4	19,6	17,4	11,2	18,2

Het project kent een aantal risico's en onzekerheden die van invloed kunnen zijn op een versterkingsstrategie. Hierbij kan onderscheid gemaakt worden in toekomstonzekerheden, beslisonzekerheden en kennisonzekerheden. Er is geen sprake van beslisonzekerheden.

De toekomstonzekerheden betreffen de beleidsmatige afvoerverdeling (dit scheelt enkel cm's op de waterstand), de zeespiegelstijging (vooral voor de westkant van normtraject 16-3), de ontwikkeling van het achterliggende boezem en poldersysteem (uitmalen en beperkte invloed op rivier) en grotere zettingen in het gebied. Tenslotte is door het waterschap klimaatscenario W+ aangehouden als ontwerpkeuze. Deze ontwerpkeuze is opgenomen in waterschapsbeleid (OPW).

In de voorbereiding van het project zijn geen grote kennisonzekerheden gesignaleerd. Voor het spoor graserosie kruin binnentalud (GEKB) is met een grovere benadering aangetoond dat de kering aan de eis voldoet.

In het gebied zijn in het verleden al grote investeringen gepleegd en is de omgeving flink belast. Vanuit het waterschap is het niet gewenst om dit weer opnieuw te doen. Daarnaast spelen er vele projecten bij het waterschap en dit vraagt de nodige inzet en aandacht.

Analyse (Stap 2)

Stap 2 betreft het analyseren van de beschikbare informatie en het omwerken naar scenario's, strategieën en varianten. Vervolgens kunnen de kosten per variant en strategie in beeld gebracht worden. (On)gewenste toekomstige gebeurtenissen kunnen in de tijd worden geraamd.

Inventariseren scenario's en ontwikkelen strategieën en alternatieven

De belangrijkste scenario's als (on)gewenste gebeurtenissen zijn tegenvallers in hydraulische randvoorwaarden. Hierdoor kunnen grotere belastingen op de kering ontstaan waardoor de levensduur afneemt. Daarnaast kan op termijn door zettingen een hoogtetekort van de waterkering ontstaan. Dit is een beheeropgave (groot onderhoud). Ook kunnen inzichten in het klimaat veranderen. Van belang is om deze scenario's mee te wegen in de totstandkoming van de strategieën (besluit).

De eerste strategie die kan worden gedefinieerd is de integrale versterking in 2025. Deze strategie bestaat uit een verbetering waarbij het veiligheidsniveau van het gehele normtraject zal voldoen aan de ondergrens van de norm in 2075 (levensduur 50 jaar). Dit betekent dat vanwege de LCC rekenhorizon van 100 jaar in 2075 een moment kan ontstaan waarop nog een versterking nodig zal zijn. Dit hoeft natuurlijk niet; de onzekerheden kunnen ook gunstiger uitpakken maar in de LCC aanpak wordt gerekend met vervangingskosten aan het eind van de levensduur. Ook zullen de vervangingskosten mogelijk anders zijn vanwege de aard van veiligheidsrisico's op dat moment en de omvang van de maatregelen. Aangenomen wordt dat op dat moment ook een integrale versterking nodig is met dezelfde kosten die nu berekend zijn als investeringskosten. Zie ook de factsheet LCC [1]. Deze strategie is een gangbare manier van versterken in Nederland. Op deze wijze ontstaat een waterkering die zal voldoen aan de norm in 2050 en is sprake van eenmalige overlast in het gebied. Een nadeel is dat onzekerheden worden vertaald naar extra veiligheidsmarges.

Een tweede strategie is een partiële versterking waarbij de zwakke plekken na een planperiode van enkele jaren in 2025 worden versterkt. De maatregelen richten zich op specifieke vakken en specifieke mechanismen. Omdat minder zwakkere vakken niet worden versterkt, voldoen de dijktrajecten in 2025, na het treffen van de maatregelen, niet aan de eisen (norm) en zal gedurende langere tijd een hoger overstromingsrisico bestaan. Dit betekent dat een extra ingreep (restopgave) nodig is om aan de norm te voldoen en dat dit vòòr 2050 moet gebeuren de waterkering in 2050 veilig te krijgen. Dit impliceert dat een groot deel van de investeringen wordt uitgesteld. Net zoals bij de integrale versterking is een vervangingsinvestering benodigd binnen de analyseduur van 100 jaar (in deze strategie is gekozen voor een vervanging in 2075). Omdat het veiligheidsniveau in het ontwerp voor beide strategieën hetzelfde is, zullen ook de vervangingskosten vergelijkbaar zijn.

Deze strategie sluit aan bij het beperken van overlast in het gebied (vanwege kleinere schaal) en beperkte inzet voor de organisatie. Bovendien ontstaat in de toekomst een moment om de veiligheid opnieuw te reduceren. Tegenvallers in klimaat of gedrag van de waterkering kunnen dan worden meegenomen (handelingsperspectief door uitbreidbaarheid).

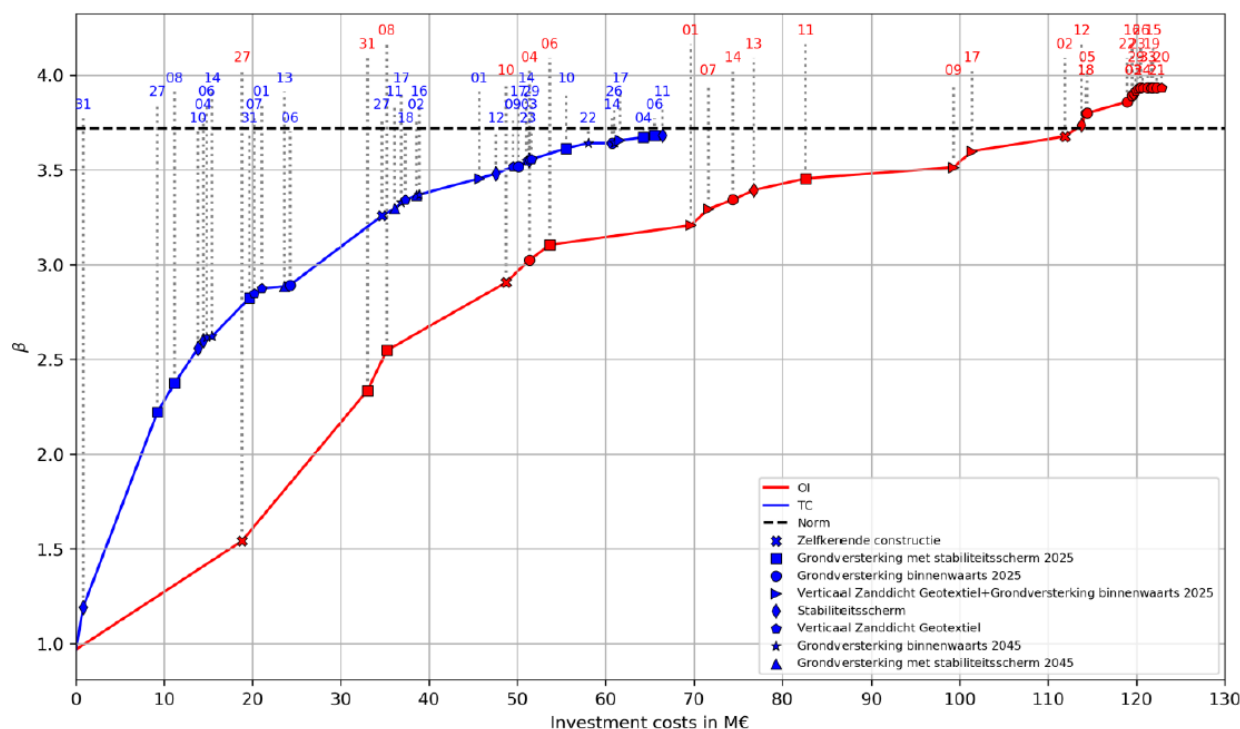
Hierna zijn nog subvarianten mogelijk zoals partiële versterking op dijktrajectniveau maar integraal op dijkvakniveau, het te behalen veiligheidsniveau van een versterking, het treffen van beheermaatregelen en de levensduur van maatregelen. Dit is voor deze case niet gedaan. Duidelijk is wel dat vele beslisvragen mogelijk zijn. Aangeraden wordt dan ook de tijd te nemen voor deze analyse.

Het bepalen van de kosten per scenario en alternatief

Om de kosten bij de partiële en integrale versterking voor de restopgave te schatten is gebruik gemaakt van uitgewerkte relaties tussen investeringskosten en het te halen betrouwbaarheidsniveau van maatregelen, ofwel het versterken van specifieke dijkvakken en specifieke mechanismen [2]. In praktijk kunnen de relaties worden afgeleid uit de veiligheidsniveau's per dijkvak (uit bv. WBI-beoordeling), een palet aan maatregelen om het veiligheidsniveau te verhogen (grof ontwerp) en de kosten van deze maatregelen. Van belang hierbij is het detailniveau af te stemmen op de beoogde betrouwbaarheid. Ter illustratie is een soortelijke relatie gepresenteerd

voor het project SAFE [2] in Figuur 1. Dit betreft de relatie tussen de betrouwbaarheid van dijktraject 16-3 uitgezet tegen de netto contante investering bij het treffen van specifieke maatregelen per vak (de rode/blauwe nummering). Hierbij is onderscheid gemaakt tussen partiële versterking (blauw) en integrale versterking (rood). In het project SAFE zijn bij het bepalen van de partiële versterkingsstrategie ook de baten in termen van risicoreductie meegewogen. Voor meer informatie wordt verwezen naar [2].

Voor dit project is voor de eenvoud gekozen voor het afwegen van versterkingsstrategieën voor één project. In tegenstelling tot partiële versterking zal vanwege de omvang een integrale versterking al snel tot meerdere projecten leiden. Dit geeft kostenverschillen die nu niet meegenomen zijn. Ook is bij de kosten aangenomen dat dit maatregelen, inclusief de wettelijke inpassing zijn (dus 'sober').



Figuur 1 Betrouwbaarheid tegen de life-cycle costs voor dijktraject 16-3 met zichtduur 2075

In de toekomst is een vervanging aan het eind van de levensduur van de kering benodigd. Voor de eenvoud is aangenomen dat die vervanging in beide strategieën dezelfde kosten met zich meebrengt. Dit heeft dus geen effect op de keuze (alleen op de netto contante waarde).

Inzichtelijk maken van kosten behorende bij onzekerheden

(On)gewenste toekomstige gebeurtenissen kunnen in de tijd worden geraamd en voorzien van een kans van voorkomen. Op deze wijze kunnen verwachtingswaarden meegenomen worden in een LCC analyse. Voor deze case is dit niet het geval.

Beoordeling (Step 3)

Deze stap behelst het maken van de LCC berekening. Zie hiervoor [2]. Belangrijke uitgangspunten zijn hierbij een standaard discontovoet van 1,6%. Ook is geen rekening gehouden met inflatie (rijksbeleid voor infrastructuurprojecten). De rekenhorizon is altijd 100 jaar.

Voor de levensduur van de kering is in de case uitgegaan van het voldoen aan de ondergrens in 2075. Dit betekent een levensduur van 50 jaar voor de maatregelen die in 2025 worden uitgewerkt en deels worden getroffen. De levensduur is in de LCC benadering niet vastgelegd. In ieder geval moet 1 vervanging aan het einde van de levensduur worden meegenomen, in dit geval is dit voor beide strategieën in 2075.

Verdere uitgangspunten zijn dat de kosten aan het begin van het jaar worden bepaald, sloop niet wordt meegerekend, geen restwaarde in rekening wordt gebracht en geen maatschappelijke kosten en baten worden meegewogen. Ook dit laatste punt is vanuit het veiligheidsrendement dat wordt gehaald op de investerings- en instandhoudingskosten heel interessant en wordt nu niet meegewogen in de LCC benadering.

De uitwerking van de LCC voor de integrale versterking in 2025 is weergegeven in tabel 2. Hierbij zijn alle kosten gedurende de levensduur teruggerekend naar NCW in 2025. Hierbij is voor de versterking uitgegaan van een volledig integrale versterking in 2075 en 2125. Dit betreft vervangingskosten van 122 miljoen euro voor 16-3 en 88 miljoen euro voor 16-4 per vervanging en is te herleiden uit figuur 1 en [2]. Tezamen met investeringskosten van respectievelijk 122 en 88 miljoen euro in 2025 geeft dit een cashflow van 366 en 264 miljoen euro. Omdat deze vervangingskosten in beide strategieën in hetzelfde jaartal zijn aangehouden zal dit voor de beslisvraag niet uitmaken omdat de absolute netto contante waarden in eenzelfde mate zullen veranderen en alleen het verschil relevant is voor de beslisvraag.

Tabel 2 – NCW bij integrale versterking in M€ (Rekenhorizon 100 jaar)

Dijktraject	Investering 2025	Vervanging 2075	Vervanging 2125	Cash flow	LCC (CW)
16-3	122	55	25	366	202
16-4	88	40	18	264	146
Totaal	210	95	43	630	348

De uitwerking van de LCC voor de partiële versterking is weergegeven in tabel 3. Dit betreft dan de partiële versterking in 2025, het oplossen van de restopgave in 2045 en een volledig integrale versterking in 2075. Er is voor de eenvoud een aantal aannames gedaan. Ten eerste is aangenomen dat de initiële investeringskosten en uitgestelde investeringskosten samen even hoog zijn (cashflow) als de investering van de integrale versterking. Ten tweede is zowel het moment van de uitgestelde investering als het eerste vervangingsmoment van 2075 relatief arbitrair. Deze factoren dienen bij een project grondig onderzocht te worden om tot een maatwerk besluit te komen dat realistisch is voor de betreffende kering.

Tabel 3 – NCW bij partiële versterking in M€ (Rekenhorizon 100 jaar)

Dijktraject	Investering 2025	Uitgestelde investering 2045	Vervanging 2075	Vervanging 2125	Cash flow	LCC (CW)
16-3	20	74	55	25	336	174
16-4	20	50	40	18	264	128
Totaal	40	124	95	43	630	302

Uit de LCC volgt dat de strategie van partieel versterken veel goedkoper is in netto contante waarde dan integrale versterking (302 miljoen vs. 348 miljoen). Dit wordt veroorzaakt door de uitstel van maatregelen en de waardeverandering van geld. Vanuit dit kostenperspectief is het dus aantrekkelijk om investeringen zoveel mogelijk uit te stellen.

Tot slot is van belang hoe robuust de strategie is ten aanzien van de onderkende onzekerheden. Dit vraagt om een gevoeligheidsanalyse waarin ten opzichte van het resultaat, een belangrijke parameter wordt gevarieerd om de invloed op de beslissing te bepalen. Het inzicht dat zo wordt verkregen kan aanleiding zijn om meer informatie te verzamelen.

Veronderstel dat niet duidelijk is welk jaar, vanuit economisch perspectief, geschikt is om de restopgave tot 2050 op te lossen. Variëren met het moment van investeringen voor de restopgave ligt dan voor de hand. Omdat geen inflatie wordt meegenomen, kunnen de investeringen van 2045 naar ieder jaartal worden verplaatst en de netto contante waarde worden berekend. Hierbij is gekozen voor een levensduur van 50 jaar. Het oplossen van de restopgave moet vòòr 2050 worden uitgevoerd om tijdig aan de veiligheidseis te voldoen.

Tabel 4 – NCW van de restopgave bij ander moment van oplossen van de restopgave in M€ (Rekenhorizon 100 jaar)

Dijktraject	16-3	16-4	Totaal
Jaartal restopgave	LCC (CW)	LCC (CW)	LCC (CW)
2040	80	54	134
2045	74	50	124
2050	69	46	115

Uit deze beschouwing volgt dat het vanuit economische motieven aantrekkelijk is om de oplossing van de restopgave zo lang mogelijk uit te stellen. Dit is sterker voor dijktraject 16-3. Hier is ook een grotere investering nodig om het vereiste veiligheidsniveau te halen. Hierbij wordt opgemerkt dat door uitstel de waterkering langer niet aan de norm zal blijven voldoen. Dit kan een hoger overstromingsrisico betekenen. Afwegingen als deze moeten worden meegenomen in de besluitvorming.

Besluit (Stap 4)

De laatste stap bestaat uit het besluit. Hierbij ligt de focus op waterveiligheid waarbij inzichtelijk gemaakt wordt dat ook andere aspecten in beeld zijn (risico's stap 2). Bij doelmatigheid gaat het om de afweging van kosten, risico's en de geleverde prestatie. Het begrip doelmatigheid is dus breder dan de economische beschouwing met LCC.

Allereerst de LCC beschouwing. De beslisvraag luidde: is een partiële versterking in 2025 in combinatie met het oplossen van de restopgave in 2045 het meest doelmatig in vergelijking met integraal versterken in 2025 en zo ja, op welk moment is de verbetering van de restopgave het goedkoopst. De LCC analyse heeft laten zien dat partieel versterken een lagere netto contante waarde heeft dan de integrale versterking en daarmee aantrekkelijker is. Tevens is het economisch aantrekkelijk om het moment van oplossen van de restopgave zo lang mogelijk uit te stellen.

Zonder risico's zou je kunnen stellen dat de strategie van de partiële versterking het meest doelmatig is. Voor deze case is een aantal risico's gesignaleerd waardoor een andere keuze mogelijk zou kunnen zijn. Die keuze kan dan ook doelmatig zijn. Dit is afhankelijk van het gewicht dat wordt toegekend aan de specifieke risico's. Voor deze case betrof dit de overlast in de omgeving (na de vorige dijkversterkingsrondes) en het belasten van de organisatie bij grote projecten. De toekomstonzekerheden waren redelijk beperkt evenals beslis en kennisonzekerheden. Tenslotte zal bij een partiële versterking een waterkering gedurende langere tijd niet aan de norm voldoen.

Dit kan een verhoogd overstromingsrisico betekenen, al zullen de wèl getroffen maatregelen de overstromingskans aanzienlijk kunnen reduceren. Dit is natuurlijk afhankelijk van de investering.

In deze case is er voor gekozen om de partiële strategie als meest doelmatig te bestempelen; de risico's zijn van ondergeschikt belang in verhouding tot de economische voordelen. Daarnaast maakt de partiële strategie het mogelijk om toekomstige tegenvallers op te vangen bij toekomstige versterkingsmomenten (handelingsperspectief). De beperkte invloed van de onzekerheden maakt dit mogelijk.

De partiële versterking kent ook aandachtspunten. Eén van de aandachtspunten is dat maatregelen getroffen worden die in later stadium, bij het oplossen van de restopgave, belemmerend kunnen werken (regret-maatregelen). Vooral bij de interactie van verschillende maatregelen. Dit kan bij de ontwikkeling van de maatregelen en/of als risico worden meegewogen, bv door te kiezen voor een vorm van uitbreidbaarheid.

De LCC benadering is nu gericht op kosten en laat dit zien dat het aantrekkelijk kan zijn investeringen uit te stellen. Indien ook de baten in termen van veiligheid zouden worden meegewogen in de economische beschouwing, dan zou de afweging nog completer kunnen worden en wordt de prestatie bij een investering (en daarmee de doelmatigheid) hoger. In het project SAFE is de te behalen veiligheidswinst bij investeringen wel meegewogen bij de maatregelen.

Zicht op financiën

Tenslotte is het van belang inzicht te geven in de financiering, ofwel het toekennen van kosten en risico's aan financiers (invulling begrip "sober"). Dit overzicht is nodig om het gesprek aan te kunnen gaan met stakeholders. Hierbij wordt opgemerkt dat de inpassing van het ontwerp onderdeel uitmaakt van soberheid.

In de subsidieregeling is aangegeven dat maatregelen die benodigd zijn om de waterkering weer aan de norm te laten voldoen in aanmerking komen voor subsidie. De subsidie van deze maatregel bedraagt 90% van de geraamde subsidiabele kosten van een sober en doelmatig ontwerp van de maatregel. Het waterschap draagt zelf rechtstreeks 10% bij aan de kosten van de maatregel. Beheer en onderhoud van de primaire waterkering komt niet voor subsidie in aanmerking, dit komt volledig voor rekening van de beheerder. Voor deze case zijn er geen consequenties voor beheer en onderhoud en sluit de strategie goed aan bij het doelmatigheidsdoel. In de case is aangenomen dat de kosten van de maatregelen zijn opgebouwd uit de veiligheidsingreep plus de kosten voor de wettelijke inpassing. Daarmee is de strategie ook sober. Zie bijlage A van de eindnotitie [3] voor meer toelichting over wat wel en niet subsidiabel is.

Achtergrond informatie

- [1] Factsheet "LLC in dijkversterking" op: <https://www.hwbp.nl/kennisbank/lifecycle-costing>
- [2] Effectieve strategieën voor het versterken van dijken op basis van veiligheidsrendement, Wouter Jan Klerk, TUD
- [3] Eindnotitie "Doelmatigheid en LCC, handelingsperspectief bij HWBP projecten", HWBP/UvW/HKV, 2021