



Pilot Kleirijperij

WP4.5.2 Business case

Projectomschrijving: Pilot Kleirijperij
 Contractnummer: 32268
 Opdrachtgever: Rijkswaterstaat Noord Nederland
 Documentnummer: 4.5.2
 Datum: 2-6-2023
 Versie: v2.0
 Status: Definitief

Revisie

Revisie no.	Revisie Datum	Naam en paraaf eindverantwoordelijke			
		Opsteller	Gecontroleerd	Geautoriseerd	Paraaf
V1.0	21-5-2021	Jasper Fiselier Michel Nijboer Sophie de Reus	Projectgroep Kleirijperij Niels Nijborg Wouter van der Star Marcel van den Heuvel	Jannes Boer	
V2.0	2-6-2023	Jasper Fiselier Michel Nijboer Sophie de Reus Fred Haarman Petra Dankers	Projectgroep Kleirijperij Niels Nijborg Wouter van der Star Marcel van den Heuvel	Niels Nijborg	

Distributielijst

Distributielijst				
Kopie nr.	Functie	Naam	Revisie	Toelichting bedrijf
	Opdrachtgever	Bart Koster		
	Opdrachtgever	Hans Ruiter		
	Projectmanager	Jannes Boer		
	Technisch manager	Marcel van den Heuvel		
	Kennismanager	Wouter van der Star		

Contact

Noordeinde 109b
 3341 LW Hendrik Ido Ambacht
info@ecoshape.nl
www.ecoshape.nl

REPORT

Business Case Kleirijperij

Verkenning van kosten en baten van de kleirijperij

Klant: Rijkswaterstaat

Referentie: BC8760WATRP1911120913

Status: Definitief/10

Datum: 2 juni 2023

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX Amersfoort
Water & Maritime
Trade register number: 56515154

+31 88 348 20 00 **T**
+31 33 463 36 52 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Business Case Kleirijperij

Ondertitel:
Referentie: BC8760WATRP1911120913
Status: 10/Definitief
Datum: 2 juni 2023
Update: 2 juni 2023
Projectnummer: BC8760-111
Auteur(s): Jasper Fiselier, Michiel Nijboer, Sophie de Reus

Opgesteld door: Sophie de Reus

Gecontroleerd door: Fred Haarman

Datum: 19 mei 2023/ FH

Goedgekeurd door: Fred Haarman

Datum: 19 mei 2023/ FH

Classificatie

Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever. Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V.. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.

Inhoud

Samenvatting	1
1 Het grijze slib verzilveren	16
2 Kleirijperijen, (basis)typen	19
2.1 Bron-kleirijperij-werk relaties	19
2.2 Bronnen van slib	20
2.3 Basistypen voor de business case	21
2.4 Opschalen	25
3 Variabelen en model	26
3.1 Kosten van kleirijpen	26
3.2 Transportkosten	26
3.3 Transportkosten slib	26
3.4 Transportkosten gerijpte klei	29
3.5 Afstemmen vullen, rijpen en leveren.	29
3.6 Grondkosten en herstelkosten	31
3.7 Inrichtingskosten	33
3.8 Maaiveldaanpassingen	34
3.9 Rijpingskosten (bewerkingskosten)	35
3.10 Bijkomende kosten	37
3.11 Waardering van risico's	38
3.12 Productie en levering gerijpte klei	41
3.13 Baten van gerijpte klei	42
3.14 Structuur en opzet model	43
3.15 Kosten per m ³ gerijpte klei	43
3.16 Het dashboard	44
4 Vraag naar klei en aanbod van slib	45
4.1 Vraag naar dijkkenlei in Nederland	45
4.2 Dijkversterking en vraag naar dijkkenlei	45
4.3 Vraag Brede Groene Dollard dijk op korte termijn	48
4.4 Vraag dijkkenlei op middel en langere termijn	48
5 Variabelen nader beschouwd	51
5.1 Opbouw afleverkosten gerijpte klei	51
5.2 Transportkosten klei en marktprijzen	54

6	De Business cases	57
6.1	Scenario's voor kosten, baten, rijping en referenties	57
6.2	Bedrijfseconomisch langere termijn	59
6.3	Een globale business case voor levering aan de BGDD	62
6.4	De beleidsmatige business case voor de beleidsopgave	64
6.5	De planologische business case	68
6.6	MKBA aspecten en bredere afweging	71
7	Governance aspecten	77
8	Ter afsluiting	80
	Literatuurlijst	83
	Bijlage 1	84

Situatieschets Business Case Kleirijperij

De Business Case Kleirijperij is opgesteld aan de hand van de situatie van 2020/2021. In 2023, samen met de afronding van de pilot Kleirijperij, is er een kleine update geweest van dit rapport. Deze update was op een aantal punten. Er is voor gekozen om in 2023 niet de gehele Business Case aan te passen. De aannames, observaties en conclusies 2021 blijven hetzelfde.

In 2023 is er voor VLOED (Verbetering Landbouwgronden door Ophoging met slib uit de Eems-Dollard) een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) gemaakt over kleirijperij voor dijkversterking. De MKBA voor VLOED is opgesteld met inzichten van de afgelopen twee jaar. Hierbij gaat het specifiek om het rijpen van slib uit het Zeehavenkanaal van Delfzijl tot dijkenklei ten behoeve van de beoogde versterking van de Dollarddijk.

Samenvatting

Het omzetten van slib uit de Eems-Dollard in bruikbare klei onder meer voor dijkversterking vormt een van de mogelijke manieren om slib uit de Eems-Dollard te verwijderen, waarbij het een nuttige toepassing krijgt. Met het rijpen van klei zijn kosten gemoeid, voor transport van bagger, voor inrichting van een kleirijperij, voor het proces van rijpen en ten slotte ook voor afgraven en leveren van de gerijpte klei. Het totaal van deze kosten varieert binnen een aanzienlijke bandbreedte afhankelijk van de locatie van de kleirijperij en waar de gerijpte klei wordt afgeleverd.

Aangepaste eisen dijkklei zijn voorwaarde voor business case kleirijperij

Uit de lopende pilots blijkt dat het niet mogelijk is om met het kleirijpen het gehalte aan organische stof substantieel te verlagen. Dit betekent dat het niet mogelijk is om met het baggerslib uit Delfzijl, dat een hoog organisch stofgehalte heeft, klei te rijpen die voldoet aan de vigerende eisen voor dijkklei. Ook blijkt het moeilijk om het vereiste zoutgehalte te halen. Dit betekent dat er voor een kleirijperij die gebruikt maakt van baggerslib uit Delfzijl alleen een business case mogelijk kan zijn als dijkklei geleverd kan worden die niet aan de vigerende technische eisen voor organische stof en zout hoeft te voldoen. Op dit moment loopt er een proef waarbij deze gerijpte klei wordt ingezet voor het versterken van een dijk met een flauw oplopend talud. De eerste resultaten zijn veelbelovend, hetgeen kan betekenen dat de gerijpte klei wel ingezet kan worden voor versterkingen. De inzet van deze klei kan wel een aangepast ontwerp vereisen, zoals een flauwer talud zoals ook is voorzien voor de Brede Groene Dollard Dijk. Het baggerslib uit Eemshaven heeft een lager organisch stofgehalte, maar nog wel hoger dan de technische richtlijn vereist. Met dit baggerslib kan mogelijk wel klei worden gerijpt die voldoet aan de vigerende eisen. Wel zal ook in dit geval nog steeds veel tijd nodig zijn om het vereiste zoutgehalte te halen en het vereiste lage organisch stofgehalte te halen. Dit baggerslib is wel wat zandiger, wat de rijping kan versnellen. Er is echter geen praktijkervaring opgedaan met het baggerslib uit Eemshaven. Het voorstaande betekent dat eigenlijk alleen sprake kan zijn van een businesscase als de eisen voor dijkklei veranderen. Dit is dan ook als een uitgangspunt genomen bij het verkennen van de business case. Omdat minder hoge eisen aan de gerijpte klei worden gesteld, kan wat de mogelijke baten bij levering van deze klei niet meer worden uitgegaan van de duurder klasse I en II klei. De potentiële baten uit de verkoop van de dijkklei zijn dan lager.

Op basis van de huidige gegevens is een eerste verkenning en doorrekening gemaakt van mogelijke kosten en van baten van een kleirijperij. In een gunstig geval liggen de productiekosten per m³ in dezelfde orde als de prijs voor levering van erosieklasse I dijkklei, en een stuk hoger dan voor de levering van klasse II. In een zeer ongunstig geval zijn de kosten veel hoger dan de marktprijs voor dijkklei, zoals die geleverd kan worden vanuit het rivierengebied. Als echter de kosten van het huidige baggerwerk worden afgetrokken, dan kan een kleirijperij op kosten wel de concurrentie aan, maar alleen als klasse I zou kunnen worden gerijpt en ook als klasse I in de noordelijke regio zou kunnen worden verkocht. Bij een flinke continue afzet tegen een redelijke prijs kost een kleirijperij netto per onttrokken m³ slib minder dan het afvoeren van dit m³ slib naar de Noordzee. Deze continue afzet is evenwel een onzekere factor. Met enige zekerheid kan op de kortere termijn alleen gerijpte klei worden geleverd aan de Brede Groene Dollard Dijk (BGDD). Daarna is de verdere afzet nog zeer ongewis, en daarmee ook de baten van een kleirijperij. Uit de pilot blijkt dat het rijpen van klasse I met zout baggerslib uit Delfzijl niet mogelijk is, maar dat mogelijk wel een klei kan worden gerijpt die in een flauwer talud voldoende erosiebestendig is. Voor deze klei moet wel worden gerekend met een lagere opbrengst en deze is lager dan de kosten van het rijpen van de klei, ook als de vermeden kosten van het huidige baggerwerk worden afgetrokken. Als echt alles meezit is het kostenverschil kleiner dan het wegbrengen van slib naar de Noordzee.

Vier invalshoeken zijn onderscheiden:

1. Vanuit de kleirijperij geredeneerd. Businesscase voor een kleirijperij die over een langere periode gerijpte klei levert aan dijkversterkingsprojecten in het Noorden van het land. Deze businesscase veronderstelt dat over een langere periode slib uit de Eems-Dollard wordt onttrokken en dat daarvan een groot deel voor dijkversterking wordt gebruikt. Centraal staat de vraag of een kleirijperij marktconform dijkklei kan produceren. Deze kleirijperij is sterk afhankelijk van de onzekere regionale vraag naar klei en waar deze is gelegen en ook welke eisen aan deze klei worden gesteld. Geredeneerd vanuit de kleirijperij wordt er alleen klei gerijpt als er vraag naar is. Op deze wijze wordt voorkomen dat veel kosten worden gemaakt voor het rijpen van klei die niet wordt afgezet. Het verschil tussen kosten en baten kan (deels) worden bijgesteld vanuit vermeden kosten nautisch baggerwerk of vanuit de beleidsopgave.

2. Vanuit de dijkversterking geredeneerd. Globale business case voor een kleirijperij die over een periode van 6 jaar gerijpte klei levert aan de Brede Groene Dollard Dijk. In dit geval wordt een kleirijperij gekoppeld aan een concrete vraag naar dijkklei over een kortere periode. Hier is de centrale vraag of een kleirijperij voor een dijkversterking voldoende goede klei tegen acceptabele kosten kan leveren voor een dijkontwerp dat uitgaat van een flauw oplopend talud. De vraag naar klei is in dit geval duidelijk waarbij de afstemming tussen het rijpen van klei en de dijkversterking is een aandachtspunt, omdat leveringszekerheid dan extra belangrijk is. Wel is zeker dat de gerijpte klei met aangepaste eisen voldoet. Echter omdat een flauwer talud veel meer klei vraagt, moet de gerijpte klei wel tegen een lage kostprijs kunnen worden geleverd, want anders is het vanuit het oogpunt van de dijkversterking kosten-effectiever om een traditioneel ontwerp te realiseren, met minder maar duurere klasse I klei. Ook hier geldt dat een eventueel kostenverschil bijgesteld kan worden vanuit de vermeden kosten voor huidig baggerwerk of vanuit de beleidsopgave.

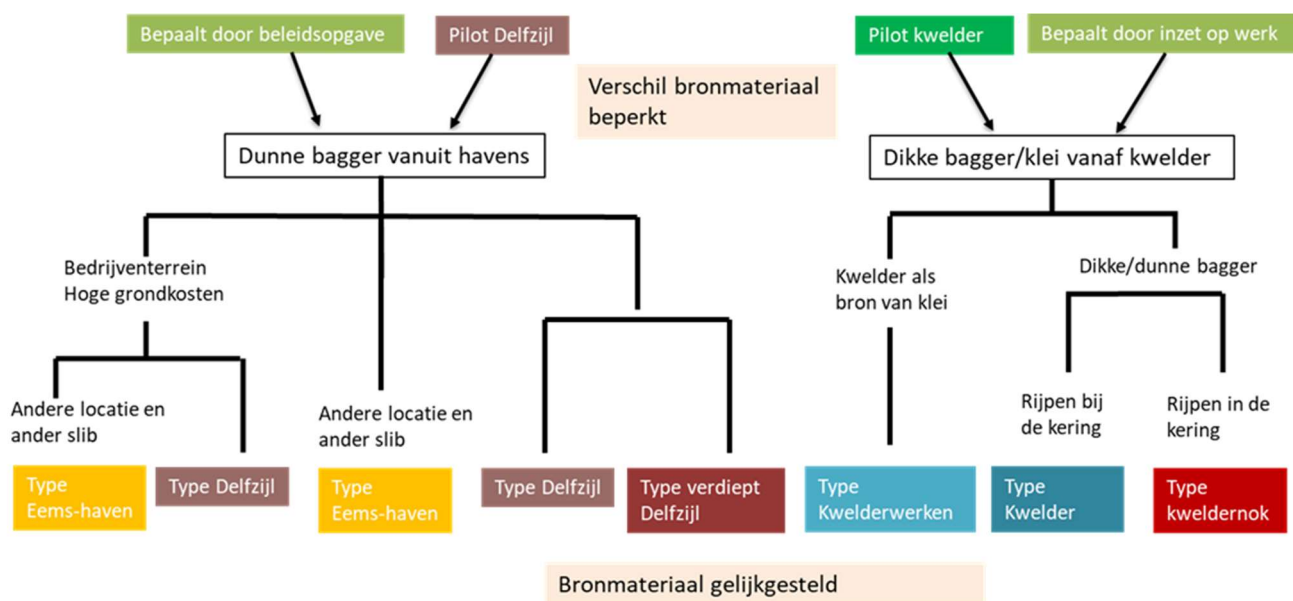
3. Vanuit de beleidsopgave geredeneerd. Beleidsmatige business case die uitgaat van het over langere termijn vervullen van de beleidsopgave door het onttrekken van orde 400.000 ton aan droge stof uit het Eems-Dollard estuarium. Centraal staan de kosten per ton droge stof die uit de Eems-Dollard wordt onttrokken. De vraag hierbij is of de beleidsvraag over langere termijn ongewijzigd blijft, en of er met oog op de beoogde ecologische effecten en kosten een voorkeur is voor het onttrekken van het slib uit de haven van Delfzijl of Eemshaven. De vraag naar dijkklei kan op termijn kleiner zijn dan de hiervoor nodige productie, in welk geval men eventueel terug kan vallen op het wegbrengen van slib naar de Noordzee. Dit kan men ook doen op momenten dat er geen vraag is naar dijkklei om zo de kosten voor het onttrekken van slib beperkt te houden.

4. Vanuit het ruimtebeslag geredeneerd. Planologische businesscase, een invalshoek die kijkt naar het oppervlak wat nodig is om de beleidsmatige business case invulling te geven en wat overwegingen zijn bij het kiezen van een geschikte locatie en de mogelijkheden van medegebruik. De verwachte productie per hectare is hierin zeer bepalend voor het vereiste oppervlak. Als een bepaalde productie gehaald en geleverd moet worden dan is zekerheid omtrent een haalbare productie nodig, maar op dit moment niet goed te geven.

Voor de verkenning zijn 6 basistypen kleirijperijen onderscheiden. Drie ervan gaan uit van de inzet van baggerslib uit de havens van Eemshaven en Delfzijl met de huidige pilot Delfzijl als vertrekpunt. Het type Delfzijl is een opgeschaalde pilot Delfzijl. Het type Eemshaven is vergelijkbaar aan het type Delfzijl, maar ligt nabij Eemshaven, op een andere locatie, en maakt gebruik van baggerslib uit Eemshaven dat een enigszins andere samenstelling heeft dan het baggerslib uit Delfzijl. Daarnaast is nog een type Delfzijl Verdiept onderscheiden. In dit type wordt bij aanvang het maaiveld met een halve meter verlaagd en de klei meteen ook geleverd. Na beëindiging wordt het maaiveld niet hersteld, maar gaat de kleirijperij verder als gebied met brakke landbouw.

De drie andere basistypen zijn buitendijks en liggen dicht bij de plek waar de gerijpte klei wordt ingezet. Vertrekpunt is de pilot Kwelder. Het type Kwelder gelijkt op de pilot Kwelder, maar is ook weer opgeschaald en wordt gevuld met lokale bagger, uit slibputten, zoals is gebeurd voor de pilot. Omdat deze kleirijperij buitendijks is gelegen is een beschermendam nodig om de kleirijperij bij storm te beschermen. Deze dam is duur. Daarom is ook het type Kweldernok onderscheiden. Deze lijkt op type Kwelder, maar in dit geval wordt

de beschermdam zo ontworpen dat deze meteen, of na enig herprofiëren, onderdeel kan zijn van de beoogde versterking. Dit zou bijvoorbeeld kunnen in de vorm van een kweldernok, ofwel een verhoogd achterste deel van de kwelder net voor de dijk. Het derde buitendijkse type grijpt terug naar de oorspronkelijke wijze van het bouwen en versterken van dijken langs de Waddenkust. Hierbij werd periodiek klei getiggeld van de voorliggende kwelder, waarmee de dijk dan ook periodiek werd verhoogd. Dit model is nog steeds mogelijk in combinatie met de inzet van kwelderwerken en onder de voorwaarde dat het tiggelen past of bijdraagt in de Natura 2000 beheerdoelstellingen, bijvoorbeeld door periodiek kwelders te verjongen. De dijk wordt dan periodiek versterkt.



Figuur 1: Overzicht hoe de pilots gebruikt zijn voor het benoemen van de basistypen.

De belangrijkste variabelen die de bandbreedte in kosten bepalen zijn:

- **De transportkosten:** hoe groter de transportafstanden zijn, hoe hoger de kosten per m³ gerijpte klei die kan worden geleverd. Het verpersen van baggerslib heeft orde grootte dezelfde kosten (uitgedrukt als de kosten per m³ gerijpte klei) als het transport van gerijpte klei per as naar de bestemming op niet al te grote afstand. Dit pleit voor zo kort mogelijke afstanden tussen bron, kleirijperij en het werk waar de klei wordt ingezet. De transportkosten voor slib en klei bedragen tot wel 80 tot 90% van de totale kosten.
- **De bron van het (bagger) slib:** Als slib wordt ingezet vanuit de havens van Delfzijl en Eemshaven is sprake van vermeden kosten, omdat een deel van het werk samenvalt met het reguliere baggerwerk. Het slib uit Delfzijl heeft een ietwat andere samenstelling dan het slib uit Eemshaven. Het slib uit Eemshaven bevat meer zand en minder organische stof en kan mogelijk sneller rijpen. Het baggerslib uit Delfzijl bevat minder zand maar meer organisch materiaal en klei. Meer klei leidt sneller tot krimpscheuren die de rijping weer bevorderen. Het slib uit Delfzijl heeft echter een veel hoger organisch stofgehalte dan vereist voor dijkenslib. Dit baggerslib laten rijpen zodanig dat het ook aan het organisch slib gehalte voldoet vraagt erg veel meer tijd. Het baggerslib uit Delfzijl bevat ook minder droge stof per m³, het rijpt dan ook tot een klei met een minder hoge dichtheid. Het baggerslib uit Eemshaven bevat meer zand wat bij rijpen waarschijnlijk resulteert in een gerijpte klei met een hogere dichtheid. Onduidelijk is of er meer baggerslib nodig is uit Delfzijl om een m³ klei te maken dan uit Eemshaven.

- **De inrichtingskosten:** deze zijn groter naarmate meer werkzaamheden nodig zijn om een locatie om te bouwen tot een kleirijperij waar slib in kan worden ontvangen. Kostenposten zijn de compartimenteringsdammen, drainage en eventuele ontsluiting die moet worden gerealiseerd. Veruit de grootste kostenpost is het aanbrengen van een zandlaag. Uit de pilot is gebleken dat alleen met inzet van een zandlaag de rijping voldoende snel gaat. Bij de inrichting van de pilot zijn veel extra kosten gemaakt onder andere voor het maken van een groot aantal compartimenten, waarmee verschillende werkwijzen kunnen worden beproefd. Bij het opschalen wordt uitgegaan van de werkwijze die het beste zal werken. In afwijking van de pilot is bij opschaling een minimale inrichting mogelijk met beperktere kosten. Minimaal is de aanleg van een ringsloot en een compartimenteringsdam per compartiment. Duurder is de aanleg van een zandbed met drainage, waarvan in de kleirijperij is aangetoond dat daarmee de rijping sneller en mogelijk ook kosten-effectiever gaat. Naast de kosten van inrichting moet ook rekening worden gehouden met herstelkosten die bij een volledig herstel van de locatie in dezelfde orde van grootte liggen als de inrichtingskosten voor het grondwerk, afgezien van het aanbrengen van de zandlaag. Voor de buitendijkse typen ligt de situatie anders. Voor het type kleirijperij Kwelder moet rekening worden gehouden met verhoudingsgewijs hoge kosten voor een beschermingsdam. De kosten hiervan kunnen waarschijnlijk terug worden gebracht als van een kortere rijpingsduur kan worden uitgegaan. Daarnaast is het mogelijk dat de klei in de beschermingsdam ook weer ingezet wordt voor dijkversterking elders of ter plaatse, wat weer tot een verlaging van de kosten leidt. In het type Kwelderwerken zijn kwelderwerken nodig die ook moeten worden onderhouden. Dit onderhoud kan overlappen met het onderhoud dat nodig is voor het beheer van de kwelders als natuurgebied. Voor het type Kweldernok is ook een beschermingsdam nodig. Veronderstelt is dat deze zo wordt ontworpen dat deze past binnen het ontwerp van de uiteindelijke versterking, waardoor de kosten grotendeels voor rekening van de versterking zijn.
- **Bijkomende kosten:** voorstaande inrichtings- en herstelkosten hebben vooral betrekking op de (directe) bouwkosten. Daarnaast moet rekening worden gehouden met bijkomende kosten zoals grond- en bodemonderzoek, vergunningaanvragen, effectenonderzoek, het doorlopen van planologische procedures, bijvoorbeeld in het geval van een wijziging van het bestemmingsplan en overleg. Vooral als grotere oppervlakken als kleirijperij worden ingericht moet rekening worden gehouden met veel meer procedurele kosten. Vanwege de grotere schaal betekent dit nog niet direct hogere kosten per m³ gerijpte klei. Voor het verwerven of pachten van de gronden moet rekening worden gehouden met de tijd en kosten voor onderhandelen, onderbouwing en ontwerp. De kosten lopen op bij grotere complexe locaties waarvoor o.a. een MER en een bestemmingsplanwijziging moet worden gemaakt. Per hectare gerealiseerde kleirijperij verschillen de bijkomende kosten tussen kleine en grotere locaties mogelijk maar weinig.
- **De operationele kosten van het kleirijpen:** het gaat dan vooral om het aantal werkhandelingen dat nodig is om de klei te doen rijpen en de daaruit resulterende productie in m³/hectare/jaar. Als het bijvoorbeeld lukt om de klei in 2 in plaats van 3 jaar te doen rijpen, dan zijn de operationele kosten al een derde minder hoog, mits je elk jaar dezelfde werkhandelingen uitvoert. Op dit moment is nog niet duidelijk welke productie en kwaliteit mogelijk is. Mogelijk dat zelfs jaarlijks slib voor het voorjaar een dunne laag slib kan worden ingebracht dat maar een seizoen hoeft te rijpen. Voor de productie per jaar per hectare zijn eerste aannames gedaan. Ook zal gedurende het rijpen regelmatige monitoring nodig zijn met oog op beheer en de uiteindelijke kwaliteitstoetsing van de te leveren grond.
- **De functionele levensduur van de kleirijperij:** als deze kort is lopen de kosten per m³ flink op vooral voor locaties waar de inrichtingskosten hoog zijn en ook in het geval de netto productie van klei laag is. Veel initiële kosten moeten dan over een kleiner aantal m³ worden verdeeld.
- **Afstemmen van vraag en aanbod, zowel op kortere als langere termijn** is ook van invloed op de business case. Als deze niet goed op elkaar zijn afgestemd moet rekening worden gehouden

met tijdelijke opslag in depots, of het tijdelijk beperken van de productie. In depot zetten vraagt extra werkhandelingen, waardoor de kosten per m³ die in depot is gezet al snel 2 Euro/ m³ hoger worden. Het gaat daarbij om de afstemming tussen aanvoer van baggerslib en rijpingsproces, tussen productie en levering van gerijpte klei, aanleg kleirijperijen en de ontwikkeling van de markt en de beleidsopgave op termijn. De vraag vanuit dijkversterkingsprojecten is nu nog onduidelijk en dat geldt ook voor de mogelijke ontwikkeling van de beleidsopgave en het deel wat daarvan aan de kleirijperijen wordt toebedacht. Vooral een mismatch die leidt tot een korte functionele levensduur leidt tot flinke extra kosten en dat geldt ook voor een kleirijperij die klei produceert dat daar geen vraag naar is.

- **De prijs van dijkkenlei** is een belangrijke variabele die vooral wordt bepaald door de vraag naar klei, de locatie van het werk, vanwege de hoge transportkosten, en de aard van het werk, vanwege de vereiste kwaliteit van de klei die wordt gevraagd en kan worden geleverd. Er is bovendien sprake van een enig prijsverschil tussen erosieklasse I en klasse II en restklei. De business case is veel gunstiger als veel klasse I klei kan worden geproduceerd en dit ook als klasse I klei tegen een hoge prijs kan worden afgezet. Echter ervaring met de pilot Delfzijl laten zien dat het vrijwel onmogelijk is om klasse I klei te laten rijpen vanwege het hoge organische stofgehalte in het bronmateriaal. De vraag naar klasse I klei hangt daarbij mede af van het type dijkversterkingen en of daarvoor ook klasse I klei nodig is. De marktprijs hangt mede af wat tegen welke kosten vanuit het rivierengebied dijkkenlei kan worden geleverd. De locatie waar klei wordt geleverd speelt hierbij ook een rol. De transportkosten vanuit het rivierengebied naar de Brede Groene Dollard Dijk zijn verhoudingsgewijs hoog, maar weer veel lager voor bijvoorbeeld het Friese deel van de Waddenzeekust.
- **De baten van de resterende klei** zijn ook van groot belang. Klei die niet als dijkkenlei kan worden geleverd, moet wel kunnen worden afgevoerd. Het risico is dat in aanvulling op de rijpingskosten ook nog kosten moeten worden gemaakt voor de afvoer van deze restklei. Gezien de huidige grote vraag naar klei is nu verondersteld in het basisscenario dat de restklei kostenneutraal kan worden afgevoerd. Mocht de vraag naar klei minder worden, dan komen er kosten bij om de restklei af te voeren. De rijpingskosten van deze restklei drukken wel op de kosten van de gerijpte dijkkenlei. Als veel gerijpte klei niet als dijkkenlei verkocht kan worden, lopen de kosten van de gerijpte dijkkenlei dus fors op. Hierbij kan wel worden opgemerkt dat als klei geleverd kan worden met aangepaste eisen voor organische stof en het zoutgehalte er vrijwel geen post restklei meer zal zijn.
- **Aanvullende economische baten** die mogelijk kunnen worden verkregen doordat de functie van kleirijperij gecombineerd kan worden met andere vormen van landgebruik, bijvoorbeeld voor het telen van zeekraal of als regionale waterberging, of als de kleirijperij bijvoorbeeld kan dienen als compensatiemaatregel voor effecten op natuur van buitendijkse versterking. In dat laatste geval moet het beheer mede op deze natuurcompensatie functie zijn afgestemd. Dit is in de pilot niet nader onderzocht.
- **De grondkosten:** in de meeste gevallen moet grond worden gepacht of verworven voor de aanleg van een kleirijperij. Bij modellen waarbij slib op het talud van de dijk wordt gerijpt is dit soms niet nodig, maar wel als de kwelder particulier eigendom is. De grondkosten lopen flink op als gebruik wordt gemaakt van grond met een bestemming als bedrijventerrein, zoals voor de pilot Delfzijl. Ook als de grondeigenaar ook eigenaar is van de kleirijperij moet rekening worden gehouden met verlies aan gederfde inkomsten, die anders zouden zijn verkregen als het terrein zou zijn verhuurd.
- **Risico-opslag.** Uit het voorgaande blijkt al wel dat veel factoren van invloed zijn op de kosten en ook de baten van kleirijpen. Veel van deze factoren zijn nog onduidelijk of kennen in de toekomst een onvoorspelbaar verloop. De pilot Delfzijl heeft niet de onzekerheid omtrent alle factoren die van invloed zijn op het kleirijpen kunnen wegnemen, mede ook omdat het kleirijpen sterk afhankelijk is van de weerscondities. Dit maakt dat er in de praktijk sprake zal zijn in een grote bandbreedte om kosten en baten. Het kan meezitten, maar wat betreft veel variabelen kan het vooral ook tegenzitten.

Er is daarom in de berekeningen gebruikt gemaakt van een risico-opslag die gebaseerd is op de kosten-en baten verhouding van scenario's met gunstige en ongunstige uitgangspunten.

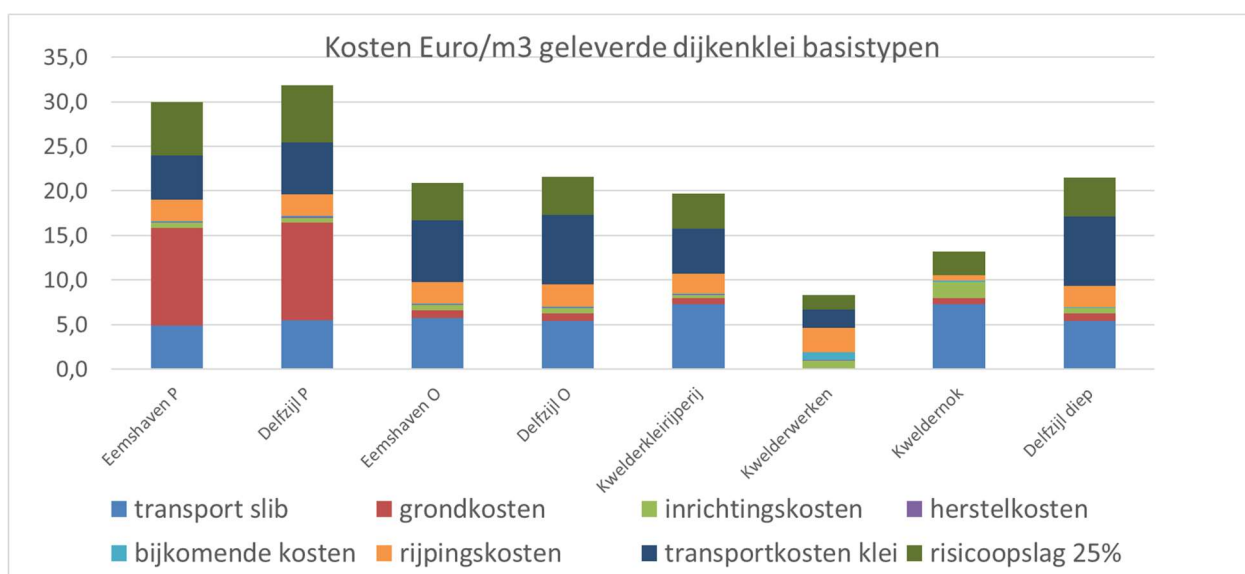
De bandbreedte in kosten en ook in baten is groot. De transportkosten voor slib en voor de gerijpte klei zijn verreweg de belangrijkste kosten voor het leveren van gerijpte dijkanklei en deze kosten worden vooral door de locatie bepaald. De baten hangen vooral af van de vraag en deze worden mede door de kwaliteit van de klei bepaald, welke vooral afhangt van het bronmateriaal en minder van de rijping.

Kleirijperij: als bedrijf langere tijd leveren op vraag

Belangrijkste conclusies:

De kosten zijn hoog en de vraag naar dijkanklei is ongewis, met een grote kans dat de marktprijs fors lager is dan de afleverkosten. Er zijn daarom zeer grote risico's verbonden aan het stichten van een kleirijperij. Een particulier bedrijf zal hier niet aan beginnen als niet afzet en het dekken van het niet rendabele deel van de kosten worden afgedekt. Eemshaven geeft op termijn misschien de mogelijkheid om klasse I klei te produceren die tegen een hoge prijs kan worden verkocht. Echter de afzet is ongewis en de keuze voor baggerslib uit Eemshaven of Delfzijl wordt waarschijnlijk vooral door de beleidsopgave bepaald omdat deze een groot deel van de onrendabele kosten moet afdekken. Of er verschil is in de doorwerking van het onttrekken via Eemshaven of Delfzijl, bijvoorbeeld vanwege een afname in het volume bagger dat op specifieke locaties wordt gestort, is niet bekend. Er kan waarschijnlijk alleen concurrerend dijkanklei worden geleverd langs de Waddenzee op niet te grote afstand van Eemshaven en Delfzijl. De vraag blijft daarmee mogelijk beperkt, wat consequenties heeft voor de omvang van de kleirijperij die men sticht.

In de pilot Delfzijl wordt gebruik gemaakt van baggerslib uit de haven van Delfzijl dat een hoog organische stofgehalte heeft van meer dan 10%. Uit onderzoek in de pilot komt naar voren dat het vrijwel niet mogelijk blijkt om het organische stofgehalte door rijping te verlagen tot onder de vereiste 5% voor dijkanklei. Dit betekent dat uitgaande van het baggerslib van Delfzijl het niet mogelijk is dijkanklei te maken conform de vigerende eisen. Voor Eemshaven, dat een veel lager organisch stofgehalte heeft is dat waarschijnlijk wel mogelijk. Echter er worden ook eisen gesteld aan het zoutgehalte. Uit de pilot blijkt dat het ook moeilijk is om het zoutgehalte voldoende te verlagen, ook dit kan meerdere jaren duren. De voorlopige en belangrijkste conclusie is dat het rijpen van baggerslib uit Delfzijl tot dijkanklei vrijwel niet mogelijk is, erg duur zal zijn en een erg groot oppervlak aan kleirijperij zal vragen. Voor Eemshaven geldt dit in mindere mate.



Figuur 2: Overzicht hoe de pilots gebruikt zijn voor het benoemen van de basistypen.

Er is op dit moment onderzoek gaande waarbij gekeken wordt naar de inzet van gerijpte klei met een hoger organisch stof en zoutgehalte. De eerste resultaten, o.a. verkregen uit experimenten in de golfgoet van Deltares, zijn veelbelovend. Dit betekent dat de gerijpte klei mogelijk wel kan worden ingezet voor dijkversterking ondanks dat deze niet aan de eisen voor organische stof en zout voldoet. Een bruto productie van 2000 m³/ha/jaar of hoger lijkt dan mogelijk. Wel moet er rekening mee worden gehouden dat de marktprijs voor dijkklei waaraan minder hoge eisen worden gesteld waarschijnlijk ook lager zal zijn.

Bedrijfseconomisch het meest gunstig is een kleirijperij met een lange levensduur, een ligging vlakbij waar de klei gebruikt gaat worden, een verhoudingsgewijs groot aandeel aan hoogwaardig gebruik van geschikte klei die ook tegen een hoge prijs in de regio kan worden afgezet. Een kleirijperij ten oosten van Delfzijl ligt wat dit betreft de kosten gunstig als aan de Brede Groene dijk wordt geleverd, maar minder gunstig voor levering van dijkklei verder westelijk langs de Friese Waddenzeekust. Een ligging nabij een loswal is gunstig want transport per schip is goedkoper dan per as.

Hierbij moet worden opgemerkt dat zolang er geen zicht is op het kunnen leveren van grote partijen dijkklei over een langere periode men moet uitgaat van een kleirijperij die een kortere levensduur heeft of die een kleiner volume slib verwerkt. Beide leiden tot een kostenverhoging van meer dan 3 Euro/ m³ (excl. BTW). Ook als de lokale vraag naar klei kleiner is en als men de klei verder weg moet afzetten zal dat tot een flinke kostenstijging leiden.

Voorts is het van belang dat de rijping en de afzet van klei in tijd op elkaar aansluiten, zodat sprake kan zijn van een continue hoge productie en geen hoge depotkosten. In een gunstig geval zijn de kosten die moeten worden gemaakt om klei te rijpen vergelijkbaar aan de prijs van klasse I klei. Als hierbij nog de vermeden kosten van het huidige baggerwerk worden afgetrokken dan kan een kleirijperij concurreren met dijkklei uit het rivierengebied. Bij een kortere levensduur of een kleiner aandeel aan klasse I klei in de rijping maar ook in de afzet, zijn de (bedrijfseconomische) baten kleiner dan de kosten. Bij een ongunstige set aan uitgangpunten lopen de kosten flink op en kan klei uit de kleirijperij niet meer concurreren op kosten met klei uit het rivierengebied.

De afleverkosten zijn vergelijkbaar voor een kleirijperij op slib op Eemshaven of Delfzijl en liggen naar schatting in de orde van 21 tot 22 Euro/m³ (excl. BTW, prijspeil 2019) gerijpte klei. Bij afzet als klei geschikt voor flauwe dijken kan 13 Euro/m³ (excl. BTW) worden gevraagd (prijspeil 2019). Er is dan sprake van een flink gat dat voor een deel (orde 3 Euro/m³) gedicht zou kunnen worden doordat sprake is van vermeden kosten van huidig nautisch baggerwerk. Rest minimaal 5 tot 7 Euro/ m³ die dan vanuit de beleidsopgave bijgepast zou moeten worden. De rest wordt nog iets kleiner als uit mag worden gegaan van een wat kleinere risico opslag voor het kleirijpen, vanwege een zekere afzet.

De beleidsopgave rekent mogelijk het liefste af in verwijderde tonnen slib. Omdat in de gerijpte klei met baggerslib uit Delfzijl minder droge stof wordt verwerkt, moet men hier 25 tot 30% meer m³ voor verwerken dan in het geval van Eemshaven. Eemshaven heeft als voordeel dat het mogelijk ook klasse I klei kan produceren dat tegen een hogere prijs kan worden verkocht. Men moet dan wel rekening houden met een langere rijpingsduur, wat kosten verhogend kan werken. De kosten lopen mogelijk op met orde 3 Euro/ m³ gerijpte klei, maar de opbrengsten kunnen mogelijk met 6 Euro/ m³ omhoog. Het omwerken van de klei kost ca 0,5 Euro/ m³ en met meer bewerkingsslagen kan men de rijping van de klei versnellen waardoor de extra kosten wat lager kunnen uitvallen. Of deze klasse I klei ook voor klasse I prijzen verkocht kan worden hangt af van het lokale aanbod aan klei en de lokale vraag naar klasse I klei. Het kan zijn dat men maar een deel van de klei als klasse I kan laten rijpen en dat men hiervan ook maar een deel als klasse I kan verkopen. In dat geval wegen de extra kosten niet meer op tegen de mogelijke extra opbrengsten.

Een kleirijperij kan alleen bestaan als over een langere periode een forse bijdrage in de kosten kan worden gegarandeerd en de gerijpte klei lokaal kan worden afgezet. De enige gegarandeerde afzet is de Brede Groene Dollard Dijk, daarna is de afzet zeer onzeker.

Vanuit de dijkversterking: vaste vraag en te garanderen levering

Belangrijkste conclusies:

De kosten van het rijpen van dijkklei met baggerslib uit Delfzijl zijn veel hoger dan de 13 Euro/ m³ (exclusief BTW) dat gezien kan worden als een redelijke vergoeding voor de inzet van dijkklei in een ontwerp zoals dat van de Brede Groene Dollard Dijk.

Als alles meezit zijn de netto kosten, dus kosten min de aftrek vermeden kosten nautisch baggerwerk, kleiner dan de kosten die gemaakt moeten worden om het baggerslib vanuit Delfzijl naar de Noordzee te brengen. De netto kosten zijn wel hoger dan het wegbrengen van slib naar de Noordzee vanuit de haven van Eemshaven. De conclusie is dan ook dat slib via de kleirijperij afvoeren altijd een flinke bijdrage vraagt vanuit de beleidsopgave maar dat deze niet hoger hoeft te zijn dan de kosten van het wegbrengen van slib naar de Noordzee vanuit Delfzijl.

Als niet alles meezit zijn de netto kosten van klei rijpen voor de dijkversterking van de BGDD flink hoger en ook als het vanuit effecten en kosten de voorkeur geniet om slib vanuit Eemshaven naar de Noordzee te brengen.

Een gegarandeerde levering en op het werk afgestemde levering vereist dat veel klei in depot wordt gezet en dat jaren vooraf aan de versterking al vast een buffervoorraad wordt aangelegd.

Er zijn mogelijk alternatieven, zoals de kweldernok of het type kwelderwerken die voor delen van de versterking een goedkoper alternatief kunnen zijn, waarbij ook slib aan de Eems-Dollard wordt onttrokken. Echter er wordt daarbij niet minder baggerslib gestort, wat een van de belangrijkste oorzaak is voor de hoge slibgehalten in het Eems-Dollard estuarium.

Dit is een business case die uitgaat van een hechte combinatie van kleirijperij en dijkversterking. Het grote voordeel is dat de vraag naar klei duidelijk is en lokaal. Dit vereist wel dat de kleirijperij voldoende klei op tijd kan leveren tegen een voor de dijkversterking acceptabele prijs. Het nadeel is dat moet worden uitgegaan van een korte levensduur van de kleirijperij, wat vooral bij hogere inrichtingskosten, zoals voor een zandbed, resulteert in hoge rijpingkosten,

Voor de versterking van de Brede Groene Dollard Dijk is in totaal 1,7 miljoen m³ klei nodig in de dijk. Deze klei heeft naar verwachting niet te voldoen aan de vigerende eisen voor organische stof en zoutgehalte. Deze klei kan worden gemaakt met baggerslib uit Delfzijl. Er wordt uitgegaan van het leveren van 320.000 m³ gerijpte klei per jaar die per vrachtwagen wordt geleverd met een dichtheid van 1.4 ton/m³. De gemiddelde dichtheid van de klei in de dijk bedraagt 1,62 ton/m³, zodat de per as geleverde klei resulteert in orde 276.000 m³ in de dijk.

Uitgaande van een kleirijperij in de Johannes Kerkhovenvolder is gekeken naar de verwachte kosten van het kleirijpen waarbij baggerslib met een persleiding vanuit de haven van Delfzijl wordt geperst. De kleirijperij gaat uit van een totale levensduur van 10 jaar, 1 jaar voor inrichten, 1 jaar voor een eerste seizoen rijping van klei die dient als buffer, 6 jaar rijpen en 2 jaar voor herstel niet alleen van het maaiveld maar ook van het zoutgehalte in de grond, zodat er weer landbouw op kan worden bedreven.

De berekeningen zijn gedaan zonder dat wordt beschikt over een concreet ontwerp, dus veel kostenposten zijn nog onzeker. Ook wat betreft de productie die gehaald kan worden is er nog geen zekerheid, terwijl deze sterk doorwerkt in het oppervlak dat voor de kleirijperij moet worden ingericht. De hieronder genoemde kosten zijn dan ook een eerste indicatie.

De kale afleverkosten voor de gerijpte losse klei op de dijk worden op orde 19,5 Euro/m³ (excl. BTW) geschat bij een gemiddelde jaarlijkse bruto productie van 2000 m³/ha. De kosten bestaan voor vrijwel gelijke delen uit transport slib, rijpen en transport klei. De rijpingskosten worden vooral bepaald door de combinatie van

hoge inrichtingskosten en een korte levensduur. De helft van de rijpingskosten komt voor rekening van een zandlaag die nodig wordt geacht omdat voldoende productie met voldoende zekerheid moet kunnen worden gemaakt.

Deze kale afleverkosten veronderstellen gunstige uitgangspunten en dat er helemaal niets tegen zit. Zo wordt verondersteld dat alle gerijpte klei ingezet kan worden voor versterking van de dijk. In deze fase van de verkenning zijn er nog veel onzekerheden die gevolgen kunnen hebben voor de kosten en dus als risico moeten worden gewaardeerd. Boven op de kale afleverkosten komen daarom nog projectrisico's die op dit moment op orde 4,8 Euro/m³ (excl. BTW) zijn geschat, zodat de totale afleverkosten orde 24,3, Euro/ m³ (excl. BTW) bedragen. Deze risico's kunnen lager maar ook nog hoger uitvallen. De grootste projectrisico's hangen samen met mogelijke lagere productie, vanwege tegenvallend weer, hogere inrichtingskosten en pachtprizen, hogere waterbouwkundige kosten o.m. voor het baggerwerk, en geen goede afstemming tussen het rijpen en het verwerken van de gerijpte klei als gevolg waarvan extra kosten voor depotvorming moeten worden gemaakt.

Tabel 1: Afleverkosten (excl. BTW) uitgaande van een grote kleirijperij in Johannes Kerkhoven Polder (JKP).

JKP Polder	afleverkosten dijkenklei	
	19,1 Euro/m ³	gunstig scenario
	1,4 Euro/m ³	25% risico als verschil gunstig en ongunstig scenario
	3,1 Euro/m ³	overige risico's
	23,6 Euro/m ³	totale afleverkosten
	20,6 Euro/m ³	na aftrek vermeden kosten baggerwerk
	9,4 Euro/m ³	na aftrek extra kosten wegbrengen naar de Noordzee vanaf DZ
	12,9 Euro/m ³	na aftrek extra kosten wegbrengen naar de Noordzee vanaf EH

Deze 23,6 Euro/m³ (excl. BTW) is meer dan de 15 Euro/m³ (excl. BTW) die door het waterschap in de pilot als vergoeding worden gehanteerd. Echter dit is per m³ verdichte klei in de dijk. De verdichting is mogelijk orde 25% tot 30%, wat erop neerkomt dat de kosten voor gerijpte klei aangeleverd per as circa 11 Euro/m³ (excl. BTW) zouden mogen bedragen. Het aanvoeren van klei van vergelijkbare kwaliteit naar de Brede Groene Dollard Dijk van elders is mogelijk duurder, maar de prijs voor de klei hangt waarschijnlijk mede af van het ontwerp, dat vanwege een flauw talud 40% meer klei nodig heeft dan een traditioneel ontwerp. Bij een prijs van 15 Euro/m³ (excl. BTW) zijn de totale kosten voor inzet van meer klei in een flauwer talud vergelijkbaar aan die van een traditioneel ontwerp dat minder maar duurdere klei tegen 22 Euro/m³ (excl. BTW) inzet die wel voldoet aan de vigerende eisen voor klasse I.

De voornoemde afleverkosten zijn nog zonder aftrek vermeden kosten huidig baggerwerk, welke voor Delfzijl orde 3 Euro/m³ (excl. BTW) gerijpte klei bedragen. Hiermee komen de afleverkosten op circa 20,6 Euro/m³ (excl. BTW) wat nog steeds veel meer is dan 11 Euro/m³ (excl. BTW) die men voor de gerijpte klei kan ontvangen.

Voor de beleidsopgave is het nodig dat slib wordt afgevoerd. Mogelijk is het afvoeren van slib naar de Noordzee hiervoor het enige andere alternatief. Dit afvoeren van slib naar de Noordzee vanaf Delfzijl kost nog eens circa 10,8 Euro/ m³ (excl. BTW) gerijpte klei extra, boven op de vermeden kosten van het huidige baggerwerk. Als we deze referentiekosten ook aftrekken, omdat we dan vergelijken met het alternatief, dan liggen de (resterende) afleverkosten van de gerijpte klei in de orde van 9,4 Euro/m³ (excl. BTW). Daarmee kan het afvoeren van droge stof via gerijpte klei uit slib van de haven van Delfzijl in een gunstig geval goedkoper zijn dan het afvoeren naar de Noordzee. Mocht als referentiealternatief worden uitgegaan van het wegbrengen van slib vanuit Eemshaven, vanwege de lagere kosten of vanwege de effecten, dan komen na aftrek de kosten op circa 12,9 Euro/m³ (excl. BTW) op. Dus als maximaal wordt bijgedragen vanuit de haven en het beleid dan is 11 Euro/m³ (excl. BTW) mogelijk haalbaar (zie ook de beleidsopgave). De vermeden kosten huidig baggerwerk zijn reële kosten. De vermeden kosten afvoeren baggerslib naar de Noordzee zijn alleen reëel als het voor het vervullen van de beleidsopgave het noodzakelijk wordt geacht om deze hoeveelheden baggerslib via Delfzijl of Eemshaven te onttrekken.

Als we kijken naar andere typen kleirijperijen, zoals het type kwelderwerken en het type kweldernok, dan zijn de afleverkosten daarvan veel lager dan van de gerijpte klei uit de kleirijperij. Er is in dat geval echter geen sprake van vermeden kosten huidig baggerwerk. Of in dit geval, als dat al nodig is, ook gekeken kan worden naar een bijdrage vanuit de beleidsopgave hangt af van de mate waarin het afgraven van klei van het hogere deel van de kwelder ook leidt tot een grotere sedimentatie van slib, dat daarmee ook weer wordt onttrokken. Als wordt verondersteld dat 50% van deze sedimentatie aangemerkt kan worden als versnelde sedimentatie, dan zou na een beleidsbijdrage de kosten per m³ nog lager zijn voor het type kwelderwerken. Het volume aan slib dat op deze manier kan worden onttrokken is wel veel kleiner. Bovendien moet een en ander ook passen binnen de voorwaarden van de natuurwetgeving en het beheer van landkwelders en men moet voor het realiseren van de gewenste versterking veel meer tijd nemen. De instandhouding van de vertroebeling van de waterkolom is mede het gevolg van het storten van baggerslib op stortplaatsen in het Eems-Dollard estuarium. Door slib uit de havens van Delfzijl of Eemshaven te gebruiken neemt de vertroebeling door storten af. Dit is echter niet het geval met de typen kwelderwerken en kweldernok.

Vanuit de beleidsopgave: veel aanbod in een vraagmarkt

Belangrijkste conclusies:

De beleidsopgave van 400.000 ton d.s. per jaar levert veel meer gerijpte klei op dan waar waarschijnlijk vraag naar is op termijn. De vraag van de Brede Groene Dollard Dijk ligt wel in dezelfde orde van grootte, maar dit garandeert maar een afzet van 6 jaar.

Vanuit de beleidsopgave moet worden mede gefinancierd, ook na aftrek van de huidige baggerkosten. Als alles meezit zijn deze kosten kleiner dan de kosten van het wegbrengen van slib naar de Noordzee vanuit Delfzijl.

Via het kleirijperij spoor moet orde 7,5 Euro ton d.s. (excl.BTW) worden bijgelegd, voor zowel Eemshaven als Delfzijl. Het wegbrengen van eenzelfde hoeveelheid droge stof kost, op basis van beschikbare kennis en de nodige aannames, vanuit Delfzijl haven 9 Euro/ton d.s. en vanuit Eemshaven 4,5 Euro/ton d.s.

Eemshaven en Delfzijl schelen in kosten en hebben mogelijke effect van het onttrekken en niet meer storten van baggerslib.

Vanuit de versterking van de Brede Groene Dollard dijk is gedurende 6 jaar veel slib nodig. Het rijpen hiervan vraagt om een hoeveelheid slib die in dezelfde orde ligt als de beleidsopgave die voor de kleirijperijen is gedacht, namelijk orde 400.000 ton d.s., ofwel 40% van het totaal dat men denkt te moeten onttrekken. Voor een periode van 6 jaar kan men deze hoeveelheden aan gerijpte klei kwijt in de Brede Groene Dollard Dijk. In de periode daarna is de afzet van klei ongewis. Zoals hiervoor al is aangegeven is de kleimarkt een vraagmarkt en is de verwachte vraag naar dijkenklei in het noorden van het land zeer onzeker. Bovendien zijn de kosten van het kleirijpen hoog, terwijl er waarschijnlijk geen klasse I klei gerijpt kan worden, waarvoor men een hogere prijs kan vragen. Het leveren van klei verder weg in het land maakt dat de afleverkosten zo hoog worden dat er veel geld moet worden bijgelegd. Klei rijpen zonder dat daarvoor afzet is in de regio, is erg duur en waarschijnlijk niet rendabel.

Er zijn verschillende bronnen voor slib beschikbaar uit de Eems-Dollard. Daarvan is het baggerwerk in de havens van Eemshaven en Delfzijl veruit de grootste en ook voldoende groot om de gehele beleidsopgave te vervullen. Andere slibbronnen zijn veel kleiner en kunnen hooguit lokaal een rol spelen. Voor de beleidsopgave moet daarom vooral worden ingezet op de verwerking van baggerslib uit de beide havens.

De afleverkosten voor de gerijpte klei verschillen maar weinig tussen de Eemshaven en Delfzijl. Delfzijl is wat gunstiger gelegen voor het leveren aan de BGDD, Eemshaven weer wat gunstiger voor leveringen verder langs de Waddenzeekust. Wel kunnen beide locaties verschillen wat betreft de ecologisch effecten van het onttrekken en niet meer storten van slib. Ook kan een locatie nabij Delfzijl of Eemshaven planologisch beter inpasbaar zijn. Daarnaast biedt Eemshaven mogelijk betere voortuizichten op het rijpen van klasse I klei, hetgeen met het baggerslib uit Delfzijl niet mogelijk blijkt. Starten met kleirijpen vanuit Delfzijl ten behoeve van de BGDD en na versterking overschakelen op een locatie bij Eemshaven is

theoretisch mogelijk maar ligt niet voor de hand. Als men overschakelt moet men wederom een groot gebied inrichten, zodat sprake is van dubbele voorbereidings- en inrichtingskosten, terwijl de levensduur van de eerste kleirijperij kleiner wordt waarmee de kosten per gerijpte m³ fors toenemen (zie ook vanuit de versterking geredeneerd).

Tabel 2: Kosten (excl. BTW) voor onttrekken droge stof via de slijbsporen kleirijperij Eemshaven en Delfzijl en slijbsporen wegbrengen bagger vanuit Eemshaven en Delfzijl op basis eerdere beunmetingen voor regulier baggeronderhoud. Bij het onttrekken van slib de haven van Delfzijl werden hogere dichtheden gehaald. Bij hogere dichtheden zijn de kosten voor het wegbrengen van slib nog bijna 2 Euro/ton d.s. lager en daarmee vrijwel gelijk aan de netto kosten van kleirijpen

Wegbrengen slib en tonnen droge stof			
uitgaande van extra kosten wegbrengen, 23,2 Euro/m3 aan kosten en 15 Euro/m3 baten			
gerijpte klei	1080 ton d.s./m3	beun	295 ton d.s./m3
Vanuit Delfzijl			
kosten per m3 slib		2,7 Euro/m3	
kosten per m3 gerijpte klei (tegen baten 15 Euro/m3)		8,3 Euro/m3	
kosten onttrekken d.s. via gerijpte klei		7,7 Euro/ton d.s.	
kosten onttrekken d.s. via wegbrengen Noordzee		9,2 Euro/ton d.s.	
gerijpte klei	1240 ton d.s.	beun	395 ton d.s./m3
Vanuit Eemshaven			
kosten per m3 slib		1,8 Euro/m3	
kosten per m3 gerijpte klei (tegen 15 Euro/m3)		9,2 Euro/m3	
kosten onttrekken d.s. via gerijpte klei		7,4 Euro/ton d.s.	
kosten onttrekken d.s. via wegbrengen Noordzee		4,6 Euro/ton d.s.	

In het meest gunstige geval wegen de afleverkosten op tegen de opbrengsten, maar alleen als de dijkkenlei tegen klasse I kan worden verkocht in de nabije omgeving en voor een langere periode, zonder al te grote schommelingen in de afzet tussen jaren. Daarbij moet ook het grootste deel van de gerijpte klei in klasse I vallen. Dit is waarschijnlijk niet mogelijk bij inzet van baggerslib uit Delfzijl en vraagt ook meer tijd en bewerking bij inzet van baggerslib uit Eemshaven. Deze mogelijkheden zijn niet verder nagegaan. Als wordt uitgegaan van flauwere dijken waarvoor minder strenge eisen aan de gerijpte klei worden gesteld, moet worden uitgegaan van een lagere opbrengst van de klei, zoals ook het geval was voor levering aan de Brede Groene Dollard Dijk. In dat geval zijn de afleverkosten altijd fors hoger dan wat men voor de klei kan vragen.

Zoals hiervoor is aangegeven is het verschil tussen de afleverkosten en de baten van de gerijpte klei in de orde van grootte wat het kost om het slib rechtstreeks naar de Noordzee af te voeren, dat als een alternatief voor het verwijderen van slib uit het Eems-Dollard estuarium kan worden gezien (MIRT, 2015). Dit betekent dat men in perioden dat men langdurig geen klei tegen een redelijke vergoeding kan leveren men tijdelijk kan overschakelen op het wegbrengen van het slib naar de Noordzee. Dit overschakelen lijkt op zich goed mogelijk, omdat de meeste kosten voor het afleveren van dijkkenlei gemaakt worden voor het transport van het slib en het wegbrengen van de gerijpte klei. Ook vervallen een deel van de werkzaamheden, zoals het omwerken van het slib. Wel lopen een aantal vaste lasten door, bijvoorbeeld voor een vaste set leidingen. Het overschakelen op wegbrengen naar de Noordzee vraagt maar weinig verdere opstartkosten, maar moet vooral ook vergunningstechnisch mogelijk zijn en overeenstemming met Duitsland hierin is nodig, een gezamenlijk sedimentmanagementprogramma zal hier invulling moeten geven. Voorts kan men al de kleirijperij langere tijd niet wordt gebruikt mogelijk overschakelen naar landbouw,

Als men kortere tijd geen klei kan leveren, maar wel afspraken kan maken om dat op termijn te doen, dan kan men klei blijven rijpen en in depot nemen. Dit is echter alleen aan te raden als een afzet op termijn wel gegarandeerd is tegen een redelijke prijs. De afleverkosten vanuit Eemshaven en Delfzijl liggen in de orde

van 21 Euro/ m³ (excl. BTW), iets lager dan voor de JKH polder, vooral vanwege de langere levensduur. Echter er zijn voor de langere termijn wel grotere onzekerheden voor wat betreft de levering van klei tegen een redelijke prijs. Bij een verkoopprijs van 13 tot 15 Euro/ m³ (excl. BTW) moet gemiddeld 7,5 Euro/ ton d.s. (excl. BTW) worden bijgelegd. Dit ligt in dezelfde orde van grootte als bij levering aan de Brede Groene Dollard dijk.

De beleidsopgave is op dit moment gesteld in tonnen d.s. die onttrokken, c.q. niet meer gestort mogen worden in het Eems-Dollard estuarium. De bagger uit Delfzijl heeft een inhoud van circa 0,3 ton d.s. per m³ in de beun en die van Eemshaven circa 0,4 ton d.s. m³. Het wegbrengen van een ton d.s. vanuit Delfzijl kost 9,2 Euro/ton d.s. (excl. BTW) en via Eemshaven 4,5 Euro/ton d.s. (excl. BTW). Uitgaande van slib met een hogere dichtheid, zoals gebaggerd kon worden voor de pilot, komen de kosten voor het wegbrengen van slib vanuit de haven van Delfzijl op 7,4 Euro/ton d.s. Het referentiealternatief wegbrengen vanuit Delfzijl is daarom duurder dan het verwerken van slib via een kleirijperij, onder voorwaarde dat er een regionale vraag is naar de klei die wordt gerijpt. Het rijpen via Delfzijl kost ongeveer hetzelfde na aftrek van lopende baggerkosten als wegbrengen van baggerslib vanuit Eemshaven. Wat de voorkeur heeft hangt niet alleen af van de kosten, maar vooral ook van de (on)gewenste effecten van het storten van baggerslib op een andere plaats.

Bij de beleidsmatige business case past dan ook een bredere afweging waarbij gekeken wordt naar het totaal aan maatschappelijke kosten en baten. Er kunnen daarbij drie groepen van baten worden onderscheiden:

- **Baten gekoppeld aan een gezond Eems-Dollard ecosysteem.** Het gaat dan om een hogere primaire productie, grotere voedselrijkdom, meer biodiversiteit, mogelijk ook een kleine verlaging van de slibbelasting van vaargeulen en havens. Deze baten zijn mogelijk niet hetzelfde voor het afvoeren van slib naar de Noordzee en inzet van kleirijperijen. Het hangt mede af van de effecten van storten van baggerslib in de Noordzee op de primaire productie in de monding van het estuarium. De verwachting is dat minder storten van slib in het middendeel van het estuarium het meest effectief zal zijn voor het vergroten van het doorzicht, zodat licht gelimiteerde primaire productie minder optreedt. Onduidelijk is of met oog op ecologisch herstel het minder storten van baggerslib nabij Delfzijl (o.a. in de monding van de Dollard) anders uitwerkt dan bij Eemshaven. Met het slib wordt ook een zeer grote hoeveelheid organische stof aan het estuarium onttrokken, vooral als daarbij gebruik wordt gemaakt van het organisch rijkere baggerslib uit Delfzijl. Onduidelijk is wat deze onttrekking van organisch detritus en ook het onttrekken van de grote hoeveelheid aan het slib gebonden nutriënten voor effecten zal hebben op het ecologisch functioneren van het Eems-Dollard estuarium. Het uiteindelijke doel is immers een beter functionerend ecosysteem waar het onttrekken van slib aan kan bijdragen. Op dit moment kan daarom niet worden aangegeven of het gebruiken van baggerslib uit Delfzijl of Eemshaven de voorkeur geniet.
- **Baten als tijdelijke natuur.** Het tweemaal voedselrijk slib in brengen kan de kleirijperij mogelijk interessant maken voor foeragerende steltlopers. Hier is in het kader van de pilot geen onderzoek naar gedaan. Denkbaar is dat met name in een zeer grote kleirijperij er voldoende rust en voedsel gevonden kan worden.
- **Baten gekoppeld aan het gebruiken van een hernieuwbare grondstof, slib.** De baten kunnen zijn een verbeterd imago, doorvoeren beleid, mogelijk ook minder CO₂-emissie. Wat betreft CO₂ kan nog geen vergelijking worden gesteld. De kleirijperij leidt tot minder CO₂-emissie door materieel, vooral door minder transport, tenminste voor zover de klei in de regio wordt ingezet. Het vormen van methaangas of emissie van CO₂ door het rijpen van klei is nihil omdat vrijwel geen organische stof wordt afgebroken. Men zou zelfs kunnen stellen dat het accepteren van een hoger organisch stofgehalte een grote CO₂-emissie voorkomt, die anders het gevolg zou zijn geweest van het rijpen van klei.

- **Baten voor de regionale economie en regionale inrichting.** Een grote kleirijperij heeft ook effecten op de regionale werkgelegenheid en de inrichting kan bijdragen aan ontsluiting, waterberging en ook voorsorteren op ander landgebruik, zoals brakwaterlandbouw of natuur.

Vanuit het ruimtebeslag: onzeker hoeveel ruimte nodig is

Belangrijkste conclusies:

Het oppervlakte beslag hangt af van de verwachte productie maar deze kan niet nauwkeurig worden voorspeld. Zit men vast aan een gegarandeerde levering, zoals de Brede Groene Dollard Dijk, dan zal men voor de leveringszekerheid moeten voorzien in een wat groter oppervlak.

Voor het langjarig leveren van gerijpte klei is een locatie nabij een haven en met name nabij een loswal aan te bevelen. Dit maakt goedkoper transport over water beter mogelijk en beperkt ook veel zwaar transport over lokale wegen.

Tabel 3: Overzicht van de benodigde ruimtelijke opgave voor de Brede Groene Dollard dijk. De productie is op basis van een netto oppervlak. Daarnaast zijn nog kades en toegangswegen nodig. Deze nemen 10% extra oppervlak in, in het geval van een kleirijperij met een ruime maat en een efficiënte inrichting.

Oppervlakte benodigd ruimtelijke opgave			
Brede Groene Dollard dijk		netto oppervlak	bruto oppervlak
Opgave verdicht in de dijk	283000 m ³ /jaar		10% kades
Aan te voeren als losse klei	353750 m ³ /jaar	verdichting	1,25
Productie	1500 m ³ /ha.jaar	236 ha	259 ha
	2000 m ³ /ha.jaar	177 ha	195 ha
	2500 m ³ /ha.jaar	142 ha	156 ha
Beleidsopgave	400000 ton d.s./jaar	netto oppervlak	bruto oppervlak
Opgave	370370 m ³ /jaar voor Delfzijl	1,08 ton d.s.	gerijpte klei
Productie	1500 m ³ /ha.jaar	247 ha	272 ha
	2000 m ³ /ha.jaar	185 ha	204 ha
	2500 m ³ /ha.jaar	148 ha	163 ha

De aanleg van een kleirijperij betekent een volledige functieverandering meestal uitgaande van landbouwgrond en dat voor langere tijd. Het oppervlak dat nodig is voor het vervullen van de opgave hangt mede af van de productie per (bruto) hectare van gerijpte klei en daarmee van de verwerkingssnelheid van baggerslib die mogelijk is met een kleirijperij.

De productie per hectare kent op dit moment nog een bandbreedte tussen 1500 m³/ha tot 3000 m³/ha uitgaande van 1 tot 2 maal een laag bagger rijpen tot 15 cm klei. Hierbij komt dan nog het oppervlak nodig voor dammen, ontsluiting en depots, waardoor het bruto oppervlak al gauw 10% groter is dan het netto oppervlak. Bovendien is de vraag of deze productie wel alle jaren wordt gehaald. Uitgaande van 1500 m³/ha is dat waarschijnlijk, maar bij 3000 m³ is dat onzeker. In zeer gunstige jaren kan men tot 3 maal toe 15 cm klei oogsten en in een slecht jaar mogelijk maar 1 keer. In meeste jaren lukt het om 2 maal 15 cm te oogsten. Uitgangspunt is een gemiddelde jaarlijkse productie 2500 m³. Voor de BGDD die orde 350.000 m³/losse klei per jaar vraagt, is een bruto oppervlak van circa 195 tot 259 hectare bij een productie van 1500 tot 2000 m³ per jaar. Wil men 400.000 ton d.s. verwerken als baggerslib uit Delfzijl dan is bij eenzelfde productie 204 tot 272 hectare nodig, iets meer nog dan voor de BGDD nodig is.

Er is een fors oppervlak nodig om de beleidsopgave voor kleirijpen te halen en de aanleg ervan is een flinke ingreep in de ruimtelijke ordening en regionaal economische basis van een gebied. Dit is een oppervlak dat ook landschappelijk moet worden ingepast. Dus het kan bedrijfseconomisch mogelijk zijn om een kleirijperij

te bedrijven waarmee ook beleidsmatig de opgave vervuld kan worden, maar natuurlijk wel onder de voorwaarde dat er ook voldoende geschikte locaties gevonden kunnen worden om de klei te kunnen rijpen.

De nadruk komt te liggen op verwerking van baggerslib uit havens (zoals in Groningen: Eemshaven en haven van Delfzijl). In de nabije omgeving van deze havens moet men dan ook op zoek naar het benodigde oppervlak. Vanwege de lange levensduur van een kleirijperij, dient deze buiten gebieden te worden geplaatst waarop middellange termijn nog andere ruimtelijke ontwikkelingen, en met name kapitaalintensieve en locatie afhankelijke vormen, wenselijk kunnen zijn.

Governance aspecten

De business case wordt niet louter bepaald door fysieke parameters, die kosten en baten bepalen, maar ook door allerlei governance aspecten. De belangrijkste zijn:

- **Vergunningstechnische eisen**, wat is er wel of niet mogelijk, zowel wat betreft winning en verstoring, tijdelijke natuur op de kleirijpingsvelden, stikstofemissies bij aanleg en transport, bestemmingsplan technische inpassing, effecten op Natura2000 gebieden bij buitendijkse als binnendijkse ontwerpen.
- **Beleidstechnische eisen die gesteld** worden aan de inzet en levering van dijkenklei.
- **Organisatorische aspecten**, kan bijvoorbeeld de rijping van klei en de vraag naar dijkenklei op elkaar worden afgestemd, voor individuele projecten of op het niveau van de gehele beleidsopgave.

Ook is er aandacht nodig voor de contractuele aspecten. In de business case beschrijven we het fysieke proces en de daarmee samenhangende kosten en baten. Maar om opschaling mogelijk te maken is er veel meer nodig en vooreerst ook een eigenaar van de kleirijperij. Wordt dat een enkele partij, zoals het waterschap of Rijkswaterstaat omdat deze in potentie de grootste afnemers zijn, of wordt het een private partij die klei levert, of een combinatie van partijen die de gehele keten bestiert. Een speciale positie kan daarbij worden ingenomen door de boeren en landeigenaren en de havenbeheerder zelf. Hoe kunnen deze delen in het proces, in de winst, de risico's en in betaalde werkzaamheden.

Er is niet gekeken naar de verdeling van kosten en baten over partijen, maar eerste aanzetten kunnen daartoe wel worden gegeven. Van belang daarbij is vooral dat de samenhangende risico's worden afgedekt, want deze blijven hoog. Ook de inzet van boeren en landeigenaren is van belang. In eerste instantie moet worden verondersteld dat de pacht prijs veel hoger zou kunnen liggen dan de reguliere pacht prijs, vooral als zou blijken dat kleirijpen meer op zou kunnen leveren dan de reguliere landbouw. Op grond van de huidige gegevens wordt dat niet verwacht. Het wordt anders als blijkt dat met een kleirijperij geld kan worden verdiend of een stuk goedkoper uitpakt dan slib af te voeren naar de Noordzee, mocht dat het enige andere alternatief zijn voor het halen van de beleidsopgave.

Regionaal economisch maakt het uit of geld wordt geïnvesteerd in baggeren, en daarmee gaat naar een baggerbedrijf, of dat er geld wordt verdiend in de lokale economie. Ook in dit opzicht verschilt de afvoer van baggerslib naar de Noordzee van de verwerking hiervan in een kleirijperij.

Zoals hierboven benoemd is de haalbaarheid van een kleirijperij afhankelijk van veel factoren. Per locatie moet gekeken worden hoe de kleirijperij het beste kan worden aangelegd en of dat rendabel is.

1 Het grijze slib verzilveren

In de Eems-Dollard is veel slib aanwezig. Dit beperkt de primaire productie wat de basis vormt voor het voedselweb. Het teveel aan slib is ook nadelig voor filterfeeders, zoals schelpdieren. Met minder slib verbetert naar verwachting het doorzicht en daarmee de groei van algen en kunnen veel bodemdieren beter functioneren. Het voedselweb wordt daarmee breder, rijker en robuuster met een positieve doorwerking op vissen, vogels en zeezoogdieren. (MIRT, 2015).

Op basis van beschikbare gegevens is bepaald dat voor het verbeteren van het ecologisch functioneren van de Eems-Dollard minimaal in de orde grootte van 1 miljoen ton d.s./per jaar aan slib zou moeten worden onttrokken¹. De hoeveelheid die wordt onttrokken is dan groter dan wat met getij wordt aangevoerd, zodat een gestage vermindering van de hoeveelheid slib mag worden verwacht. Een ecologisch herstel vraagt jaren en het onttrekken van slib is dan ook een beheersmaatregel die lang toegepast moet worden.

Op dit moment wordt voor het bereikbaar houden van de havens van Delfzijl en Eemshaven een grote hoeveelheid slib gebaggerd, die wordt teruggestort wat ertoe leidt dat de vertroebeling in stand blijft. Het volume dat gebaggerd wordt ligt in dezelfde orde als het volume dat men wil onttrekken voor dijkklei (voor de Brede Groene Dollardijk) en andere nuttige toepassingen, zoals het ophogen van landbouwgronden. Daarnaast zien we dat voor het onttrekken van slib een vergunning eenvoudiger is te verkrijgen als dit wordt onttrokken uit de haven, de andere locaties in het Nederlandse deel van het estuarium waar wordt gebaggerd, zoals de vaargeulen bevatten geen slib maar voornamelijk zand. Het ligt daarom voor de hand om te zien of dit nautische baggerwerk kan worden ingezet als primair proces om een groot deel van deze 1 miljoen ton d.s. aan slib te verwijderen. Daarnaast kan ook naar andere slibbronnen worden gekeken. Voor de beleidsopgave voor de Eems-Dollard moet het daarbij wel gaan om slib dat aan de Eems-Dollard wordt onttrokken. Een kleirijperij kan natuurlijk ook elders in het land gebruik maken van andere bronnen van slib. Voor het verkennen van de business case wordt uitgegaan van een kleirijperij nabij de Eems-Dollard, die gebruik maakt van slib uit de Eems-Dollard.

Het verwijderen van slib uit de Eems-Dollard kan door het buitengaats te zetten, tot in de Noordzee, in plaats van dat het slib voor de haven wordt gestort, wat nu gangbaar is (MIRT, 2015). Transport naar de Noordzee gaat gepaard met hogere kosten en CO₂-uitstoot, vanwege de grotere transportafstanden.

Een andere mogelijkheid is het aanlanden van slib en daarvoor een nuttige toepassing zoeken. Hiervoor is het innovatieprogramma Nuttig Toepassen Slib als onderdeel van het Programma Eems-Dollard 2050 opgesteld, dat o.m. kijkt naar het gebruik van slib als grondstof voor het maken van (dijken)klei, voor het ophogen en verbeteren van landbouwgronden, voor inzet in de keramische industrie en voor het persen van blokken, met allerlei constructieve toepassingen². Het onderzoek naar deze toepassingen loopt nog. Een directe vergelijking met de kleirijperij is daarom ook nog niet mogelijk.

Pilot Kleirijperij

Van deze toepassingen lijkt het rijpen van klei tot dijkklei veelbelovend. Om te onderzoeken hoe van slib klei kan worden gemaakt is de Pilot Kleirijperij gestart. In deze pilot wordt op twee locaties gekeken naar de beste wijze waarop klei kan worden gerijpt. Er wordt daarbij naar meerdere variabelen gekeken, waaronder de wijze van drainage, de laagdikte die wordt aangebracht, het in een keer of in fasen aanbrengen van het slib, een begroeiing met verschillende gewassen, verschillende wijzen en intensiteiten voor begreppelen en omzetten van de grond (EcoShape, 2017). Om te kunnen voldoen aan de eisen voor dijkklei moet met het rijpen vooral het zoutgehalte, het watergehalte en het gehalte aan organische stof naar beneden worden gebracht (Deltares, 2020). De pilots leveren informatie over de werkslagen die daarvoor nodig zijn, de wijze

¹ https://eemsdollard2050.nl/wp-content/uploads/2018/05/Slib_en_primaire_productie_in_Eems-estuarium.pdf

² https://eemsdollard2050.nl/wp-content/uploads/2020/03/Monitoringsrapportage-2018-ED2050_DEF-1-1.pdf

waarop een kleirijperij moet worden ingericht en welke productie en kwaliteit aan klei gemaakt kan worden (van den Heuvel et al., 2020). Daarbij worden de meeste variabelen in beeld gebracht voor een bedrijfseconomische doorrekening van het concept kleirijperij. Een ondersteunend model geeft aan hoe zaken als initiële laagdikte en weerseffecten samenhangen (Meshkati et al., 2021).

De twee pilots zijn zo aangelegd dat er in verschillende proefvakken met vergelijkbaar ingangsmateriaal (uit de Eems-Dollard) kan worden gekeken wat de meest efficiënte methode is om tot dijkenglei te komen. Er zijn echter ook verschillen:

- **Kleirijperij Delfzijl:** deze pilot van 18 hectare (ca. 195.000 m³ slib) is naast het havengebied van Delfzijl gelegen aan het begin van het havenkanaal. Materiaal dat vrijkomt door nautisch baggerwerk in de haven is via een koppelleiding vanuit de slibvang in de verschillende vakken van de kleirijperij geperst. De dichtheid van dit verperste materiaal is 1,18 t/m³. Bij toepassing van de gerijpte klei, moet deze worden afgegraven en per as of per beunschip naar het werk, het demonstratieproject Brede Groene Dijk, worden gebracht.
- **Kleirijperij Kwelder:** deze pilot van 10 hectare (60.000 m³ slib) is gelegen op de kwelder voor de Eems-Dollard dijk. Er zijn 10 vakken ingericht waarin slib/klei uit de polder Breebaart wordt gestort. Het materiaal uit de polder Breebaart betreft slib dat op natuurlijke wijze is opgeslibd en een verhoudingsgewijs hoge dichtheid heeft, in vergelijking met het slib uit de havens van Delfzijl en Eemshaven. Door verpersen is water bijgemengd en is het slib met een veel lagere dichtheid in depot gezet. De bron is dus natuurlijk opgeslibd materiaal en de kleirijperij ligt nabij de plaats van toekomstige toepassing in het demonstratieproject Brede Groene Dollard Dijk.

De locatie van de pilots is dus verschillend en -hoewel het dezelfde geologische bron heeft- ook het bronmateriaal. Vooral kritisch is het organisch stofgehalte en het zoutgehalte, omdat daaraan eisen worden gesteld voor een toepassing als dijkenglei. Voorts zijn in beide pilots meerdere uitgangssituaties gecreëerd en bewerkingsmethoden getest. Zo zijn proefvlakken aangelegd met en zonder drainage, en is een dunne of een dikkere laag slib ingebracht. In de pilot Delfzijl wordt ook drainage in de vorm van een onderliggende zandlaag beproefd. De combinatie van beide pilots genereert dus veel informatie, maar het onderzoek is nog gaande. Pas op een later moment wordt duidelijk welke handelingen nodig zijn en welke kwaliteit en productie van klei mogelijk is. Wel zijn er nu eerste indicaties, die als uitgangspunt voor de berekening van de kosten zijn genomen.



Figuur 1-1: Projectlocaties Kleirijperij: Delfzijldepot en Kwelderdepot (bron: van den Heuvel et al., 2020).

Opzet en rol business case

De kleirijperij is een pilot. Dit betekent een kleirijperij op kleine schaal, veel kosten voor werkhandelingen en onderzoek zijn bij opschaling niet meer nodig. Voor het halen van de beleidsopgave maar ook voor het leveren van dijkenglei aan de versterking van de dijk (de Brede Groene Dollardijk) is opschaling nodig. De pilot zal laten zien op welke wijze, qua inrichting en bewerking, dat het beste mogelijk is. Daarnaast is naar verwachting het onttrekken van slib over zeer lange perioden nodig. Er moet gezegd ook worden “opgeschaald” in de tijd.

Voor de kleirijperij wordt een business case (model) opgezet waarmee inzicht wordt verkregen in:

- **Belangrijke variabelen die kosten en baten bepalen**, en in welke mate deze locatieafhankelijk zijn.
- **Welke locaties en vormen van een kleirijperij kostentechnisch het gunstigste zijn**. Op deze wijze wordt het zoekproces voor opschaling voor de beleidsopgave Eems-Dollard ondersteund.
- **Totale (netto) kosten voor het verwerken van 0,4 miljoen ton d.s. aan slib met kleirijperijen ofwel 40% van de totale beleidsopgave** voor onttrekken van slib aan het Eems-Dollard estuarium.

De beide pilots en de gegevens uit de nu beschikbare jaarrapportage (van den Heuvel et al., 2020) vormen het vertrekpunt. In de business case worden verschillende typen van het rijpen van klei bekeken en vergeleken, waarbij ook wordt gekeken naar verschillende potentiële locaties voor de afzet van klei vooral in het noorden van het land, gekoppeld aan de beleidsopgave voor de Eems-Dollard. Een kleirijperij is echter ook een concept dat ook op andere plaatsen kan worden toegepast. Ook op deze plaatsen zullen de belangrijkste kostenvariabelen betrekking hebben op het transport van slib en gerijpte klei en op de inrichting van de kleirijperij. Omdat veel variabelen plaats afhankelijk zijn, kunnen maar beperkt ook uitspraken voor andere gebieden worden gedaan.

2 Kleirijperijen, (basis)typen

2.1 Bron-kleirijperij-werk relaties

De business case voor de kleirijperij wordt bepaald door de keten:

Bron- Transport baggerslib-Kleirijperij-Transport gerijpte klei-Werk

Voor al deze ketenonderdelen kunnen variabelen worden onderscheiden. Zo zijn er verschillende bronnen van het slib en kan het slib op verschillende wijzen en over verschillende afstanden worden vervoerd. Het rijpen van klei kan op verschillende locaties, en met verschillende vormen van inrichting en beheer en het uiteindelijk transport van de gerijpte klei gaat over verschillende afstanden.

In de pilots worden twee mogelijke ketens beproefd. De ene keten maakt gebruik van baggerslib uit de haven van Delfzijl, dat geperst is naar een locatie achter de dijk en in de buurt. Het uiteindelijk transport is naar de versterking van de Brede Groene Dijk: een dijk met een flauw talud waarvoor geen asfaltbekleding nodig is. De aanleg wordt in het Proefproject Brede Groene Dijk getest waarbij in totaal 1 kilometer wordt versterkt³. Daarna wordt gezien of de totale dijkstrekking (12 km meer) op deze wijze kan worden aangelegd. In de pilot worden verschillende typen van bewerking en slibinbreng beproefd, met en zonder drainerend zandbed, en bij inbreng van dikke en dunnere lagen slib. In de andere pilot is slib afkomstig uit polder Breebaart naar een buitendijkse locatie geperst en daar ook op verschillende manieren bewerkt en gerijpt.

Tabel 2-1: Overzicht informatie over pilot Delfzijl en pilot Kwelder (depot).

Keten	Pilot Delfzijl	Pilot Kwelder (depot)
Bron	Haven van Delfzijl	Polder Breebaart
Transport baggerslib	Binnen een straal van 2 km	Binnen een straal van 10 km
Kleirijperij	Geperst met in situ dichtheid (1,18 t/m ³); Verschillende typen van bewerking en slibinbreng beproefd; Locatie achter dijk.	Geperst met verdunning (1,05 t/m ³): Verschillende typen van bewerking en slibinbreng beproefd; Buitendijkse locatie.
Transport gerijpte Klei	Naar proefproject Brede Groene Dollard Dijk	Naar proefproject Brede Groene Dollard Dijk

De twee pilot kleirijperijen Delfzijl en Kwelder (depot) zijn twee mogelijke typen kleirijperijen en vertrekpunten. Andere typen zijn ook mogelijk. Belangrijke variabelen zijn de plaats waar een kleirijperij is gelegen (buitendijks, dan wel binnendijks, of mogelijk zelfs op de dijk zelf) en het huidige, initiële en uiteindelijke maaiveld bij oplevering. Zo kan een kleirijperij starten op bestaand maaiveld en uiteindelijk ook eindigen op dit maaiveld, omdat de oorspronkelijk situatie wordt hersteld. Het is ook mogelijk met een lager maaiveld te beginnen, bijvoorbeeld door initieel bruikbare klei af te graven, voor eigen gebruik bij de inrichting, zoals de aanleg van compartimenteringsdammen of voor levering als dijkklei. Dit kan er wel toe leiden dat extra voorzieningen nodig zijn voor de drainage, zodat het rijpen van de klei voldoende snel kan verlopen. Ook kan men na ontmanteling van de kleirijperij het maaiveld lager opleveren dan in de aanvangssituatie bijvoorbeeld omdat men het gebied nadien op een andere manier wil gebruiken, bijvoorbeeld voor brakwaterlandbouw of ook voor tijdelijke natuur. De mogelijkheden hiervoor worden in het kader van de pilot niet onderzocht. De wijze waarop het maaiveld wordt opgeleverd hangt af van afspraken met de landeigenaren, maar vooral ook met het toekomstig gewenste landgebruik. Ook van belang is het type en de duur dat een locatie als kleirijperij dienstdoet.

³ <https://eemsdollard2050.nl/project/brede-groene-dijk/>

2.2 Bronnen van slib

Delfzijl

In de haven van Delfzijl wordt jaarlijks 1,6 miljoen m³ bagger verspreid met een water—lucht-injectie-vaartuig (Airset) gedurende 45 weken en 0,2 miljoen m³ wordt afgevoerd met een kleine sleephopperzuiger (Feijen, 2014). Bij water-lucht-injectie baggeren wordt met een leidingwater en/of lucht in de bagger gebracht. Door het verdunnen van het havenslib treedt vloeibaar gedrag op en zal het slib bij afgaand tij naar buiten stromen. De airset werkt zowel in het zeehavenkanaal van de haven van Delfzijl alsook in de vaargeul Paapsand Sud. Met de sleephopper wordt het materiaal bij de ingang van de Dollard gestort op ca. 10 km afstand gedurende 10 tot 15 weken per jaar. Men baggert in het late najaar en vroege voorjaar (oktober tot februari), dus buiten de periode waarbij vertroebeling door stort van bagger van invloed kan zijn op de algengroei.

Bij Delfzijl wordt gewerkt met een prestatiecontract. Er is daarom geen kostprijs per uur beschikbaar. Ook kunnen mobilisatiekosten niet apart worden aangegeven. De huidige bagger- en verspreidingsmethodiek in de haven van Delfzijl kost op jaarbasis circa €1 euro per m³ baggerspecie.

Als al deze bagger per beun wordt vervoerd moet rekening worden gehouden met in totaal 2,2 miljoen m³ (i.p.v. 1,8 miljoen m³) beuninhoud, omdat de in situ aanwezige bagger een hogere dichtheid heeft dan in de beun. Bij een gemiddeld droge stofgehalte van 30% komt het gebaggerde volume overeen met circa 0,48 miljoen ton d.s. Dit is al vrijwel gelijk aan het deel de beleidsopgave voor nuttig hergebruik van slib waarvoor kleirijperijen zijn voorzien.

Eemshaven

In de Eemshaven wordt 1,5 miljoen m³ gebaggerd in het vroege voorjaar en in het late najaar. Er wordt nu vaak nog 2 maal per jaar gebaggerd, maar men wil toe naar de aanleg van een slibtrog die het mogelijk maakt alles in een enkele baggercyclus per jaar te doen. Dat scheelt vooral als het gaat om mobilisatie- en demobilisatiekosten. Ook wil men op die manier de effecten op het milieu beperken. De bagger wordt in hoofdzaak gestort op stortlocatie P2 (orde 1,2 miljoen m³).

Het transport naar de huidige stortlocatie vraagt gemiddeld een baggercyclus van omgerekend 1,5 uur (op circa 3 km). De beuninhoud van de gebruikte sleephopper is 3650 m³. Er worden daartoe jaarlijks circa 400 trips gemaakt met de sleephopper.

Er is sprake van een prestatiecontract waarbij de haven en vaargeul op diepte moeten worden gehouden. De opgegeven volumes zijn hoeveelheden in de beun. Ook hier geldt dat het volume in de beun groter is dan in situ. En er wordt continue gewerkt, dus bruto 24 uur per dag. Voor deze situatie worden kosten berekend van gemiddeld circa 0,75 €/m³. Bij een gemiddeld droge stofgehalte van 35% komt deze 1,5 miljoen m³ uit op 0,52 miljoen ton d.s. wat iets groter is dan de totale beleidsopgave voor de kleirijperijen. De volumes die gebaggerd worden uit de havens van Delfzijl en Eemshaven zijn dus vergelijkbaar.

Tabel 2-2: Samenstelling van de bagger in Eemshaven en Delfzijl (uit Feijen, 2014). De bagger die in de kleirijperij is ingebracht had een zandgehalte van minder dan 1%.

Analyse	Eenheid	Eemshaven	Delfzijl
		Gemiddeld	Gemiddeld
Droge stof (Ds)	gew.-%	35,90	29,50
Organische stof	% vd DS	7,86	10,30
Gloeirest	% vd DS	90,03	87,02
minerale delen >63 µm (Zand)	% vd DS	14,23	4,83
minerale delen <63 µm (Slib)	% vd DS	77,91	84,87
minerale delen <2 µm (Klei/lutum)	% vd DS	30,00	37,80
Zand (> 63 µm)	% vd Min Delen	15%	5%
Silt (>2 µm - < 63 µm)	% vd Min Delen	52%	52%
Lutum (<2 µm)	% vd Min Delen	33%	42%

De havens van Delfzijl en Eemshaven vormen potentieel de grootste bronnen voor slib, te tezamen goed voor circa 1 miljoen ton droge stof, dus evenveel als de totale beleidsopgave. Er zijn echter ook nog andere bronnen, zoals aftiggelen van kwelders, leeghalen van slibputten, welke op termijn kunnen worden ingezet, maar het totaal hiervan is beperkt.

Bij de beleidsopgave wordt gesproken over het onttrekken van een bepaalde hoeveelheid droge stof. Het percentage droge stof ligt voor Eemshaven hoger dan voor Delfzijl, maar dit komt mede door een groter aandeel zand. Het organisch stofgehalte is weer groter in het baggerslib van Delfzijl en daarmee is ook het gehalte aan voedingsstoffen hoger. De beleidsopgave richt zich op het onttrekken van slib vooral met oog op doorzicht en daarmee op de primaire productie van het systeem. In deze business case wordt wat betreft de interpretatie van de beleidsopgave verder geen onderscheid gemaakt naar de kwaliteit van het slib en hoe de onttrekking daarvan op plaatsen als Eemshaven en Delfzijl bijdraagt aan de beleidsopgave voor het Eems-Dollard estuarium.

2.3 Basistypen voor de business case

Het voorgaande laat zien dat er heel wat mogelijke vormen van een kleirijperij denkbaar zijn en deels ook al in de praktijk zijn of worden beproefd. Voor het verkennen van de business case zijn enkele basistypen geselecteerd, vooral de typen die gelijken op de pilots die nu worden uitgevoerd (Tabel 2-3:).

Tabel 2-3: Overzicht van de basistypen met de kenmerken per basistypen.

	Eemshaven (opgeschaalde pilot Delfzijl)	Delfzijl (opgeschaalde pilot)	Kwelder (depot) (opgeschaalde pilot kwelder)	Kwelder (invang slib op de kwelder)	Kweldernok (rijpen op het werk, gelijk pilot Kwelder (depot))	Delfzijl verdiept (gelijk opgeschaalde pilot Delfzijl)
D.S gehalte %gew. slib in situ/beun	35 (gemiddeld in de beun van het schip)	29 (gemiddeld in de beun van het schip) (1.09 – 1.19 ton/m ³)	40 (dit is klei die is opgeslibd onder water)	60 (dit betreft al klei in situ, hoger op de kwelder)	40 (gelijk Kwelder(depota))	29
Bruto productie gerijpte klei m³/ha/jaar	2000-3000, (gelijk pilot Delfzijl)	2000-3000, dus 0,2 tot 0,3 m gerijpte klei per jaar, uitgaande van 0,9 meter in 3 jaar; wat nog uit de pilot moet blijken	2000 -3000 (gelijk pilot Delfzijl, wat nog moet blijken uit de pilot)	200 (uitgaande van een aanslib-snelheid van 2 cm/jaar	2000 -3000 (gelijk pilot Kwelder (depota))	2000 -3000 (gelijk pilot Delfzijl)
Inzet nautische bagger/ vermeden baggerkosten	Ja	Ja	Nee	Nee	Nee	Ja
Wordt gebruik gemaakt van natuurlijke aanslibbing?	Nee	Nee	Nee	Ja	Nee	Nee
Pachtkosten (Euro/ha/jaar) uitgaande van landbouwgrond	1.000	1.000	800	800 (mogelijk minder)	800 mogelijk minder	1.000
Inrichtings- kosten opge- schaalde variant (Euro/ha)	Kale Delfzijl begroting (zonder zandbed) Orde 4000	Kale Delfzijl begroting (zonder zandbed) Orde 4000	Kale Kwelder (depota)begroting Orde 25000	Alleen voor kwelderwerken Orde 32000	Extra kosten ten opzichte van Kwelder (depota) Orde 50000	Als Delfzijl Afgraven levert bruikbare klei en verlaagt de kosten Orde 4000 minopbrengst eerste laag klei.
Werkslagen rijping	Als optimum pilot Delfzijl	Als optimum pilot Delfzijl	Als optimum pilot Kwelder (depota)	Geen naast aanleg kwelderwerken	Als optimum Kwelder (depota)	Als optimum pilot Delfzijl
Kwaliteit klei	Als pilot Delfzijl	Gesteld op 100% geschikte dijkneklei) bij aangepaste eisen voor organische stof en zout	Als pilot Delfzijl	Als pilot Delfzijl	Als pilot Delfzijl	Als pilot Delfzijl
Herstelkosten	Percentage inrichtingskosten (herstel maaiveld)	Percentage inrichtingskosten (herstel maaiveld)	Percentage inrichtingskosten (herstel maaiveld)	Geen, gebeurt bij aftiggelen	Geen, klei blijft liggen	Percentage inrichtingskosten
Landgebruik na afloop	Als huidig	Als huidig	Kwelder, als huidig	Kwelder, als huidig	Primaire kering, kwelder	Aquacultuur/ Brakwater-landbouw

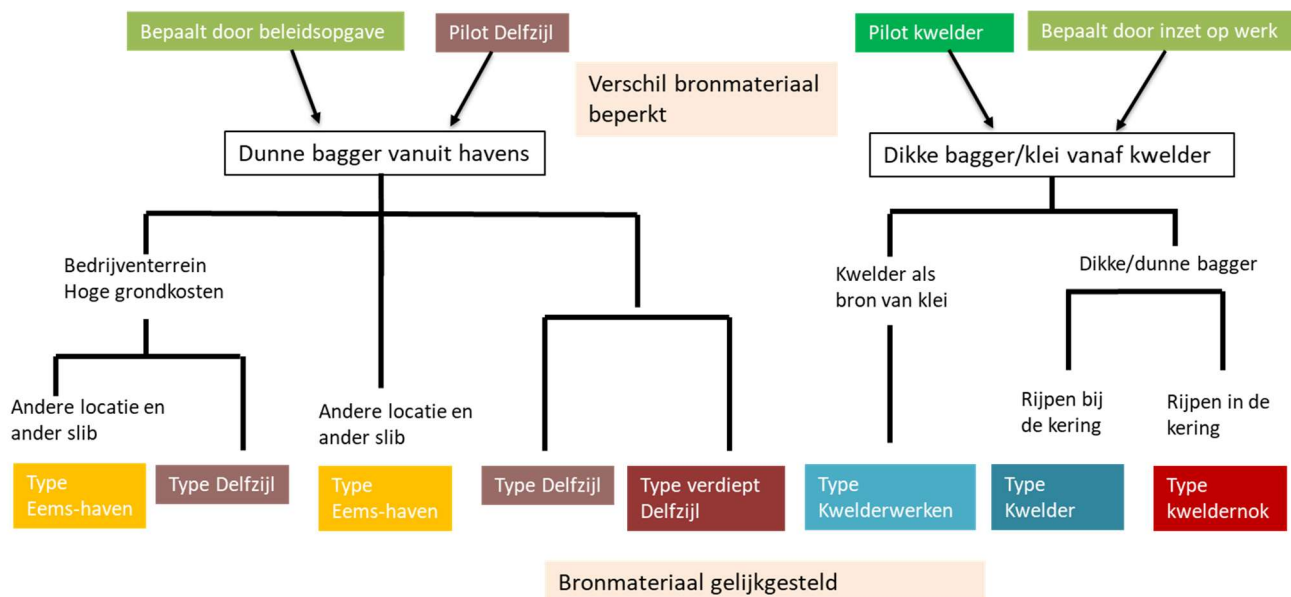
We onderscheiden 6 basistypen:

- **1) Delfzijl:** dit is de huidige pilot nabij Delfzijl haven, maar dan wel opgeschaald, dus een groter oppervlak met veel grotere compartimenten. Hierin wordt nautisch baggerslib rechtstreeks vanuit de haven van Delfzijl in de pilot gepompt.
- **2) Eemshaven:** deze is vergelijkbaar aan Delfzijl, maar ligt nabij Eemshaven. Verschillen met Delfzijl zijn een iets andere samenstelling van het slib en een andere afstand tot de Noordzee en

tot de Brede Groene Dollard Dijk. We weten niet of deze andere samenstelling leidt tot een snellere rijping en een hogere productie, maar de uitdagingen (drogen, rijpen, verlagen van zoutgehalte en organische stofgehalte) zijn vergelijkbaar. Wat betreft de productie wordt uitgegaan van de ervaringen van pilot Delfzijl.

- **3) Kwelder:** vergelijkbaar met de huidige pilot op de kwelder voor de dijk, waarin baggerslib afkomstig uit een binnendijkse slibvang, zoals polder Breebaart of andere vorm van slibvang, wordt gerijpt en vervolgens over korte afstand naar de dijkversterking wordt getransporteerd. Deze buitendijks gelegen kleirijperij wordt met een hoge kleidijk afgeschermd van de zee. Dit resulteert in hoge inrichtingskosten.
- **4) Kwelderopslibben:** uitgaande van natuurlijke aanwas op het hoogste deel van de kwelder, boven de gemiddelde waterlijn. Het aftiggelen van kwelders is het model dat vroeger werd gebruikt en nog steeds gebruikt wordt in Duitsland in combinatie met het ontzouten van de klei op de achterzijde van de dijk. De aanwassnelheid is beperkt, maar dat geldt ook voor de grond- en inrichtingskosten. Kwelders kunnen tot meer dan 2 cm per jaar aangroeien, als de omstandigheden optimaal zijn, bijvoorbeeld door de aanleg van kwelderwerken. De transportkosten blijven beperkt, als de kwelder voor of nabij de te versterken dijk is gelegen, wat als uitgangspunt is genomen.
- **5) Kweldernok:** Het belangrijkste verschil met het type Kwelder is dat wordt uitgegaan van een kleidijk die tezamen met de uitgerijpte klei als kweldernok fungeert en daarmee integraal onderdeel vormt van de dijkversterking. De dijk wordt versterkt door de klei te rijpen daar waar die ook moet worden aangebracht. Er zijn dus vrijwel geen transportkosten voor de gerijpte klei.
- **6) Delfzijl verdiept:** als de pilot Delfzijl, maar dan met een maaiveldverdieping voorafgaande aan de start van de kleirijperij of juist na beëindiging, waarbij het oorspronkelijke maaiveld niet wordt hersteld. Het moment dat wordt verdiept hangt af van het moment waarop klei kan worden geleverd. Ook met oog op de gewenste drainage en het beperken van zoutindringing ligt een maaiveldverlaging aan het eind eerder voor de hand. De klei die daarbij extra vrijkomt kan direct als klei worden verkocht. Na oplevering is het gebied geschikt te maken voor zilte landbouw. Er wordt niet voorzien in een getijdeduiker, zoals bij de Dubbele Dijk, waardoor brakwater aquacultuur op basis van natuurlijk getij niet mogelijk zal zijn. Wel kan brak water worden gecirculeerd zoals gebruikelijk is in brakwater aquacultuur systemen.

Onderstaande Figuur 2-1 geeft nog een schematisch overzicht van de onderscheiden basistypen. Drie typen zijn gebaseerd op het baggerslib uit de havens van Eemshaven en Delfzijl en die voor langere tijd actief zijn en daarbij ook klei leveren aan andere projecten in de regio. Daarnaast de drie buitendijkse kleirijperijen die vooral gericht zijn op het leveren van de klei die nodig is om de aanliggende dijk te versterken. Voor zover ze aan de Eems-Dollard zijn gelegen dragen ze ook bij aan de beleidsopgave.



Figuur 2-1: Overzicht hoe de pilots gebruikt zijn voor het benoemen van de basistypen.

Voor wat betreft het rijpen van klei op de kwelder is verondersteld dat deze geen klasse I dijkklei kan opleveren, omdat het organisch stofgehalte in de hogere delen van een kwelder en het bovenste deel van de kwelderbodem te hoog daarvoor is.

Daarnaast onderscheiden we de volgende (instelbare) variabelen:

- **De levensduur van de kleirijperij.** Bij de berekeningen wordt in het basisscenario uitgegaan van een levensduur van 32 jaar, maar als vanuit een kleirijperij alleen geleverd wordt aan een nabijgelegen dijkversterking dan is de levensduur net iets langer dan de tijd die nodig is om de dijk met klei te versterken. Voor het type kwelderwerken geldt altijd een lange levensduur omdat deze in principe gekoppeld is aan de geleidelijke ophoging van de dijk.
- **De bruto productie c.q. rijping van klei.** In het basistype Delfzijl gaan we in basis uit van 60 cm gerijpte klei in 3 jaar ofwel 2000 m³/ha per jaar. Voor de kwelder geldt een aangenomen productie/aanslibbing van 200 m³/ha per jaar, passend bij een opslibbingssnelheid van 2 cm per jaar. Dit is hoger dan de zeespiegelstijging, maar een hogere opslibbingssnelheid lijkt mogelijk omdat de kwelder periodiek wordt verlaagd, waarmee de opslibssnelheid toeneemt.
- **De transportafstand bij levering van baggerslib.** De pilot Delfzijl ligt dicht bij de haven van Delfzijl, maar op grond met de bestemming bedrijventerrein. Toekomstige kleirijperijen liggen waarschijnlijk op grotere afstand van de haven. Dit betekent dat rekening moet worden gehouden met grotere vaarafstanden en ook grotere leidinglengtes. Belangrijk is dat de kleirijperij dicht bij een loswal is gelegen, omdat transport over water goedkoper is.
- **De transportafstand bij levering van gerijpte klei aan het werk.** De basistypen gaan uit van een levering van de gerijpte klei aan dijkversterkingen in het noorden van het land, zoals de Brede Groene Dollard Dijk. Na versterking van deze dijk moet rekening worden gehouden met andere transportafstanden, bijvoorbeeld naar dijkversterkingswerken elders langs de Waddenzee. Er is dus sprake van een aanzienlijke bandbreedte in de transportafstand, aangezien deze kan oplopen tot 40 km of meer. Er wordt niet gekeken naar levering van dijkklei naar het rivierengebied. De afstanden zijn daarvoor te groot om nog te concurreren met de klei die in het rivierengebied zelf vrijkomt. Wel wordt gekeken of bij grotere transportafstanden een deel van het transport over het water kan worden gedaan.

- **De stichtingskosten.** Ook deze zijn variabel. Het gaat om de combinatie van inrichting en ook vergunning technisch mogelijk maken van een kleirijperij. Deze kosten kunnen met een percentage naar boven worden bijgesteld. Als basis geldt al een minimale inrichting. Voor het type Delfzijl is dat alleen een ringsloot en een kade rondom. De inrichtingskosten van de opgeschaalde kleirijperij liggen daarmee veel lager dan van de pilot.

Deze variabelen zijn samengenomen in een dashboard (zie ook Dashboard) waarmee o.m. gevoeligheidsberekeningen kunnen worden gedaan.

2.4 Opschalen

Zoals aangegeven zijn de pilots vooral ingericht voor het doen van onderzoek waarbij gekeken wordt naar verschillende wijzen van inbrengen van slib en bewerkingen. Bij het opschalen van de pilots wordt uitgegaan van de best gebleken methode van kleirijpen. Een opgeschaalde pilot is daarom niet alleen groter maar ook simpeler:

- **Er zijn minder compartimenten nodig.** De schaalgrootte hangt dan nog vooral af van de maat die het beste valt in te passen in het landschap en de afstand waarover slib nog makkelijk kan worden ingebracht.
- **Er is veel minder onderzoek nodig.** Er kan worden volstaan met het monitoren van het rijpingsproces en de kwaliteit van de klei. Daarnaast blijven wel altijd milieukeuringen nodig (een rijping valt onder BRL7500).
- **Er kan eventueel gewerkt worden met vaste leidingen** als dat kostentechnisch voordeliger is.
- **Er kan worden uitgegaan van een langere functionele levensduur**, waardoor de kosten van inrichting minder zwaar wegen op de m³ gerijpte klei.

Het opschalen maakt echter niet alles eenvoudiger:

- **Omdat niet meer sprake is van een pilot of tijdelijke bestemming** moet rekening worden gehouden met procedures voor het wijzigen van het bestemmingsplan.
- **Bij transport van grote hoeveelheden klei** kan het zijn dat afhankelijk van de locatie kosten moeten worden gemaakt vanwege de wegbelasting die dat met zich meebrengt of dat moet worden omgerekend.
- **Grotere kleirijperijen vragen meer effectonderzoek** en vragen waarschijnlijk ook om het doorlopen van een milieueffectrapportage.
- **Voor de pilot is de afzet bekend, voor toekomstige kleirijperijen nog niet** en moet rekening worden gehouden met de noodzaak om ook tijdelijke depots in te richten, zodat vraag en aanbod op elkaar kunnen worden afgestemd.
- **De vraag naar dijkenglei bevindt zich in de toekomst op grotere afstand** van de kleirijperij, zodat rekening moet worden gehouden met een toename in transportafstanden.
- **De grond nabij havens is ook bestemd en in trek voor andere bestemmingen.** Een kleirijperij op een bedrijventerrein ligt niet voor de hand, zodat ook rekening moet worden gehouden met grotere transportafstanden voor het slib dat bij het baggeren van de haven vrijkomt.

3 Variabelen en model

3.1 Kosten van kleirijpen

Voor het verkennen van de business case is in Excel een rekensheet gemaakt waarin volgende variabelen zijn opgenomen:

- **Transportkosten slib** (baggeren, transport over water en land) naar de kleirijperij, inclusief de afvoer van zout water.
- **Transportkosten klei** (ontgraven, per as, afleveren).
- **Depotkosten** (in het geval dat rijpen en levering van klei niet op elkaar aansluiten).
- **Grondkosten** (pacht, aankoop en eventuele verkoop aan het eind, afhankelijk van herstel/verbetering toekomstige bestemming van de grond).
- **Inrichtingskosten** (voor ontsluiting, compartimentering, drainage en aanpassingen maaiveld en wat nodig kan zijn voor een permanent leidingstelsel).
- **Rijpingskosten** (werkslagen die nodig zijn om tot een gerijpte klei te komen).
- **Bijkomende kosten** (onderzoek, vergunningen, leges, engineering e.d.)
- **Productie aan m³ per ha per jaar** of ton Droge Stof per ha per jaar (per verschillende kwaliteitsklassen voor de klei).
- **Levensduur kleirijperij** (het aantal jaren dat de kleirijperij draait).

3.2 Transportkosten

Transportkosten bestaan uit:

- **De kosten voor opbaggeren, transporteren en aanleveren** c.q. inbrengen van slib in de kleirijperij.
- **De kosten voor afgraven, transporteren en afleveren op het werk** c.q. de locatie waar de klei wordt ingezet.
- **De kosten die gemaakt worden voor tussentijdse opslag** en in depot zetten. Deze bestaan uit de werkhandelingen afgraven, transporteren en in depot zetten.

De transportkosten hangen af van de volgende variabelen:

- **De omvang van het werk.** Hoe groter volume slib wordt verplaatst per baggerschip en geperst, hoe lager de mobilisatie en demobilisatiekosten, aanvullende onderzoek, vergunningaanvraag e.d. zijn per m³. Voor transport van de gerijpte klei per as, maakt het volume niet uit voor de kosten, maar het transport kan wel gebonden zijn aan vergunningsvoorwaarden.
- **De locatie van het werk.** Verder van de (Wadden)zee nemen de leidingkosten sterk toe, o.a. voor kruisingen op wegen e.d. Ook moet verder van zee rekening worden gehouden met het zoutbezwaar en kan een separate leiding voor afvoer van zout drainagewater naar zee nodig zijn.

3.3 Transportkosten slib

De transportkosten voor het inbrengen van slib bestaan uit kosten voor het opbaggeren, transport en inbrengen van slib op locatie. De kosten per m³ slib zijn daarbij afhankelijk van:

- **De mogelijkheid om werk met werk maken** (zoals bij nautisch baggerwerk, zie ook vermeden kosten transport slib);
- **Het volume slib dat wordt verplaatst.** Hoe groter dit volume hoe lager de mobilisatie en demobilisatiekosten per m³. Bepalend hiervoor is het volume dat in een aaneengesloten periode kan wordt verperst. Een kleirijperij wordt waarschijnlijk eens per jaar gevuld gedurende een aaneengesloten periode. Dus het jaarlijkse volume dat wordt verplaatst is hierbij bepalend.

- **Transport per beun over water;** deze kosten zijn vooral afhankelijk van de transportafstand en het type boot; bij direct inbrengen c.q. verpersen vanuit de haven worden deze kosten niet gemaakt;
- **Transport per leiding over land;** deze kosten zijn afhankelijk van de transportafstand, want deze bepaalt de lengte aan leiding die moet worden ingezet, de perscapaciteit en de eventuele noodzaak voor het inzetten van een booster. Bij een meer continue aanvoer over een langere periode kan ook worden gedacht aan permante leidingen. Daar is nu niet vanuit gegaan.
- **Ook bij het gebruik van een grondpers,** voor het transport van dik slib, worden de kosten sterk door de transport afstand bepaald.

Voor het transport wordt uitgegaan van baggerschepen die nu ook standaard worden ingezet voor het nautische baggerwerk in de havens van Delfzijl en Eemshaven. Het is mogelijk dat bij een wijziging van het baggerregime, bijvoorbeeld bij inzet van een slibtrog in Eemshaven, de inzet van andere typen baggerschepen logisch is. Er kan dan worden gewerkt met grotere schepen, welke tot een kostenreductie kunnen leiden. Dat is nu niet meegenomen. Er is nu voor Eemshaven en Delfzijl uitgegaan van een baggerschip met een beuninhoud van 3.850 m³. Op dit moment wordt voor de bagger die vanuit Delfzijl naar de monding van de Dollard wordt gebracht een kleiner schip ingezet.

Vermeden kosten transport slib

Het idee is om nautisch baggerslib dat vrijkomt in Eemshaven en Delfzijl te gebruiken als bron voor slib. Voor dit nautische baggerwerk worden nu ook kosten gemaakt. Een deel van de baggerketen die nodig is om slib op te baggeren en te transporteren is hetzelfde als voor het aanleveren van slib naar een kleirijperij. Er is dus sprake van vermeden of in ieder geval lagere kosten in het geval nautisch baggerslib wordt gebruikt. Met oog op het herstel van de Eems-Dollard kan men ook ervoor kiezen om het baggerslib naar de Noordzee af te voeren. Dit kan ook worden gezien als een referentiealternatief wat betreft kosten. Het lijkt namelijk niet zinvol om een kleirijperij te stichten als de netto kosten voor verwerking van slib in een kleirijperij veel hoger zijn dan afvoer van dit slib naar de Noordzee, tenminste als sprake is van gelijkwaardige ecologische effecten, dezelfde bijdrage wordt geleverd aan circulariteit, overlast voor de omgeving, imago verbetering, etc. Etc.. De genoemde kosten voor afvoer naar de Noordzee zijn wel een maximum, aangezien hierin nog niet is voorzien in de inzet van een groter baggerschip, dan nu wordt gebruikt wat kan worden overwogen als de transportafstanden en volumes toenemen.

Tabel 3-1: Potentieel vermeden kosten in het geval van nautisch baggerwerk.

Bron	Huidige nautisch baggerwerk (in euro/m ³ slib/ton d.s.)	Na eventuele aanpassing baggerwerken (in euro/m ³ slib/ton d.s.)	Afvoer naar Noordzee (in euro/m ³ slib/ton d.s.)
Eemshaven	0,75 Euro/m ³ slib bij 35% d.s. (ca 2,3 Euro/m ³ gerijpte klei, uitgaande van een verhouding van 3,0 op 1)	Mogelijke inzet van een slibvang/put, dit kan de inzet van een groter baggerschip mogelijk maken. Wel is afstemming nodig met het inbrengen van slib in de kleirijperij.	2,2 Euro/m ³ slib (ca 6,6 Euro/m ³ gerijpte klei uitgaande van een verhouding 3,0 op 1)
Delfzijl	1,0 Euro/m ³ slib bij 29% d.s. (ca 3,0 Euro/m ³ gerijpte klei, uitgaande van een verhouding van 3,0 op 1)	Omzetten van hydrojetten naar normaal baggerwerk, dit zal al tot een kostenverhoging leiden	3,5 Euro/m ³ slib (ca 10,5 Euro/m ³ gerijpte klei), uitgaande van een verhouding van 3,0 op 1)

In Tabel 3-1 is ervan uitgegaan dat er circa 3,0 m³ baggerslib nodig is om een m³ gerijpte dijkenglei te maken. Deze factor is gelijkgesteld voor Eemshaven en Delfzijl. Het baggerslib uit Eemshaven heeft een hoger d.s. gehalte in de beun, maar de pilot laat zien dat met baggerslib uit Delfzijl dijkenglei kan worden gemaakt met een lager d.s. gehalte, vooral vanwege het hogere organisch stofgehalte. De vermeden kosten worden per m³ dijkenglei aangegeven, vandaar dat de huidige baggerkosten en ook de transportkosten naar de Noordzee zijn vermenigvuldigd met een factor 3,0. Er kan hierbij nog worden opgemerkt dat de losse

geleverde klei vanuit de pilot wel een hogere verdichtingsfactor kent in de orde van 1,31. Dit is aanzienlijk meer dan de 1,15 waarmee in eerste instantie werd rekening gehouden en die gangbaar is voor dijkkenlei die van elders wordt aangevoerd.

De vermeden kosten zijn aanzienlijk vooral voor de haven van Delfzijl. In vergelijking met transport naar de Noordzee kan aanleveren van slib naar een kleirijperij zelfs goedkoper zijn als deze dicht bij de haven is gelegen. De vermeden kosten hangen daarbij sterk af van de dichtheid van het volume dat wordt getransporteerd. Hoe dunner het baggerslib hoe meer m³ daarvan verplaatst moeten worden om een m³ klei te kunnen laten rijpen. De afvoer van slib naar de Noordzee is pas aantrekkelijker vanuit het oogpunt van de beleidsopgave als de netto-opbrengst (kosten- baten) van de gerijpte klei kleiner is dan de kosten van het afvoeren naar de Noordzee. Dit kan ook tijdelijk het geval zijn. Het is daarom denkbaar dat in het beleidsscenario periodiek slib naar de Noordzee wordt gebracht als dat voor de opgave nodig is en de gerijpte klei niet voldoende oplevert. Het is op dit moment niet zeker of er sprake is van een terugkoppeleffect, in de zin dat het continue onttrekken van slib ook het baggerbezwaar in de havens kan verminderen. Als dat het geval is, nemen de kosten voor het Referentiealternatief wegbrengen naar de Noordzee mogelijk wat verder af, maar er is dan vooral sprake van extra vermeden kosten als het baggerslib op het land wordt gezet. Eerste doorrekeningen laten zien dat dit mogelijk in de orde van 10% zou kunnen zijn.

Voor andere bronnen, zoals bijvoorbeeld buitendijkse slibvangst op kwelders of bij gebruik van slib uit de polders zoals Breebaart zijn er geen vermeden kosten huidig baggerwerk en komen de volledige kosten voor het slibtransport altijd voor rekening van de gerijpte klei. Incidenteel kan slib vrijkomen als onderdeel van een beheermaatregel net zoals dat is gebeurd bij het baggeren van de Klutenplas en van polder Breebaart. De hoeveelheden slib die hierbij vrijkomen zijn echter beperkt.

Transportkosten geconsolideerd slib/bagger

Het is zinvol de situatie van Polder Breebaart te onderscheiden, mede omdat hier gebruik wordt gemaakt van een andere bron voor het slib en ook een buitendijkse locatie. Hier wordt in een intergetijde gebied met gedempt getij, afgezet slib gewonnen. Het is geen dunne bagger zoals vrijkomt bij nautisch baggerwerk, maar al onder de waterlijn geconsolideerd slib. Als dit wordt verperst met een grondpers bereikt de bagger ook de kleirijperij met een hogere dichtheid. Dit was in opzet ook de bedoeling. De inzet van een grondpers bleek in de pilot niet mogelijk. In de pilot is uiteindelijk deze bagger wel geperst, waarbij water is bijgemengd. In praktijk maakt het mogelijk weinig uit met wat voor dichtheid het slib wordt ingebracht, omdat de consolidatie de eerste dagen erg snel gaat en er dus met wat dikker slib maar weinig tijdswinst wordt behaald.

Verdelen van slib over de compartimenten

Slib dat per leiding wordt aangevoerd kan direct in de rijpingscompartimenten worden ingebracht. Bij slib met zand vindt ontmenging plaats en is sprake van gradiënten in samenstelling indien de dichtheid onder de gel-concentratie⁴ ligt. Het is nog niet duidelijk hoe verschillen in samenstelling van invloed zijn op het rijpingsproces. Dit wordt in het onderzoek van de Kleirijperij Kwelder betrokken.

In de pilots is gewerkt met kleine compartimenten, mede omdat in dit project meerdere rijpingstechnieken naast elkaar beproefd worden. Het verdelen van slib gaat echter ook goed in veel grotere compartimenten. Om deze reden wordt bij de inrichting dan ook uitgegaan van grote compartimenten en dus veel minder grondverplaatsing per hectare dan in de pilot. De inrichtingskosten nemen daarmee sterk af.

⁴ De eerste fase van consolidatie treedt snel veel water uit, totdat het moment is bereikt dat de massa zich gedraagt als een gel, waar onder invloed van gewicht en uitdroging water uit verdwijnt. Dit gebeurt meestal bij een waarde van 1.2. t/m 3.

3.4 Transportkosten gerijpte klei

De transportkosten van gerijpte klei bestaan uit:

- **Ontgraven van klei en laden van een vrachtwagen met een kraan.** De snelheid van ontgraven hangt daarbij af van het materieel dat wordt ingezet en de laagdikte die kan worden afgegraven en of daarbij secuur gewerkt moet worden. Er wordt uitgegaan van de inzet van een klein type kraan [150 m³/uur]. Bij dunnere lagen is de werksnelheid minder groot, maar er kan zo mogelijk met een aangepaste bak worden gewerkt. Er kan niet efficiënt worden gewerkt als de klei nat is, bovendien voldoet natte klei niet aan de eisen voor verwerkbaarheid en kan deze ook niet geleverd worden.
- **Transport per as.** De kosten hangen vooral af van de tijd die het transport vraagt, wat weer een functie is van de transportafstand, het type vrachtwagen en het type weg en transportsnelheid. Er wordt uitgegaan van een 25 tons vrachtwagen en van vochtig/droge klei met een gewicht van 1.400 kg/m³.
- **Aflevering op het werk.** Er wordt een vergelijking gemaakt met klei uit andere bronnen en op de prijs voor levering op het werk. Vanuit het rivierengebied betekent dit meestal de levering per schip nabij het werk. De verdere kosten zoals het beladen van een vrachtwagen en transport per as naar de dijk zijn daarin niet inbegrepen. Er moet worden gewacht afhankelijk van de capaciteit van het materieel waarmee wordt gelost of de verdere werkslagen. Bij dijkversterking wordt er vaak in de vorm van een “treintje” gewerkt, waarbij verschillende werkslagen op elkaar aansluiten. De kosten voor aflevering zijn in principe hetzelfde ook voor levering van klei uit een andere bron. Deze post is daarom niet nader beschouwd in een vergelijking met andere bronnen voor dijkklei

De transportkosten worden mede bepaald door de wijze waarop ontgraven, transport en aflevering op elkaar kunnen worden afgestemd, zodat al het rijdend materieel continue in gebruik is. In de meeste gevallen kan zo'n optimale keten niet worden gevormd en is er altijd sprake van wachttijden.

3.5 Afstemmen vullen, rijpen en leveren.

Afstemmen baggerwerk en vullen

De baggerstrategie voor het nautisch baggerwerk bepaalt wanneer hoeveel slib beschikbaar kan komen voor de kleirijperij. In sommige havens wordt continue gebaggerd, maar periodiek bagger afgevoerd doorgaans in vroege voorjaar en late najaar. Mogelijk wordt in de Eemshaven over enige jaren gebruik gemaakt van een slibvang waarbij men eerst slib bijvoorbeeld met waterinjectiebaggeren of slibschuiven naar de slibvang schuift en het daarna in kortere perioden afvoert. Men wil dan een keer per jaar alle bagger verplaatsen. Dit sluit alleen goed aan op het vullen van de kleirijperij als dit in het vroege voorjaar gebeurt. Het baggeren kan daarbij gebonden zijn aan vergunningseisen, waarbij bepaalde perioden zijn uitgesloten. Zo is er een voorkeur voor het uitvoeren van baggerwerk in de wintermaanden omdat de verspreiding van slib op dat moment de kleinste effecten heeft op het milieu. Dat maakt het vullen van de kleirijperij in het vroege voorjaar waarschijnlijk nog wel mogelijk, vooral ook omdat het vullen zelf niet tot vertroebeling in het Eems-Dollard estuarium leidt.

Er is wel sprake van een mismatch als men snel dunnere lagen klei wil laten rijpen en daartoe tweemaal, in voorjaar en in het midden van de zomer, wil laten vullen. Als het nautisch baggerwerk hierop moet worden aangepast, zal dit tot extra kosten leiden voor mobilisatie en demobilisatie. Ook kan het zijn dat er dan een minder groot baggerschip wordt ingezet wat weer tot extra kosten leidt.

Afstemmen rijpen en leveren

Het rijpen van klei hangt af van de ingebrachte laagdikte van de klei. Het snelste lijkt het inbrengen van een dunne laag slib van orde 45 cm. In een goed jaar rijpt dit binnen 3 maanden naar 15 cm, en kan mogelijk nog een tweede laag van 45 cm slib worden ingebracht. Als niets tegenzit is deze klei uitgerijpt in het najaar.

Er kan dan tot 30 cm klei, ofwel 3000 m³/ha jaarlijks vanuit de kleirijperij als losse klei worden geleverd. Dit wordt waarschijnlijk niet in alle jaren gehaald, want een wat nattere periode in voorjaar, zomer of najaar betekent al gauw dat maar een batch gerijpt kan worden.

Dit betekent dat de volledige afvoer en levering van gerijpte klei in een periode van orde 6 maanden moet plaatsvinden bij voorkeur in het late najaar en in het winterseizoen. Dit is geen probleem als ook in het werk dit volume in dezelfde tijd verwerkt kan worden. Hierbij moet met het volgende rekening worden gehouden:

- **Werken aan primaire keringen zijn maar beperkt toegestaan in het winterseizoen.** Deze beperkingen gelden vooral als vooraf aan het werk het vergraven van de bestaande primaire kering nodig is. Er zijn minder beperkingen als de klei kan worden opgebracht zonder dat hiervoor de primaire kering vergraven moet worden. Bij voorkeur levert de kleirijperij daarom klei in het zomerseizoen, maar dit is ook het seizoen waarin klei gerijpt wordt.
 - Als de klei een maal per jaar in het voorjaar wordt ingebracht is de klei gerijpt in het najaar en is er sprake van een mismatch tussen dijkversterking en rijping. De klei kan dan al wel in het najaar of vroege voorjaar worden geleverd maar moet voor een groot deel in depot worden gezet. Kostentechnisch is het niet handig om al deze klei in 1 maand te verwerken (zie ook hierna). Mogelijk moet dan 5/6 van de klei in depot worden gezet alvorens deze gebruikt kan worden.
 - Bij het inbrengen van dunnere lagen slib kan mogelijk halverwege het zomerhalfjaar al gerijpte klei worden geleverd, met later een tweede levering in het najaar. Deze zou als alles meezit na half september kunnen worden geleverd en tot half oktober vooraf aan het winterhalfjaar verwerkt kunnen worden. Dit vereist wel dat de dijkversterking in korte tijd veel materieel inzet wat weer kostenverhogend zal werken. In dit geval kan er 2 maand overlap zijn tussen leveren en werk en moet orde 4/6 van de klei in depot worden gezet.
- **Meestal wordt met een continue snelheid aan de versterking van een dijk gewerkt.** Kostentechnisch is het handig om het gehele zomerhalfjaar aan de versterking te kunnen werken. Men heeft dan relatief weinig materieel nodig en men is ook minder afhankelijk van perioden van slechter weer. Als alleen in het voorjaar en najaar gewerkt kan worden en daarbij grote hoeveelheden klei moeten worden ingezet dan lopen de kosten flink op. Er is dus een voorkeur voor het in depot zetten, in de kleirijperij of nabij het werk.
- **Slecht weer kan rijping en levering beïnvloeden.** In het voorjaar maar ook in het najaar kunnen natte perioden optreden waardoor de klei niet kan worden afgegraven en/of de geleverde klei te nat is om te verwerken. Dit risico is groter naarmate met een dunnere kleilaag wordt gewerkt. Voor het werk aan de dijkversterking is een continue beschikbaarheid van klei een voorwaarde. Ook dit pleit voor het inrichten van een depot en ook voor het starten van de kleirijperij een jaar eerder voordat men klei gaat leveren, zodat men een buffer opbouwt waarop men kan terugvallen bij slechter weer en een lagere productie.
- **Het is ook mogelijk dat er niet direct vraag is naar de klei die uitgerijpt beschikbaar is.** Er is bijvoorbeeld geen project in de buurt dat behoefte heeft aan klei, of er wordt meer klei gemaakt dan waarvoor tijdelijk afzet gevonden kan worden. Dit laatste kan zich vooral voordoen als men de totale capaciteit van de kleirijperijen afstemt op wat naar verwachting maximaal geleverd moet kunnen worden, zoals aan de versterking van de Brede Groene Dollard dijk of als de capaciteit wordt afgestemd op de beleidsopgave en deze in meerdere jaren meer gerijpte klei oplevert dan men in enkele jaren af kan zetten. Ook dit kan tot het in depot zetten van klei leiden, of men koopt goede kwaliteit klei voor een lagere prijs, omdat daar wel een afzet voor gevonden kan worden.

Al met al moet dus altijd rekening worden gehouden met een tijdelijk depot, of door klei langer te laten liggen in de kleirijperij, of door het inrichten van een depot op de kleirijperij of op het werkterrein. Beide kunnen dus tot extra kosten of een lagere productie leiden. We gaan daarbij uit van het volgende:

- Er wordt minimaal 1 jaar productie in depot gezet. Dit is nodig voor leveringszekerheid. Dit depot wordt ingericht op de kleirijperij zelf en gaat daarom ten koste van het netto oppervlak dat voor het rijpen van klei beschikbaar is. Als we uitgaan van een 4 meter hoog depot en een gemiddelde productie van 2000 m³/ha, dan is daarvoor ongeveer 500 m² per hectare nodig. Het benodigde bruto oppervlak neemt dan met 5% toe. Tezamen met kades, ontsluitingswegen is het verschil tussen bruto en netto oppervlak dan orde 15%.
- De gerijpte klei wordt voor 4/6 van het volume in depot gezet, of in de kleirijperij of op het werk. Hiermee zijn extra kosten gemoeid, orde 2 Euro/ m³, voor extra ontgraven en tussentijds transport.
- Voornoemde uitgangspunten hebben vooral betrekking op het direct kunnen leveren aan een werk zoals de Brede Groene Dollard Dijk. Voor het draaien van een kleirijperij op langere termijn moet men ook rekening houden met jaren dat er geen vraag is naar klei. Als dit maar een jaar het geval is, kan men terugvallen op het depot waarin sowieso al is voorzien. Als de flauwte in de vraag langer aanhoudt dan zijn er twee mogelijkheden. Of men gaat door met het rijpen van laag op laag en gebruikt daarbij de bestaande compartimenten impliciet als depot. Dit lukt alleen maar als de eerste laag ook helemaal is uitgerijpt. Bovendien moet de kadehoogte hiervoor voldoende zijn. Dit kan men mogelijke enkele jaren volhouden zonder dat aanpassingen in de inrichting nodig zijn. Daarna zal men in netto oppervlak moeten inboeten omdat meer depotruimte moet worden ingericht. Wel moet rekening worden gehouden met mogelijk een iets lagere productiesnelheid omdat naar verwachting het rijpen wat trager zal verlopen. Het andere alternatief is dat men een tijd geen klei rijpt als er geen zicht is op het leveren van klei. In dat geval zou het beleidsscenario terugvallen op andere slibsporen of op het Referentiealternatief wegbrengen van slib naar de Noordzee. Dit is waarschijnlijk goedkoper dan klei blijven rijpen en in depot zetten. Uitgangspunt is dan ook dat we voor een langjarige mismatch uitgaan van het stoppen van het rijpen van de klei op het moment dat dat ten koste gaat van de productiecapaciteit.

3.6 Grondkosten en herstelkosten

Van bruto naar netto productieoppervlak

Er moet onderscheid worden gemaakt naar het bruto oppervlak dat nodig is voor het stichten van een kleirijperij en het netto oppervlak daarbinnen waarop het slib wordt aangebracht. Het verschil tussen bruto en netto wordt gevormd door compartimenteringsdammen, ontsluitingswegen, depots, niet benutte ruimte en dergelijke. De grondkosten betreffen het bruto oppervlak. De werkzaamheden nodig voor het rijpen en ook de productiecapaciteit hebben betrekking op het netto oppervlak.

In de spreadsheet kan de verhouding tussen bruto oppervlak kleirijperij en netto productieoppervlak worden ingesteld. Er is uitgegaan dat het bruto oppervlak 10% groter is dan het netto oppervlak. In de pilot Delfzijl was het netto oppervlak nog kleiner vanwege het grote aantal compartimenteringsdammen, maar bij een minimale inrichting gaat maar weinig bruto oppervlak verloren aan kades, ontsluiting en ringsloten. Deze verhouding is voor alle typen aangehouden. Het bruto oppervlak is echter 15% groter als ook nog moet worden voorzien in een gronddepot, ter grootte van een jaarproductie.

Pachten of grond aankopen

Grond voor inrichting van een kleirijperij kan worden gepacht of aangekocht en bij beëindiging van de kleirijperij mogelijk weer worden verkocht.

- **Pachten:** Voor het pachten van de grond kan worden uitgegaan van standaard pachtprizen. Als de kleirijperij op een kwelder of dijk wordt aangebracht, dus in eigendom van het waterschap, zijn er mogelijk geen extra grondkosten. Veel kwelders zijn echter ook in particulier eigendom, in welk geval men wel de grond moet pachten. Als men grond pacht dan zal men bij beëindiging van de kleirijperij de grond weer in de oorspronkelijke staat moeten herstellen (zie herstelkosten). Pachten is voordeliger als men de grond maar voor een beperkte duur gebruikt. De pachtprizen schommelen

per jaar. Voor het pachten van landbouwgrond is uitgegaan van een dubbele pacht prijs van 1600 Euro/jaar per ha voor de gehele periode (zie ook onderstaande tabel). De pacht prijs ligt dan in de orde van grootte als een grondeigenaar voor het pachten voor een zonneveld kan krijgen, welke kan oplopen tot 2.000 Euro/jaar. Voor kwelders is een bedrag van 1.200 Euro/jaar per ha gerekend. Het pachten van een bedrijfsterrein, zoals is gebeurd in de pilot Delfzijl, is erg duur. De kosten bedragen hier een veelvoud van de pacht prijs van landbouwgrond. Wel moet ermee rekening worden gehouden dat het pachten van de grond nog duurder kan zijn, omdat een kleirijperij niet als landbouw wordt aangemerkt, waardoor de grondeigenaar niet meer gebonden is aan de Pachtwet en dus substantieel hogere pacht prijzen kan vragen.

- **Grondaankoop:** Voor het langdurig rijpen van klei is het aankopen van grond handiger maar het aankopen van grond is vaak wel lastiger, want hiertoe zijn boeren minder gauw bereid, of het moet een boer zonder erfopvolger zijn. Een andere reden om de grond aan te kopen is een verwachte of gewenste functieverandering van de grond, bijvoorbeeld als natuurgebied of als gebied voor brakwaterlandbouw bij beëindiging van de kleirijperij. Ook als men het maaiveld wil afgraven met oog op de verkoop van zo gewonnen klei, ligt grondaankoop voor de hand. De vraag daarbij is wel of men bij de vergoeding van de grond aan de oorspronkelijke eigenaar rekening moet houden met deze mogelijke opbrengsten van een kleirijperij. Ook hier is uitgegaan van dubbele grondprijzen.

Tabel 3-2: Pacht prijzen voor landbouwgrond in het noorden van Nederland ⁵.

Pacht prijs gebied	Regionorm 2018 (euro/ha)	Regionorm 2017 (euro/ha)	Veranderingspercentage 2018
Bouwhoek en Hogeland	653	677	-4
Veenkoloniën en Oldambt	640	743	-14
Noordelijk weidegebied	586	796	-26

In alle gevallen zal men bij voorkeur aaneengesloten percelen willen pachten of verwerven die binnen een hydrologische eenheid zijn gelegen en waarvoor geen of maar weinig extra inrichtingsmaatregelen nodig zijn. Wegen en bebouwing in een polder die men wil inrichten als kleirijperij geven direct hoge aanvullende kosten (zie ook inrichtingskosten).

Kosten voor herstel na beëindiging

Bij oplevering is sprake van herstelkosten. Herstel heeft daarbij een relatie met inrichting, want het gaat o.a. om het afgraven van compartimenteringsdammen, herstel maaiveld en afwatering. Het is echter ook mogelijk dat niet alles in de oude staat wordt hersteld omdat de inrichting van de kleirijperij ook voordelen biedt, of een verbetering vormt ten opzichte van de oorspronkelijke situatie.

Apart kijken we daarbij naar herstel van het maaiveld. Dit is omdat het in principe mogelijk is dat we het maaiveld verlagen als onderdeel van de inrichting of om klei te winnen in bepaalde basistypen. Ook kan het zijn dat men niet het oorspronkelijk maaiveld maar een hoger of lager maaiveld wenst te realiseren, vanwege toekomstig ruimtegebruik, of om maaiveld daling te compenseren, de waterhuishouding te vereenvoudigen etc.

⁵ <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/landbouw-en-tuinbouw/nieuws/2018/05/23/nieuwe-pachtnormen-2018>

3.7 Inrichtingskosten

Tot de inrichtingskosten behoren:

- **Ontsluiting:** afhankelijk van de ligging kan een extra ontsluitingsweg nodig zijn voor leidingen of transport per as. Bij aanleg van de ringsloot en kaden wordt uitgegaan van de inzet van rijplaten (zie hieronder).
- **Ringdijk en ringsloot:** deze zijn om de kleirijperij gelegen en vormen gelijk de fysieke begrenzing waardoor de inzet van hekwerk of een raster niet nodig zijn. Een uitzondering vormt de kleirijperij, waarvoor vergelijkbaar aan de pilot Kwelder (depot) voorzien moet worden in een veeraster⁶. Naar schatting kunnen in het noordelijk kleigebied eenheden in de orde van 20 hectare worden gemaakt, die nog kunnen worden ingepast in het landschap. Bij nog grotere eenheden vallen al gauw wegen, kades of boerderijen daarbinnen. Deze maat bepaalt mede het grondverzet voor ringdijk en ringsloot. Een andere variabele is de hoogte van de kade die nodig is om het slib op te sluiten. Slib kan eenmalig hoog worden ingebracht, om over enkele jaren een dikkere laag gerijpte klei te maken en men kan uitgaan van een jaarlijks cycluseduur, waarbij bijvoorbeeld 15 tot 30 cm gerijpt wordt. Voor de business case wordt uitgegaan van een gemiddelde daartussen. Uitgaande van compartimenten met een gemiddelde grootte van 6 ha, en een kade van 1 meter hoog bij 3 m³ grondverzet, is het grondverzet orde 300 m³/ha voor type Delfzijl. De kosten bedragen dan orde 6.000 Euro/ha (totale kosten). Het bruto/netto oppervlak is dan, inclusief een 4 meter breed werkpad orde 0,90.
- **Compartimentering:** de pilots zijn voorzien van compartimenten. Compartimenteringsdammen kunnen nodig zijn om wegen, gebouwen en leidingen te ontsluiten, of om slib in kleinere eenheden te kunnen bewerken. Bij de berekeningen wordt uitgegaan van grotere eenheden, veel groter dan in de pilot is gehanteerd. De meeste gebouwen en wegen liggen aan de rand en behoeven geen extra compartimenteringsdammen. We hanteren 10% extra lengte voor extra compartimentering.
- **Omploegen wortelzone:** verwijderen wordt niet nodig geacht, eenmaal omploegen is voldoende. De kosten hiervan liggen in de orde van 100 Euro/ha (8 km uur werksnelheid, 2,5 werkbreedte, 125 Euro (excl. BTW) per uur) en zijn verwaarloosbaar in vergelijking met de andere kosten.
- **Drainage, afwatering, pompen:** afhankelijk van de werkwijze moet ook drainage en afwatering worden geregeld. Voor de fase dat slib wordt ingebracht kan een eigen kleine pompinstallatie nodig zijn. Dit zal ook het geval zijn als geen gebruik gemaakt kan worden van het aanwezige poldergemaal. Bij het inbrengen van zout water kan een aparte leiding of afwateringsgang nodig zijn voor de afvoer van zout water. Hoe verder van zee, hoe belangrijker een zelfstandige afvoer van zout water nodig kan zijn. Voor de berekeningen is uitgegaan van een opzet waarbij vanuit de kleirijperij rechtstreeks water teruggepompt kan worden naar zee.
- **Installaties die nodig zijn voor de verdeling van slib over de compartimenten:** bij een langduriger gebruik van een kleirijperij kan gekozen worden voor permanente leidingen.
- **Aanbrengen zandlaag.** Uit de pilot blijkt dat de bagger sneller rijpt als deze op een zandlaag is aangebracht. Als men een dunne laag klei afgraaft, komt er altijd een deel van de zandlaag mee. Voor de kwaliteit van de klei is dat meestal geen probleem. Wel wil men voorkomen dat regelmatig de zandlaag moet worden aangevuld. Voor leveren en aanbrengen van zand wordt 15 Euro/ m³ (excl. BTW) gerekend. Het aanbrengen van 0,2 meter, kost dan orde 30.000 Euro/ha. Het is daarmee zondermeer de grootste kostenpost voor de inrichting. Uit de pilot blijkt dat de afgegraven klei uit de rijpingsvakken met een zandlaag ongeveer 10% zand bevat. De klei die aan de BGD werd geleverd is zorgvuldiger uitgegraven en had een veel lager zandgehalte. Het navullen van zand kost dan gemiddeld gesproken orde 1,5 Euro per m³.

⁶ Het veeraster is bedoeld als fysieke afscheiding voor bijvoorbeeld nieuwgierige mensen en vee.

In de spreadsheet zijn deze onderdelen niet allemaal apart onderscheiden. Er is op basis van de raming voor de kleirijperij bij Delfzijl en Kwelder een schatting gemaakt van het totaal aan inrichtingskosten per ha op basis van een kale raming, waarin pilot specifieke kosten of extra kosten zijn verwijderd. De inzet van rijplaten en hekwerk is hier gekoppeld aan huur en weken inzet. De resulterende inrichtingskosten⁷ bedragen orde 4.000 Euro/ha (tot. incl. BTW) voor type kleirijperij Delfzijl en 25.000 Euro/ha (tot. incl. BTW) voor type Kwelder(depot). De kosten voor type Kwelder(depot) zijn veel hoger omdat hier een hogere ringdijk nodig was. De kosten voor het type kleirijperij Delfzijl zijn 34.000 Euro/ha als wordt uitgegaan van een zandbed. Zoals aangegeven is het in principe mogelijk en deels ook onvermijdelijk dat een deel van deze zandlaag wordt gemengd met de klei bij het afgraven. Het volume van de zandlaag doet dan feitelijk mee in het volume aan gerijpte klei dat wordt gewonnen. De productie van gerijpte klei neemt daarmee weer ongeveer 10% toe. Het toepassen van een zandbed heeft dus meerdere gevolgen, hogere inrichtingskosten, hogere gewonnen volume en ook een snellere rijping van de klei dus een hogere productie.

Het type kweldernok, is een soort van pilot Kwelder waarbij de ringdijk en de kleirijperij expliciet onderdeel uitmaken van het voorland, c.q. de primaire kering, en op deze wijze zorgen voor de benodigde golfreductie. Dit betekent dat de klei na rijping niet meer hoeft te worden getransporteerd en dat er ook geen sprake is van herstelkosten in de zin dat bij de aanleg is aangelegd wat op termijn nodig is. Wel moet rekening worden gehouden met hogere inrichtingskosten, maar deze kunnen daarbij ook weer worden gezien als voorinvesteringen in een toekomstige dijkversterking. Dus de ringdijk moet waarschijnlijk zwaarder worden uitgevoerd, maar voor dit moment gaan we ervan uit dat de inrichtingskosten vergelijkbaar zijn aan die van kleirijperij Kwelder, dus dat de extra kosten voor rekening komen van de dijkversterking. Het rijpingsproces is vergelijkbaar aan dat van kleirijperij Kwelder. Hierbij wordt standaard uitgegaan van een levensduur die past bij de totale ophoging die nodig is voor een golfreducerend voorland. Omdat niet bekend is hoe hoog dit voorland moet zijn, wordt verondersteld dat een standaard levensduur van 32 jaar voldoende is om de gewenste kleiophoging te realiseren.

Dit betreft kosten voor bruto hectares. De kosten per ha productie-eenheid liggen orde 7% hoger, vanwege het kleinere netto oppervlak. Hierbij moet worden opgemerkt dat de inrichtingskosten kunnen toenemen als bijvoorbeeld extra installaties nodig zijn voor drainage e.d.

De inrichtingskosten van de andere typen kennen een ander kostenbeeld. Klei rijpen op een kwelder vraagt mogelijk alleen om de inzet van rijshoutschermen (kwelderwerken). Soms zijn deze al aanwezig en gaat het vooral om het doorzetten van het onderhoud. De kosten per hectare bij nieuwe aanleg liggen in de orde van 32.000 Euro/ha (tot. incl. BTW), dit is dus veel hoger dan de inrichtingskosten voor het type Delfzijl. Daarnaast moet rekening worden gehouden met onderhoudskosten van de rijshoutschermen in de orde van 2.000 Euro/ha/ jaar (totaal incl. BTW).

3.8 Maaiveldaanpassingen

De maaiveldaanpassingen worden apart beschouwd, mede omdat deze van belang zijn voor de inrichtings- en herstelkosten maar ook voor toekomstig grondgebruik na beëindiging van de kleirijperij. In de pilot Delfzijl werd 26.000 m³ grond ingezet voor de compartimenteringsdammen, ofwel orde 20 cm maaiveldverlaging. Bij herstel van de oorspronkelijke situatie wordt het maaiveld deels hersteld door het materiaal uit de compartimenteringsdammen weer als ophooglaag aan te brengen.

In de praktijk is evenwel een enkele dam rondom de kleirijperij voldoende en de grond hiervoor kan uit de ringsloot worden gehaald.

⁷ Fysieke minimale inrichting bestaat uit: rijplaten, dam, in combinatie ringsloot

Het is echter ook mogelijk om meer klei initieel af te graven, meer dan nodig is voor de eigen inrichtingswerken. In dat geval komt er klei beschikbaar die mogelijk elders ingezet kan worden, bijvoorbeeld als dijkklei. Er is dan sprake van een baat die de inrichtingskosten kan drukken. Echter als het oorspronkelijk maaiveld weer hersteld moet worden, moet deze klei worden aangevoerd, of in situ extra worden gerijpt. Dus de mogelijke baat doet zich vooral voor als het oorspronkelijk maaiveld niet wordt hersteld, maar er een nieuwe functie voor het gebied gaat gelden die past bij het verlaagde maaiveld.

Als de kleirijperij op kleigrond is gelegen die in principe ook als dijkklei kan worden ingezet, dan kan men deze klei ook misschien als een voorraad die kan worden aangesproken als de rijping tegenvalt en men wel een bepaalde hoeveelheid moet leveren. Dit kan de leveringszekerheid van een kleirijperij vergroten.

De baten van de klei die vrijkomt bij het afgraven van het maaiveld kunnen op verschillende manieren worden gewaardeerd:

- **Het drukken van de inrichtingskosten voor het maken van compartimenteringsdammen.** Vanwege de korte afstand, maar ook de hoge kosten van klei bij aanvoer van elders, is het gebruiken van lokale grond het meest voordelig. Dus voor de eigen inrichting wordt minimaal een gesloten grondbalans nagestreefd. In feite wordt de aanwezige klei al gebruikt door te veronderstellen dat de compartimenteringsdammen gemaakt kunnen worden met de grond die vrijkomt uit de ringsloot.
- **Het direct of opportuun beschikbaar maken van klei.** In dit geval speelt de vraag welke kwaliteit klei ontgraven wordt en waar en op welk moment deze klei wordt ingezet. Het meest gunstige scenario is om de kleirijperij te starten kort voor het moment dat er een vraag is naar de klei die geleverd kan worden. Op deze wijze zou men ten tijde van de inrichting van kleirijperijen de versterking van de Brede Groene Dijk meteen van klei kunnen voorzien. Als de inrichting niet samenvalt met een grote vraag naar klei in de omgeving gaat de klei tijdelijk in depot en wordt geleverd gelijk met de gerijpte klei, zodra een dijkversterking daar om vraagt. Als men klei in depot zet, moet enige tijdrekening worden gehouden met een ruimtebeslag waardoor er minder netto oppervlak aanwezig is om klei te rijpen. Men kan er ook voor kiezen om deze klei te laten liggen en pas te ontgraven gelijk met de gerijpte kleilaag. In dat geval is het ruimtebeslag nul en kan ook in een korte periode veel klei worden geleverd. Bovendien kan de reeds gerijpte onderlaag op elk moment van het jaar worden afgegraven en geleverd, waardoor een meer constante levering ook mogelijk is. Dit lijkt daarom het meest logisch en is dan ook als uitgangspunt genomen.

3.9 Rijpingskosten (bewerkingskosten)

In de pilot Kleirijperij worden meerdere vormen van operationeel beheer beschouwd. Deze gaan uit van een andere wijze van aanbrengen van het slib (in 1 of 2 slagen), andere volumes, wel of geen drainage, een of meerdere keren omwerken van de grond e.d.

De pilot is opgebouwd uit een aantal gelijke compartimenten. De hoogte van de dammen hangt mede af van de hoogte tot waar men een compartiment met slib wil vullen. De grootte van de compartimenten is geen variabele binnen de pilot, maar is dat wel bij een toekomstige aanleg van een kleirijperij. Uit de pilot komt geen informatie die aangeeft wat de ideale grootte van een compartiment kan zijn. Uitgangspunt is om te werken met compartimenten van orde 6 ha.

Uiteindelijk komen uit de pilot de volgende zaken:

- **De dichtheid waarmee slib wordt aangeleverd** en initieel in depot Delfzijl wordt gezet. Voor Kwelder(depot) zijn alleen de dichtheden na inbrengen bekend.
- **De bruto productiviteit per ha/jaar** met een onderscheid in klassen klei. Zoals eerder aangegeven blijkt het niet mogelijk om klasse I klei te laten rijpen met het baggerslib uit Delfzijl. Het organisch

stofgehalte kan daarvoor onvoldoende worden teruggebracht. Leidend voor het kunnen leveren van gerijpte klei bij aangepaste eisen is het vochtgehalte. Als dat te hoog is, kan de klei niet in de dijk worden verwerkt. Uit de pilot blijkt dat alleen de vakken met een zandlaag binnen kortere tijd geschikte klei kunnen leveren. In de andere vakken blijkt alleen de bovenste korst voldoende gerijpt. In de pilot is niet gekeken naar een combinatie van een dunne laag slib zonder het aanbrengen van een zandlaag. Dit kan als vooral in de zomer wordt gerijpt voldoende snel gerijpte klei leveren. Ook kan men de klei iets verhoogd in depot aanbrengen, waardoor hemelwater makkelijker afstroomt. Zoals hiervoor is aangegeven kan de productiviteit per jaar weer afnemen als gerijpte klei niet direct geleverd kan worden, of de kleirijperij niet direct weer gevuld kan worden met klei.

- **De inrichtingskosten per ha**, welke mede afhankelijk zijn van compartimenteringsdammen en drainage. Voor peilbeheer kan mogelijk extra pomp/of gemaal capaciteit nodig zijn.
- **De operationele kosten per ha of m³ klei**, welke afhankelijk zijn van het aantal werkslagen, zoals het omwerken van de grond, met waarschijnlijk ook een differentiatie naar de klasse van de klei en de productiviteit.
- **De verhouding waarin verschillende klassen klei kunnen worden geproduceerd.**
- **De productieverliezen die kunnen optreden bij het “oogsten” van de klei**, bijvoorbeeld omdat bepaalde lagen niet volledig van elkaar gescheiden kunnen worden ontgraven. Het aandeel geoogst klasse I klei zal dan in de praktijk minder zijn dan in situ wordt aangetroffen.
- **Kosten voor wat minimaal aan onderzoek nodig is** om het proces van rijping goed te kunnen volgen.
- **Kosten voor het controleren van de kwaliteit van de klei** voordat deze kan worden geleverd.
- **Kosten voor het onder BRL7500 hebben van een rijpingsdepot.**

Hoe hoger de productiviteit, hoe minder zwaar de inrichtingskosten doorwerken in de kosten per m³ klei. Hoe langer het rijpingsproces, hoe zwaarder de operationele kosten doorwerken. Hoe korter de levensduur van een kleirijperij, hoe zwaarder de inrichtingskosten doorwerken. Hoe meer klei van goede kwaliteit geproduceerd kan worden, hoe groter de potentiële baten. Als dit extra werkhandelingen vraagt werkt ook dit door in de productiekosten, maar de extra baten van het kunnen leveren van meer dijkklei klasse I bij een lager aandeel restklei wegen altijd op tegen de extra kosten. Zoals aangegeven kan met het baggerslib uit Delfzijl geen klasse I klei worden gemaakt, hooguit klei dat voldoet aan de Attenbergse grenzen, maar dat volgens het lopende onderzoek wel voldoende erosiebestendig is wanneer het wordt aangebracht in een flauw talud.

Er worden drie soorten klei onderscheiden, mede met oog op inzetbaarheid en mogelijke baten:

- Klasse D Dijkklei, zoals die volgens de huidige (landelijke) eisen kan worden ingezet, wat betreft erosieklasse en een voldoende laag gehalte aan zout en organische stof. Deze prijs van deze klei is hoog, waarbij erosieklasse I vaak 3 tot 4 Euro/ m³ duurder is dan erosieklasse II. Deze klei kan mogelijk worden gemaakt met baggerslib uit Eemshaven maar dat is ongewis, en waarschijnlijk moet dan wel worden uitgegaan van een vrij lage productie, vanwege een langere rijpingsduur. Met baggerslib uit Delfzijl lukt dat niet.
- Klasse V (voldoet) dijkklei, voldoet bij andere eisen ten aanzien van zoutgehalte en organisch stofgehalte. Deze klei kan ingezet worden bij dijkversterkingen vergelijkbaar aan die van de Brede Groene Dollard Dijk, dus uitgaande van een flauw talud van 1 op 7. Een dergelijk dijkontwerp vraagt 40% meer klei dan een traditioneel ontwerp. Voor de Brede Groene Dollard Dijk wordt voor de pilot uitgegaan van een mogelijke prijs van 15 Euro/ m³ in de dijk. Dit is circa 40% lager dan wat waarschijnlijk voor dijkklei die wel aan vigerende eisen moet worden betaald.
- Klasse R Restklei, die niet geschikt is voor dijkversterking. De baat hiervan kan zelfs negatief zijn, als er geen lokale vraag is.

Bij deze indeling moet worden bedacht dat Klasse V voor dit moment een niet bestaande klasse is omdat niet bekend is of de eisen ten aanzien van zout en organisch stof kunnen worden aangepast. In het demonstratieproject Brede Groene Dollard Dijk wordt getest of klei met een hoger organisch stofgehalte en een hoger zoutgehalte mogelijk wel voldoet, in combinatie met een wat flauwer buitentalud. De eerste resultaten zijn veelbelovend. Als dit niet het geval is, moet rekening worden gehouden met meer werkslagen en een veel langere rijpingsduur om alsnog aan de gestelde eisen te voldoen. De productiekosten worden daarmee hoger. Het alternatief is om deze klei als restklei weg te zetten, maar dat geeft veel hogere kosten dan de inzet van extra bewerkingsslagen en een langere rijpingsduur. Er is wat dit betreft mogelijk sprake van een groot verschil tussen de bagger van Eemshaven en Delfzijl. De bagger uit Eemshaven is rijker aan zand en armer aan organische stof. Het rijpen en mogelijk ook het ontzouten gaat hier waarschijnlijk sneller, terwijl het vereiste organisch stofgehalte veel sneller kan worden gehaald.

De klei die van het hogere deel van de kwelder wordt afgegraven heeft waarschijnlijk ook een hoog organisch stofgehalte maar valt naar verwachting wel binnen Klasse Voldoende.

Nu zijn de inrichtingskosten voor het type Delfzijl beperkt per m³ gerijpte klei. Verschillen in productiesnelheid en inrichting werken maar beperkt door in de kosten per m³ gerijpte klei. Bij een situatie zoals de pilot Kwelder is dit anders vanwege de veel hogere kosten voor de dam. Voor dit type buitendijkse kleirijperij leidt ook een kortere levensduur tot veel hogere kosten per m³ gerijpte klei.

3.10 Bijkomende kosten

Eerder beschreven inrichtings- en herstelkosten hebben vooral betrekking op de (directe) bouwkosten. Daarnaast moet rekening worden gehouden met bijkomende kosten zoals:

- **Grond- en bodemonderzoek**, wat vooral nodig kan zijn als men aanwezige klei wil inzetten voor het bouwen van compartimenteringsdammen of direct als klei wil leveren. Het gaat dan om geotechnisch maar ook milieu hygiënisch bodemonderzoek. Ook voor de aanleg van dammen en kunstwerken, zoals duikers en gemalen is bodem- en grondonderzoek nodig.
- **Geohydrologisch en hydrologisch onderzoek**, kan nodig zijn als er bijvoorbeeld kans is op verzilting of vernatting als gevolg van langdurig hogere grondwaterstanden.
- **Ecologisch veldonderzoek**, in geval de aanleg kan leiden tot effecten op natuur moet rekening worden gehouden met aanvullend ecologisch veldonderzoek, in het kader van MER/passende beoordeling, ontheffing Flora en Fauna-wet en dergelijke. Ook kan ecologische begeleiding nodig zijn tijdens het rijpen, om te zien welke handelingen zonder negatieve effecten kunnen worden uitgevoerd.
- **Effectrapportages**, die nodig zijn ter onderbouwing van vergunningaanvragen e.d. Afhankelijk van plaats en omvang kan sprake zijn van een MER, en/of ook een passende beoordeling. Ook kan een wijziging van een bestemmingsplan e.d. nodig zijn vooral als de kleirijperij een meer permanent karakter krijgt of het voorportaal naar een functiewijziging.
- **Vergunningsaanvragen**, o.a. procedurekosten en dergelijke. Kan gaan om vergunningen in het kader van de Omgevingswet, Natuurwet en regelgevingen Lozingsvergunningen e.d. Ook hier wordt de certificering meegenomen voor het hebben van een rijpingsdepot (BRL7500/7510).
- **Keuringen in het kader van de regeling bodemkwaliteit en ingangskeuringen** (o.a. ook PFAS), orde 0,4 Euro/m³ bij partijkeuringen van 1 keuring per 10.000 ton.
- **en leges e.d.**

Hoe kleiner de kleirijperij hoe zwaarder deze bijkomende kosten zullen wegen. De onderzoekskosten van de huidige pilots waren aanzienlijk. De noodzaak van aanvullende onderzoeken en het doorlopen van een m.e.r.-procedure zal van plaats tot plaats verschillen. Bij grotere kleirijperijen kan een omvangrijke

procedure nodig zijn inclusief een wijziging van het bestemmingsplan en kunnen de bijkomende kosten meerdere tonnen bedragen.

Het is niet mogelijk om de bijkomende kosten op componenten niveau uit te splitsen. Er wordt daarom uitgegaan van een beperkt aantal typen locaties en daarmee gepaard gaande bijkomende kosten:

- **Situatie 1: kleine simpele kleipolder met landbouwgrond:**
 - Een hydrologische eenheid geen noodzaak tot compartimenteringsdammen;
 - Geen aanvullende drainage en gemalen;
 - Beperkte effecten via zout water, grondwater;
 - Geen Natura 2000 procedures;
 - Geen bestemmingsplan aanpassingen
 - Kosten vergelijkbaar aan kale kosten kleirijperij Delfzijl, orde 250.000 Euro (incl. BTW).
- **Situatie 2: grotere moeilijke kleipolder met landbouwgrond:**
 - Geen hydrologische eenheid, noodzaak tot compartimenteringsdammen, deze kunnen in hoofdzaak met de grond uit de wortelzone worden gemaakt;
 - Aanvullende drainage, ringsloten en aparte gemalen zijn nodig, omdat niet of onvoldoende gebruik kan worden gemaakt van de bestaande waterhuishoudkundige werken.
 - Beperkte effecten via zout water, grondwater en;
 - Geen Natura 2000 procedures;
 - Geen bestemmingsplan;
 - Kosten orde 600.000 Euro (incl. BTW).
- **Situatie 3: moeilijke kleipolder met landbouwgrond en wijziging bestemming:**
 - Als situatie 2 maar met aanpassing bestemmingsplan;
 - MER-procedure nodig, vanwege omvang, en verwachte effecten;
 - Kosten orde 750.000 Euro (incl. BTW).
- **Situatie 4: kleine pilot kwelder buitendijks:**
 - Aanleg kweldernok, met bescherming;
 - Effectstudies en mogelijk ook compensatiemaatregelen;
 - Volgen Natura 2000 procedures maar geen MER;
 - Kosten orde 250.000 Euro (incl. BTW).

Bijkomende kosten hebben een relatie met de omvang van de kleirijperij. Grotere kleirijperiën hebben grotere effecten, vereisen mogelijk een MER en veel tijd voor inpassing en planvorming. De kosten per ha kunnen desalniettemin in dezelfde orde liggen als voor een kleinere simpele polder. Opschalen betekent dan niet automatisch ook lagere initiële kosten.

Voor genoemde bijkomende kosten zijn allemaal specifiek verbonden aan het opzetten van een kleirijperij. In de transportkosten voor het slib is al 15% aanvullende kosten meegenomen voor uren die moeten worden gemaakt tijdens het storten.

Daarnaast moet nog rekening worden gehouden met **keuringen in het kader van bbk en ingangskeuringen** (o.a. ook PFAS), orde 0,4 Euro/m³ bij partijkeuringen van 1 meting per 10.000 ton.

3.11 Waardering van risico's

We kunnen groepen van risico's onderscheiden, die samenhangen met het transport van slib per beun, het persen van slib met een leiding, de inrichting van de kleirijperij, het rijpen van de klei en het transport van de klei en de afzet van klei. Een aantal van deze risico's zijn samengenomen in de scenario's, waarmee een bandbreedte tussen gunstige en ongunstige uitgangspunten is bekeken.

Risico's die samenhangen met het transport van slib. Het persen van slib is bekend werk, dus doorgaans zijn de direct daarmee samenhangende risico's geïnternaliseerd in de kosten. Specifieke risico's kunnen samenhangen met het transport in de beun:

- **Stormachtig weer** kan ertoe leiden dat schepen niet kunnen varen, of minder lading kunnen meenemen of dat het koppelen van het schip met de persleiding meer tijd vraagt of niet mogelijk is. Dit speelt vooral als kleinere baggerschepen worden ingezet en als het koppelen op open zee gebeurt en dus niet in de luwte van de haven. Zo worden strandsuppleties doorgaans niet in de winter uitgevoerd, omdat het aantal werkbare dagen te klein is, waardoor de kosten van suppletie flink oplopen. Het slib moet aangeleverd worden in het winterhalfjaar, voor het vroege voorjaar. Kan zijn dat rekening moet worden gehouden met 10 tot 20% niet werkbare dagen in deze periode. Nog voordat sprake is van een niet werkbare dag kan het zijn dat men langer moet rekenen voor het koppelen en moet varen met een minder zwaarbeladen schip.
- **Hogere marktprijzen.** Er is nu gewerkt met marktprijzen van enige jaren geleden. Deze moeten geupdate worden. Mogelijk leidt dit tot een prijsstijging van het baggerwerk. Indexatie over de laatste 5 jaar leidt al tot een impliciete kostenstijging van orde 20%.
- **Beperking van werktijden,** vanwege effecten op natuur, waardoor niet 24/7 gewerkt kan worden. Op dit moment wordt het baggerwerk voor Eemshaven in twee korte perioden in voor- en najaar gedaan, waarbij men zich beperkt tot de huidige vaarroutes en stortplaatsen. Als men bijvoorbeeld dichterbij de BGDD wil lossen dan kan het zijn dat er beperkingen gelden. Daar is nu niet van uitgegaan, omdat het uitgangspunt is dat geperst wordt vanaf de haven (zie ook 6.3).

Persen van slib met een leiding:

- **Noodzakelijk doorspoelen van de leiding.** Het is denkbaar dat een schip slib op de leiding zet totdat de beun leeg is, en daarna weer afkoppelt. Er staat dan nog water met slib in de leiding die bij de volgende lading weer wordt verder geperst. Het kan ook zijn dat de leiding geheel schoon moet worden gespoeld om te voorkomen dat slib zich ophoopt en tot verstopping van de leiding kan leiden. Dit risico is mogelijk groter als met de persleiding ook wegen hoog over worden gekruist. Als het doorspoelen wordt gedaan met de pomp van het baggerschip neemt de duur van de baggercyclus toe, waarmee ook de kosten voor het verpompen toenemen. Vooral als over een grotere afstand wordt geperst kan het doorspoelen flink extra tijd in beslag nemen. Zo vraagt het doorspoelen van een 6 km lange leiding, bij 2 m/s stroomsnelheid, al gauw 1 uur extra tijd.
- **Noodzaak van een zoutretourleiding.** Met het slibtransport komt ook veel zout water mee. Dit zoute water moet worden afgevoerd. Bij een kleirijperij aan de kust kan dit water mogelijk met een bestaand gemaal worden afgepompt. Het kan ook zijn dat een extra pomp hiervoor moet worden ingezet eventueel in combinatie met een extra persleiding.
- **Complexe daarom langere route.** Afhankelijk van het meest logische tracé kan het zijn dat extra voorzieningen nodig zijn bijvoorbeeld voor het kruisen van wegen, of dat afdrachten nodig zijn voor het gebruik van particuliere grond.

Risico's die samenhangen met de inrichting:

- **Venige ondergrond.** Als er sprake is van een venige ondergrond kan het zijn dat niet met lokaal materiaal de benodigde kades kunnen worden aangelegd en dat daarvoor grond van buiten moet komen tegen extra kosten. Ook kan het zijn dat dan extra voorzieningen nodig zijn voor ontsluiting. Dit maakt een polder met een venige bovengrond veel minder geschikt als locatie voor een kleirijperij.

- **Hogere pachtprizen of grondprizen.** Er is nu gerekend met reguliere pachtprizen voor landbouwgrond. Waarschijnlijk is dat te laag en moet rekening worden gehouden met veel hogere pachtprizen maar ook grondprizen wil men tot verwerving van deze gronden overgaan.
- **Complexe uitgangssituatie.** Er wordt uitgegaan van een eenvoudige basale inrichting en grotere persvakken. Kan zijn dat rekening moet worden gehouden met bebouwing, verschillende peilvakken, aangrenzende zoutgevoelige landbouw waardoor meer kades, ontsluiting en voorzieningen nodig zijn. De aanleg wordt dan duurder en er is bij een gelijk netto oppervlak ook meer bruto oppervlak nodig voor het stichten van een kleirijperij.

Risico's die samenhangen met het rijpen

- **Lagere bruto productie.** Op dit moment wordt gerekend met een bruto productie van 2000 m³/ha/jaar. Dit is een ervaringsgetal op basis van de lopende pilot en bij de heersende weersomstandigheden. Er is geen ervaring opgedaan met rijpen van dunnere lagen, bijvoorbeeld door inbrengen van slib op jaarbasis. We weten niet of dat tot een hogere of lagere bruto productie kan leiden. Op basis van de huidige gegevens wordt 3000 m³ per jaar, in twee rijpingsslagen mogelijk geacht, maar alleen bij goed weer. Bij minder gunstige omstandigheden kan deze productie mogelijk nog wel gehaald worden maar dan met extra bewerkingsslagen, waardoor de klei iets duurder wordt.
- **Natte zomers.** Een natte zomer maakt dat het slib minder snel kan rijpen tot klei die ook wat betreft het vochtgehalte voldoet aan de eisen voor dijkklei. In natte jaren kan de productie daarmee tegenvallen, terwijl in jaren met een droge zomer de productie niet hoger kan worden dan vooraf werd voorzien.
- **Natte perioden bij afgraven.** Ook als het regent bij het afgraven van de klei kan het zijn dat de klei te nat is om te kunnen aanleveren. Dit risico is vooral groter als gewerkt wordt met dunnere lagen klei, omdat deze verhoudingsgewijs sneller nat worden bij neerslag.
- **PFAS.** Volgens metingen voldoet de gerijpte klei aan de nieuwe PFAS-normen voor toepassing en dijken en voor ophoging van landbouwgrond. Niet duidelijk is of dit altijd volledig kan worden uitgesloten. Niet bruikbare klei leidt tot aanzienlijke extra kosten.

Voorname risico's zijn nu in de scenario's meegenomen als een lagere productie per ha/jaar.

Risico's die samenhangen met het transport van de klei

- **Te vochtige gerijpte klei.** Vooral als de dijkklei in dunne lagen wordt gerijpt kan het zijn dat het vochtgehalte te hoog is in een nat najaar, waardoor de klei niet direct inzetbaar is voor dijkversterking. Ook het transport per as wordt dan wat duurder vanwege een hoger gewicht. Er moet dan extra tijd worden genomen of worden voorzien in een tussendepot.
- **Lokale wegen kunnen de belasting niet aan.** De afvoer van klei per as gaat met 25 of 35 tons vrachtwagens. Niet alle kleine lokale wegen kunnen een dergelijke belasting aan. Bij de levering van orde 310.000 m³ klei per as, moet bij inzet van 25 tons vrachtwagens rekening worden gehouden met meer dan 20.000 volle vrachtwagens, dus meer dan 40.000 vrachtwagenbewegingen per jaar. Er moet dan worden voorzien in herstelkosten, extra voorzieningen zoals rijplaten, of er moet worden omgereden. Dit kan gepaard gaan met aanzienlijke extra kosten.

Risico's die samenhangen met de afzet

- **Klei moet alsnog of deels voldoen aan alle eisen.** Naast het vochtgehalte moet de klei mogelijk ook nog voldoen aan de eisen voor het organisch stofgehalte en het zoutgehalte. Het bleek in de pilot tot dusver niet mogelijk om aan deze eisen te voldoen. Er is dus waarschijnlijk geen sprake

van een sluitende business case als aan deze eisen moet worden voldaan. Mocht uit de pilot BGD blijken dat toch aan deze hogere eisen moet worden voldaan, dan zal men rekening moeten houden met meer werkslagen, een langere rijpingsduur en een veel lagere productie per hectare. Door de afname van het organisch stofgehalte is ook meer slib nodig om een m³ klei te maken bij gebruik van bagger uit de haven van Delfzijl. Uitgangspunt of beter gezegd voorwaarde voor de business case van een kleirijperij die baggerslib uit Delfzijl inzet is dat deze niet hoeft te voldoen aan de eisen van organisch stofgehalte en zout. Goed beschouwd is dit daarom ook geen risico voor een kleirijperij die aan de BGDD levert, want als de vigerende eisen niet worden aangepast, wordt de kleirijperij niet gesticht. Het ligt echter anders als men met een kleirijperij ook aan andere dijkversterkingsprojecten wil leveren. Als een deel hiervan wel strengere eisen stelt betekent dit dat de mogelijke afname van de klei veel minder wordt.

- **De afzet is klein en onzeker.** Op dit moment is niet duidelijk wat nog aan dijkklei geleverd zou kunnen worden in de jaren na de aanleg van de BGDD. De afzet is ongewis en dat geldt ook voor de transportafstanden naar het werk. De afzet is daarbij vanwege de transportkosten beperkt tot dijkversterkingen in Noord-Nederland en mogelijk misschien over de grens in Duitsland. Mogelijk is de beleidsopgave van 400.000 ton klei veel groter dan de vraag naar dijkklei in het Noorden van het land.
- **Concurrentie met lokale kleibronnen.** Als in het aan de Waddenzee meer dijken met een flauw talud worden gebouwd en als daarvoor minder hoge eisen aan de klei gesteld worden moet men waarschijnlijk concurreren met verschillende lokale kleibronnen die veel goedkoper klei kunnen leveren. Het goedkoopste is waarschijnlijk lokaal het maaiveld afgraven en de grond omzetten naar een natuurgebied, recreatieplas of misschien aquacultuur.

3.12 Productie en levering gerijpte klei

In de pilots wordt klei gerijpt op verschillende manieren. Afhankelijk van de wijze waarop dit wordt gedaan zal dit resulteren in een bepaalde productie van gerijpte klei per jaar en in een bepaalde kwaliteit van de klei. Bij de productie van klei moet onderscheid worden gemaakt naar:

De bruto productie (m³/ha/jaar), ofwel de totale laag gerijpte klei na rijping/jaren rijpingsduur. Uit te drukken in een productie per rijpingsvak (oppervlak waar kleirijping plaatsvindt) of als een productie per hectare kleirijperij (inclusief compartimenteringsdammen e.d.) (zie onder). De productie per hectare:

- Is groter als de drainage beter is, zoals blijkt uit de compartimenten die op een zandlaag;
- Is waarschijnlijk groter als met dunnere lagen baggerslib en ingebrachte klei wordt gewerkt.
- Is groter als sprake is van droog weer tijdens de periode van rijpen.
- Is groter als de grond vaker wordt omgewerkt.
- Is kleiner naarmate meer tijd nodig is om de gewenste kwaliteit te bereiken en daarom mede afhankelijk van het uitgangsmateriaal.

De nettoproductie (m³/ha/jaar). Afhankelijk van de samenstelling van het bronmateriaal en de te leveren kwaliteit kan het zijn dat niet alle gerijpte klei geschikt is als dijkklei. De nettoproductie is in dat geval lager dan de bruto productie. In de berekeningen wordt ervan uitgegaan dat alle klei gerijpt kan worden tot klei die geschikt is om in een dijkversterking met een flauw talud in te zetten. Het wordt anders als men koerst op het rijpen van klasse I waarvoor men aan diverse eisen moet voldoen. In dat geval kan het zijn dat niet alle gerijpte klei daaraan voldoet en is de nettoproductie kleiner.

Netto rijpingsoppervlak. Dit is het oppervlak binnen de rijpingsvakken.

Bruto oppervlak. Dit is het oppervlak inclusief compartimenteringsdammen, opsluitdammen en depots. Het verschil tussen beide is groter naarmate de kleirijperij kleiner is en er voor bereikbaarheid en waterhuishouding meer wegen en kades nodig zijn. Uitgaande van een compartimentgrootte van ca 6 ha

en een minimaal oppervlak van 48 ha netto, is ongeveer 4,5 ha nodig aan kades en wegen. Er wordt daarom uitgegaan van 10% verschil tussen het oppervlak aan rijpingsvakken en het (bruto) oppervlak van de kleirijperij, dat moet worden verworven of gepacht. Hierbij komt dan nog orde 5% aan depot ruimte om een buffer op te bouwen tussen jaren.

3.13 Baten van gerijpte klei

Gerijpte dijkklei wordt geleverd aan dijkversterkingsprojecten. De mogelijke baten worden hierbij gelijkgesteld aan de kosten die voor de levering van dijkklei van elders moeten worden geleverd. Deze kosten voor levering op het werk bestaan meestal uit de levering met een beunschip of op een locatie waar zo dicht mogelijk bij het werk gelost kan worden. De kosten voor het lossen en het transport naar het werk zijn voor rekening van het dijkversterkingsproject. De wijze waarop de kosten van dijkklei in ramingen wordt opgenomen kan verschillend zijn.

De marktprijs van dijkklei scheelt van plaats tot plaats, van moment tot moment en is ook afhankelijk van de kwaliteit:

- Klasse I is de beste kwaliteit die aan alle eisen voldoet en die gebruikt kan worden in de deklaag van dijken. Klasse II is wat erosiegevoeliger en klasse III wordt doorgaans alleen in de kern van de dijk gebruikt. Het verschil tussen klasse I en de andere klassen is vaak in de orde van 3 tot 4 Euro/m³, maar ook dit verschilt per project. Klei die niet geschikt is voor versterking van dijken en waar lokaal geen vraag naar is kan zelfs tot kosten leiden voor afvoer en depot.
- Plaats, de transportkosten tussen de bron van de klei en de plek waar het op het werk geleverd kan worden maken een groot deel uit van de totale kosten voor dijkklei, vooral als sprake is van grotere transportafstanden. Op locatie kan een kleirijperij het verschil maken met andere bronnen voor klei, vooral als deze betrokken moet worden uit het rivierengebied. Dijkklei kan echter ook lokaal uit projecten vrijkomen en daarom tegen een lagere prijs geleverd worden. Een voorbeeld hiervan is het project Holwerd aan Zee, waarvoor ook een meertje wordt uitgegraven.
- Moment, de transportkosten kunnen tussen jaren +30 tot -30% variëren wat ook van invloed is op de prijs van dijkklei. Als de vraag groter is of het aanbod lager dan ligt de marktprijs hoger. Komt veel klei plaatselijk vrij uit projecten dan kan juist sprake zijn van tijdelijk veel lagere prijzen.

Voor Dubbele Dijk zijn kosten geraamd voor levering van klasse I klei van orde 22 Euro/m³ (excl. BTW) en voor klasse II klei orde 13 Euro/m³ (excl. BTW) (prijsspeil omstreeks 2015)). In een ander project aan de Waddenkust wordt gerekend met 17 Euro/m³ voor klasse I en II klei en 13 Euro/m³ voor klasse III klei (prijsspeil omstreeks 2020). Voor levering van gerijpte klei uit de pilot aan de Brede Groene Dijk wordt gerekend met 15 Euro/m³. Als referentieprijs voor gerijpte dijkklei die niet aan de eisen voor organische stof en zoutgehalte voldoet wordt uitgegaan van 13 Euro/m³ (voor het referentiejaar 2019).

Voor de business case is de bepaling van de baten net zo belangrijk als het bepalen van de kosten. Helaas kunnen de baten alleen met een grote bandbreedte en met grote onzekerheid worden gegeven. Dit geldt ook voor de restklei, klei die niet geschikt is voor de versterking van dijken. Deze klei kan mogelijk afzet vinden voor grondverbetering en lokale ophoging, waarbij de klei gratis kan worden opgehaald, waarbij de transportkosten voor rekening van de ontvanger zijn. Als er geen lokale vraag is, kan de restklei juist tot extra kosten leiden, omdat ze moet worden vervoerd en in depot moet worden gezet.

Klasse I en II klei levert dus mogelijk veel meer op dan klasse III klei. De rentabiliteit van de kleirijperij wordt dus sterk bepaald door het kunnen laten rijpen van klasse I of II klei, maar ook of deze klei ook als klasse I klei kan worden afgezet/verkocht in de nabije omgeving.

Afhankelijk van onderzoek dat plaatsvindt in het kader van POV Waddenzeedijken kan blijken dat minder hoge eisen voor zoutgehalte en het organisch stofgehalte kunnen worden gesteld. In dat geval wordt eerder

aan de eisen voldaan en kan eerder en meer volume als dijkenslib worden geleverd, maar dan wel tegen een lagere referentieprijs.

3.14 Structuur en opzet model

Voor de business case wordt een model opgezet dat bestaat uit een bedrijfsmodel met de volgende onderdelen:

- Een scenario module, waarin verschillende scenario's zijn onderscheiden met ongunstige tot gunstige uitgangspunten voor de belangrijkste variabelen die kosten en baten bepalen.
- Een dashboard waarin de kosten en baten per type kleirijperij worden aangegeven en ook de totale kosten voor een beleidsscenario.
- Een rekenmodule waarin voor de 6 onderscheiden typen kleirijperijen berekeningen worden uitgevoerd, voor basis instellingen en bij wijzigingen van individuele kostenvariabelen.

Het model is geïmplementeerd in een Microsoft Excel-file, waarin de variabelen te wijzigen zijn en waarin scenario's kunnen worden beoordeeld. Er is afgezien van een financieringsmodule, omdat niet naar een concreet project wordt gekeken en ook omdat de verreweg de meeste kosten "real time" worden gemaakt en de voorfinanciering van de kleirijperij maar een klein deel van de totale kosten uitmaakt.

3.15 Kosten per m³ gerijpte klei

Alle kosten worden toegerekend naar een m³ gerijpte klei, zoals die wordt afgeleverd op het werk. Hiertoe moet de dichtheid van het materiaal c.q. het gehalte d.s. per m³, in verschillende ketenstappen op elkaar worden afgestemd. De dichtheid is bij aanvang laag, als slib wordt gebaggerd maar hoog in het geval van gerijpte klei. Bij aanvang van het baggerslib in situ in de kleirijperij kan de dichtheid schommelen tussen de 1,1 ton/m³ tot 1,23 ton/m³ zoals nu naar verwachting wordt ingebracht vanuit Kwelder(depot) in de pilot Kwelder. De gerijpte klei heeft een dichtheid in de orde van 1,4 ton/m³ en de dichtheid neemt verder toe als de klei in situ in de dijk verder is verdicht, tot 1,55-1,75 ton/ m³.

Voor de verrekening moet naar de droge stof en naar m³ worden gekeken. Dit is lastig want er zijn geen vaste verhoudingen tussen droge stof en m³. Zo is de beleidsopgave gesteld in tonnen droge stof die moet worden onttrokken uit het Eems-Dollard estuarium en worden ook eisen aan de dijkenslib gesteld in de termen van droge stof. Echter er worden ook eisen gesteld aan de bewerkbaarheid van de klei welke afhangen van de Atterbergse grenzen. Deze geven een bandbreedte tussen te droge en te natte klei. Te nat en te droog hangt echter ook af van de samenstelling van de klei, deze kan immers ook tot 40% zand bevatten. De kosten van het persen van slib gaan uit van berekeningen in m³ en dat geldt ook voor de levering van dijkenslib op het werk. Voor het transport per as wordt weer in tonnen gerekend, maar dit zijn geen tonnen droge stof maar totaalgewicht. Omdat uiteindelijk de kosten van kleirijperijen worden vergeleken met de baten door deze te vergelijken met de prijzen van dijkenslib moet in ieder geval een keten in m³ worden opgesteld. Voor de verrekening tussen tonnen d.s., m³ slib en klei en tonnen gewicht wordt uitgegaan van het volgende:

Het gemeten droge stofgehalte van het baggerslib is orde 29% (Delfzijl) tot 35% (Eemshaven) gewichtsprocenten gemeten in de beun van het baggerschip in geval van de reguliere baggerwerkzaamheden. Bij het inbrengen van slib in de kleirijperij is op een iets andere manier slib gebaggerd wat heeft geresulteerd in een hogere dichtheid, orde 1,2 ton/m³. Om een m³ klei te laten rijpen tot een m³ zoals die wordt aangeleverd op het werk is bij deze dichtheid orde 3 tot 3,2 m³ slib nodig. Uit de pilots kleirijperij en aansluitende pilot waarin de klei wordt toegepast in een proefsectie van de kleirijperij blijkt dat vanuit de kleirijperij klei kan worden geleverd met een wat lager d.s. gehalte dat uiteindelijk wel verwerkt kon worden in de dijk. Er wordt daarom verondersteld dat voor beide havens orde 3,0 m³ baggerslib nodig is voor het maken van een m³ dijkenslib. Hierbij kunnen nog volgende opmerkingen worden geplaatst:

- De klei die door de kleirijperij Delfzijl wordt geleverd heeft een hoog organisch stofgehalte van iets meer dan 10%, terwijl vigerende eisen uitgaan van maximaal 5%. Het blijkt dat deze gerijpte klei voldoende kan worden verdicht maar mogelijk dat op termijn rekening worden gehouden met volume verlies als alsnog een deel van deze organische stof oxideert.
- De verdichtingsfactor voor de losse klei uit de kleirijperij ligt tussen de 1,25 tot 1,31, hetgeen een stuk hoger is dan waarvan bij reguliere dijkenglei vanuit wordt gegaan.
- De gerijpte klei die in de pilot is ingezet komt uit twee compartimenten met een zandlaag. Uit de gegevens blijkt dat een deel van deze zandlaag is meegekomen met het aftiggelen van deze klei. Op zich is een hoger zandgehalte geen probleem voor toepassing als dijkenglei, wel moet er rekening mee worden gehouden dat aanvulling van deze zandlaag nodig is. Het zandgehalte in de gerijpte klei uit Delfzijl ligt daarbij al in de orde van wat in het baggerslib uit de haven van Eemshaven wordt aangetroffen. Hierbij kan worden opgemerkt dat met een duidelijke instructie het mogelijk is om het meenemen van de onderliggende drainerende zandlaag goeddeels kan worden voorkomen. De klei die is geleverd aan de BGD bevatte dan ook nauwelijks nog zand.

3.16 Het dashboard

Uit het voorstaande blijkt al wel dat er erg veel variabelen zijn die de kosten, de baten en daarmee ook de business case bepalen. Voor het doen van verkennende berekeningen is daarom een dashboard opgesteld, waarmee verkennende berekeningen kunnen worden gedaan bij verschillende invoerwaarden. Het eerste deel van het dashboard berekent de kosten, baten en de kosten-baten verhouding van verschillende basistypen kleirijperijen en in afhankelijkheid van de belangrijkste kostenvariabelen, zoals levensduur kleirijperij, transportafstanden slib en transportafstanden gerijpte klei en instelbare batenvariabelen, zoals de prijs van dijkenglei en restklei.

In het tweede deel van het dashboard kan de beleidsopgave worden verdeeld over de verschillende typen kleirijperijen met in achtneming van de potentiële levering vanuit verschillende bronnen. Zo kan een groot deel van de beleidsopgave worden vervuld door een combinatie van Eemshaven en Delfzijl, maar is de bijdrage van andere bronnen en typen, beperkt. In dit deel wordt uitgerekend wat de totale kosten en baten zijn van het beleidsscenario en wat het oppervlak aan kleirijperijen is wat daartoe moet worden ingericht.

4 Vraag naar klei en aanbod van slib

4.1 Vraag naar dijkenglei in Nederland

Het hoogwaterbeschermingsprogramma laat vooral nog opgaven zien in:

- **Het rivierengebied:** in het bovenrivierengebied speelt vooral piping als probleem en de oplossing hiervan vraagt weinig klei maar met een uitzonderlijke kwaliteit, bijvoorbeeld als met een kleischerm gewerkt kan worden. In het benedenrivierengebied zijn op termijn versterkingen met een profielaanpassing nodig, waarbij ook klei wordt ingezet. Ook wordt dijkenglei zo mogelijk hergebruikt. De vraag is wel of het onderhoud van het winterbed, nodig op trajecten met inzet van de ruimte voor de riviertrajecten, al een bepaalde hoeveelheid rivierklei, als hernieuwbare bron, gaat opleveren. Ook nieuwe rivierprojecten waarbij uiterwaarden worden verlaagd of hoogwatergeulen worden gegraven, genereren veel rivierklei. Het kan dus zijn dat op termijn het rivierengebied zijn eigen kleivraag dekt.
- **IJsselmeergebied:** hier wordt steeds meer gekozen voor een asfaltverlaging, zoals voor de Afsluitdijk en de deels voor de Houtribdijk. Ook bij profielaanpassingen wordt vrijwel geen klei ingezet, maar vooral zand. Voorlandoplossingen, zoals bij de Houtribdijk worden in hoofdzaak in zand uitgevoerd. In het kader van PAGW wordt ook voorzien in grootschalige verondiepingen, waarvoor aanwezige Holocene kleilagen worden ingezet. Er worden of zijn grotere dijkversterkingsprojecten uitgevoerd, waardoor op de kortere tot middellange termijn weinig nieuwe versterkingen nodig zijn. Langs de Friese kust zijn er mogelijke enkele locaties die op middellange termijn moeten worden aangepakt, maar ook hier kan met zand in de kern worden gewerkt. Voorts is de hoop dat voor toekomstige dijkversterkingen ook meer met zandige voorlanden kan worden gewerkt. Dus de vraag naar dijkenglei is hier naar verwachting waarschijnlijk beperkt.
- **De vaste landkust:** hier wordt weinig klei ingezet. De meeste dijken hebben een kern van zand en de inzet van klei als dijkbekleding betreft vooral de achterzijde van de dijk en op veel plaatsen wordt vooral met zand versterkt.
- **Zeeland:** hier zijn veel dijken aanwezig die aan de kust toch vooral gebaseerd zijn op een zandkern. Langs de zeearmen is het beeld wisselend. Op meerdere plaatsen wordt steeds meer ingezet op voorlanden. Zeeland is wel zeer ver naar het zuiden gelegen, dus de transportkosten zijn te groot voor levering vanuit een kleirijperij van de Waddenkust. Als dijkenglei nodig is, kan dit mogelijk goedkoper beschikbaar komen met een kleirijperij in dit deel van het land zelf.
- **Waddenzeekust:** hier ligt een flinke opgave langs de kust van Groningen en Friesland. Enkele projecten zijn net afgerond, zoals het traject met de Dubbele Dijk, worden binnenkort in uitvoering genomen, zoals het traject bij het Vierhuizergat. Voor de korte termijn is versterking nodig langs de Dollard (Brede Groene Dijk) en op meerdere plaatsen langs de kust van Friesland. Er lopen echter ook projecten die lokaal klei kunnen vrijmaken voor dijkversterking, zoals het project Holwerd aan Zee.

Voor de afzet van dijkenglei moet daarom vooral naar het noorden van het land worden gekeken. De mogelijke inzet van dijkenglei bij versterking van secundaire keringen is onbekend, maar kan vooral in laag-Nederland aanzienlijk zijn.

4.2 Dijkversterking en vraag naar dijkenglei

Bij de toekomstige vraag naar dijkenglei spelen meerdere variabelen een rol:

- **De toekomstige versterkingsopgave van de dijken langs de Waddenzee;**
- **De inzet van een Brede Groene Dijk type oplossingen** wat van invloed is op het volume en de kwaliteit aan klei die kan worden ingezet;

- **Mogelijke rol van landkwelders op de golfreductie** en daarmee op de (toekomstige) versterkingsopgave, waarna nu nog nader onderzoek loopt;
- **Beleid aangaande de inzet van grondstoffen**, vooral als o.a. voor de keramische industrie alleen nog hernieuwbare grondstoffen mogen worden ingezet. Zo voorziet het Rijksbeleid een reductie van het gebruik van primaire grondstoffen met 50% vanaf 2030.

Flauwere dijken

De Brede Groene Dollard Dijk is voor Nederland een nieuw concept, dat wel gangbaar is in Duitsland, maar in Nederland niet meer werd toegepast. Door uit te gaan van een flauwere taludhelling kan een grotere golfreductie worden verkregen en worden minder hoge eisen aan de klei gesteld. Nu is voor de buitenbekleding nog een Klasse I dijkenglei nodig. Bij een flauwer talud blijkt ook de klei uit de kleirijperij te voldoen, ondanks dat deze niet aan alle technische eisen voldoet. Wel is bij inzet van een flauwer talud een tot 40% groter volume aan klei nodig. Ook is gewone klei minder duur dan klasse I klei, dus de potentiële opbrengsten van klei rijpen zijn dan weer kleiner.

Voor de business case kleirijperij betekent dit het volgende:

- **Een veel groter deel van de gerijpte klei kan ingezet worden** voor dijkversterking, ook de klei die niet voldoet aan klasse I eisen.
- **Bij lagere eisen aan het zoutgehalte en het organisch stofgehalte** kan mogelijk goedkoper worden gerijpt. Dit kan betekenen dat men mogelijk ook met minder grondbewerking toe kan en dat een hogere productie aan gerijpte klei per ha per jaar kan worden verkregen. Dit maakt dat de kosten van kleirijpen iets kunnen zakken. De operationele kosten werken evenwel maar beperkt door in de totale kosten.
- **De baten zijn potentieel veel kleiner.** Want als klasse met minder zware eisen klei voldoende is voor dijkversterking, zal de gerijpteklei ook voor een lagere prijs worden aangekocht.
- **Keuze type versterking hangt mogelijk af van aanbod.** Het is niet ondenkbaar dat de keuze voor een bepaald type dijk mede afhangt van het lokale aanbod aan klei en het uiteindelijke kostenplaatje. Een bredere dijk heeft ook veel meer klei nodig, dus hoeft per saldo nog niet kostengunstiger te zijn ook als er minder hoge kosten aan de klei worden gesteld. Als de verbreding zeewaarts gaat moet rekening worden gehouden met vernietiging van bestaande landkwelders, iets dat op dit moment vanwege de Natura 2000 status erg lastig is en tot extra kosten voor compensatie kan leiden. Het is dus niet zeker of en in welke mate dit type dijken kan worden toegepast.

Hierbij kan nog worden opgemerkt dat een flauwere dijk, met een talud 1 op 7 of flauwer gangbaar is langs de Duitse Waddenkust. Deze dijken worden vaak versterkt met klei die van de voorgelegen kwelders wordt getiggeld en op de binnenzijde van de dijken wordt gerijpt. Ook wordt klei gewonnen uit binnendijkse kleiputten. Dit leidt ook in Duitsland de laatste tijd tot bezwaren vanuit de natuurbescherming. Op veel plaatsen zijn al zoveel plassen, zoals de klutenplas, op de kwelder of binnendijks gerealiseerd dat men nu streeft naar een versterking met een beperkte inzet van klei. Hiertoe kijkt men o.m. naar ontwerpen waarbij men de kleikern van de bestaande dijk vervangt door zand en de zo vrijgekomen klei weer inzet voor het buitentalud.

Landkwelders en golfreductie

Op dit moment wordt o.m. in het kader van de project overstijgende verkenning (POV) Waddenzeedijken onderzoek gedaan naar de golf reducerende werking van landkwelders. De hoogte van een golf is afhankelijk van de waterdiepte. De hoogte van de maatgevende golf is daarmee afhankelijk van de waterdiepte ten tijde van maatgevende condities. Een kwelder kan door opslibbing ongeveer een hoogte bereiken gelijk aan springtij. De waterdiepte tijdens een maatgevende golf is daarom vooral afhankelijk van het opzetpeil.

Kwelders zijn begroeid met vegetatie wat een extra reducerende invloed geeft. Deze extra reductie is groter naarmate de waterdiepte minder groot is. Op dit moment kunnen bestendige kwelders als voorland worden meegerekend, maar nog zonder het meenemen van de invloed van vegetatie. Als in het toets protocol de landkwelders volledig meedoen, met in begrip van het golf reducerend effect van kweldervegetatie, zal dat ertoe leiden dat dijken minder snel worden afgekeurd op bekleding of kruinhoogte. De versterkingsopgave vraagt dan om minder klei en/of pas op een later moment. Onderzoek (van den Heuvel et al., 2020) laat echter zien dat de kweldervegetatie zich bij een maatgevende storm niet volledig kan handhaven en er een soort van stoppelveld overblijft dat nog maar een beperkte extra golfreductie geeft.

Alternatieven voor dijkversterking

Op veel plaatsen kampen dijken met een tekort aan kruinhoogte. Een ruwere bekleding kan hier al soelaas bieden en is, uitgevoerd als een rijke dijk, mogelijk ook een aantrekkelijk alternatief. Vooral op plaatsen met een steiler verloop van de vooroever, een ongunstig golfklimaat voor kwelders en een getijdegeul dicht voor de kust is een Brede Groene Dollard Dijk niet altijd de meest voor de hand liggende oplossing.

Alternatieve bronnen voor dijkklei

Het project Holwerd aan Zee wordt nu verder uitgewerkt nadat het overgrote deel van de financiering is veiliggesteld. In dit project is voorzien in de aanleg van een meer, waarvoor klei wordt ontgraven. De hierbij vrijkomende klei, orde 0,5 miljoen m³ zoals nu geschat, wordt mogelijk ingezet voor dijkversterking op dit traject. Als de klei hiervoor geschikt is, kan deze vanwege de korte transportafstanden verhoudingsgewijs goedkoop worden geleverd. Als er meer van dergelijke projecten komen, kan een deel van de vraag naar dijkklei, door lokale projecten worden voorzien.

Brakwaterlandbouw

In aanzet was in de Dubbele Dijk ook voorzien in brakwaterlandbouw en brakwateraquacultuur, maar dit onderdeel wordt als onderdeel van dit project waarschijnlijk niet gerealiseerd. Brakwaterlandbouw en brakwateraquacultuur zijn een alternatieve vorm van landgebruik met een (potentieel) hoog rendement per hectare en dat beter bestand is tegen klimaatverandering en de daarmee samenhangende verzilting en droogte. Het is niet ondenkbaar dat deze vorm van landbouw de komende jaren op meer plaatsen tot ontwikkeling komt. In veel gevallen zal men voor het behalen van voldoende waterdiepte daarbij het bestaande maaiveld af moeten graven. Hierbij kunnen grote hoeveelheden bruikbare klei vrijkomen, die mogelijk ook kunnen worden ingezet voor de versterking van dijken in het noorden van het land.

Beleid aangaande de inzet van grondstoffen

Nederland streeft naar een circulaire economie met zo weinig mogelijk inzet van niet herbruikbare grondstoffen of niet vernieuwbare grondstoffen. Dit kan o.m. betekenen dat klei uit traditionele bronnen niet zomaar meer beschikbaar kan komen als deze bronnen niet vernieuwbaar zijn. Klei is nu o.a. nog afkomstig uit de uiterwaarden. Het is een punt van discussie of in dat geval sprake is van een vernieuwbare bron van klei, mede omdat in het kader van Ruimte voor de Rivier, ook het beheer van de maaiveldhoogte een aandachtspunt is, aangezien uiterwaarden ook opslibben. Slib en daaruit gerijpte klei kan worden beschouwd als een vernieuwbare grondstof. Er zijn echter ook andere bronnen, zoals kleigroeves, waarvoor vervangende bronnen worden gezocht. Beleid dat sterker inzet op het gebruik van vernieuwbare bronnen zal zeker de vraag naar klei uit een kleirijperij doen toenemen voor inzet als dijkklei, maar ook voor gebruik in de keramische industrie.

Zeespiegelstijging

Zeespiegelstijging is op meerdere manieren van invloed op de vraag naar dijkklei en het aanbod aan slib. Bij een snelle stijging van de zeespiegel moeten dijken eerder worden opgehoogd. Een snelle zeespiegel betekent ook een grotere verticale aanwas van de kwelders, waarmee ook meer slib aan de Eems-Dollard wordt onttrokken door natuurlijke sedimentatie. De huidige verwachting is dat de zeespiegel na 2030 sneller

kan gaan stijgen. Met het systeem van kwelderwerken kunnen de bestaande kwelders dit waarschijnlijk bijbenen.

4.3 Vraag Brede Groene Dollard dijk op korte termijn

De meest concrete vraag naar dijkenglei is die voor de Brede Groene Dollard dijk. In eerste instantie wordt vanuit de pilot kleirijperij orde 70.000 m³ glei geleverd aan de pilot Brede Groene Dollard dijk. Als de pilot succesvol is kan worden opgeschaald over de gehele lengte van 12,5 km. Er wordt in een treintje aan de Brede Groene Dollard gewerkt waarin elk jaar 2 km wordt aangelegd.

Voor de versterking van de Brede Groene Dollard dijk is orde 1,7 miljoen m³ glei nodig over een periode van 6 jaar, ofwel 280.000 m³ dijkenglei per jaar. Dit is verdichte glei in de dijk met een hogere dichtheid dan per as als losse glei vanuit de kleirijperij wordt aangevoerd. Er moet per as daarom orde 25% meer volume worden aangevoerd, ofwel orde 350.000 m³. Bij een nettoproductie van 2000 m³ gerijpte glei per ha/jaar is hiervoor een netto oppervlak van 175 ha nodig, ofwel bruto orde 192 ha of meer als ook moet worden voorzien in depotruimte. Het benodigde oppervlak is groter als de nettoproductie lager blijkt. Voorwaarde is wel dat gerijpte glei geleverd mag worden met een hoger organisch stofgehalte en een hoger zoutgehalte dan nu is vereist voor dijkenglei. Hierna is nu nog onderzoek gaande.

4.4 Vraag dijkenglei op middel en langere termijn

Zoals is aangegeven bepaalt de vraag naar glei vijf belangrijke variabelen:

- **Het volume dat kan worden afgezet**, dit is voor de middellange en langere termijn zeer moeilijk en voor de kortere termijn moeilijk in te schatten.
- **De kwaliteitseisen aan deze glei**, denkbaar is dat voor dijkversterkingen in de toekomst ook gerijpte glei met een hoger organisch stof en zoutgehalte mag worden ingezet.
- **De locatie waar dit volume kan worden geleverd**, alleen wat betreft de Brede Groene Dollard Dijk is de locatie bekend. Het is onduidelijk waar en wanneer verdere dijkversterkingen nodig zijn.
- **De prijs en klasse dijkenglei die kan worden geleverd**. Ook deze kent een grote bandbreedte die in projecten langs de Waddenkust varieert tussen de 13 Euro/m³ voor klasse II en 17 Euro/m³ voor klasse I voor levering in Lauwersmeerhaven, 17 Euro/m³ voor klasse II en 22 Euro/m³ voor klasse I voor levering op het werk (zoals gerekend voor de Dubbele Dijk) en 15 Euro/m³ zoals afgesproken voor levering aan de pilot Brede Groene Dollard Dijk. De bandbreedte hangt daarbij mede af van de locatie, omdat de transportkosten een grote rol spelen.
- **De match tussen rijpen en gebruik van glei in de tijd**. Klei rijpen is een continu proces, de vraag naar glei is dat niet.

De afzetmogelijkheden voor (dijken)glei kunnen op dit moment alleen met een grote bandbreedte worden aangegeven. De vraag is groot als er de komende jaren omvangrijke dijkversterkingen nodig zijn in het noorden van het land en vooral als daarbij wordt gekozen voor een breder type dijk waarvoor ook meer glei nodig is.

De vraag is kleiner als de versterkingsopgave meevalt en men toch kiest voor meer conventionele vormen van dijkversterking met een steiler profiel waarbij minder glei wordt ingezet of alleen klasse I glei die bijvoorbeeld niet door de kleirijperij geleverd kan worden. De kans om glei af te zetten in de keramische industrie is klein, ook als deze is aangewezen op glei uit hernieuwbare bronnen. De keramische industrie stelt ook hoge eisen aan de glei. Bovendien is de keramische industrie in hoofdzaak in het midden van het land te vinden en vormde vooral het Ruimte voor de Rivierprogramma en enkele natuurontwikkelingsprojecten een gestage stroom aan rivierglei.

Afzet van gerijpte klei is ook mogelijk in de landbouw. Er kan dan gedacht worden aan bodemverbetering of ophogen. Op dit moment lopen proeven met het opbrengen van slib. Bij het ophogen wordt vooral gekeken naar het afdekken van veen, waarmee ook de veenoxidatie kan worden gestopt. Hiervoor wordt in een pilot geëxperimenteerd met het opbrengen van een laag slib van 60 tot 80 cm (na ontwatering). Dit vraagt om veel grond en de vraag is tegen welke prijs dat geleverd kan worden. Het is niet duidelijk of het uitrijden van gerijpte klei in dat geval kosten-effectiever kan zijn dan het aanbrengen van slib.

Voor het doen van een gevoeligheidsanalyse is het goed onderscheid te maken naar een bandbreedte aan scenario's. De bovengrens in de vraag ligt in dat geval hoger dan wat de kleirijperijen kunnen leveren, zodat in principe alle gerijpte klei kan worden afgezet. In een maximaal gunstig geval kan klasse I worden gerijpt en wordt alle klasse I klei daarbij ook als klasse I verkocht en afgezet in Noord-Nederland, waardoor de transportkosten beperkt blijven. In een minder gunstig geval wordt alle klei tegen een lagere prijs van maximaal 15 Euro/ m³ (excl. BTW) verkocht. Gunstig is als gerijpte klei ook direct kan worden geleverd, zonder dat daarvoor een tussentijdse opslag nodig. Minder gunstig is als rekening moet worden gehouden met een tussentijdsopslag van de gerijpte klei.

Continu en voor een langere periode

De scenario's zijn van invloed op alle voornoemde variabelen. Een scenario met een hoge continue vraag naar klasse I is het meest gunstig. Maar zoals nu bekend is kan in de kleirijperij geen klasse I klei worden gemaakt. De kans is groter dat over een langere periode vooral klei wordt afgenomen die niet aan de eisen voor organische stof en zout hoeft te voldoen, omdat voor dijkversterkingen wordt gekozen voor een brede flauwe dijk. Zo kan over een periode van 6 tot 8 jaar continue gerijpte klei aan de BGDD worden geleverd, maar de vraag in de periode daarna is onzeker. Dus eigenlijk is continue over een langere periode klei rijpen en leveren minder zeker en zeker niet waarschijnlijk in de hoeveelheden die passen bij een beleidsopgave van 400.000 ton d.s. per jaar.

Discontinue maar wel voor een langere periode

De vraag is of een hoge vraag naar klei voor dijkversterking wel zo continue kan zijn dat er geen mismatch ontstaat. Dit kan alleen als de dijkversterkingsprojecten in het noorden van het land volkomen op elkaar worden afgestemd in hun planning, uitvoering en daarmee in hun behoefte aan klei. Bovendien moeten deze projecten allemaal kiezen voor een ontwerp dat de inzet van klei met een hoger organisch en zout gehalte mogelijk maakt. Waarschijnlijk is dit niet. In de praktijk ontstaan eerder gaten in de levering. Op zich hoeft dat niet direct tot grote problemen te leiden als men klei kan blijven rijpen, zodat de productie per jaar gestaag doorgaat. Maar ook dit leidt tot extra kosten vanwege benodigde aanpassingen in de hoogte van compartimenteringsdammen. Een alternatief is dat gerijpte klei opzij in depot wordt gezet, met als gevolg dat het netto oppervlak dat beschikbaar is voor rijping afneemt. Als er gemiddeld 4 jaar zit tussen rijping en de levering dan moet uitgaande van een continue productie circa 8.000 m³/ha worden weggezet. Dit kan bij hoog opzetten in depot, bijvoorbeeld tot 4 meter hoogte in een of enkele van de compartimenten. Dit netto producerende oppervlak neemt dan gemiddeld met circa 20% af, of men moet hierop anticiperend uitgaan van een 10% groter bruto oppervlak. Daarnaast moet rekening worden gehouden met extra werkhandelingen, omdat de klei in depot moet worden gezet.

Korte levering in de omgeving, daarna meer op afstand

Een ander uiterste is een korte maar heftige vraag die samenhangt met de vraag naar klei vanuit de Brede Groene Dollard Dijk. Als daarna de lokale vraag naar klei volledig nalaat zijn er twee opties. Na versterking de kleirijperij stoppen, of toch leveren van klei op grotere afstand. In het eerste geval zijn de productiekosten per geleverde m³ klei hoger in het tweede geval de afleverkosten. Bij de berekeningen gaan we uit van het tweede, door te schatten wat de gemiddelde transportafstand kan zijn voor een langere periode. Dit pakt anders uit voor een locatie zoals Delfzijl die verhoudingsgewijs gunstig ligt voor levering aan de Brede Groene Dijk (gemiddeld 20 km per as) maar weer wat verder weg van dijkversterkingen meer naar het

westen (gemiddeld 50 km voor Groningse en Friese Waddenzeekust). Voor Eemshaven geldt iets soortgelijks. Dit ligt orde 30 km van de Brede Groene Dollard Dijk en orde 40 km van het midden van de Groningse en Friese Waddenzeekust. De Waddenzeekust laat maar beperkt transport per beunschip over het water toe van de gerijpte klei. De Brede Groene Dollard Dijk is vanwege het ondiepe voorland alleen per as bereikbaar en dat geldt ook voor een groot deel van de Friese Waddenzeekust. In principe kan er worden aangeland bij Lauwersmeer, wat het mogelijk maakt om een deel van het traject over het water te doen. De Brede Groene Dollard Dijk vraagt orde 40% van de beleidsopgave voor een periode van 6 jaar. Dit betekent dat over een langere periode, bijvoorbeeld 30 jaar, het grootste deel van de gerijpte klei over een grotere afstand moet worden geleverd. We gaan daarbij voor deze gehele periode uit van het volgende voor leveringen aan dijkversterkingen aan de Waddenkust in Groningen en Friesland:

- **Delfzijl:** 20% van het geleverde volume aan gerijpte klei wordt 20 km per as vervoerd, en 80% van het volume wordt 50 km over water en gemiddeld nog 20 km per as getransporteerd. Dit geeft als (langjarig) gemiddelde 18 km per as en 40 km over water:
- **Eemshaven:** 20% van het volume wordt 30 km per as vervoerd en 80% van het volume wordt 30 km over water en gemiddeld nog 20 km per as vervoerd. Dit geeft als langjarig gemiddelde 22 km per as en 32 km over water.

Het langjarig gemiddelde ligt daarmee een stuk hoger dan bij levering aan de Brede Groene Dollard Dijk. De transportkosten voor het leveren van gerijpte klei nemen dan ook fors toe. Brengt men echter de kleirijperij dichterbij de locatie waar wordt gewerkt dan moet men rekening houden met hogere transportkosten voor het slib vervoeren naar de kleirijperij als men gebruik wil maken van de bagger die vrijkomt bij het onderhoud van de havens van Eemshaven en Delfzijl.

Aangezien de vraag naar klei zeer ongewis is, is een gevoeligheidsanalyse naar deze factor nodig.

5 Variabelen nader beschouwd

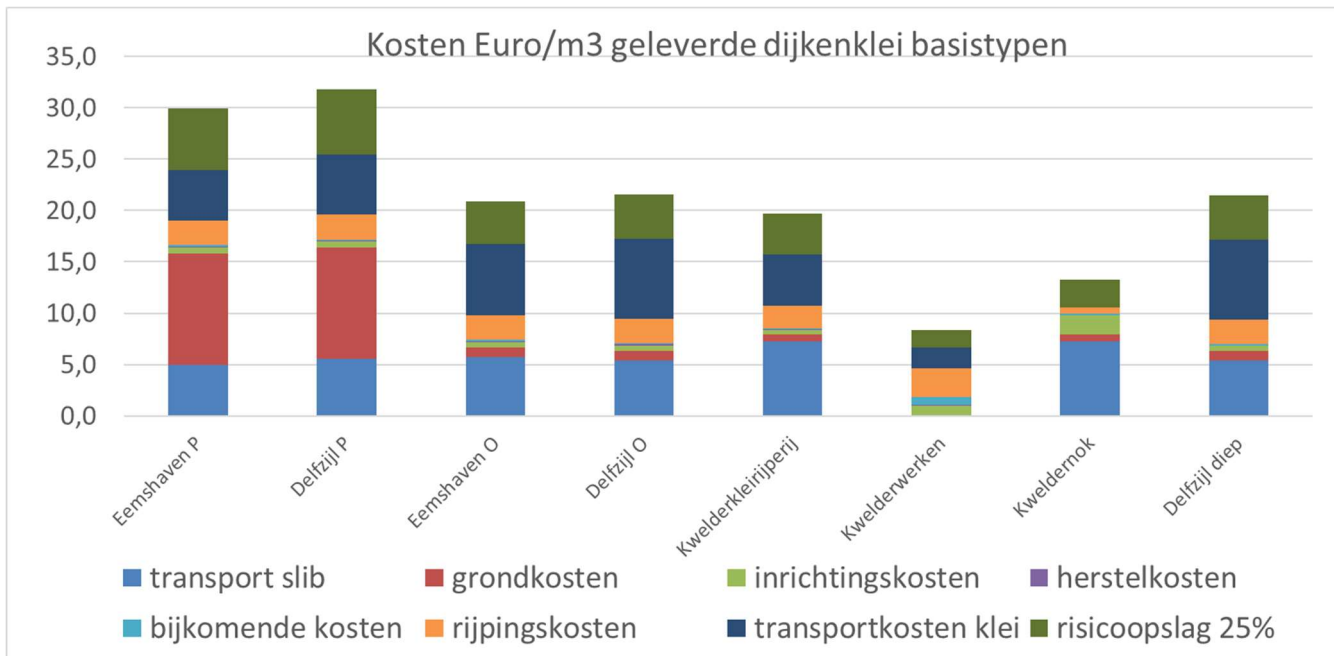
5.1 Opbouw afleverkosten gerijpte klei

Figuur 5.1 geeft een overzicht van de kostenopbouw van een aantal kleirijperij typen. Kolom 1 en 2 zijn gebaseerd op de pilot Delfzijl, maar dan op de locaties Delfzijl en Eemshaven op een bedrijventerrein met hoge pachtprizen, vergelijkbaar aan de situatie van de lopende pilot. Kolom 3 en 4 zijn kleirijperijen op locatie Delfzijl en Eemshaven uitgaande van gangbare pachtprizen voor landbouwgrond. Kolom 5 is gebaseerd op de pilot Kwelder met het slib uit polder Breebaart, kolom 6 de Kwelderwerken, die uitgaat van het invangen van slib in kwelderwerken en kolom 7 is de Kweldernok. Kolom 8 is gebaseerd op de pilot Delfzijl, maar ervan uitgaande dat bij beëindiging de kleirijperij wordt opgeleverd met een verdiepte ligging, bijvoorbeeld als transitie naar een brakwaterlandbouwgebied.

Deze kosten zijn exclusief BTW en ook exclusief de vermeden kosten voor huidige baggerwerk. De kosten zijn ook zonder waardering van risico's die samenhangen met het verpersen en rijpen van het slib en het transport van de gerijpte klei. Deze risico's zijn op dit moment nog aanzienlijk en kunnen ook door de pilot niet allemaal worden weggenomen. Vooral onzekerheden in de inzetbaarheid en afzet van klei spelen hierbij een rol. Het overzicht is dan ook vooral bedoeld om gevoel te krijgen voor de variabelen die het meest van invloed zijn op de kosten voor geleverde gerijpte klei.

De kosten hangen mede af van onderstaande uitgangspunten:

- Alle kleirijperij-typen zijn gebaseerd op een kale inrichting en minimaal benodigd onderzoek en een basisset aan uitgangspunten (tabel 5.1.).
- In de basis wordt ook uitgegaan van grote volumes verplaatst slib, orde 1 miljoen m³ slib per jaar. De typen Kwelder en Kweldernok kan het ook gaan om kleinere volumes en daarom hogere transportkosten voor het slib.
- Een bruto productie van 2000 m³/ha per jaar aan gerijpte klei, waarvan 10% uit restklei bestaat. Voor het type Kwelderwerken is uitgegaan van een aanslibbingsnelheid van 200 m³/ha jaar.
- Voor het type Kweldernok is verondersteld dat de kosten van de beschermdam voor 75% voor rekening van de versterking zijn, omdat deze daar onderdeel van uitmaakt.
- Voor het type Kwelderwerken is verondersteld dat 25% van de inrichting en onderhoudskosten van de kwelderwerken voor rekening zijn van de kleirijperij.
- Voor het type Kwelder, is verondersteld dat de kosten van de dam geheel voor rekening komen van de kleirijperij. Hierbij kan worden opgemerkt dat de klei in deze dam mogelijk ook weer een baat als dijkklei kan opleveren, maar daar is nu niet van uitgegaan.
- Voor de buitendijkse typen die op de kwelder zijn gelegen is verondersteld dat deze geen kosten voor compensatie van natuurwaarden hebben. Voor wat betreft de inzet van kwelderwerken is daarbij verondersteld dat het periodiek aftiggelen van klei verenigbaar is met de beheerdoelstellingen. Voor de kweldernok is verondersteld dat eventuele kosten voor natuurcompensatie voor rekening van de dijkversterking komen. Voor het type Kwelder is aangenomen dat er geen kosten zijn omdat sprake is van een tijdelijke voorziening, die ook weer gecombineerd kan worden met werken die in lijn met de beheerdoelstellingen worden uitgevoerd.
- Voorts is gerekend met gemiddelde transportafstanden voor levering van klei in het Noorden van het land, waarover later meer. Dit met uitzondering van de eerste twee kolommen, hier is uitgegaan van transportafstanden naar de Brede Groene Dollard Dijk.
- Er is een risico opslag gehanteerd van 25%. Dit is een globale schatting mede gebaseerd op het risicoprofiel van een kleirijperij in de Johannes Kerkhovenspolder. Naar verwachting is het risicoprofiel van verschillen typen verschillend, maar 25% opslag is een eerste schatting. Deze risicoopslag is mede gehanteerd omdat alleen het presenteren van de kosten op basis van gunstige uitgangspunten een te gunstig beeld geeft van de mogelijke afleveringskosten.



Figuur 5-1: Opbouw van de afleverkosten uitgaande van een basisset aan uitgangspunten. De kosten zijn exclusief BTW en inclusief 15% overhead en inclusief 25% risico opslag.

Uit de vergelijking van de kosten componenten komt naar voren dat:

- In het geval dat er gewerkt wordt met hoge pachtprizen, de twee linke kolommen, deze een substantieel deel uit maken van de totale kosten per m³ gerijpte klei. Zoals eerder was geconstateerd zijn bedrijventerreinen daarom minder geschikt voor het stichten van een kleirijperij, of er moet een zeer groot kostenvoordeel zijn wat betreft de transportkosten van slib en gerijpte klei. Dat is ook de reden dat voor de andere kolommen is uitgegaan van pachtprizen overeenkomstig die van landbouwgrond.
- De kosten voor geleverde dijkenglei worden flink lager als wordt uitgegaan van tweemaal de gangbare pacht- en/of grondprijzen voor landbouwgrond, zoals in de overige kolommen. In dit geval liggen de prijzen in dezelfde orde van grootte of iets hoger dan de prijs die wordt betaald voor klasse I klei bij dijkversterkingen langs de Waddenkust. Als hiervan ook de vermeden kosten van het huidige baggerwerk worden afgetrokken, voor zover deze onderdeel zijn van de baggerkosten voor de kleirijperij, dan zijn de afleverkosten concurrerend voor projecten in de regio ervan uitgaande dat klasse I kan worden gemaakt. Uit de pilot komt echter naar voren dat klasse I niet haalbaar is met het baggerslib uit Delfzijl. De referentieprijzen voor de af te leveren klei ligt dan mogelijk eerder in de orde van 13- tot 15 Euro/m³ (excl. BTW). Daarmee vergeleken zijn de afleverkosten voor type Eemshaven en Delfzijl veel hoger ook na aftrek van de vermeden kosten huidige baggerwerk.
- De inrichtingskosten en rijpingskosten zijn verhoudingsgewijs hoog bij de kwelderrijperij, maar dat is mede het gevolg van de lage producties per ha, die in hoofdzaak gebaseerd zijn op natuurlijke aanwas van klei. Bovendien vragen ook kwelderwerken nog om jaarlijks onderhoud wat doorwerkt in de kosten. In het basistype is maar ¼ van de kosten van de kwelderwerken aan de kleirijperij toebedacht en het overige deel aan natuurbeheer doelstellingen. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat dit type uitgaat van bestaande landkwelders. Er zijn langs de Waddenzee plaatsen waar de aangroei van landkwelders zou kunnen worden gestimuleerd. Dit gaat wel gepaard met hoge initiële kosten. Wel is het zo dat op deze plaatsen dan ook vanwege de nieuwe kwelders sprake is

van meer golfreductie, wat zich kan vertalen in de kleinere versterkingsopgave. Bij dit type moet nog steeds de klei worden afgegraven en in het werk, op de voet van de dijk op achterzijde van de kwelder, worden gelegd. Als de klei van de hoge kwelder wordt geschraapt is verdere rijping naar verwachting niet nodig. Net als bij de kweldernok, zie hierna, hangt dit sterk af van de eisen die aan de dijkenglei worden gesteld. De kosten voor de gerijpte klei zijn veel lager dan van de kleirijperijen type Eemshaven en Delfzijl.

- Bij de kweldernok worden extra kosten gemaakt voor een robuuste aanleg, zodanig dat de beschermddam direct onderdeel vormt van de primaire kering. Deze extra kosten kunnen worden gezien als een voorinvestering in een aanstaande dijkversterking. Deze zijn daarom maar voor een klein deel aan de kleirijperij toegeschreven. De kale kosten voor de dijkenglei nemen in dat geval sterk af. Dit type veronderstelt bovendien dat vrijwel alle klei die ter plekke rijpt, ook geschikt is voor de opbouw van de kering. Dit hangt mede af van de eisen die, in de toekomst, aan dijkenglei worden gesteld. Anders dan bij de andere kleirijperijen is er in dit geval maar beperkt sprake van restklei. De kosten van transport van gerijpte klei zijn in dit geval laag, omdat hooguit iets wordt geschoven ten behoeve van de profilering. De aanlegkosten van de nok zijn hoog maar vanuit de dijkversterking geredeneerd is vervolgens ook minder m^3 klei nodig voor het maken van het gewenste talud.
- In alle andere gevallen zijn de transportkosten voor slib en gerijpte klei goed voor orde 90% van de totale kosten. Dit betekent dat de grondkosten, inrichtingskosten en kosten die gemaakt worden voor het rijpen van weinig invloed zijn op de kosten per m^3 geleverde klei zijn. Het optimaliseren van het bedrijfsproces is daarbij dus nog maar van weinig invloed op de totale kosten. Als het rijpen van de klei veel langer duurt en meer werkslagen vraagt, bijvoorbeeld om aan de eisen voor het zoutgehalte en het organisch stofgehalte te kunnen voldoen, dan nemen de kosten per m^3 nog wel aanzienlijk toe.
- De transportkosten voor slib bedragen 40% tot 80% van de totale kosten. Hierbij moet worden opgemerkt dat gewerkt is met grote volumes slib (orde 1 miljoen m^3 /jaar) en daardoor verhoudingsgewijs lage perskosten. Deze aanname is gedaan omdat is uitgegaan van opgeschaalde kleirijperijen. De kosten per m^3 gerijpte klei kunnen nog 2 tot zelfs meer dan 5 Euro/ m^3 gerijpte klei toenemen als van veel kleinere volumes wordt uitgegaan. Bij de typen kweldernok en kwelder is dit meegenomen in de kosten, door uit te gaan van kleinere jaarlijkse volumes (0,1 miljoen m^3) van meer lokaal gewonnen baggerslib. Bij nog kleinere volumes nemen de kosten voor baggerslib nog verder toe.
- De transportkosten voor de gerijpte klei bedragen eveneens 40 tot 60% van de totale kosten. Deze kostenpost overlapt deels met de transportkosten die ook de aanvoer van dijkenglei uit een andere bron moet maken.

De transportkosten naar het werk hangen af van de plaats waar kan worden geleverd. Voor de kortere termijn kan waarschijnlijk geleverd worden naar de Brede Groene Dollard Dijk over beperkte afstanden. Daarna liggen de afzetmogelijkheden veel verder weg, met name langs de Friese kust. Voor de berekening van de transportkosten is uitgegaan van een langer termijn beeld met dus een veel grotere gemiddelde transportafstand. Als gekeken wordt naar een kleirijperij die vooral toelevert aan de Brede Groene Dollard Dijk maar dat doet voor een beperkte periode, orde 6 jaar, dan liggen de afleverprijzen een weinig hoger. De kortere levensduur van de kleirijperij leidt tot extra kosten waardoor het kostenvoordeel van een kortere leverafstand voor de klei wegvalt.

Uitgaande van deze basisset aan uitgangspunten zijn de kosten voor het afleveren van dijkenglei vanuit een kleirijperij hoger dan de marktprijs voor dijkenglei. Deze marktprijs wordt evenwel ook sterk bepaald door de transportkosten van klei een reden om dit nader te beschouwen (zie 3.2). Gezien het aanbod aan slib zal in elk toekomstig scenario vooral gewerkt worden met slib uit de havens van Delfzijl en Eemshaven.

5.2 Transportkosten klei en marktprijzen

Omdat het transport zo'n belangrijke kostenfactor is, en de prijs van dijkenglei een locatieafhankelijke variabele, verdient deze factor nadere aandacht.

Dijkenglei vanuit het rivierengebied zal in een binnenvaartschip worden aangevoerd. Uit de Bluetransportmap komen de volgende lospunten aan de Waddenzee naar voren:

- Haven van Delfzijl, die direct bereikbaar is vanaf het Eemskanaal;
- Eemshaven, die via Delfzijl bereikbaar is;
- Lauwersmeerhaven, die via het Eemskanaal binnendoor te bereiken;
- Harlingen, dat over de Waddenzee, of vanuit het rivierengebied via het IJsselmeer bereikbaar is.

Een vergelijking tussen kleirijperij en rivierengebied wat betreft transportkosten van klei kan gemaakt worden door deze overslagpunten als uitgangspunt te nemen. Voor de kleirijperij is uitgegaan van de locatie Johannes Kerkhovenpolder. Deze ligt ongeveer 20 km ten oosten van Delfzijl. Vanuit deze locatie kan per as klei naar de Brede Groene Dollard dijk en de haven van Delfzijl worden gebracht. Afhankelijk van de bestemming van de gerijpte klei kan daar de klei op een schip worden gezet en bijvoorbeeld naar Lauwersmeerhaven, Harlingen of het rivierengebied worden getransporteerd.

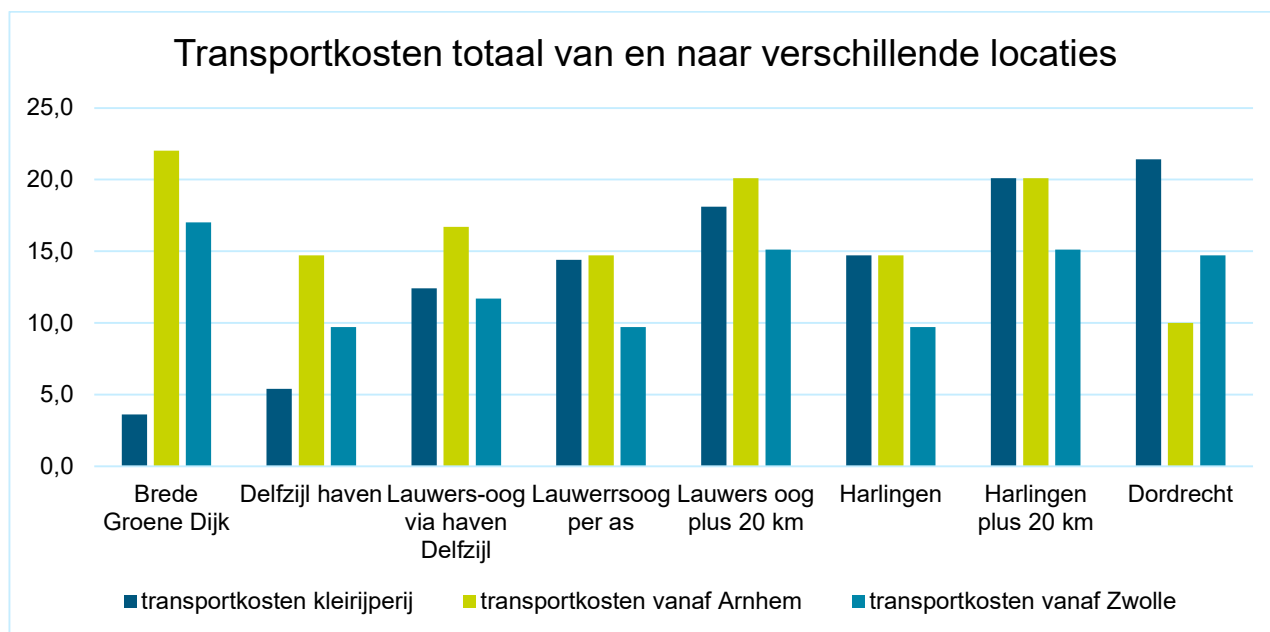
Voor transport vanuit het rivierengebied naar voornoemde overslaglocaties is uitgegaan van een locatie bij Arnhem en bij Zwolle. Arnhem is o.m. de plaats waar veel keramische industrie is gevestigd. Zwolle is een locatie in het noordelijk deel van het rivierengebied. Transport verloopt dan over rivieren en kanalen en bij een bestemming zoals Harlingen ook over het IJsselmeer.



Figuur 5-2: Transportroutes over water tussen de belangrijkste overslagpunten uitgaande van Arnhem, Harlingen, Delfzijl en Eemshaven.

Vanuit deze overslagpunten is vaak verder transport per as nodig. Soms kan een tijdelijke loshaven worden ingericht ten tijde van de dijkversterking, maar op veel plaatsen is sprake van kwelders en ondiepten die dat niet goed mogelijk maken. Meestal wordt dijkenglei per schip dicht bij het werk afgeleverd en is ook de

afleverprijs hierop gebaseerd. Als een kleirijperij op korte afstand per as kan leveren maar de klei van elders een verhoudingsgewijs langere afstand per as moet afleggen is het beter om te kijken naar de totale transportkosten. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn bij het leveren aan de Brede Groene Dollard Dijk in geval van een kleirijperij die ten oosten van Delfzijl is gelegen. Er is daarom gekeken naar de totale kosten van het transport van gerijpte klei en klei uit het rivierengebied. Let wel dit is nog zonder de kosten die moeten worden gemaakt voor het aanvoeren van slib en het rijpen van de klei.



Figuur 5-3: Transportkosten voor (gerijpte) klei vanuit de kleirijperij en het rivierengebied.

Figuur 5-3 laat de transportkosten zien voor het vervoer van klei vanaf locaties in Arnhem en Zwolle voor rivierklei en voor een locatie Johannes Kerkhovenpolder ten oosten van Delfzijl. Er is daarbij gekeken naar transport naar verschillende overslagpunten (Delfzijl Haven, Lauwersoog, Harlingen, Dordrecht), soms in combinatie met nog eens 20 km per as en de Brede Groene Dollard Dijk. De kosten zijn berekend met een kostenberekeningsmodel waarbij rekening wordt gehouden met laad- en lostijden, wachttijden en retourvaart. De kosten zijn ook berekend met standaardprijzen en afstanden, maar deze wijken vooral bij levering op kortere afstand af van de mogelijke daadwerkelijke kosten die gebaseerd is op uren inzet van materiaal. De transportafstanden over water zijn met BlueRoadMap bepaald. Uit de vergelijking volgt dat:

- Voor toelevering aan de Brede Groene Dijk zijn de transportkosten voor klei substantieel hoger vanuit het rivierengebied en dat geldt ook voor levering aan andere locaties in Groningen en het oostelijk deel van de Friese kust (Lauwersmeer e.o.). Dit komt mede doordat de Brede Groene Dijk niet bereikbaar is per beunschip. Verder naar het westen, Harlingen e.o. zijn de transportkosten vanaf de kleirijperij al vergelijkbaar of hoger dan voor transport uit Arnhem. Dit komt onder meer doordat de transportafstand vanaf de Johannes Kerkhovenpolder naar het oostelijk deel van Friesland ook erg groot is. En ook omdat is verondersteld dat vanuit de kleirijperij eerst transport naar Delfzijl nodig is, voordat een schip kan worden beladen. Als bij de kleirijperij een los- en laadmogelijkheid wordt gemaakt, dan nemen de kosten van transport per as flink af. Dat geldt overigens ook voor de kosten van slibpersen, omdat nu is uitgegaan van een verhoudingsgewijs lange persleiding. Het inrichten van een laad-en losgelegenheid op korte afstand vraagt waarschijnlijk ook het onderhouden van een vaargeul. Hier wordt ook weer baggerslib gewonnen, wat kan worden ingezet voor kleirijpen, maar het slib dat hier wordt ontnomen kan niet worden verrekend als vermeden baggerkosten voor de haven van Delfzijl. Ook moet rekening worden gehouden met natuureffecten.

- Het leveren van klei vanuit de kleirijperij naar het rivierengebied, locatie Dordrecht, is veel duurder dan vanuit het rivierengebied zelf. Het kostenverschil is ten minste 10 Euro/m³. Klei uit de kleirijperij kan in het rivierengebied daarom niet concurreren met rivierklei. Vooral als deze rivierklei vrijkomt uit verruimingsprojecten.
- De transportkosten vanuit Zwolle zijn behalve voor de directe omgeving van Delfzijl en ten oosten van Delfzijl al vergelijkbaar hoog of zelfs lager dan bij transport vanaf de kleirijperij. Ook in dit geval wordt concurreren met klei uit het rivierengebied moeilijk.
- Kijken we naar de prijzen voor dijken in de ramingen van dijkversterkingsprojecten langs de Waddenzeekust dan liggen deze op het niveau van de transportkosten vanuit het rivierengebied voor mindere klasse dijkklei. Dit betekent dat deze of om niet wordt aangevoerd, waarbij vooral wordt verdiend op transport, of van locaties uit het noordelijk rivierengebied beschikbaar kan komen. De prijzen voor klasse I klei liggen 3 tot 5 Euro/m³ hoger, wat er op wijst op relatieve schaarste.
- Al met al lijkt de markt voor klei uit de kleirijperij, op basis van marktconforme prijzen, beperkt tot het gebied van Lauwersoog tot en met de Brede Groene Dijk. Mogelijk kan in de noordelijke regio ook nog dijkklei ingezet worden bij regionale keringen. Dit betekent dat mogelijk marktconform kan worden gewerkt bij kleinere volumes op kortere leverafstand, maar dat de beleidsopgave impliciet betekent dat grotere volumes tegen verliezen op grotere afstand moeten worden weggezet.
- Voor het opstarten van de kleirijperij lijkt levering aan de Brede Groene Dijk, de enige concrete afnemer voor dit moment, mogelijk tegen marktconforme prijzen, maar daarna niet meer.
- Wat geldt voor dijkklei geldt mogelijk ook voor andere toepassingen van gerijpte klei, zoals in de keramische industrie. Deze is geconcentreerd in het rivierengebied vooral in de omgeving van Arnhem. Hier ontstaan vooral mogelijkheden als het beleid inzet vanuit hernieuwbare bronnen verplicht stelt en deze grotendeels ontbreken. Er lopen echter initiatieven voor duurzame kleiwinning in het rivierengebied waarbij ook de combinatie met natuurontwikkeling wordt nagestreefd. Mogelijk kan hierdoor nog jaren vanuit het rivierengebied de dijkversterking en ook de keramische industrie met duurzaam gewonnen klei worden bediend.

Voornoemde conclusies zijn gebaseerd op de transportkosten van voor de energiecrisis van 2022. De brandstofprijzen zijn vervolgens sterk omhooggegaan. We zien voor gasolie en diesel vergelijkbare prijsontwikkelingen. De ontwikkeling van de transportkosten in de verschillende vervoerswijzen, per as en per beunschip, schelen elkaar niet veel. De verhouding tussen de kosten van verschillende transportwegen zal bij sterke veranderingen in brandstofprijzen ook niet veel veranderen. Het aandeel transportkosten is voor de gerijpte klei die geleverd wordt aan de Brede Groene Dollard Dijk iets lager dan voor de klei die uit het rivierengebied wordt geleverd, maar in beide gevallen erg hoog. Bij levering van gerijpte klei aan andere toekomstige locaties is er nog maar weinig verschil in het aandeel transportkosten. Wat ook een rol kan spelen is of bijvoorbeeld extra kosten moeten worden gemaakt voor het beperken van de stikstofemissie op verschillende transportwegen en wat vooral de marktprijzen doen afhankelijk van vraag en aanbod van transport op dat moment.

6 De Business cases

6.1 Scenario's voor kosten, baten, rijping en referenties

Scenario's voor kosten, inzetbaarheid, baten en referentie

Voor het bepalen van de kosten en baten is uitgegaan van drie scenarioclusters van variabelen:

Kosten: door aanpassingen van uitgangspunten ten aanzien van levensduur, productie, transportafstanden, aandeel restklei, inrichtingskosten en kosten voor afzet restklei.

Er worden drie niveaus onderscheiden:

- Basis; hetgeen uitgaat van een lange levensduur van de installatie (32 jaar), een productie van bruto 2.000 m³/ha, transportafstanden bij afzet binnen de regio, een beperkt aandeel restklei, beperkte inrichtingskosten en geen kosten voor transport voor afzet van restklei (aangeduid met neutraal).
- Gunstig: een hogere productie, kleiner aandeel restklei, voor het overige als basis. De verschillen met Basis zijn daarom beperkt.
- Ongunstig: kortere levensduur kleirijperij (na 6 jaar), kleinere productie, grotere transport-afstanden vanwege afzet op grotere afstand en ook een grotere afstand voor het persen van slib omdat de kleirijperij wat ongunstiger ten aanzien van de bron is gelegen en een iets groter aandeel restklei, ofwel klei die niet kan worden ingezet voor dijkversterking. Het verschil met Basis is dus groot maar wel plausibel.

Inzetbaarheid en rijping: rijping kan moeizaam gaan waardoor klasse I niet gehaald kan worden, maar alleen dijkneklei die onder voorwaarde van het veranderen van de eisen ten aanzien van het zout- en organisch stofgehalte ingezet kan worden. Dit geldt mogelijk vooral voor Delfzijl. Het kan overigens niet worden uitgesloten dat mettertijd, dus uitgaande van meer werkhandelingen en een langere rijpingsduur, ook baggerslib uit de haven van Delfzijl omgezet kan worden in klasse I en II dijkneklei. In dat geval moet wel rekening worden gehouden met een zeer veel lagere productie, waarvoor ook een zeer veel groter oppervlak nodig zal zijn. Het baggerslib van Eemshaven is zandiger en rijpt sneller en het organisch stofgehalte is maar weinig hoger dan de eis. Een kleirijperij bedreven op baggerslib uit de haven van Eemshaven kan daarom mogelijk eerder aan de eisen van dijkneklei voldoen. De consequenties zijn groot, niet alleen voor de productie maar ook voor de baten (zie hierna).

Er wordt daarom onderscheid gemaakt naar:

- A) Huidige eisen worden gehaald, dit betekent dat gezien de samenstelling van het baggerslib in hoofdzaak klasse I kan worden geproduceerd. Dit wel in de veronderstelling dat dit in het geval van Delfzijl niet mogelijk is en voor Eemshaven alleen met een veel langere rijpingsduur en extra werkslagen om ook het vereiste zoutgehalte te kunnen halen.
- B) Aangepaste eisen worden gehaald, dit betekent dat vrijwel alle klei geschikt is voor dijkneklei, maar in dat geval niet als klasse I verkocht kan worden, maar voor een lagere prijs zal worden afgezet.

Baten van de gerijpte klei: de marktprijs voor gerijpte klei hangt af van de kwaliteit van deze klei en waar deze concurrerend kan worden geleverd. Potentieel kunnen de hoogste baten worden gehaald met een goede kwaliteit dijkneklei en een levering aan een werk waar levering van concurrerende klei juist erg duur is. De prijs van dijkneklei schommelt van plaats tot plaats, in de tijd en tussen projecten. De hoogste prijs voor klasse I is 22 Euro/m³ maar ook 17 Euro/m³ komt voor langs de Waddenkust. Klasse II ligt hier vaak zo'n 4 Euro onder. Klasse III klei wordt soms aangekocht voor 13 Euro. Voor inzet van geschikte klei in de Brede Groene Dollard dijk is uitgegaan van 15 Euro/m³ maar dan wel voor levering op de dijk zelf.

De klei die niet geschikt is voor dijken, aangeduid als restklei, kent ook een sterke bandbreedte. In sommige projecten wordt grond op het werk geleverd voor 8 Euro/m³, dus inclusief transport, maar het komt ook voor dat overtollige grond moet worden afgevoerd voor 7 Euro/m³. Ook denkbaar is dat overtollige grond om niet wordt opgehaald, zodat er naast het rippen geen verdere kosten zijn. In het meest ongunstige geval brengt de klei die gerijpt wordt niets op en zijn de kosten volledig voor rekening van de kleirijperij. Deze situatie moet worden vermeden en ziet men waarschijnlijk ook tijdig aankomen. Dus het meest ongunstige scenario is daarmee weinig reëel. Voor een ongunstig scenario is er daarom vanuit gegaan dat klei kan worden verkocht tegen de marktprijs van klasse III klei, dus orde 13 Euro/m³.

Wat betreft de restklei worden drie niveaus onderscheiden:

- Neutraal dus geen extra kosten maar ook geen baten.
- Gunstig, dus neutraal en geen extra kosten en beperkte baten.
- Ongunstig, niet neutraal en dus extra kosten voor transport en ook extra kosten voor depotstelling.

In een ongunstig scenario zijn de kosten dubbel zo hoog als in het basisscenario en de baten half zo groot. In een gunstig scenario zijn de kosten een kwart lager en de baten een kwart hoger. Dit betekent dat de bandbreedte in opbrengsten tussen een ongunstig en gunstig scenario orde factor 3 bedragen.

Tabel 6-1: Overzicht mogelijke scenario's. Er is alleen gekeken naar de scenario's basis, ongunstig en gunstig bij aangepaste eisen aan de dijkenglei. De vermeden kosten voor transport naar de Noordzee in geval van de referentie zijn gebaseerd op lagere dichtheden in de beun afkomstig uit onderzoek ingeval van eerdere regulier baggerwerk.

Kosten scenario's						
	basis	basis	ongunstig	ongunstig	gunstig	gunstig
Levensduur inrichting (jaar)	32	32	6	6	32	32
Andere bruto productie per hectare (%)	0%	0%	-25,00%	-25,00%	25%	25%
Transportafstand levering dijkenglei (factor maal basis)	1	1	1,5	1,5	1	1
Transportafstand levering slib (factor maal basis)	1	1	1,5	1,5	1	1
Kleiverkoop uit maaiveld verlagings (m af gegraven en geleverd)	0	0	0	0	0	0
Hoger aandeel restklei (%)	10%	0%	20%	10%	0	0
Hogere inrichtingskosten (en kortere levensduur)	0%	0%	20%	20%	-10%	-10%
Extra kosten vanwege kosten afzet restklei (Euro/m ³)	neutraal	neutraal	niet neutraal	niet neutraal	neutraal	neutraal
Hogere pacht en grondprijzen (%)	0%	0%	100%	100%	-10%	-10%
Baten scenario's						
	basis huidige eisen	basis aangepaste eisen	ongunstig huidige eisen	ongunstig aangepaste eisen	gunstig huidige eisen	gunstig aangepaste eisen
Baat/marktprijs klasse I klei gemiddeld in afzetgebied	17,5	15	15	13	22	17
Baat/marktprijs klasse Voldoende in afzetgebied	15	15	13	13	17	17
Baat/marktprijs Restklei	0	0	-2	-2	3	3
Referentiescenario Noordzee						
	Eemshaven	Eemshaven	Eemshaven	Eemshaven	Beide	Beide
Vermeden kosten transport naar de Noordzee gerekend vanaf						
Vermeden extra kosten vanaf Eemshaven (Euro/m ³ baggerslib)	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Vermeden extra kosten vanaf Delfzijl (Euro/m ³ baggerslib)	2,6	2,6	2,6	2,6	3,7	3,7

Onderscheid tussen haven Delfzijl en Eemshaven

Het deel van de beleidsopgave dat is toebedacht aan de kleirijperijen kan grotendeels worden ingevuld door gebruik van baggerslib uit Eemshaven maar ook door Delfzijl. Beide bronnen voor baggerslib verschillen wat betreft locatie en samenstelling van het slib. Wat betreft locatie ligt Delfzijl dicht bij de Brede Groene Dollard Dijk waar de eerste jaren gerijpte klei naar toe kan worden gebracht. Delfzijl ligt wel weer verder weg van andere toekomstige dijkversterkingsprojecten die vooral verder westelijk zijn gelegen. Tenminste als niet over de grens in Duitsland kan worden geleverd. Delfzijl ligt ook verder van de Noordzee, wat relevant is als gekeken wordt naar het alternatief waarin slib ook naar de Noordzee kan worden gebracht. Het wegbrengen vanuit Delfzijl is veel duurder dan vanuit Eemshaven.

De locatie maar ook de samenstelling van het slib maakt dat het onttrekken van baggerslib bij Delfzijl mogelijk andere effecten heeft op het slibprobleem en het ecologisch functioneren van de Eems-Dollard. Hoe, is nog onbekend, maar Delfzijl is dicht bij de Dollard gelegen. In grote lijnen is het slibgehalte in de Dollard zo hoog dat ook een flinke reductie niet direct tot een hogere primaire productie kan leiden. Daarbij blijkt dit deel van het estuarium sterk onder invloed van de rivier de Eems te staan, die erg hoge slibgehalten heeft. In het middendeel leidt het verminderen van slib waarschijnlijk direct wel tot een groter doorzicht en

een grotere primaire productie. De situatie in de monding is weer anders. Hier is het doorzicht minder een probleem en wordt de primaire productie vooral beperkt door een tekort aan nutriënten. Onduidelijk is of het wegbrengen van baggerslib naar de Noordzee van invloed is op de primaire productie, bijvoorbeeld doordat met het slib ook nutriënten worden aangevoerd, in het mondingsgebied. Echter het baggerslib uit Delfzijl is ook rijker aan organische stof en mogelijk ook rijker aan voedingsstoffen, die ook weer van belang zijn voor de primaire productie. Als men 1 miljoen d.s. in de vorm van baggerslib uit Delfzijl haven onttrekt, wordt daarmee een hoeveelheid organische stof onttrokken die erg groot is in verhouding tot de primaire productie in het Eems-Dollard estuarium.

Er is daarom onderscheid gemaakt naar twee scenario's voor het referentiealternatief afvoeren naar de Noordzee:

- Beide (havens): wat inhoudt dat als referentie is uitgegaan van transport naar de Noordzee vanuit beide havens. Baggerslib dat dus bij Delfzijl in een kleirijperij wordt verwerkt heeft daarom hogere vermeden kosten in de referentie transport naar de Noordzee dan het baggerslib uit Eemshaven.
- Eemshaven: in dit geval wordt als alternatief scenario uitgegaan van de goedkoopste mogelijkheid, en dat is het afvoer van slib naar de Noordzee vanuit Eemshaven.

6.2 Bedrijfseconomisch langere termijn

Vergelijking typen, kosten en baten

De business case kent verschillende gedaanten. Een bedrijfseconomische business case, waarbij de kosten van kleirijpen worden afgezet tegen de baten van de verkoop van gerijpte klei. De prijs voor de verkoop is dan gelijk aan die van alternatieve bronnen voor (dijken)klei. Dit geeft een indicatie of er geld kan worden verdiend of erbij moet worden gelegd voor deze wijze van slibverwerking. Dit geeft ook inzicht in de kosteneffectiviteit van verschillende typen en locaties en mogelijk ook verschillende bronnen van het slib (met ander d.s.-gehalte en organisch stofgehalte). Ook wordt hierbij gekeken naar verschillende referenties voor vermeden kosten als het gaat om het nautisch baggerwerk, voor gangbaar werk, of voor afvoeren van baggerslib naar de Noordzee, als dat het beleidsalternatief is voor het onttrekken van slib aan het Eems-Dollard estuarium.

Voor wat betreft de baten van de gerijpte klei beschikken we over beperkte gegevens. In de praktijk is het zo dat de afleverprijs afhangt van kwaliteit en vooral ook de locatie. Plaatsen die goed over het water bereikbaar zijn, kunnen grote partijen ontvangen per schip, waardoor de transportkosten lager uitvallen. Locaties die moeilijk bereikbaar zijn en ver weg gelegen zijn van een plaats waar gelost kan worden of waar klei wordt gerijpt, hebben te maken met veel hogere transportkosten. Ook de Brede Groene Dollard Dijk is een locatie die niet direct vanaf het water bereikbaar is. Er is nog apart gekeken naar de business case voor een grote kleirijperij in de Johannes Kerkhoven Polder voor levering van gerijpte klei aan de Brede Groene Dollard Dijk.

Tabel 6-2: Kosten en baten basistypen in het basisscenario dat uitgaat van dijkenglei die niet aan de vigerende eisen hoeft te voldoen, waardoor alle glei die wordt gerijpt ook als dijkenglei afgeleverd kan worden. Het basistype gaat uit van grote volumes slib die verwerkt worden. Bij enkele typen, zoals de kwelder en kwelderwerken is uitgegaan van kleinere volumes, waardoor de kosten toenemen. Bij de typen kweldernok en Delfzijl diep is juist van iets grotere volumes uitgegaan dan voor het basistype was aangenomen. In de kosten bij combinatie van uitgangspunten is de toename vanwege verschillende uitgangspunten samengenomen en is de risico-opslag wel weer toegevoegd.

DASHBOARD SCENARIOS		KOSTEN		REFERENTIE		Eemshaven	
		basis					
		KLEI EISEN		aangepaste			
		BATEN		basis			
		Eemshaven O	Delfzijl O	Kwelder	Kwelderwerken	Kwelder nok	Delfzijl diep
Verwerkt volume slib in m ³ per jaar		0,84	1,14	0,13	0,06	0,13	0,83
Basistype afleveringskosten per m ³ gerijpte dijkenglei	[Euro/gem.m ³]	21,4	22,1	20,2	8,8	13,7	22,4
Levensduur inrichting Eemshaven, Delfzijl, Kwelder, Verdiept Delfzijl (jaar)		32	16,8	17,7	14,9	7,1	9,7
Andere bruto productie per hectare (%)	0,00%	16,8	17,7	14,9	7,1	9,7	17,6
Transportafstand levering dijkenglei (factor maal basis)	1	16,8	17,7	14,9	7,1	9,7	17,6
Transportafstand levering slib (factor maal basis)	1	16,8	17,7	14,9	7,1	9,7	17,6
Hoger aandeel restklei (%)	0,00%	16,8	17,7	14,9	7,1	9,7	17,6
Hogere inrichtingskosten (en levensduur)	0,00%	16,8	17,7	14,9	7,1	9,7	17,6
Extra kosten vanwege kosten afzet restklei (Euro/m ³)	neutraal	16,8	17,7	20,2	8,8	9,7	17,6
Kosten bij combinatie van uitgangspunten variabelen	[Euro/gem.m ³]	21,1	22,1	24,2	10,6	12,4	22,0

Tabel 6-3: Kosten en baten (excl. BTW) bij ongunstige uitgangspunten. De hogere prijzen die het gevolg zijn van ongunstige uitgangspunten, zoals een kortere levensduur. In de kosten bij combinatie van uitgangspunten is de toename vanwege verschillende uitgangspunten samengenomen en is de risico-opslag wel weer toegevoegd. De gecombineerde kosten kunnen dan vergeleken worden met de afleveringskosten van het basistype, waaruit blijkt dat ze aanzienlijk hoger zijn.

DASHBOARD SCENARIOS		KOSTEN		REFERENTIE		Eemshaven	
		ongunstig					
		KLEI EISEN		aangepaste			
		BATEN		ongunstig			
		Eemshaven O	Delfzijl O	Kwelder	Kwelderwerken	Kwelder nok	Delfzijl diep
Verwerkt volume slib in m ³ per jaar		0,84	1,14	0,13	0,06	0,13	0,83
Basistype afleveringskosten per m ³ gerijpte dijkenglei	[Euro/gem.m ³]	21,4	22,1	20,2	8,8	13,7	22,4
Levensduur inrichting Eemshaven, Delfzijl, Kwelder, Verdiept Delfzijl (jaar)	6	23,9	24,8	20,2	7,1	9,7	24,2
Andere bruto productie per hectare (%)	0,00%	16,8	17,7	14,9	7,1	9,7	17,6
Transportafstand levering dijkenglei (factor maal basis)	1,5	18,4	19,7	15,5	7,3	9,7	19,6
Transportafstand levering slib (factor maal basis)	1,5	17,6	18,5	15,9	7,1	10,7	18,4
Hoger aandeel restklei (%)	10,00%	18,3	19,2	16,4	8,1	11,2	19,1
Hogere inrichtingskosten (en levensduur)	20,00%	24,6	25,5	20,7	7,3	10,1	24,8
Extra kosten vanwege kosten afzet restklei (Euro/m ³)	niet neutraal	17,1	18,0	20,5	9,2	10,1	17,9
Kosten bij combinatie van uitgangspunten variabelen	[Euro/gem.m ³]	33,3	34,7	33,6	12,4	15,7	34,1

Basis en gunstige uitgangspunten

Wat opvalt dat de potentiële kosten voor de buitendijkse kleirijperijen lager zijn dan voor kleirijperijen die uitgaan van baggerslib uit Eemshaven en Delfzijl. Dit kostenverschil wordt kleiner als ook gekeken wordt naar de vermeden kosten van het huidige baggerwerk welke alleen bij inzet van baggerslib uit de havens kan worden afgetrokken. Wel zijn deze type buitendijkse of eigenlijk “bij de dijkse kleirijperijen” minder gevoelig voor veel kostenvariabelen, vooral ook omdat het transport een kleiner deel uitmaakt. Wat nog niet is meegenomen is de grotere leveringszekerheid van deze “bij de dijkse kleirijperijen” die immers aan een concrete dijkversterking leveren en niet afhankelijk zijn van leveranties elders en later in de tijd. Wel is verondersteld dat er vanuit Natura 2000 geen beperkingen of compensatieverplichtingen gelden die tot extra kosten kunnen leiden.

Type Kwelder komt wat lager uit qua kosten omdat deze dicht bij het werk is gelegen. Wel kan hierbij worden opgemerkt dat er gerekend is met lagere kosten voor de aanvoer van het slib, dan in de praktijk nodig zijn gebleken. Bij zeer kleine hoeveelheden slibtransport, orde 50.000 tot 100.000 m³, kunnen de kosten per m³ gerijpte klei nog toenemen. De kosten van de Kweldernok vallen veel lager uit omdat de gerijpte klei niet meer hoeft te worden getransporteerd. De kosten zijn mogelijk nog lager als men ervoor kiest om de inrichtingskosten geheel op het conto van de dijkversterking te schrijven. Ook hierbij geldt dat de kosten hoger kunnen uitvallen als kleinere volumes slib worden verplaatst. De kwelderwerken zijn in potentie het goedkoopste voor de levering van dijkenglei aan nabijgelegen dijkvakken. De transportkosten per as zijn laag en slib wordt op een natuurlijke wijze zonder kosten aangevoerd. De snelheid waarmee dit gebeurt is natuurlijk veel kleiner. Kwelderwerken kunnen mogelijk tot 200 m³ /ha jaar leveren. Dit kan voldoende zijn, vooral als de dijk mag meegroeien met de versterkingsopgave, in plaats van dat de dijk direct aan de eisen voor over 50 jaar of meer moet voldoen. Vooral als de versterking in hoofdzaak kan bestaan uit het verhogen van de dijkvoet en achterste deel van de kwelder is dit misschien goed mogelijk.

Het toepassen van kwelderklei veronderstelt wel dat deze van afdoende kwaliteit is en dat het periodiek tiggelen van kwelders past in Natura 2000 beheerdoelstellingen. De vraag is hierbij ook hoeveel slib wordt onttrokken vanwege de beleidsopgave. Als langs 10 km van de Dollard dijk tot 200 meter uit de kust kwelders periodiek kunnen worden afgegraven dan kan deze 200 ha ca 40.000 m³ gerijpte klei ofwel orde 50.000 ton d.s. worden onttrokken. Dit is bij lange na niet genoeg voor de nu gestelde beleidsopgave.

Ook het type Kweldernok heeft verhoudingsgewijs lage kosten per m³ gerijpte klei. Dit komt doordat de gerijpte klei niet meer wordt getransporteerd, maar ook omdat de dam die de kweldernok c.q. kleirijperij aan de zeezijde beschermt al onderdeel is van de primaire kering. De kosten van deze dam worden daarom in hoofdzaak aan de versterking en niet aan de kleirijperij toegeschreven. Dit in afwijking met het type Kwelder, waar deze dure dam wel volledig op de kosten van de gerijpte klei drukken.

De kosten van de kleirijperijen Eemshaven en Delfzijl liggen in een gunstig scenario om de afleverprijs van klasse I klei, maar vaak hoger dan 20 Euro/m³. Zoals eerder is aangegeven is de basis gebaseerd op een set gunstige uitgangspunten ten aanzien van productie en kwaliteit van de klei en ook wat betreft levensduur van de kleirijperij. Wel is al rekening gehouden met een gemiddeld hogere transportafstand, dan welke gelden voor levering vanuit de huidige pilotlocaties aan de Brede Groene Dollard Dijk. Voor de levering aan de Brede Groene Dollard Dijk wordt uitgegaan van 13 Euro/m³ voor levering op het werk van gerijpte klei. Dit is dus inclusief transportkosten. Dat is minder dan de kosten voor het afleveren van gerijpte klei.

Als we de vermeden kosten van nautisch baggerwerk meenemen, nemen de afleverkosten flink af. Dit komt omdat voor elke m³ gerijpte klei orde 3,0 m³ slib moet worden verplaatst. Voor de Kwelder (depot) en daarvan afgeleide varianten geldt deze aftrek niet, omdat deze locaties geen gebruik maken van nautisch baggerwerk. Ook is gekeken naar een situatie waarbij de kosten van transport naar de Noordzee zijn meegenomen. Afvoer naar de Noordzee kan worden gezien als een mogelijke referentie, of alternatief voor het verwijderen van slib uit het Eems-Dollard estuarium. De netto kosten van afvoer naar de Noordzee zijn in dat geval gelijk of hoger dan de netto kosten, dus afleverkosten min afleverbaten, van de dijkkenklei.

Ongunstige uitgangspunten

In Tabel 6-5: is voor de set ongunstige uitgangspunten aangegeven wat het verschil is tussen kosten en baten. Wat als eerste opvalt dat ongunstige uitgangspunten leiden tot veel hogere kosten, vrijwel 1,5 zo hoog. Het ongunstige scenario is mogelijk wat negatief gesteld maar de kans dat het meevalt lijkt veel kleiner dan de kans dat het meevalt. Bij typen Delfzijl en Eemshaven zijn de kosten in een ongunstig scenario zo hoog dat ook na aftrek van de huidige baggerkosten tot 15 Euro/m³ gerijpte klei moet worden bijgelegd. Dit is meer dan de kosten van het wegbrengen van het baggerslib naar de Noordzee, zelfs als dat vanuit Delfzijl zou worden gedaan. Geen goede vooruitzichten voor een goed bedrijfsmodel.

Tabel 6-5: geeft ook een overzicht van de doorwerking van verschillende belangrijke variabelen. Hieruit volgt dat vooral een kortere levensduur van de inrichting, een lager aandeel verkoopbare klei en hogere inrichtingskosten in combinatie met een kortere levensduur tot veel hogere kosten leiden. Een minder grote productie werkt minder door in de kosten. Een levensduur van 6 jaar komt overeen met de bouwtijd van de Brede Groene Dollard dijk en komt mogelijk overeen met de tijd die nodig is voor andere grote dijkversterkingsprojecten. Als een kleirijperij gekoppeld wordt in de tijd aan een nabijgelegen versterkingsopgave dan is een korte levensduur van de inrichting denkbaar. Een grotere transportafstand voor de klei per as kan nodig blijken als lokale wegen het zware transport niet aankunnen en men moet omrijden. Een lager aandeel verkoopbare dijkkenklei werkt ook sterk door in de kosten, omdat alle kosten dan gedeeld moeten worden door een kleiner aandeel verkoopbare klei. Hogere inrichtingskosten kunnen nodig blijken als extra dammen of waterhuishoudkundige voorzieningen nodig zijn, of de kleirijperij in aparte delen moet worden ingezet, of dat een dikke zandlaag nodig blijkt om de klei te laten rijpen.

6.3 Een globale business case voor levering aan de BGDD

In voorgaande paragraaf is gekeken naar een kleirijperij die over een langere periode klei rijpt en levert aan projecten in het noorden van het land. Er wordt dan geleverd in een groot gebied en de transportafstanden voor het aanleveren van de gerijpte klei zijn dan groot en de aanleverkosten navenant.

Op de korte termijn kan gerijpte klei vooral worden geleverd aan de Brede Groene Dollard Dijk. Deze dijk wordt naar verwachting over een periode van 6 jaar versterkt met een flauw talud. In totaal is 1,7 miljoen m³ klei verdicht in de dijk nodig.

Uitgangspunt is voorts dat geen strenge eisen worden gesteld aan het organisch stof en zoutgehalte en dat gebruik wordt gemaakt van baggerslib afkomstig uit de haven van Delfzijl. Voorts wordt uitgegaan van een enkele grote kleirijperij, die met een lange leiding direct vanuit Delfzijl haven van slib wordt voorzien. Vanwege de ondiepte voor de kust is het waarschijnlijk niet goed mogelijk met een beladen sleeophopper gedurende het gehele tijdsvlak voor de kust te komen. Daarnaast moet mogelijk rekening worden gehouden met vergunningstechnische voorwaarden waardoor er niet 24/7 gewerkt kan worden. Een bijkomende voordeel van het persen vanuit de haven is dat vrijwel geheel in de luwte van de havendam gewerkt kan worden waardoor er van een maximaal aantal werkbare dagen kan worden uitgegaan, er dieper kan worden beladen en dat ook het koppelen aan de persleiding minder tijd zal vragen. Als een drijvende flexibele leiding wordt gebruikt kan mogelijk ook direct geperst worden.

De ligging van de Johannes Kerkhoven Polder maakt het waarschijnlijk mogelijk om zonder een aparte zoutretour leiding te werken en ook met grotere compartimenten. De inrichtingskosten zijn dan beperkt. Wel wordt uitgegaan van het aanbrengen van een zandlaag. Punt van aandacht is nog wel de beschermde status van deze polder. Het is niet zeker of dat belemmeringen oplegt aan de inrichting van de kleirijperij en het gebruik van lokale grond voor het maken van de noodzakelijke kaden.

Een ander groot voordeel is dat de polder nabij het werk is gelegen en dat dus de transportafstanden beperkt zijn. Daarbij kan men het werk bereiken door met dumpers over de dijk te rijden waardoor men geen beslag legt op het lokale wegennet. Mogelijk dat er vanwege verstoring van natuur in bepaalde momenten van het jaar niet gewerkt kan worden, maar dat is een beperking die ook zal gelden voor de dijkversterking zelf.

Een groot voordeel van een direct aan de dijkversterking gekoppelde kleirijperij is dat er een gegarandeerde afzet is voor de gerijpte klei met ook een bekende transportafstand. Zoals uit het voorgaande bleek is voor kleirijperijen die over een langere periode aan een groot deel van Nederland leveren de afzet wat betreft volume, afstand en prijs een grote onzekere factor.

Een kleirijperij in de Johannes Kerkhoven Polder is gunstig gelegen ten opzichte van de BGDD. Klei vanuit een andere bron, zoals het rivierengebied moet waarschijnlijk vanaf Delfzijl haven per as naar het werk worden gebracht wat aanzienlijke kosten met zich meebrengt. Echter deze gunstige ligging is weer minder gunstig als aan andere projecten in Noord-Nederland klei wordt geleverd, want dan moet juist weer een grote afstand per as naar de haven van Delfzijl worden afgelegd voordat verder transport plaats kan vinden.

Het ligt dan ook voor de hand uit te gaan van een kleirijperij die alleen in de kleibehoeft van de BGDD voorziet. Dit is dan ook het uitgangspunt. Een kleirijperij in de Johannes Kerkhoven Polder heeft voor- en nadelen. De voordelen zijn de kortere transportafstanden en de zekere levering van de gerijpte klei, waarbij ook vrijwel alle klei kan worden ingezet, omdat deze aan minder strenge eisen hoeft te voldoen. Een nadeel is evenwel de korte levensduur van de kleirijperij. Er moet 6 jaar klei worden geleverd, waarvoor naar verwachting in totaal 10 jaar de polder in beslag wordt genomen. Circa 2 jaar voor inrichting en het vullen met baggerslib voordat 2 jaar na aanvang de eerste gerijpte klei geleverd kan worden. En nog 2 jaar na afloop om de polder te herstellen en de bodem voldoende te ontzouten zodat landbouw weer mogelijk wordt.

Er moet echter ook met grote zekerheid voldoende klei kunnen worden geleverd. Dit stelt ook weer eisen aan de leveringszekerheid. Door juist 1 jaar eerder te starten kan wat voorraad worden opgebouwd en eventuele tegenvallende productie in een nat seizoen worden opgevangen. Voorts wordt uitgegaan van een bruto productie van 2.000 m³/ha/jaar. Deze schatting van 2.000 m³/ha is redelijk conservatief.

Tabel 6-4: Afleverkosten (excl. BTW) uitgaande van een grote kleirijperij in JKP polder.

JKP Polder	afleverkosten dijkenklei	
	19,1 Euro/m ³	gunstig scenario
	1,4 Euro/m ³	25% risico als verschil gunstig en ongunstig scenario
	3,1 Euro/m ³	overige risico's
	23,6 Euro/m ³	totale afleverkosten
	20,6 Euro/m ³	na aftrek vermeden kosten baggerwerk
	9,4 Euro/m ³	na aftrek extra kosten wegbrengen naar de Noordzee vanaf DZ
	12,9 Euro/m ³	na aftrek extra kosten wegbrengen naar de Noordzee vanaf EH

Op deze wijze doorgerekend komen de kosten voor het leveren van de klei op orde 23,6,3 Euro/m³ (excl. BTW) uit. Hierbij zijn inbegrepen initiële kosten voor onderzoek en opstarten en 15% bijkomende kosten voor aanvoeren van het slib. Ook zijn risico's gewaardeerd en opgenomen door:

- Door 25% van het verschil in de m³ prijs voor een basis en een ongunstig scenario te nemen. Doordat het volume dat kan worden afgezet bekend is, is het verschil tussen een basis en ongunstig scenario in dit geval niet zo groot.
- Plus risico's die niet in de scenario's worden meegenomen, zoals een mogelijk hogere marktprijs voor het baggerwerk, minder werkbare dagen vanwege stormachtig weer, de kans dat de leiding na gebruik moet worden doorgespoeld en er extra depot ruimte nodig is voor de afstemming met de dijkversterking.

Deze risico's bedragen samen ongeveer 3,1, Euro/ m³ (excl. BTW), waarbij kan worden opgemerkt dat ze ook hoger kunnen zijn. De kosten zijn hoger in de vorige paragraaf is aangegeven. De kostenbesparing door de kortere transportafstand blijkt minder groot dan de toename aan kosten vanwege de kortere levensduur. Hierbij kan wel worden opgemerkt dat in de vorige paragraaf de onzekere afzet op termijn niet is meegewogen. Het is mogelijk dat na versterking van de BGDD een tijd lang vrijwel geen klei kan worden geleverd. In dat geval nemen de kosten ook van kleirijperijen die anticipeerden op een langere levensduur natuurlijk weer flink toe.

Deze 23,6, Euro/m³ (excl. BTW) ligt hoger dan de mogelijke prijs voor het aanleveren van dijkenklei van elders op deze plaats. Als gekeken wordt naar de ramingen van projecten in de buurt dan kan klei van klasse iii voor ongeveer 15 euro op de plek van de JKP worden geleverd, en voor 19 Euro in het werk. Het verschil tussen zelfgerijpte klei en klei van elders ligt dan in de orde van 4 tot 8 Euro/ m³ (excl. BTW). Als we nog de vermeden kosten aftrekken van het huidige baggerwerk (orde 3,0 Euro/m³ (excl. BTW) gerijpte klei) dan wordt dit kostenverschil nog niet geheel overbrugt en resteert een verschil van orde 1 tot 5 Euro/m³ (excl. BTW). Dit verschil in kosten zou kunnen worden bijgesteld vanuit de beleidsopgave. Hierbij dient nog te worden opgemerkt dat de gerijpte klei een minder grote dichtheid heeft dan welke van elders wordt aangeleverd. Uit de pilot blijkt een verdichtingsfactor van 1,31. Uiteindelijk gaat het om het volume aan verdichte klei in de dijk. Dit maakt dat er meer m³ gerijpte klei moeten worden aangeleverd voor hetzelfde resultaat. De kosten van de gerijpte klei zouden in vergelijking met reguliere dijken klei dus nog circa 15% hoger kunnen liggen. Het bij te passen verschil ligt dan nog 3 Euro/m³ hoger en komt op 4 tot 8 Euro/m³.

Wat wel duidelijk is dat via het kleispoor niet kostenneutraal slib kan worden verwijderd. Het verschil tussen kosten en opbrengsten wordt groter als we uitgaan van de 15 Euro/m³ (excl. BTW) die in het kader van de pilot voor de verdichte klei in de dijk wordt geleverd. Dit komt overeen met circa 13 Euro/ m³ (excl. BTW)

aangeleverd per as. Het verschil na aftrek van de vermeden kosten huidig baggerwerk zijn dan circa 7,5 Euro/ m³ (excl. BTW).

Het kan zijn dat de kosten lager uitvallen, bijvoorbeeld als toch uit kan worden gegaan van een hogere productie (3.000 m³) per hectare of als toch geen zandlaag nodig blijkt voor het halen van voldoende productie. De kosten kunnen ook iets hoger uitvallen als zich onvoorziene zaken voordoen, er een hogere pacht prijs voor de grond betaald moet worden en meer. Ook is niet zeker of de referentie voor de gerijpte klei wel gelijkgesteld kan worden aan klasse iii klei. De prijs van klei van elders wordt waarschijnlijk vooral door de transportkosten bepaald. Als dichtbij klei beschikbaar komt dan kan klei voor een veel lagere prijs geleverd worden dan waar nu van wordt uitgegaan. Er zit om deze schattingen altijd een flinke bandbreedte in deze fase van het project.

Hierbij moeten nog wel twee opmerkingen worden gemaakt:

- De vergelijking wordt gedaan tussen losse klei geleverd vanuit de kleirijperij en van elders. De klei uit de kleirijperij heeft een hogere verdichtingsfactor, er is dus meer van nodig, mogelijk orde 15% meer (zie ook hiervoor).
- De vergelijking met de referentieklei is gedaan op basis van eenzelfde ontwerp met een flauw talud. Met de referentieklei kan in principe een wat steiler talud worden gemaakt omdat ze erosiebestendiger is. Er is dus minder referentieklei nodig dan gerijpte klei uit de kleirijperij.

Samenvattend kan mogelijk wel gesteld worden dat de kosten van gerijpte klei hoger liggen dan de kosten van klei van elders, maar dat het verschil tussen kosten en opbrengsten vergelijkbaar is aan de kosten die gemaakt moeten worden om slib naar de Noordzee te brengen. De meerwaarde van een kleirijperij in plaats van de aanvoer van klei van elders zit dan vooral in:

- Het onttrekken van slib en minder storten van baggerslib in de Eems-Dollard en daarmee invulling geven aan de beleidsopgave.
- Een mogelijk minder hoge CO₂-emissie omdat minder transport plaats vindt. Wel wordt hierbij verondersteld dat de organische stof niet wordt afgebroken, wat weer tot extra CO₂-emissie kan leiden.

6.4 De beleidsmatige business case voor de beleidsopgave

In de beleidsmatige business case, wordt gekeken naar de kosten en baten bij het vervullen van de beleidsopgave van 1 miljoen m³ slib door kleirijperijen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een totaal oppervlak aan kleirijperijen wat moet worden ingezet. Wat betreft de baten wordt gekeken naar verschillende scenario's voor de levering van klei. In aanvulling op de bedrijfseconomische business case kijken we hierin ook naar:

- Totaal verwerkt volume en verdeling hiervan over de mogelijke types. Hierbij is aangenomen dat de opgave vooral wordt ingevuld door de Eemshaven en Delfzijl.
- De kosten voor slibpersen zijn mede afhankelijk gesteld van het volume dat op een locatie wordt verwerkt. Als dit volume veel kleiner is dan 1 miljoen m³ worden de kosten hoger.
- Transportafstanden die passen bij grotere volumes en dus deels ook levering over grotere afstanden.
- Een referentiescenario met vermeden kosten bij transport naar de Noordzee.

De beleidsopgave

De beleidsopgave voor de Eems-Dollard is het onttrekken van 1 miljoen ton d.s. aan slib per jaar. Voor het kleirijpen wordt een opgave geformuleerd van 1 miljoen m³ baggerslib per jaar, wat resulteert in een kleiproduktie van orde 300.000 tot 400.000 m³ klei per jaar. Volgens onderstaand schema wordt deze

volledige productie pas in 2025 bereikt. De pilot loopt nog tot 2022 waarna met ingang van 2027 kan worden opgeschaald.

Tabel 6-5: Onttrekking en nuttige toepassing slib (in m³). De beleidsopgave toebedeeld aan verschillende toepassingen voor het slib. Afvoer naar de Noordzee is hierin niet opgenomen.

Activiteit	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Kleirijpen voor dijkversterking	209.000	35.000	35.000							1.000.000	1.000.000
Ophogen landbouwgronden met slib				60.000	30.000		250.000	500.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
Waddenslib voor bodemverbetering	4.000		30.000	60.000	125.000	250.000	250.000	250.000	250.000	250.000	250.000
Persen en toepassen slibblokken	100										
Totaal m³	213.100	35.000	65.000	120.000	155.000	250.000	500.000	750.000	1.250.000	2.250.000	2.250.000

Zoals hiervoor al is aangegeven moet voor de afzet van dijkklei toch in eerste instantie naar het noorden van het land worden gekeken. De inzet van klei in de Brede Groene Dijk is dan ook bepalend voor de wijze waarop kleirijperijen kunnen worden ingezet, zeker voor de korte termijn. Zoals hiervoor ook is aangegeven kan bij een dergelijk ontwerp veel klei worden geleverd, maar wel tegen een lage prijs, omdat waarschijnlijk maar beperkt klasse I klei nodig zal zijn en deze door de kleirijperij ook niet geleverd kan worden. De Brede Groene Dijk heeft een behoefte aan klei van orde 1,7 miljoen m³ totaal.

Uit de bedrijfseconomische business case komen de kosten naar voren voor het laten rijpen van klei, afhankelijk van de locatie en de bron. Hierbij is al uitgegaan van een gemiddelde verwachte transportafstand in het geval van een langere levensduur van de kleirijperij. Bij het invullen van een grotere opgave moet nog rekening worden gehouden met effecten van schaal en ook dat niet altijd kan worden beschikt over de meest optimale locaties wat betreft inrichtingskosten en transportkosten. Ook is het kunnen leveren van veel dijkklei tegen een redelijke prijs in het noorden van het land zeer onzeker.

Beleidsopgave op termijn

In de komende jaren wordt meer onderzoek gedaan naar de slibhuishouding van het Eems-Dollard estuarium. De beleidsopgave van 1 miljoen ton d.s. aan slib is gebaseerd op beperkte waarnemingen. Zodra meer kennis is verzameld en ook de eventuele effecten van het onttrekken van het slib duidelijk worden, is er ook meer zicht op de beleidsopgave en waar het beste slib kan worden onttrokken. Het is mogelijk dat men tot de conclusie komt dat er meer maar ook minder slib zou moeten worden onttrokken aan het estuarium. De huidige beleidsambitie gaat uit van 40% voor kleirijpen, 40% voor ophogen landbouwgronden en 20% overig.

Als men tot de conclusie komt dat een kleinere hoeveelheid kan worden onttrokken dan kan dat betekenen dat er minder klei gerijpt hoeft te worden. Of dat het geval zal zijn hangt mede af van de andere wijzen waarop slib uit de Eems-Dollard kan worden ingezet en tegen welke kosten.

Mocht de kleirijperij ongunstiger zijn dan andere slibsporen, en de beleidsopgave veel minder groot, dan wordt waarschijnlijk het areaal aan kleirijperijen dat al is gerealiseerd afgebouwd. Het verkorten van de levensduur van een kleirijperij heeft gevolgen voor de rijpingskosten van de klei, maar deze zijn afhankelijk van de inrichting beperkt. Maar waarschijnlijk weet men voor het opschalen in 2027 met grotere zekerheid hoe groot de beleidsopgave wordt en welk deel daarvan via de kleirijperij kan lopen.

Het is ook mogelijk dat de beleidsopgave voor de kleirijperijen groter wordt. Bijvoorbeeld omdat meer slib moet worden onttrokken en ook de andere manieren van kleiverwerking minder gunstig zijn of minder kunnen verwerken. De vraag is vervolgens of een grotere kleiproduktie wel lokaal kan worden weggezet of dat de afzet veel verder weg is gelegen, bijvoorbeeld voor dijkversterkingen verder weg.

Als afvoer naar de Noordzee bedrijfseconomisch en ook maatschappelijk gunstiger is, worden kleirijperijen niet opgeschaald tot een groot oppervlak. Er wordt dan eerder gekozen voor een model waarbij afhankelijk van de locatie van het werk een tijdelijke kleirijperij wordt neergezet met lage inrichtingskosten.

Daarbij kan ook worden opgemerkt dat de beleidsopgave is gedefinieerd als een onttrekking per jaar. Deze onttrekking kan ook als een langjarige gemiddelde worden opgevat. Enige variatie tussen jaren is daarbij waarschijnlijk mogelijk. Dit biedt echter maar weinig extra flexibiliteit voor de inzet van kleirijperijen. Men kan immers uitgaande van een vast oppervlak de productie ook niet tijdelijk fors verhogen. Het meest kosteneffectief is immers een continue productie, langjarig op een daartoe ingerichte locatie. De flexibiliteit wordt dan mogelijk gevonden door in de jaren dat de beleidsopgave niet kan worden gehaald door inzet van een kleirijperij, terug te vallen op afvoer van baggerslib naar de Noordzee of andere slibsporen.

Ook uit het voorgaande volgt een aanzienlijk bandbreedte voor de levering van gerijpte klei. Deze kent mogelijk een boven- en ondergrens die als volgt kan worden gedefinieerd:

- **Door de prijs van (alternatieve) slibonttrekking:** De ondergrens (het minimaal volume) voor levering van gerijpte klei hangt af van de netto kosten (kosten minus opbrengsten minus vermeden kosten). Als een andere vorm van slibverwerking kostentechnisch, bedrijfseconomisch of socio-economisch veel gunstiger is dan neemt de beleidsopgave voor de kleirijperij logischerwijs af. Zo kan het afvoeren van slib direct naar de Noordzee gunstiger zijn, als hiermee ook daadwerkelijk wordt bijgedragen aan het onttrekken van slib aan het Eems-Dollard estuarium, of beter nog bijdraagt aan de verbetering van de primaire productie. Voor de andere vormen van kleiverwerking is nog niet direct duidelijk wat de mogelijkheden en de kosten zijn. Dit wordt mede in beeld gebracht door te kijken naar de alternatieve kosten voor slibverwerking. Beleidsmatig kan men stellen dat de netto kosten voor slibverwerking door een kleirijperij niet hoger mogen zijn dan de kosten die gemaakt moeten worden voor afvoer van slib naar de Noordzee. Behalve als mocht blijken dat het onttrekken van slib een duidelijke meerwaarde heeft boven het wegbrengen van slib bijvoorbeeld in termen van ecologisch functioneren, CO₂-emissie of mogelijk zelfs lokale werkgelegenheid.
- **Door de klei markt:** de kleimarkt is een vraagmarkt. Als er geen vraag is in de regio, zijn de opbrengsten laag, en nemen de kosten van het slibspoor kleirijperij sterk toe. Bij krapte kan het zijn dat de prijs wat hoger komt te liggen. De prijs wordt dan mede bepaald door het aanbod vanuit het rivierengebied dat vanuit het rivierengebied tegen redelijke transportkosten klei kan leveren. De vraag naar veel klei in de regio hangt wordt vooral groot als veel met flauwe taluds wordt gewerkt. Echter hiervoor zal minder gauw worden gekozen als de daarvoor benodigde klei niet goedkoop beschikbaar is. Als de prijs omhooggaat is er ook een kans op andere lokale initiatieven, die klei kunnen leveren. Naar verwachting zal de prijs van dijkklei, en zeker van dijkklei die niet aan de vigerende eisen voldoet, niet veel hoger worden dan nu het geval is.

Beleidsmatige opzet kleirijperijen

Een oppervlak van orde 200 tot 250 ha is niet zomaar gevonden. Wel is duidelijk dat de opgave in hoofdzaak vervuld zal worden door het verwerken van baggerslib uit de havens van Delfzijl en Eemshaven. De bijdrage vanuit andere bronnen is in volume uitgedrukt minimaal. Een uitzondering zou zijn als voor grote delen van de kust periodieke versterking mogelijk is met klei die afkomstig is van kwelders. Het rijpen van klei direct als onderdeel van de dijkversterking kan gunstig uitpakken qua kosten. De inzet van dit type kleirijperij aan bijvoorbeeld de Friese kust draagt niet bij aan de beleidsopgave voor de Eems-Dollard.

Het gebaggerde volume in ieder van de havens is vergelijkbaar aan de beleidsopgave zoals gesteld voor de kleirijperijen. Delfzijl ligt gunstig voor het leveren van klei aan de BGDD, Eemshaven ligt gunstiger voor het leveren van klei aan trajecten ten westen van Eemshaven. Bij gebruik van baggerslib uit Eemshaven is er een kleine kans dat ook klasse I kan worden gerijpt, wat kan betekenen dat de opbrengsten wat groter

zouden kunnen zijn. Eemshaven stort op andere plaatsen haar baggerslib dan Delfzijl. De effecten van niet meer storten van baggerslib op het ecologisch functioneren zijn mogelijk verschillend.

Voor een eerste verkenning van de beleidsmatige business case veronderstellen dat de beleidsopgave in hoofdzaak wordt vervuld door Eemshaven of Delfzijl. Bovendien hanteren we een levensduur van de kleirijperijen van 32 jaar, omdat ook de beleidsopgave naar verwachting een lange adem vraagt.

Voor het verwerken van 0,4 miljoen ton d.s. moet in Delfzijl meer slib worden verwerkt dan in Eemshaven, omdat het d.s. gehalte van het baggerslib in Delfzijl lager is en dit ook een gerijpte klei oplevert met minder droge stof. Er is hiervoor in Delfzijl een groter oppervlak nodig en omdat de kosten hoger zijn dan de opbrengsten zijn ook de totale kosten voor Delfzijl met circa 8,2 miljoen Euro/jaar (excl. BTW) hoger dan voor Eemshaven met circa 6,6 miljoen Euro/jaar (excl. BTW). De baten zijn, omdat meer klei wordt afgeleverd voor Delfzijl ook iets hoger. Na aftrek van de vermeden baggerkosten, komt het beleidsscenario voor Delfzijl uit op totale kosten van orde 3,1 miljoen Euro/jaar (excl. BTW) en voor Eemshaven op 1,8 miljoen Euro/jaar (excl. BTW).. De kosten voor het wegbrengen van slib vanuit Eemshaven naar de Noordzee kost orde 2,6 miljoen Euro (excl. BTW) en voor Delfzijl, omdat het wat verder van de Noordzee is gelegen 3 miljoen Euro (excl. BTW).

Tabel 6-6: Kosten (excl. BTW) beleidsopgave basisscenario, uitgaande van 0,40 miljoen m³ d.s. verwerkt en volledige inzet gerijpte klei vanwege aangepaste eisen. De tabel laat een vergelijking zien in het geval de totale beleidsopgave via de haven van Eemshaven of Delfzijl wordt verwerkt. Voor Eemshaven hoeft daarvoor een kleiner volume klei te worden gerijpt vanwege het wat hogere droge stofgehalte van de bagger. Daar staan vanwege het kleinere volume ook wat minder hoge baten tegenover, ook als we ervan uitgaan dat de baten voor de gerijpte klei uit Delfzijl wat lager zijn vanwege de hogere verdichtingsfactor.

		Eemshaven O	Delfzijl O
Levering m3 gerijpte klei per jaar	[m3/jaar]	312500	370370
Totaal volume slib verwerkt	[m3/jaar]	937500	1111111
Benodigd bruto oppervlak = 1,15 x netto (ha)	[ha]	180	213
Afleverkosten dijkenslib combinatie uitgangspunten (Euro/m3)	[Euro/gerijpte m3]	21,1	22,1
Totale kosten beleidsscenario zonder aftrek baten en huidige kosten	[Miljoen Euro/jaar]	6,6	8,2
Baten 15 Euro/m3 verdicht (11,5 Euro/m3 Delfzijl en 13 Euro/m3 Eemshaven)	[miljoen Euro/jaar]	4,1	4,3
Kosten beleidsscenario bij hoge baten	[miljoen Euro/jaar]	2,5	3,9
Kosten beleidsscenario bij lage baten	[miljoen Euro/jaar]	2,5	3,4
Huidige baggerkosten bij gelijk volume slib verwerkt	[miljoen Euro/jaar]	0,7	0,8
Kosten beleidsscenario bij hoge baten na aftrek kosten huidig baggerwerk	[miljoen Euro/jaar]	1,8	3,1

Dus per saldo kost het geld als droge stof via het kleirijperij spoor wordt onttrokken aan het Eems-Dollard estuarium. Echter het alternatief, wegbrengen van slib en dus droge stof naar de Noordzee kost ook extra geld. Voor Eemshaven is het wegbrengen van slib per ton d.s. iets goedkoper dan klei rijpen. Voor Delfzijl is het wegbrengen van slib iets duurder. Als bij Delfzijl uit kan worden gegaan van een iets hogere dichtheid van het slib in de beun, dan zijn de kosten van wegbrengen vrijwel hetzelfde als je onttrekken van droge stof via gerijpte klei. Ook de CO₂-emissie is vanwege de kortere vaarafstand lager vanuit Eemshaven.

Tabel 6-7: Kosten (excl. BTW) voor onttrekken droge stof via de slibsporen kleirijperij Eemshaven en Delfzijl en slibsporen wegbrengen bagger vanuit Eemshaven en Delfzijl.

Wegbrengen slib en tonnen droge stof			
uitgaande van extra kosten wegbrengen, 23,2 Euro/m ³ aan kosten en 15 Euro/m ³ baten			
gerijpte klei	1080 ton d.s./m ³	beun	295 ton d.s./m ³
Vanuit Delfzijl			
kosten per m ³ slib		2,7 Euro/m ³	
kosten per m ³ gerijpte klei (tegen baten 15 Euro/m ³)		8,3 Euro/m ³	
kosten onttrekken d.s. via gerijpte klei		7,7 Euro/ton d.s.	
kosten onttrekken d.s. via wegbrengen Noordzee		9,2 Euro/ton d.s.	
gerijpte klei	1240 ton d.s.	beun	395 ton d.s./m ³
Vanuit Eemshaven			
kosten per m ³ slib		1,8 Euro/m ³	
kosten per m ³ gerijpte klei (tegen 15 Euro/m ³)		9,2 Euro/m ³	
kosten onttrekken d.s. via gerijpte klei		7,4 Euro/ton d.s.	
kosten onttrekken d.s. via wegbrengen Noordzee		4,6 Euro/ton d.s.	

6.5 De planologische business case

Voor deze insteek zijn van belang:

- **Het totale oppervlak dat nodig is**, mogelijk locaties en benodigde schaal;
- **Mogelijkheden voor medegebruik**, zoals tijdelijk natuur, of waterberging;
- **De koppeling met andere regionale om klei vragende activiteiten**, zoals de keramische industrie, als onderdeel van de regionaal economische ontwikkeling;
- **De toekomst van de kleirijperij na beëindiging**, in geval deze functioneert als een tijdelijke voorziening.

Benodigd oppervlak, mogelijke locaties en schaal

Op dit moment wordt ervan uitgegaan dat 40% van de beleidsopgave via de kleirijperij kan lopen. Het gaat dan om 0,4 miljoen ton d.s. Als wordt uitgegaan van een bruto productie van 2000 m³/ha jaar en een d.s. gehalte van 1260 kg/m³ dan is hiervoor een netto oppervlak nodig van 160 ha en een bruto oppervlak van ca 175 ha. Bij een lager droge stofgehalte neemt het aantal benodigde hectares verder toe. Bij een lager gehalte van 1080 kg/m³, neemt dit nog met 15% toe. Het benodigde oppervlak voor het vervullen van de beleidsopgave hangt dus sterk af van de productie en het droge stofgehalte van de gerijpte klei. Er is nu uitgegaan van een bruto productie van 2000 m³/ha/jaar, ofwel orde 0,20 meter gerijpte klei per jaar. Bij een productie van 1500 tot 3000 m³/ha/jaar, is 272 ha tot 156 ha nodig. Voor een kleirijperij die aan de Brede Groene Dollard Dijk levert is een iets kleiner oppervlak nodig. Uitgaande van 1,7 miljoen m³ verdichte klei, te leveren over 6 jaar is hiervoor ca 156 tot 259 ha nodig bij een bruto productie van 1500 tot 3000 m³/ha/jaar.

Tabel 6-8: geschat benodigd oppervlak bij levering van klei aan de Brede Groene Dollard Dijk en voor het verwijderen van 0,4 miljoen ton d.s. per jaar.

Oppervlakte benodigd ruimtelijke opgave				
Brede Groene Dollard dijk		netto oppervlak		bruto oppervlak
Opgave verdicht in de dijk	283000 m3/jaar			10% kades
Aan te voeren als losse klei	353750 m3/jaar	verdichting		1,25
Productie	1500 m3/ha.jaar	236	ha	259 ha
	2000 m3/ha.jaar	177	ha	195 ha
	2500 m3/ha.jaar	142	ha	156 ha
Beleidsopgave		400000 ton d.s./jaar		netto oppervlak
Opgave	370370 m3/jaar voor Delfzijl	1,08	ton d.s.	gerijpte klei
Productie	1500 m3/ha.jaar	247	ha	272 ha
	2000 m3/ha.jaar	185	ha	204 ha
	2500 m3/ha.jaar	148	ha	163 ha

De huidige pilot Delfzijl ligt op zich gunstig dicht bij de haven en de transportkosten voor het slib zijn laag. Echter de grondkosten zijn erg hoog met meer dan 20.000 Euro/ha/jaar, wat samenhangt met de bestemming van dit terrein. Omdat voor de kleirijperij een locatie gewenst is waar voor een langere periode klei kan worden gerijpt, is een locatie dicht bij havens of aan de rand van bestaande bebouwing vanwege de hoge grond- en pachtprizen niet handig. Een locatie ver van de bron leidt evenwel weer tot hogere transportkosten.

Als alle klei op een plaats wordt verwerkt vraagt dat een aanzienlijk oppervlak. De landschappelijke inpassing, milieueffecten en de gevolgen voor ruimtelijke ordening zijn dan ook van belang. Het is zeer wel denkbaar dat een groot oppervlak op een enkele plaats moeilijk inpasbaar is, of moeilijk te realiseren. De verwerving of inzet van grond zal op vrijwillige basis gaan. Inpasbaarheid is het grootste als sprake is van:

- **Waterhuishoudkundige eenheden**, zoals een kleinere polder, waarbinnen geen doorgaande wegen of bebouwing is gelegen. In deze situaties zijn de inrichtingskosten beperkt.
- **Geohydrologisch gesloten eenheden**, waardoor grondwatereffecten naar de omgeving beperkt blijven. Dit is vooral relevant als rekening moet worden gehouden met de indringing van zout water in de ondergrond, in geval sprake is van langdurig hogere peilen.
- **Een ligging dicht bij de slibbron en/het werk** die ook goed is ontsloten, bij voorkeur ook door water, omdat hiermee de transportkosten voor levering van gerijpte klei sterk kunnen worden verkleind.

Mogelijkheden voor medegebruik

Plaatsen waar klei wordt gerijpt zijn eigenlijk niet of maar beperkt geschikt voor andere vormen van gebruik. De mogelijkheden voor medegebruik zijn daarom mogelijk beperkt tot:

- **Regionale waterberging**: tijdelijke inundatie belemmert het proces van rijping, maar dit is vaak maar van korte duur. Kleirijping is grotendeels een niet omkeerbaar proces, en rijping wordt daarom bij inundatie ook niet ongedaan gemaakt. Incidentele inundatie ten behoeve van regionale waterberging treedt enkel op tijdens heftige neerslag, dus op momenten dat de kleirijperij ook al waterverzadigd zal zijn. De koppeling met waterberging lijkt daarom op zich goed mogelijk, vooral als deze maar incidenteel optreedt. Een kleirijperij kan alleen deze functie vervullen als bijvoorbeeld boezemwater makkelijk kan binnenstromen. Baten hangen af van de noodzaak van regionale waterberging en wat de vermeden kosten zijn als daarvoor een kleirijperij zou worden ingezet. Zo kan met waterberging kosten worden bespaard op gemalen of voor het inrichten van een regionale waterberging op een andere plaats. Ook als geen sprake zou zijn van een acute regionale water

bergingsopgave, moet toch op termijnrekening worden gehouden met meer wateroverlast en ook een hogere zeespiegel die het lozen door gemalen onder vrij verval zal bemoeilijken.

- **Brakwaterlandbouw:** nu niet voorzien als onderdeel van de pilot, is de combinatie met brakwaterlandbouw. Er moet dan vooral worden gedacht aan de teelt van gewassen waarvoor een zilte bodem, maar niet per se getijde, een voorwaarde is. Dit kan bijvoorbeeld de teelt van zeekraal zijn. Er zijn voorbeelden van zeekraalteelt op binnendijkse zilte gronden, zoals op Texel. Zeekraal is een gewas dat in een korte periode geteeld kan worden, vooropgesteld dat de grond voldoende is gerijpt om bewerkt te kunnen worden.
- **Tijdelijke natuur:** een kleirijperij die geregeld van nieuw slib wordt voorzien kan een aantrekkelijk foerageergebied zijn voor vogels. Naar dit aspect is in de pilot niet gekeken. De meerwaarde die dit kan hebben moet misschien in de sfeer van het compenseren van natuureffecten worden gezocht eventueel in combinatie met een permanente aanwijzing als natuur na beëindiging van de pilot.

Koppeling met regionale ontwikkeling

Gerijpte klei kan ook worden gezien als grondstof voor andere activiteiten. Zo loopt op dit moment een pilot voor het ophogen en verbeteren van landbouwgronden. Mogelijkheden vooral op wat langere termijn, zijn koppelingen met:

- **Grondverbetering in de landbouw,** bijvoorbeeld voor het verbeteren van landbouwgrond, regelmatig aanbrengen van een zeer dunne laag slib op arme zandgronden. Hiervoor loopt al een pilot die gebaseerd is op het uitrijden van slib. Er is geen kostenvergelijking gemaakt tussen inzet van klei en inzet van slib.
- **Keramische industrie:** deze is weliswaar grotendeels verdwenen uit het noorden van het land, maar als er grote hoeveelheden goede klei beschikbaar komen, en de beschikbaarheid van klei elders in het land afneemt, zijn er mogelijk kansen. De keramische industrie is nu in hoofdzaak in het rivierengebied gevestigd. Onduidelijk of het rivierengebied, ook na afsluiten van het programma Ruimte voor de Rivieren, nog voldoende klei kan aanleveren.
- **Bouw:** er is steeds meer interesse voor het bouwen met leem. Leem bestaat uit een bepaalde verhouding van klei en fijn zand en wordt traditioneel vaak gemengd met stro. Onduidelijk is of de gerijpte klei daarvoor geschikt is en wat de afzetmogelijkheden zijn.

De toekomst na beëindiging

Een kleirijperij of in ieder geval een deel van de kleirijperijen kan mogelijk maar tijdelijk effectief worden ingezet. Dit kan bijvoorbeeld zijn omdat de vraag naar klei sterk achterblijft, er betere alternatieven zijn voor het verwerken van slib, of omdat de beleidsopgave voor de kleirijperijen op termijn naar beneden wordt bijgesteld. Bij beëindiging van een kleirijperij kan de oorspronkelijke situatie worden hersteld, verbeterd of ingrijpend anders zijn, als wordt uitgegaan van een geheel andere toekomst.

Een andere invalshoek is daarom als we de kleirijperij zien als een transitie naar een ander toekomstig ruimtegebruik dat beter past op de langere termijn. Beter passen kan betrekking hebben op regionale ontwikkeling, verziltingsproblemen op termijn, gewenste natuur- en recreatieontwikkelingen e.d. Wat wenselijke toekomst is hangt af kansen en wensen ten aanzien van:

- **Natuurontwikkeling:** denkbaar is het dat op bepaalde plaatsen, bijvoorbeeld achter de dijk landbouw omgezet wordt in natuurontwikkelingsgebied. Dit kan bijvoorbeeld zijn als natuurcompensatie van effecten, die een buitendijkse versterking met zich meebrengt. In de businesscase kan dat betekenen dat sprake kan zijn van vermeden kosten (van compensatie), maar ook van verminderde opbrengst (grond wordt niet verkocht). Natuurontwikkeling kan een optie zijn als de grond is verworven en vooral ook als de herstelkosten erg hoog zijn, hoger dan de waarde van de grond. Dit kan het geval zijn als het maaiveld in eerste instantie is afgegraven.
- **Brakwaterlandbouw:** in het project Dubbele Dijk wordt ook gekeken naar een brakwatertoekomst. De meest daarvoor in aanmerking komende landbouwgronden zijn die waar op afzienbare tijd

verzilting een probleem kan zijn, waar het nu ook al slecht boeren is, of waar de condities voor brakwaterlandbouw juist gunstig zijn, zoals bijvoorbeeld een grote getijslag en voldoende groenalgen voor de deur, en maar beperkt slib. Anders dan bij een brakwaterlandbouw tijdens de rijping, kan in dit geval ook worden gedacht aan het mogelijk maken van gedempt getij en mogelijkheden voor brakwater aquacultuur.

- **Waterberging wateroverlast:** het is denkbaar dat een perceel geschikt kan worden gemaakt als een waterbuffer, bijvoorbeeld als onderdeel van de regionale waterhuishouding. Ook in dit geval kan het uitgangspunt zijn een verlaagd maaiveld. De waterbuffer kan aanleiding geven tot vermeden schade of kosten, bijvoorbeeld voor een uitbreiding van het gemaal.
- **Waterberging droogte:** afhankelijk van de locatie kan de kleirijperij mogelijk ook geschikt worden gemaakt als zoetwaterbuffer.
- **Bestaand landgebruik:** het herstel van de oorspronkelijke situatie, bijvoorbeeld akker- of weidebouw, is de basis vooral als de grond maar voor een beperkte periode is gepacht.
- **Verbeterd bestaand landgebruik:** het is ook mogelijk bij het herstel enkele verbeteringen aan te brengen, wat betreft ontsluiting, grondsoort, maaiveldligging en drainage. Dit zal van geval tot geval bekeken moeten worden en hangt vooral ook af van voorwaarden die bij de pacht van de grond al zijn gesteld. Verbeterde omstandigheden betekent dat er ook sprake is van een mogelijk baat. Deze baat kan zijn hogere grondopbrengsten, of vermeden kosten waterhuishouding.

6.6 MKBA aspecten en bredere afweging

In het voorgaande is ingegaan op een business case waarbij vooral gekeken is naar bedrijfseconomische en financiële aspecten. Er wordt daarbij alleen gekeken naar kosten en de baten van kleiverkoop en de vermeden kosten voor huidig baggerwerk en transport naar de Noordzee, mocht dat als referentie alternatief gaan gelden.

De beleidsopgave wordt evenwel vanuit de wens tot ecologisch herstel gestuurd en de keuze voor de locatie en organisatievorm van kleirijperijen kan bijvoorbeeld mede afhangen van regionale ontwikkelingsdoelstellingen. Hiervoor past een bredere afweging in de vorm van een MKBA. Deze rapportage gaat niet in op een MKBA maar kan wel enkele onderwerpen aanreiken die voor een MKBA en dus een bredere afweging relevant kunnen zijn. Het gaat daarbij op enkele onderwerpen:

- **Baten van ecosysteemherstel Eems-Dollard,** ofwel wat levert de onttrekking van het teveel aan slib op aan natuur, en daarmee samenhangende beleidsdoelen op het vlak van KRW, Natura2000 en lokale economie.
- **Emissies van broeikasgassen,** CO₂, en mogelijk ook methaan en lachgas van kleirijpen t.o.v. andere vormen van slib verwijdering. De maatschappelijke opgave is om deze te verminderen.
- **Zuinig met grondstoffen, hergebruik en circulaire economie.** Deze spelen indirect al een rol in de vraag naar klei, o.a. vanuit de keramische industrie, maar zijn ook een zelfstandig beleidsdoel en opgave.
- **Zuinig met ruimte,** meervoudig landgebruik want ook ruimte is schaars, kan een kleirijperij daarvan een voorbeeld zijn. Voorbeelden, zoals een combinatie met regionale waterberging zijn hiervoor al genoemd.
- **Vitaal platteland,** staat hoog op agenda van provincies, ook van de provincie Groningen. Van belang daarvoor is lokaal verdienpotentieel, o.a. door lokaal transport, wat zich vertaalt in banen en draagvlak voor voorzieningen.
- **Imago,** de kleirijperij als belangrijk innovatie icoon voor dit deel van Groningen, van de Nederlandse Waterbouw sector, met exportpotentieel.

Tabel 6-8: Overzicht van mogelijke effecten met de indicatoren en aandachtspunten.

Effecten	Indicatoren	Aandachtspunten
Baten ecosysteemherstel	Primaire productie en vis Behalen van beheer doelstellingen	Relatie ecosysteem functioneren en economische ontwikkeling. Spin-off naar vispopulaties buiten Eems-Dollard Slib en gerelateerde nutriëntenbalans. Tijd tot herstel/effect.
Emissie van broeikasgassen	Emissie CO ₂ per m ³ gerijpte klei. Maatschappelijke kosten op basis van ETS en efficiënte prijzen	Emissie door transport ook in relatie tot beleidslijn circulaire economie. Emissie door oxidatie van organische stof ⁸ Maatschappelijke kosten op basis van ets en efficiënte prijzen. Mogelijke methaan productie in de kleirijperij ¹¹ .
Zuinig met grondstoffen, hergebruik en circulaire economie	Productievolume van klei uit slib voor verschillende doeleinden. Productiekosten in vergelijking met alternatieve hernieuwbare bronnen.	Hoe maatschappelijke kosten voor uitvoeren van de beleidsrichtlijn kunnen worden afgeboekt bij de bedrijfseconomische kosten. Inzet van meer klei in brede groene dijken.
Zuinig met ruimte	Meervoudig ruimtegebruik en daarmee samenhangende socio-economische baten	Afstemming kleirijpen en andere functies.
Vitaal platteland	(Lokale) omzet, werkgelegenheid	In hoeverre transport door lokale bedrijven wordt gedaan. Meervoudig ruimtegebruik van een kleirijperij
Imago en exportpotentie concept	Positief business model. Positieve GHG balans Meerwaarde voor natuur	Verdienmodel op andere (buitenlandse) locaties. IP en niveau unieke kennis dat nodig is.

Baten van ecosysteemherstel

De baten van ecosysteemherstel zijn hetzelfde ongeacht de wijze waarop slib uit de Eems-Dollard wordt onttrokken. Wel is het zo dat transport naar de Noordzee kan leiden tot een iets groter aanbod van slib in de kustzone. Dit kan weer leiden tot meer intrek van slib naar de Eems-Dollard. Het onttrekken van slib en het afvoeren naar de Noordzee kan ook lokaal van beperkte invloed zijn op het baggerbezwaar van de haven. Van het alternatief afvoer naar de Noordzee moet wel duidelijk zijn of het netto-effect op de slibbalans van de Eems Dollard gelijk is aan de daadwerkelijke onttrekking via een kleirijperij. Zo niet dan moet voor eenzelfde effect waarschijnlijk meer slib worden afgevoerd naar de Noordzee dan dat direct wordt onttrokken.

De baten van ecosysteemherstel zijn meervoudig. Bovenaan staat een ecosysteemherstel, leidend tot een hogere primaire productie, meer voedsel voor vissen vogels en zeezoogdieren, waarmee ook gewerkt kan worden aan (ecologische)waterkwaliteitsdoelstellingen en Natura 2000- beheerdoelen. Deze beheerdoelen berusten op wettelijke kaders, en beleidsmatige ambities en niet op marktprijzen. Er zou eventueel kunnen worden gekeken naar vermeden kosten van alternatieven waarmee dezelfde Natura 2000 en KRW-doelen kunnen worden gehaald.

Een beter functionerend ecosysteem maakt ook meer duurzaam gebruik mogelijk. We denken daarbij op de eerste plaats aan de visserij en verschillende vormen van recreatie, waaronder sportvisserij en vaarrecreatie. Het is niet duidelijk hoeveel baat deze economische sectoren zullen hebben. Er gelden op dit moment al beperkingen voor verschillende vormen van visserij in de Eems-Dollard en Wadden vanwege Natura 2000-doelstellingen. Mogelijk dat de spin-off richting betere vangstmogelijkheden buiten het Waddengebied het meest relevant zijn, waarbij vooral de kraamkamerfunctie van de Eems-Dollard wordt gewaardeerd. Voor veel vormen van recreatie, wandelen, fietsen en waterrecreatie, is een afname in slib en beter ecologisch functioneren vrijwel niet zichtbaar.

⁸ De eerste resultaten van de experimenten bij de kleirijperij de Kwelder geven aan dat er maar een beperkte tot geen ongunstige broeikasgassen vrij komen. Mogelijk worden er in zomer van 2021 er aanvullende experimenten gedaan.

Een ander punt van aandacht is de termijn waarop door een voortdurende netto onttrekking van slib ook daadwerkelijk sprake is van een verbeterd ecologisch functioneren. Dit kan naar verwachting vele jaren duren, wat binnen het kader van een MKBA leidt tot uitgestelde baten.

Bij enkele ecologische herstelprojecten werd ecologisch herstel gezien als een voorwaarde voor verdere economische ontwikkeling als dat gepaard gaat met ingrepen die het functioneren en de draagkracht van het systeem negatief kunnen beïnvloeden. Deze discussie speelde o.a. voor het Markermeer. Onduidelijk is of ecologisch herstel gezien kan worden als een voorwaarde voor de verdere ontwikkeling van economische activiteiten in het Eems-Dollard gebied. Denkbaar is dat de uitbreiding van havenactiviteiten en het daarmee gepaard gaande nautische baggerwerk in de havens en vaargeulen hieronder valt op termijn. Het mogelijk maken van deze ontwikkeling is mogelijk de grootste economische baat van het herstel van de Eems-Dollard.

Emissie van broeikasgassen, CO₂-emissie kleirijperijen

Een punt van aandacht is de CO₂ balans van de verschillende alternatieven voor het onttrekken van slib aan het Eems-Dollard estuarium. Beleidsmatig wordt gestreefd naar het beperken van CO₂-emissie en het is ook mogelijk deze emissie te waarderen in Euro op basis van prijzen in de CO₂ emissie handel⁹.

Bij afvoer van het baggerslib naar de Noordzee moet rekening worden gehouden met de emissie van baggerschepen die in dit geval verder moeten varen. Bij inzet in een kleirijperij kan mogelijk rekening gehouden worden met de CO₂-emissie van baggerschepen, maar ook van de bewerking en het aansluitend transport en wat de oxidatie van organische stof oplevert aan CO₂-emissie.

De emissie door transport vanuit een gunstig gelegen kleirijperij is lager dan bij levering vanuit het rivierengebied, bijvoorbeeld bij levering van klei vanuit de omgeving Delfzijl naar de Brede Groene Dollard Dijk.

Het storten van baggerslib in de Noordzee in plaats van in het estuarium is waarschijnlijk van weinig van invloed op de vorming en afbraak van organische stof en daarmee op de vastlegging van CO₂ in het kust/Waddensysteem. Als deze systeemeigen vastlegging neutraal kan worden beschouwd, is het belangrijkste verschil tussen afvoer naar de Noordzee of kleirijpen de oxidatie van organische stof die aanwezig is in de bagger. Het oxideren van 1% gewichtsprocent aan organische stof per m³ klei, komt overeen met orde 16 kg organische stof, welke 30 kg CO₂ kan vrijzetten. Dit is evenveel emissie als het transport van 1 m³ klei over 300 km per as (ca 100 g CO₂/ton.km "well to wheel"). Als bij rijping van de klei veel organische stof zou oxideren, kan dit betekenen dat het rijpen van slib rijk aan organisch materiaal tot een grotere emissie van CO₂ dan de emissie van transport van rivierklei over grote afstand. In de pilots blijkt evenwel dat organische stof vrijwel niet wordt afgebroken en dat de emissie van CO₂ bij rijping van het slib daarom ook gering is. Er doen zich dan twee situaties voor. Een waarbij organisch slib gerijpt wordt tot organisch rijke klei, die veel minder CO₂-emissies heeft maar wat betreft organisch stofgehalte mogelijk niet voldoet aan de vigerende eisen voor dijkenglei. In dit geval levert de verandering van de eisen voor organische stof mogelijk indirect ook een grote extra baat in de vorm van minder CO₂-emissies. In de andere situatie, waarbij wel strengere eisen worden gesteld, zal de rijping langer duren en meer bewerkingsslagen vragen en daardoor duurder zijn en ook tot meer CO₂-emissie leiden. De gerijpte klei is dan wel breder inzetbaar als dijkenglei. De bagger afkomstig uit Delfzijl is veel rijker aan organische stof terwijl die van Eemshaven al vrijwel aan de gestelde eis kan voldoen. De verandering van de eisen is daarom mede van invloed op de keuze van het bronmateriaal.

Als de grote hoeveelheden CO₂ die vrijkomen als kosten worden geïnternaliseerd dan kunnen de maatschappelijke kosten van een m³ gerijpte klei die aan de eisen moet voldoen sterk toenemen als

⁹ Dit type emissies wordt op dit moment echter niet in de nationale emissies betrokken in de rapportages voor IPCC

gerekend wordt met hoge emissieprijsen per ton CO₂. De ETS en efficiënte prijzen van 15 tot 40 Euro per ton voor 2030. Het bronmateriaal uit Delfzijl heeft een organisch stofgehalte van 10%. Voor het behalen van de vigerende eis zou bij bewerking 5% organische stof moeten oxideren. Deze 5% komt overeen met 150 kg = 0,15 ton CO₂ eq/ m³. Met de huidige beprijzing komt dat overeen met 2 tot 6 Euro/m³. Naar verwachting nemen deze prijzen sterk toe in de toekomst waardoor de internalisatie van deze kosten op langere termijn kan leiden tot een verdubbeling van de (maatschappelijke) kosten. Als de eisen niet worden aangepast, ligt het voor de hand om de kleirijperij vooral op slib uit Eemshaven te bedrijven.

Uit het voorgaande blijkt al wel dat de CO₂ balans van een kleirijperij complex is en een vergelijking met het alternatief voor de aanvoer van klei uit het rivierengebied moeilijk. De emissie van materieel is per m³ minder maar alleen bij lokale levering en vergelijkbaar aan klei uit het rivierengebied als vanuit een ongunstig gelegen kleirijperij ook over grotere afstanden gerijpte klei wordt vervoerd. Daarbij komt nog dat de oxidatie van organische stof in potentie mogelijk nog enkele malen groter is per m³ gerijpte klei dan de emissie vanwege inzet van materieel. Bij een hogere CO₂-emissie per m³, nemen impliciet ook de maatschappelijke kosten van de inzet van gerijpte klei snel toe, vooral als op middellange termijn gerekend moet worden met veel hogere ETS en efficiënte prijzen voor CO₂ per ton. Een vanwege de kleirijperij gestimuleerde aanleg van brede dijken waarvoor veel volume aan klei wordt ingezet zal de emissie per kilometer versterkt dijkvak nog verder doen toenemen.

Zuinig met grondstoffen, hergebruik en circulaire economie

Er is beleid in ontwikkeling om te werken richting een circulaire economie met minimale inzet van primaire grondstoffen. Bepaalde grondstoffen zijn eindig, een reden om daarmee zorgvuldig om te gaan en sterk in te zetten op hergebruik en een overschakeling naar hernieuwbare grondstoffen. Het slib uit de Eems-Dollard kan worden gezien als een hernieuwbare grondstof. In verschillende hoedanigheden, als dijkklei en als grondstof voor de keramisch industrie, is het een alternatief voor kleiwinning die binnendijks plaatsvindt als een vorm van mijnbouw.

Een strakke beleidslijn die koerst op het uitfasen van primaire grondstoffen zal tot aanzienlijke kostenstijgingen kunnen leiden voor al die sectoren en werkzaamheden die aangewezen zijn op klei als grondstof. Naast het ecologisch herstel van de Eems-Dollard kan ook deze beleidslijn een belangrijke drijfveer zijn voor het inrichten van kleirijperij.

Het waarden van klei rijpen moet mede in deze beleidscontext worden beschouwd. Als gerijpte klei uit de hernieuwbare grondstof slib kosten-effectiever kan worden geproduceerd dan op andere wijze, leidt dit niet alleen tot een bedrijfseconomische maar ook tot een maatschappelijke baat, zijnde een bijdrage aan een meer circulaire economie. De relevantie van deze bijdrage hangt af van de mogelijke schaarste aan vergelijkbare hernieuwbare bronnen, de beschikbaarheid aan alternatieve materialen en of kleirijpen milieutechnisch en kostentechnisch aantrekkelijker is dan alternatieven. Emissies en kosten worden daarbij sterk bepaald door transportafstanden.

Zuinig met ruimte, baten uit meervoudig gebruik

Waar niet naar is gekeken zijn mogelijke aanvullende baten die gemaakt kunnen worden bij een meervoudige inzet van de kleirijperij en de baten die gemaakt kunnen worden door klei onder meer in te zetten in een verbetering van landbouwgronden (zie ook de planologische business case). Vormen van meervoudig ruimtegebruik zijn geen onderdeel van de pilot. De inzet van klei voor verbetering van landbouwgronden wordt al op een andere wijze onderzocht.

De vraag is in hoeverre functies gecombineerd kunnen worden op een wijze dat ze bedrijfseconomisch een bijdrage kunnen leveren aan de exploitatie. Zo zijn er allicht mogelijkheden voor de combinatie met brakwaterlandbouw, maar dat kan mogelijk alleen op bepaalde momenten in het rijpingsproces. In de pilot

wordt slib met brakwater ingebracht. Het resultaat is dat meerdere seizoenen sprake is van hogere zoutgehalten in de bodem en het afgevoerde water. De laatste inzichten laten evenwel zien dat het proces van ontzouting om de eisen van de TAW1996 te behalen de snelheid bepalende stap zijn in het hele proces. Er wordt dan ook gedacht aan een voorziening waarbij zoute bagger eerst wordt gespoeld met zoet water voordat het in de kleirijperij wordt ingebracht. Bij deze combinatie zijn de mogelijkheden voor brakwaterlandbouw waarschijnlijk al veel kleiner. Wil zeekraal goed groeien dan is regelmatige irrigatie nodig, met zout water, ook dit verdraagt zich minder goed met het rijpen van klei. Meervoudig gebruik met deze vormen van landbouw is waarschijnlijk maar beperkt mogelijk.

Vitaal platteland

Het grondgebruik ligt op veel plaatsen aan de basis van een vitaal platteland. Landbouw zorgt voor banen, direct dan wel indirect en voor lokale uitgaven. Een kleirijperij vraagt initieel om werkzaamheden voor de opzet, maar vraagt daarna maar om beperkte maatregelen voor het rijpen van de grond, afhankelijk van het aantal bewerkingen. Het slib wordt ingebracht door externe partijen en de klei wordt mogelijk in hoofdzaak afgegraven en afgevoerd door transportbedrijven die mogelijk lokaal gevestigd zijn. Een kleirijperij genereert waarschijnlijk minder lokale banen per hectare dan de huidige landbouw, ondanks de forse gemiddelde grootte van akkerbouwbedrijven in deze regio, waarmee ook nog veel toeleverende en afnemende bedrijvigheid gekoppeld is. Zo kan een landbouwer tot 10 andere banen gaande houden, deels lokaal. Uitgaande van een gemiddeld akkerbouwbedrijf van 60 ha een gemiddelde voltijdsinzet van 1,6 per akkerbouwbedrijf, ligt de directe en indirecte werkgelegenheid per hectare in de orde van 0,025 tot 0,25 per hectare, ofwel 54 tot 544 uur per hectare per jaar (op basis van gegevens agrimat.nl). Van de indirecte banen is maar een beperkt deel lokaal.

Een kleirijperij kent geen toeleverende en afnemende bedrijfsketen, in het geval dijkenglei wordt ingezet. Mocht een kleirijperij klei leveren voor de keramische industrie dan is daar wel sprake van. De met de kleirijperij samenhangende werkgelegenheid en omzet zit voor een groot deel in het transport en is mogelijk maar deels voor rekening van transportbedrijven. Transport is ook in de landbouwsector een belangrijke post. Per ha is de oogst orde 5-8 ton/ha/jaar voor akkerbouwgewassen tot 15-40 ton/ha/jaar voor korrel en snijmais. Een kleirijperij levert mogelijk 1.500 m³ /ha/jaar ofwel orde 2.200 ton/ha jaar aan gerijpte klei, en mogelijk nog veel meer. Het aandeel transport en de daarmee samenhangende kosten en werkgelegenheid is daarmee groter. De werkgelegenheid die gemoeid is met transport is per hectare aanzienlijk. Bij 100 vrachten van 25 ton en 2 uur reisduur, levert elke hectare 200 uur/ha werk direct, maar dat in pieken. Dit in combinatie met de bewerkingsslagen die nodig zijn ten tijde van het rijpingsproces maken dat een kleirijperij meer uren inzet vraagt dan een akkerbouwbedrijf.

Kijken we in termen van omzet dan wordt in een landbouwbedrijf orde 4.000 Euro/ha per jaar omgezet. Een kleirijperij zet bij 1.500 m³ en een kostprijs van 20 Euro/m³ een veelvoud hiervan om, orde 30.000 Euro/ha jaar ook weer grotendeels in de vorm van transportkosten.

Een voorlopige conclusie is dat een kleirijperij per hectare minder banen levert met mogelijk ook een daling van lokaal verdienvermogen, behalve als het aan de kleirijperij gebonden transport grotendeels wordt uitgevoerd door lokale bedrijven. In dat geval kan de lokale werkgelegenheid toenemen.

Nader onderzoek naar hoe een kleirijperij kan bijdragen aan de agenda van het vitaal platteland wordt aanbevolen.

Imago, innovatie, IP en exportpotentie

Kleirijpen kan een techniek zijn die wereldwijd tot kostenbesparingen en dus tot toepassing kan leiden, waarmee het een belangrijk exportproduct kan zijn. De bedrijfseconomische en planologische situatie is per

locatie en land sterk verschillend. Het zal zeker helpen als de kleirijperij aan de Eems-Dollard een positieve business case is, omdat in het buitenland de kosteneffectiviteit van innovaties vaak doorslaggevend is.

Niet overal is klei schaars, of is het beleid al sterk op het terugdringen van primaire grondstoffen gericht. Wel is het zo dat op veel plaatsen er een tekort is aan zand, bijvoorbeeld voor landaanwinning en ophoging, maar wel veel slib beschikbaar is dat kan worden ingezet. De inzet van baggerslib en ook zuiveringsslib in landaanwinning is niet nieuw en er zijn verschillende projecten in Azië die op deze wijze zijn gebouwd, waaronder ook vliegvelden in zee. In de VS wordt al decennialang bagger(slib) ingezet voor natuurontwikkeling en landaanwinning. Een van de bekendste projecten is Poplar Island. De kleirijperij als proces lijkt ook veel op meer conventionele vormen van slibopslag in baggerdepots. In al deze projecten is al veel kennis opgedaan over het proces van kleirijpen. Wat de kleirijperij uniek maakt is de focus op de productie van hoogwaardige (dijken) klei. Hoogwaardige klei is dus niet direct nodig voor landaanwinningprojecten, maar kan wel belangrijk zijn voor de bouw van dijken. Echter niet overal worden vergelijkbaar hoge eisen aan dijkenglei gesteld. Wel in naburig Duitsland, maar bijvoorbeeld niet in Vietnam, waar kleidijken worden gemaakt van lokaal gewonnen en initieel slecht geconsolideerde kleien.

Een ander imago bepalend aspect is de GHG-balans. Als kan worden aangetoond dat de kleirijperij niet alleen een hernieuwbare grondstof inzet maar ook een positieve GHG-balans heeft ten opzichte van andere alternatieven dan draagt dit ook zeker bij aan de uitstraling. Of dat het geval is kan pas worden vastgesteld als een volledige GHG-balans wordt opgesteld waarbij ook rekening wordt gehouden met de CO₂ emissie als gevolg van de oxidatie van organische stof en wat gebeurt er van nature in de natuur (wat is de netto flux van de natuur)

Ook als de kleirijperij een goede business case is, dan is nog de vraag of er sprake is van unieke en afgeschermd kennis als kern van een exportproduct of als toegevoegde waarde voor onze waterbouwkundige sector. Mogelijk gaat het werken zoals de zandmotor, waarbij niet zo zeer de kennisontwikkeling maar een andere benadering van het kustonderhoud de doorslag geeft. Slib niet langer als probleem maar als kans zien, niet als onderhoudsvraagstuk maar als hernieuwbare grondstoffenbron. Het succes van een dergelijke innovatie en vorm van omdenken hangt dan mede af hoe ze bij kan dragen aan andersoortige oplossingen en dus ontwerptechnische of uitvoeringstechnische innovaties.

De combinatie met (tijdelijke) natuur kan ook bijdragen aan het imago. De potentie voor tijdelijke natuur wordt in de pilot niet onderzocht, maar kan relevant zijn op plaatsen waar bijvoorbeeld slikken zijn verdwenen. Een kleirijperij werkt dan als een achteroever. Een achteroever is een polder met de eigenschappen en functie van een oever en landwaterovergang die niet aan het Markermeer of IJsselmeer is gelegen, maar juist in een aanliggende polder en dus achter de dijk. Vispassage verzorgen de ecologische verbinding tussen achteroever en meer.

7 Governance aspecten

Afspraken bepalen mede de haalbaarheid

Een kleirijperij is een innovatieve nieuwe vorm van landgebruik met nu nog onzekere baten en nog te bepalen kosten. Het opschalen van een pilot naar een 10 maal grotere vorm met ook een permanent karakter brengt ook nieuwe vragen met zich mee. Een deel van deze vragen heeft betrekking op het eigenaarschap, de verdeling van kosten en baten, van taken en verantwoordelijkheden, de samenwerking tussen overheden en met private partijen en het dragen van bedrijfseconomische risico's. Ook bij het opzetten van de pilot waren soortgelijke afspraken nodig, maar bij de opschaling van de pilot, moet zagezegd ook het afsprakenkader worden opgeschaald. Deze business case beschouwing levert daarvoor vragen maar nog geen antwoorden.

Wie wordt eigenaar?

Een belangrijke vraag is wie de kleirijperij uiteindelijk gaat bedrijven, wie de eigenaar zal zijn en welke organisatie vorm daar het beste bij past. Als de kleirijperij in hoofdzaak bedoeld is om het slibprobleem op te lossen, wat in hoofdzaak een beleidsmatige opgave is, dan past daarbij een overheidspartij als eigenaar. Als de kleirijperij vooral dient voor het leveren van dijkkenlei in het noorden van het land, dan kunnen bijvoorbeeld ook de waterschappen trekker en eigenaar zijn. Niet het probleem maar de oplossing is dan leidend. En als er vertrouwen is dat de kleirijperij een vorm van landgebruik is met een positief bedrijfsresultaat, dan kan de eigenaar ook een bedrijf zijn, mogelijk het havenbedrijf of een partij die goed thuis is in het managen van grondstromen.

Als echter het bij elkaar brengen van vraag en aanbod afhangt van beleidskeuzes, zoals de omvang van de opgave, de inzet van klei in dijkversterkingen en deze in hoofdzaak het bedrijfsresultaat bepalen, dan ligt mogelijk een publiek-privaat partnerschap voor de hand. Deze laatste vorm kan ook worden ingezet als er sprake is van een onrendabele top, die voor rekening van overheidsinstanties moet komen, wil een private partij de exploitatie voor zijn rekening nemen.

Bovendien wordt gewerkt vanuit een bestaande situatie van landeigenaren en mogelijk ook pachtende boeren, die mogelijk ook een actieve rol kunnen krijgen, wat ook de acceptatie zal vergroten. Het zou ook mooi zijn als de kleirijperij niet een gat in de regionale economie maakt, omdat er geen deelname of participatie is van lokale partijen, maar juist daaraan kan bijdragen. Dit kan minimaal door werkzaamheden mede te laten uitvoeren door lokale partijen, gelijk nu vaak ook in veel natuurgebieden gebeurt. Dit kan mogelijk ook in de vorm van delen in het bedrijfsresultaat, gelijk participatievormen voor windmolens, maar dat laatste veronderstelt wel een positieve business case, want participeren in verlies ligt minder voor de hand.

De business case kan dus van invloed zijn op wie de eigenaar van de kleirijperij zou kunnen zijn:

- Bij een duidelijk positieve business case kan de nadruk liggen op een private partij, al dan niet met deelname van de bestaande grondeigenaren.
- Bij een tekort, kan de nadruk liggen op Rijkswaterstaat, waterschappen en provincie, als eigenaar al dan niet in een coöperatieve vorm met elkaar en/of uitvoerende partijen.

Marktvraag en beleidsopgave zijn sterk verweven

Op dit moment worden veel onzekerheden geconstateerd aan de kostenkant van het kleirijpen maar vooral ook aan de kant van de potentiële baten, op korte en vooral ook op de langere termijn. Dit maakt dat bij elke contractuele verbintenis, tussen overheden onderling en met private partijen, er duidelijke afspraken moeten komen over de omgang met risico's, de verdeling van winst en verlies, over levering van slib en afname van dijkkenlei. In theorie en mogelijk ook in de praktijk kunnen een deel van deze risico's worden weggenomen door beleidsmatige afspraken, zoals:

- De **afstemming van de vraag naar klei van dijkversterkingswerken op het aanleveren van klei**. Dit klinkt eenvoudig maar in de praktijk is het vaak lastig tot niet mogelijk gebleken om bijvoorbeeld het ontwerp en de uitvoering van projecten zodanig op elkaar af te stemmen dat optimaal gebruik kan worden gemaakt van reststromen aan grond. Dat dit vaak niet lukt is omdat men vaak op andere, vaak wettelijke, deadlines koerst, men vooraf niet weet welk voorkeursalternatief wordt gekozen en wat dat betekent voor de inzet van grond en soms is het niet mogelijk om contractueel projecten te combineren, vanwege lopende afspraken, ingezette andere contractvormen die niet te combineren zijn e.d. Het afstemmen moet dus vroegtijdig gebeuren, maar vroegtijdig betekent ook dat men nog niet alle variabelen in beeld heeft.
- Naast het bieden van meer zekerheid over het aanleveren van grond kan daarbij ook **een minimale afname prijs** worden gegeven. De marktprijs voor klei varieert sterk, en alleen het bieden van een afname garantie is daarom niet genoeg. Maar mede omdat de marktprijs zo sterk varieert is het lastig vooraf uit te gaan van een strak kader met vaste prijzen, zeker als het gaat om afspraken over langere termijnen.
- Het bieden van **een minimale tegemoetkoming in de kosten** gebaseerd op vermeden kosten die moeten worden gemaakt om de Eems-Dollard weer gezond te krijgen, waarmee men de onrendabele top wegneemt. Deze vergoeding kan bijvoorbeeld gebaseerd zijn op de kosten van grond, inrichting en rijping, dus de lopende kosten in het geval er geen klei wordt gerijpt, geen slib wordt aangevoerd, of gerijpte klei wordt getransporteerd. Dit geeft beleidsmatig de mogelijkheid om op momenten dat klei niet redelijkerwijs kan worden afgezet, bij gebrek aan vraag in de omgeving, het slib tijdelijk wordt afgevoerd naar de Noordzee.

Aangezien de kleirijperij sterk afhankelijk is van de vraag naar dijkklei en deze vraag naar dijkklei sterk afhankelijk is van beleidskeuzes hebben overheden een zeer grote rol in de business case voor de kleirijperij. Dat geldt overigens ook al voor het aanbod aan slib. In die zin lijkt het dan ook logisch dat de kleirijperij vooral door overheden wordt gedragen.

Er is een breed financieringskader nodig

Direct dan wel indirect zullen voornoemde afspraken geld kosten. Dit kan ertoe leiden dat dijkversterkingsprojecten waarbij gerijpte klei wordt ingezet duurder worden dan nodig, of dat beleidsmatig het verschil met een marktconforme prijs wordt bijgelegd, bijvoorbeeld vanuit een daartoe ingericht fonds voor herstel van de Eems-Dollard. In principe kan van levering tot levering worden bepaald wat een marktconforme marktprijs zou kunnen zijn geweest als referentie. Echter, de praktijk zal kunnen zijn dat een kleirijperij op deze wijze de markt verstoort. Immers, er is geen reële vraag naar de markt, want deze laatste kan nooit op een gelijkwaardige wijze concurreren met een bedrijf dat klei levert en daarbij een soort van staatssteun of subsidie ontvangt. Het lijkt raadzaam om ook de juridische houdbaarheid mede in beschouwing te nemen.

Dit is vooral het geval als een sterk negatieve business case wordt verwacht, en/of dat door het uitschakelen van de markt, men voor de versterking verhoudingsgewijs dure klei moet inzetten. Het kan zijn dat kosten voor ecologisch herstel van de Eems-Dollard daarbij deels worden overgeheveld naar waterveiligheid. Er zijn meer HWBP projecten die direct dan wel indirect bijdragen aan ecologisch herstel bijvoorbeeld door de inzet van voorlanden. Het lijkt evenwel beter om per geval marktconforme prijzen voor de afname te bepalen. Zoals we hebben gezien worden deze sterk door de transportkosten bepaald.

Het gaat daarbij om grote bedragen per jaar en over langere perioden. Het is dus lastig om vooraf te bepalen wat een mogelijk rendement is voor een kleirijperij. Het eenvoudigst lijkt dan ook dat overheden, die zich verbinden aan de beleidsopgave of dijkklei nodig hebben, gezamenlijk eigenaar zijn en de risico's dragen gecombineerd met een uitvoerende partij die met de juiste incentives wordt aangezet om zo kosteneffectief mogelijk te werken.

Transport is sleutelfactor

Wat uit de business case vooral ook naar voren komt is dat het transport van baggerslib en het transport van gerijpte klei veruit de belangrijkste kostenposten zijn. Dit betekent dat de partij die de kleirijperij exploiteert eigenlijk weinig invloed heeft op de totale afleverkosten. Bedrijfseconomische prikkels om te komen tot een zo efficiënt mogelijke exploitatie zullen daarom maar beperkt bijdragen aan het bedrijfsresultaat van een kleirijperij, alhoewel elke besparing in het rijpingsproces natuurlijk wel een netto besparing is. Het resultaat wordt vooral bepaald door waar klei geleverd kan worden.

Voor beide vormen van transport zijn andere uitvoerende partijen aan zet. Het transport van de gerijpte klei per as kan aan de markt worden uitgevraagd, als het per project wordt opgezet. Grotere grondbedrijven hebben vaak eigen vrachtwagens, maar moeten soms ook bijschakelen als grotere volumes moeten worden vervoerd. De prijs voor vervoer per as is sterk afhankelijk van de brandstofprijzen, welke erg variabel zijn. Als grondbedrijven om niet klei leveren tegen enkel de transportkosten, dan wordt er vooral aan het transport zelf verdiend. Een opgeschaalde kleirijperij zet in theorie elk jaar 500.000 ton d.s. om in 390.000 m³ klei, met een totaal gewicht van 624.000 ton. Dit is een equivalent van bijna 25.000 vrachtwagenladingen van 25 ton, ofwel 95 vrachtwagenbewegingen per werkdag het hele jaar rond. Als die gemiddeld 2 uur onderweg zijn per lading voor levering in het noorden van het land, hebben we het al over een wagenpark van orde 20 vrachtwagens. Eigenlijk is de kleirijperij dan in wezen een transportbedrijf geworden. De kans is evenwel groter dat men per as eerst naar de dichtbij zijnde losplaats rijdt, wil men de gerijpte klei op grotere afstand verkopen. Zoals hiervoor al is aangegeven, hangt ook een groot deel van de werkgelegenheid samen met het transport. Als het transport van gerijpte klei in hoofdzaak wordt uitgevoerd door lokale partijen kan dit bijdragen aan de lokale werkgelegenheid.

Het leveren van slib is mogelijk voorbehouden aan dezelfde partij die ook het nautische baggerwerk verzet, en die eventueel als terugvaloptie ook slib kan afvoeren naar de Noordzee. Dit betekent dat de aanvoer van slib naar de kleirijperij contractueel verweven is met het nautische baggerwerk in de haven. Het is dan zaak goed onderscheid te maken naar wat puur nautisch is en wat aanvullend daarop als transport naar de kleirijperij nodig is.

8 Ter afsluiting

Verdere stappen na eerste verkenning

Deze rapportage is het verslag van een verkenning van de haalbaarheid van een kleirijperij en welke variabelen daarbij vooral een rol spelen. Hiermee kan mogelijk de locatiekeuze voor toekomstige kleirijperijen wordt ondersteund. Er is daarbij gewerkt met conceptuele uitwerkingen, de basistypen, er wordt immers niet beschikt over een concreet ontwerp of een aangewezen locatie. Wat vooral duidelijk is dat het zagezegd nog kan vriezen en dooien. Er zijn nog te veel onduidelijkheden en onzekerheden ten aanzien van de afzetmogelijkheden, de eisen aan de dijkenglei. Bij gunstige uitgangspunten is er perspectief, maar bij ongunstige uitgangspunten niet.

De komende tijd komt nog meer informatie beschikbaar vanuit de pilots. Hiermee kan beter worden aangegeven wat voor inrichting en handelingen nodig zijn voor het laten rijpen van glei en welke kwaliteit en productie (per oppervlak) daarmee gehaald wordt.

Lopend onderzoek naar eisen aan dijkenglei

Cruciaal voor de inzetbaarheid van de gerijpte glei zijn de samenstelling van het bronmateriaal en de eisen die voor zout en organische stof aan de gerijpte glei worden gesteld, wil deze worden ingezet als dijkenglei. Ook hierna loopt verder onderzoek, waaruit kan blijken of aanpassing van de eisen mogelijk is. De inzetbaarheid van de gerijpte glei wordt hiermee groter.

Mogelijke inzet van een spoelinstallaties

Op basis van de tussenresultaten is vastgesteld dat het verminderen van het zoutgehalte in de glei moeizaam verloopt. Er wordt daarom al gedacht aan de mogelijkheid om een spoelvoorziening vooraf aan de kleirijperij in te zetten. In deze spoelvoorziening wordt de zoute bagger gespoeld met zoet water voordat het slib kan bezinken. Een dergelijke spoelinstallatie wordt nu getest bij de pilot Ophogen landbouwgronden. De kosten van deze spoelvoorziening zijn vooreerst geraamd op 500.000 Euro. Hierbij komen dan nog operationele kosten voor het spoelen. Met het spoelen kan waarschijnlijk de rijpingsduur voor de glei worden bekort, voor zover vooral het zoutgehalte daarin bepalend blijkt. Er is dus sprake van extra kosten maar deze worden mogelijk terugverdiend met een hogere productiesnelheid.

Voor het bronmateriaal uit Delfzijl geldt dat deze te rijk is in organische stof en dat deze ook vrijwel niet wordt afgebroken. Als de eisen ten aanzien van organische stof niet veranderen, kan deze gerijpte glei niet worden ingezet voor het versterken van dijken. Er moet dan naar andere toepassingen worden gezocht, die waarschijnlijk veel minder opleveren. In een "worst case" is er zelfs sprake van extra kosten als de glei niet commercieel kan worden weggezet. Het is niet zeker of met een spoelvoorziening mogelijk ook het lichtere organische materiaal deels kan worden uitgespoeld, zodat de eisen voor organische stof eerder worden gehaald.

Beter zicht op de vraag op korte en middellange termijn

De Brede Groene Dollard Dijk is het enige project op kortere termijn waarvoor concrete volumes inzetbare dijkenglei bekend zijn. Voor overige dijkversterkingstrajecten is het niet duidelijk wanneer, waar en hoeveel dijkenglei nodig zal zijn voor versterking. Dat maakt, vooral als een duidelijke andere afnemer ontbreekt, zoals de keramische industrie, dat de opbrengsten zeer ongewis zijn. Zonder zicht hierop, lijkt het, het beste om te kijken naar locaties, waarmee vooral de Brede Groene Dollard Dijk bediend kan worden en die tegen geringe kosten kunnen worden ingericht en ook weer hersteld. De levering aan de BGDD neemt ongeveer 6 jaar in beslag. In deze periode kan meer zicht worden gekregen over verdere afzetmogelijkheden.

Omvang beleidsopgave

Ook is nog onderzoek gaande naar het ecologische functioneren van de Eems-Dollard en de rol van slib daarbij. Dit geeft nadere onderbouwing voor het volume aan slib dat zou moeten worden onttrokken voor herstel maar ook waar dat het beste kan gebeuren. Parallel hieraan lopen ook discussie naar wat het uiteindelijke doel moet zijn, welk en hoeveel herstel en dus hoeveel slib moet worden onttrokken. Ook loopt nog onderzoek naar andere slibverwerkingssporen. Uiteindelijk kunnen daarmee de kosten van verschillende slibsporen naast elkaar worden gezet en hun capaciteit om een bepaald volume slib te kunnen verwerken. Hieruit zal onder meer blijken of men mogelijk toch mede is aangewezen op een scenario waarbij ook slib naar de Noordzee wordt afgevoerd.

Opschalen naar de beleidsopgave

De komende tijd worden ook verdere stappen gezet in het ruimtelijke spoor dat moet leiden tot de planologische voorbereiding en uiteindelijke realisatie van een groter oppervlak aan kleirijperijen. Afhankelijk van de locaties die dan in studie zijn kan dan nog een verfijning worden gedaan op de transportkosten naar en van deze locatie en kan ook worden ingezoomd op de inrichtingskosten en eventueel ook bijkomende kosten van deze locaties. Ook de met de locaties samenhangende transport afstanden en kosten zijn een belangrijke variabele.

Inbedden in een regionaal ontwikkelingsvisie

Waarschijnlijk is het niet genoeg om alleen op basis van transportafstanden en kosten te komen tot een selectie van gronden voor het realiseren van een kleirijperij. Het oppervlak dat nodig is, is groot vooral als de productie toch wat lager is dan nu ingeschat. Het omvormen van bestaande landbouwgronden naar kleirijperijen is een forse ingreep in landschap en ruimtelijke ordening met mogelijk ook gevolgen voor de lokale economie. Vooral als functiecombinaties worden gezocht, bijvoorbeeld met zilte landbouw, waterberging of tijdelijke natuur of toekomstige aquacultuur, is het beter als de locatiekeuze gedaan wordt in een ruimer kader.

Effectiviteit afvoer slib naar de Noordzee

De afvoer van baggerslib vanuit de havens naar de Noordzee vormt een mogelijk alternatief voor het onttrekken van slib via een kleirijperij. De kosten die daarmee gemoeid zijn, kunnen worden gezien als een plafond voor de netto kosten voor een kleirijperij. Hoe hoger de kosten van transport naar de Noordzee, hoe eerder een kleirijperij beleidsmatig de voorkeur kan genieten. Op dit moment is niet duidelijk of afvoer naar de Noordzee effectief is, zonder terugvloeien van slib naar de Eems-Dollard, en op welke afstand hiertoe het baggerslib gestort zou moeten worden. Ook is niet bekend of dit ook in het licht van de beleidsopgave beter vanuit Eemshaven of Delfzijl moet plaatsvinden.

Risico analyse/gevoeligheidsanalyse

Het is verstandig om op de belangrijkste risico's een risico en/of gevoeligheidsanalyse te doen. Dit kan op het niveau van locaties en op het niveau van de beleidsopgave. Vooral de wijze waarop onzekerheden in de vraag naar slibverwerking en vraag naar dijkklei doorwerken is van belang, evenals het aandeel restklei en de kosten die daarmee zijn verbonden.

Stikstof en PFAS

Werken leidt tot stikstofemissie. Wat dat betreft overlapt de emissie van de huidige nautische baggerwerken met wat nodig zal zijn voor de aanvoer van slib naar de kleirijperij. Mogelijk dat in de directe omgeving van de kleirijperij geen voor stikstofgevoelige natuurgebieden aanwezig zijn, maar meer onderzoek naar de stikstofemissie is nodig aangezien dat beperkingen en extra kosten met zich mee kan brengen.

PFAS komt vrijwel in heel Nederland voor ook in het Waddengebied en in de Eems-Dollard. Zo zijn er al hogere concentraties aangetoond in garnalen en ook in mosselen. PFAS hecht zich goed aan slib. Er zit ook PFAS ook in het slib dat wordt gebruikt om de klei te rijpen. PFAS breekt vrijwel niet af, dus het

rijpingsproces is hierop niet van invloed. Als in het slib PFAS aanwezig is, zal dat ook het geval zijn voor de gerijpte klei. Op basis van metingen aan het slib van Eemshaven en Delfzijl blijkt dat de gerijpte klei voldoet aan de nieuwe PFAS normen.

Overige baten, een MKBA

De business case gaat uit van een bedrijfseconomische invalshoek en niet van een MKBA. Wwel zijn elementen benoemd die in een MKBA aan de orde kunnen komen. Het gaat daarbij om:

- De overige baten van bepaalde ruimtelijke ontwikkelingen die samenhangen met de kleirijperij, zoals het omzetten naar brakwaterlandbouw; mogelijk dat hiervoor o.m. gebruik kan worden gemaakt van ervaringen met de Dubbele Dijk. Het waterschap kan waarschijnlijk aangeven of er plaatselijk sprake is van een waterbergingsopgave waarop mogelijk kan worden aangesloten.
- CO₂ balans, van een kleirijperij in verhouding tot andere wijzen van slibverwijdering; dit is een complex vraagstuk met kennislacunes en mogelijk grote implicaties, vooral als CO₂-emissie zwaar mee weegt in beleidsbeslissingen en in de kosten-baten verhouding in geval CO₂ tonnen veel hoger worden beprijsd. De eerste resultaten laten zien dat het meevalt met de emissies, omdat organische stof vrijwel niet wordt afgebroken, maar een totaal plaatje van de CO₂ balans moet nog gemaakt worden.
- De baten van ecosysteemherstel van de Eems-Dollard. Het gaat dan om behaalde ecologische doelstellingen, en ook om de positieve bijdrage van een ecologisch beter functionerend Eems-Dollard voor andere functies zoals de visserij.

Governance als basis voor de business case

De business case wordt sterk bepaald door een afspraken over het leveren van baggerslib, de afname van klei, de verdeling van winst en risico en een daarbij passend financieringskader. Andersom bepaalt de business case ook de meest voor de hand liggende organisatievorm. Deze verstrengeling van business case en afsprakenkader is een aandachtspunt voor nadere uitwerking. Als de kleirijperij sterk afhangt van het leveren van dijkklei in de regio, kan alleen bestaanszekerheid worden geschapen als planning en ontwerp van dijkversterkingsprojecten en kleirijperijen beter op elkaar worden afgestemd.

Zoals hierboven benoemd is de haalbaarheid van een kleirijperij afhankelijk van veel factoren. Per locatie moet gekeken worden hoe de kleirijperij het beste kan worden aangelegd en of dat rendabel is.

Literatuurlijst

Deltares (2020) Monitoringsrapportage Kleirijperij. Rapportage 2018 en 2019 Kleirijperij Delfzijl. 11201344-002-ZKS-0003

Van Duin, W. E., Dijkema, K. S., & Bos, D. (2007). Cyclisch beheer kwelderwerken Friesland (No. 887). IMARES.

EcoShape (2017) Plan van Aanpak uitvoering pilot Kleirijperij

Feijen, R., 2014. Factsheet: Baggerspecie Eemshaven en Delfzijl. Groningen Seaports

Van den Heuvel, M.J.M., Boganen, J. en Postma, T. (2020) De Aanleg van een Proefdijk. Verslaglegging van uitvoeringsaspecten en verdichtingsmetingen van een Proefdijk bestaande uit gebiedseigen klei uit de Eems-Dollard t.b.v. Demonstratieproject Brede Groene Dijk van het Waterschap Hunze en Aa's.

Meshkati, E., Dupuits, G., Vardon, P.J., van Kessel, T., Talmon, A., Tigchelaar, J., Sittoni, L. en van der Star, W.R.L. (2021) Consolidation and desiccation of mud deposits: numerical modelling

Mirt onderzoek (2015) Economie en Ecologie Eems-Dollard in Balans. http://www.ee-eemsdelta.nl/assets/pdf/dossiers/natuur-en-landschap/Eindrapport%20MIRT-onderzoek_Eems-Dollard.pdf.

Smit H. en E. Duimel (2020). Actuele inzichten hydromorfologie en ecologie Eems-Dollard, met doorkijk naar strategieën en streefbeeld.

Bijlage 1

Impressie van de projectlocatie



Figuur 0-1: Foto van de gevulde Kleirijperij Delfzijl ¹⁰.



Figuur 0-2: Foto van de kleirijperij Kwelder in aanbouw ¹¹.

¹⁰ <https://pov-waddenzeedijken.nl/brede-groene-dijk-van-slib-tot-dijkenklein/>

¹¹ <https://pov-waddenzeedijken.nl/brede-groene-dijk-van-slib-tot-dijkenklein/>



Figuur 0-3: De locatie van de beide pilot (in groen)s, links de pilot bij Delfzijl met gearceerd het havengebied van Delfzijl en links de locatie buitendijks langs de Eems-Dollard en gearceerd de polder Breebaart.