

Deelrapport MER Duurzaamheid en Klimaat

Rapport Vlaams Nederlandse Scheldecommissie

Onderwerp

Duurzaamheid en Klimaat

Datum

20 maart 2015

Auteur

H.C. van Kruijsbergen

Telefoon / Email

088-9102019 /

SvKruijsbergen@lievenseCSO.com

Status

Definitief

Documentnummer

VNzt-R-138-6



Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Inleiding	4
1.2	Doelstelling van het project Nieuwe Sluis Terneuzen	4
1.3	Effectonderzoeken MER	5
2	Projectgebied	7
2.1	Beschrijving van het sluizencomplex	7
2.2	Omgeving van het sluizencomplex	8
3	Beschrijving van de onderzochte varianten	10
3.1	Beschrijving voorkeursalternatief	10
3.2	Beschrijving varianten	11
3.2.1	Invalshoeken per variant	11
3.2.2	Variant 1	11
3.2.3	Variant 2	13
3.2.4	Variant 3	14
3.2.5	Samenvatting varianten	16
4	Beoordelingskader	17
4.1	Beleidskader duurzaamheid en klimaat	17
4.1.1	Klimaat	17
4.1.2	Energie en materialen	17
4.1.3	Social return	17
4.2	Beoordelingskader	18
5	Klimaat	20
5.1	Onderzoeksopzet	20
5.2	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	20
5.3	Toekomstbestendigheid	21
5.3.1	Variant 1	22
5.3.2	Variant 3	22
6	Energie	23
6.1	Onderzoeksopzet	23
6.2	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	23
6.3	Inzicht in energieverbruik	24
6.3.1	Variant 1	24
6.3.2	Variant 2	25
6.3.3	Variant 3	25
6.4	Energie besparing	25
6.4.1	Toepassing van energie zuinige verlichting	26
6.4.2	Aanpassing beleid ten aanzien van zoet zout water scheiding	26
6.4.3	Bruggen	27
6.4.4	Energie zuinig bedieningsgebouw	28
6.5	Energie opwekken	28
6.5.1	Variant 1	30
6.5.2	Variant 2	31

6.5.3	Variant 3	32	
6.6	Samenvatting investeringen en rendementen		33
6.7	Minimaal energieverbruik varianten	34	
7	Social return	35	
7.1	Onderzoeksopzet	35	
7.2	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	35	
7.3	Criterium I: Bijdrage aan publieksbeleving	36	
7.3.1	Variant 1	36	
7.3.2	Variant 2	36	
7.3.3	Variant 3	37	
7.4	Criterium II: Kansen voor lokale ondernemers		37
7.4.1	Variant 1	37	
7.4.2	Variant 2	37	
7.4.3	Variant 3	38	
8	Materialen	39	
8.1	Onderzoeksopzet	39	
8.2	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	41	
8.3	Criterium: MilieuKostenIndicator	41	
8.3.1	Variant 1	42	
8.3.2	Variant 2	43	
8.3.3	Variant 3	43	
8.4	Optimalisatiemogelijkheden materialen		44
9	Voorkeursvariant	45	
9.1	Beschrijving voorkeursvariant		45
9.1.1	Sluiskolk	46	
9.1.2	Buitenhaven	47	
9.1.3	Inrichting sluizencomplex	48	
9.1.4	Binnenhaven	52	
9.1.5	Waterbeheer	53	
9.2	Aanlegfase	55	
9.3	Beschrijving effecten van de voorkeursvariant		57
9.3.1	Klimaat	57	
9.3.2	Energie	57	
9.3.3	Social return	58	
9.3.4	Materialen	58	
9.3.5	Scoring voorkeursvariant	59	
10	Samenvatting	61	
10.1	Klimaat	61	
10.2	Energie	61	
10.3	Social return	62	
10.4	Materialen	62	
10.5	Voorkeursvariant	63	
10.6	Conclusie	63	
	Bijlage 1 Onderzoek Duurzame energieopwekking		65
	Bijlage 2 Tabellen MKI per variant		66

1 Inleiding

1.1 Inleiding

Nederland en Vlaanderen zijn overeengekomen de plannen voor een Nieuwe Sluis op het sluizencomplex van Terneuzen uit te werken.¹ Het voornemen bestaat de uitkomsten vast te leggen in een Tracébesluit. Bij de voorbereiding van dit Tracébesluit wordt de milieueffectrapportage (m.e.r.) doorlopen. Dit rapport bevat de onderzoeksresultaten van het m.e.r.-onderzoek naar duurzaamheid.



Figuur 1-1 Westsluis van het sluizencomplex Terneuzen (bron: Rijkswaterstaat, Joop van Houdt)

1.2 Doelstelling van het project Nieuwe Sluis Terneuzen

In 2007 is een probleemanalyse uitgevoerd naar de maritieme toegankelijkheid van de Kanaalzone². Uit de probleemanalyse komen verschillende knelpunten in toegankelijkheid naar voren, zowel voor zeeschepen als voor binnenvaart. De knelpunten zijn de slechte bereikbaarheid van de Kanaalzone Gent-Terneuzen en de Seine-Scheldeverbinding:

- de capaciteit van het sluizencomplex is beperkt, hierdoor vindt verdringing van lading naar andere modaliteiten waaronder wegverkeer plaats;
- de capaciteit van het sluizencomplex is beperkt, hierdoor is de wachttijd voor de binnenvaart onacceptabel hoog;
- de robuustheid van de verbinding van het Kanaal Gent-Terneuzen is niet optimaal omdat er bij een mogelijke

¹ Besluit van het politiek college van de Vlaams-Nederlandse Schelde Commissie inzake planuitwerkingsfase Nieuwe Sluis Kanaal Gent-Terneuzen, 19 maart 2012

² Nota probleemanalyse Kanaalzone Gent-Terneuzen 2008, mei 2007

stremming van het sluizencomplex geen alternatieve routes bestaan;

- de afmetingen van de huidige Westsluis zijn beperkt waardoor de schaalvergroting in de zeevaart niet gevolgd kan worden.

Met robuustheid wordt bedoeld de beschikbaarheid en betrouwbaarheid.

Doelstelling van het project Grote Zeesluis Terneuzen Kanaal Gent Terneuzen is het verbeteren van de toegankelijkheid van de Kanaalzone. Hiervoor worden de drie knelpunten aangepakt op de volgende wijze:

- de capaciteit van het sluizencomplex wordt vergroot, zodat het transport van de autonome goederengroei door het sluiscomplex vlot en veilig kan plaatsvinden en er geen verschuiving van goederenstromen naar andere havens of modaliteiten optreedt. Dit wordt gemeten doordat het vervoerde tonnage vrachtverkeer door het sluizencomplex vergroot en de wachttijden voor de binnenvaart verminderen ten opzichte van de autonome ontwikkeling.
- de robuustheid van het sluizencomplex wordt verbeterd. Hiervoor moeten alle sluiskolken een beschikbaarheid hebben van minstens 98% gemiddeld over 5 jaar.
- de schaalvergroting in de zeevaart wordt gefaciliteerd. De nieuwe sluiskolk heeft afmetingen van 427m x 55m x 16m (lxbxd)³

1.3 Effectonderzoeken MER

In het kader van de m.e.r. zijn verschillende deelstudies uitgevoerd naar de effecten van de aanleg en het gebruik van de Nieuwe Sluis. Deze studies gaan in op:

- Verkeer en vervoer
- Leefomgevingskwaliteit
- Natuur
- Bodem
- Water
- Inpassing in de omgeving
- Duurzaamheid en klimaat
- Hoogwaterveiligheid.

Dit rapport is één van de serie deelrapporten die onderdeel uitmaakt van het MER. Het MER is opgebouwd uit drie lagen, te weten:

- Samenvatting - bevat de kern van het MER
- Hoofdrapport - informatie voor de geïnteresseerde
- Deelrapporten - achtergrondinformatie voor specialisten

³ Besluit van het politiek college van de Vlaams Nederlandse Schelde Commissie inzake planuitwerkingsfase Grote Zeesluis Kanaal Gent-Terneuzen, 19 maart 2012

Het hoofdrapport van het MER bevat de effectbeoordeling. Hier wordt de effecten vergeleken met de effecten die optreden als het project Nieuwe Sluis Terneuzen niet wordt uitgevoerd.

De deelrapporten bevatten per milieuthema de opzet van het betreffende onderzoek, de uitgangspunten en de uitkomsten van het onderzoek. Om te zorgen dat ieder deelrapport zelfstandig leesbaar is, wordt begonnen met inleidende hoofdstukken, waarin een toelichting op de projectlocatie en de varianten wordt gegeven.

De beschrijving van de huidige situatie en de autonome ontwikkeling gaat in op die zaken, die relevant zijn voor het onderzoek van de thema's die behandeld worden in dit deelrapport.

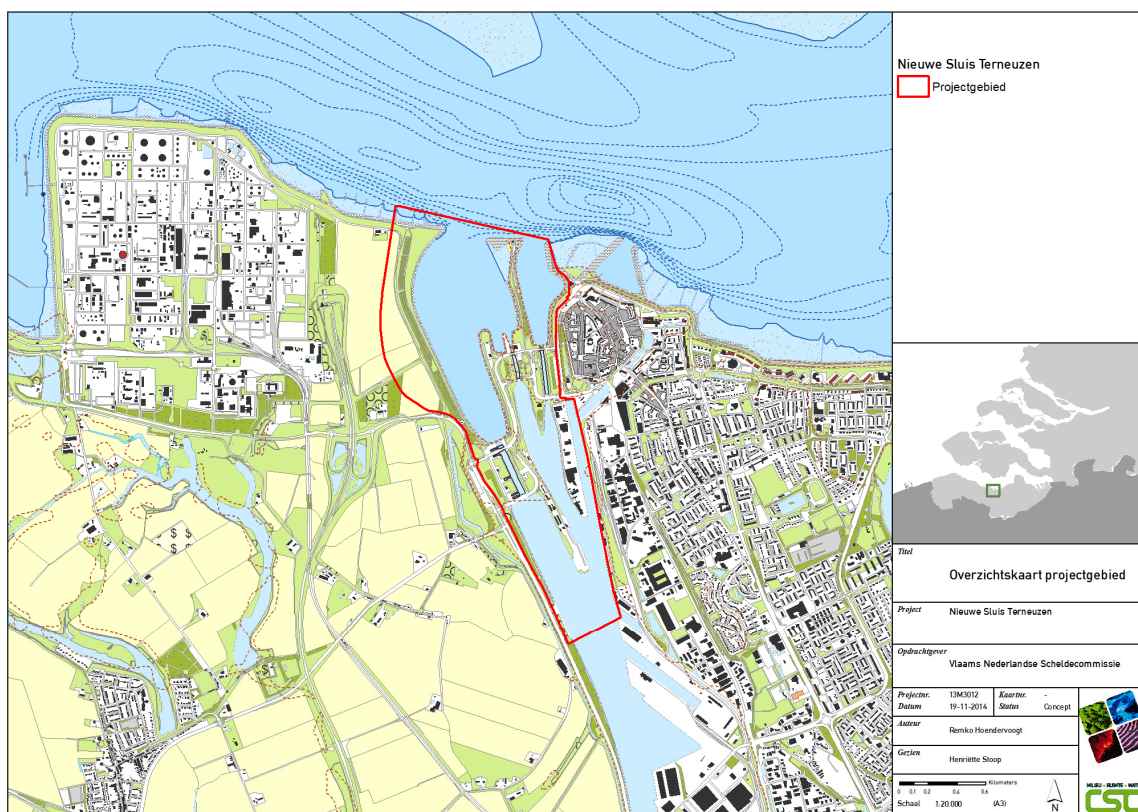
Bij de beschrijving van de effecten wordt per beoordelingscriterium de verwachte effecten van de drie varianten aangegeven. Hierbij wordt geen rekening gehouden met mogelijke maatregelen om de effecten te verzachten. Deze mitigerende maatregelen staan apart beschreven. Alleen bij de beoordeling van de voorkeursvariant is rekening gehouden met de mitigerende maatregelen die onderdeel uitmaken van de voorkeursvariant.

Dit rapport heeft betrekking op duurzaamheid en klimaat.

De volgende hoofdstukken geven een beschrijving van het plangebied en de onderzochte varianten. Hoofdstuk 4 laat zien welk beoordelingskader in dit onderzoek gehanteerd wordt. In de hoofdstukken 5 t/m 8 wordt per deelaspect de onderzoeksopzet, huidige situatie en autonome ontwikkeling beschreven. Vervolgens worden per beoordelingscriterium de effecten per variant toegelicht. Hoofdstuk 9 en 10 lichten eventuele mitigerende en compenserende maatregelen en leemten in informatie toe. Het laatste hoofdstuk geeft een samenvatting van deze rapportage.

2 Projectgebied

2.1 Beschrijving van het sluizencomplex



Figuur 2-1 Overzichtsfoto van projectgebied inclusief projectgrens

De Westerschelde en het Kanaal Gent-Terneuzen worden met elkaar verbonden door de sluizen van Terneuzen (zie figuur 2.1). voor de ligging van het sluizencomplex). Het huidige sluizencomplex van Terneuzen bestaat uit drie sluizen, waarvan er één geschikt is voor de (grotere) zeescheepvaart (zie figuur 2.2). De Westsluis dateert uit 1968, is 290 m lang, 40 m breed en heeft een sluisdrempel van 13,5 m tov kanaalpeil. In de Westsluis kan maximaal een gelichterde Panamax van beperkte lengte worden geschut. De maximale scheepsafmetingen toegestaan op het kanaal is: 265 m (lengte) x 34 m (breedte) x 12,5 m (diepgang in opvaart).

Grotere schepen hebben vrijstelling of ontheffing nodig om op het kanaal te worden toegelaten. Door schaalvergroting en een stijging van het aantal schepen in de binnenvaart wordt deze Westsluis tegenwoordig ook voor binnenvaartschepen gebruikt. De Oostsluis en de Middensluis worden voornamelijk ter afhandeling van de binnenvaart gebruikt. De Oostsluis dateert net als de Westsluis uit 1968. De bouw van de Middensluis is in 1910 afgerond en deze sluis onderging in 1986 een grondige renovatie.

De Middensluis is een getijsluis, die ook toegankelijk is voor kleine kustvaarders, maar biedt daarentegen wel beperkingen voor grotere duwstellen.

Op het sluisencomplex zijn verschillende kantoren en bedrijvigheid aanwezig. Deze kantoren en bedrijvigheid zijn deels gebonden aan het water of aan de functionaliteit van het sluisencomplex.



Figuur 2-2 Overzicht Sluisencomplex Terneuzen

Over alle sluisen liggen twee verkeersbruggen. Het kruisende wegverkeer ondervindt weinig hinder van het schutten van de schepen.

2.2 Omgeving van het sluisencomplex

Aan de oostzijde van het sluisencomplex ligt de plaats Terneuzen. Ter hoogte van de Oostsluis worden de woningen door middel van een bommenrij van het sluisencomplex gescheiden. Meer naar het zuiden grenst bedrijvigheid aan het kanaal. De Kennedylaan/Meester F.J. Haarmanweg vormt de scheiding tussen bedrijvigheid langs het kanaal en woonwijken daarachter. Schependijk is een bedrijventerrein tussen de haven van Terneuzen en het toegangskanaal tot de Oostsluis.

Terneuzen ligt vrijwel volledig aan de oostzijde van het sluisencomplex. Alleen het busstation ligt aan de westzijde van het sluisencomplex. Aan de westzijde is verder de ingang van de Westerscheldetunnel gelegen, en het chemiebedrijf Dow Chemical. Het overige land wordt agrarisch gebruikt.

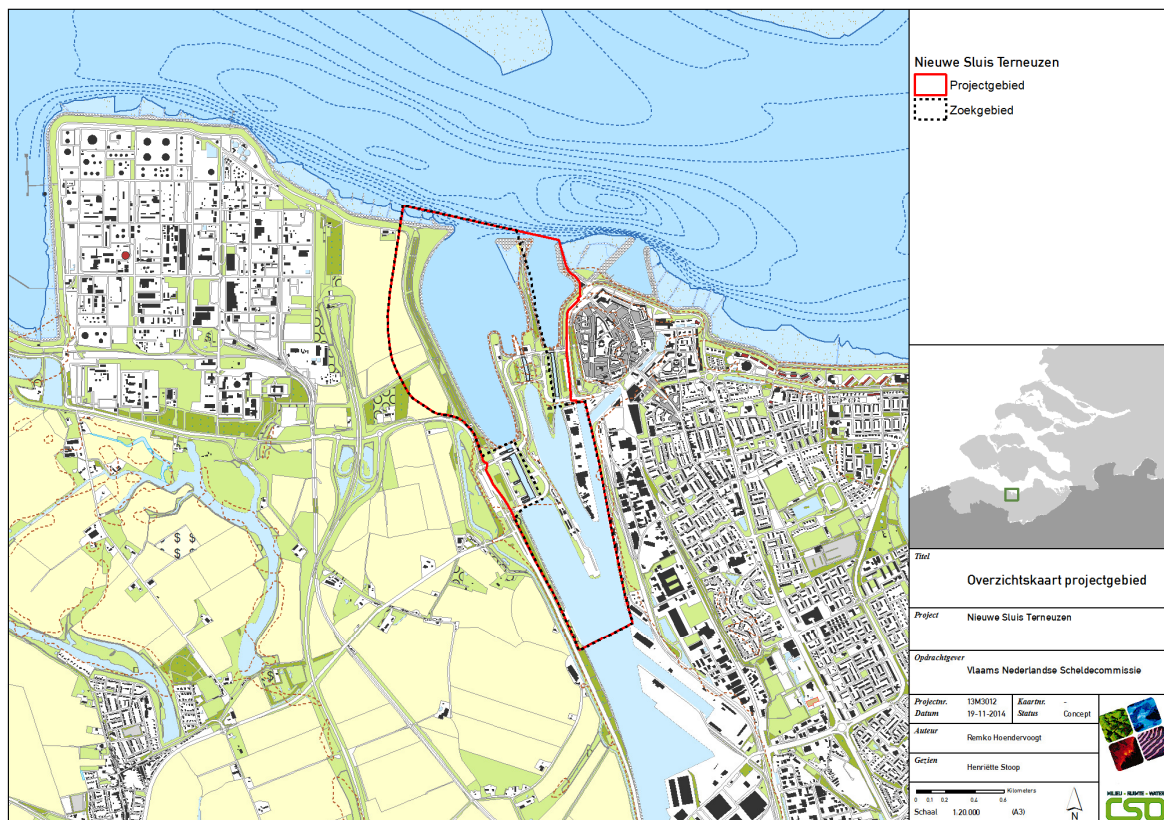
Aan de noordzijde van het complex ligt de Westerschelde. De Westerschelde maakt onderdeel uit van het Natura 2000-gebied Westerschelde en Saeftinghe. Het is een dynamisch estuarium door het getijdenverschil. De Westerschelde is daarnaast ook de toegangsvaarweg naar het Kanaal Gent-Terneuzen aan de zuidzijde van het complex, en de havens van Antwerpen en Vlissingen.



Figuur 2-3 overzicht sluizencomplex Terneuzen met Terneuzen op de achtergrond

3 Beschrijving van de onderzochte varianten

3.1 Beschrijving voorkeursalternatief



Figuur 3-1 Projectlocatie, zwarte stippellijn geeft zoekruimte weer (bron: Besluit Politiek College)

In de verkenning die voorafgaand aan de planuitwerking is uitgevoerd, is zowel verbetering van het kanaal als het sluisencomplex onderzocht. Op basis van de daaruit beschikbaar gekomen informatie en het advies van het stakeholders advies forum, is besloten de aanleg van een Nieuwe Sluis binnen het sluisencomplex van Terneuzen uit te werken. Dit is vastgelegd in het besluit van het politiek college van de Vlaams-Nederlandse Schelde Commissie.

Daarbij is besloten dat het voorkeursalternatief bestaat uit de Nieuwe Sluis zonder aanpassing aan het kanaal. Hierbij geldt dat de nieuwe sluis gerealiseerd dient te worden binnen het bestaande sluisencomplex in Terneuzen. De zoekruimte voor de nieuwe sluis is weergegeven op figuur 3.1. Alle werken die nodig zijn voor de aanleg moeten binnen de aangegeven zoekruimte worden uitgevoerd. De nieuwe sluis heeft een omvang van 427m x 55m x 16m (lxbxd). Het voorkeursalternatief vormt het uitgangspunt van de varianten die in de m.e.r. worden onderzocht.

Om de nautische verkeersstromen van en naar het sluisencomplex te faciliteren, kan aanpassing van de voorhavens noodzakelijk zijn.

Onderzoek naar aanpassingen van de voorhavens maakt daarom integraal onderdeel uit van de m.e.r. Wanneer aanpassing van de voorhavens noodzakelijk is, zal de aanpassing worden opgenomen in het Tracébesluit.

3.2 Beschrijving varianten

3.2.1 Invalshoeken per variant

Bij het opstellen van de varianten is vanuit verschillende invalshoeken naar de opgave van de sluis gekeken. Om te komen tot reële varianten met voldoende bandbreedte in milieueffecten, is gekozen de varianten vanuit de volgende invalshoeken in te vullen:

- Beperken ruimtebeslag, effecten op natuur minimaliseren
- Betrouwbaarheid en versterken landschappelijke kwaliteit
- Optimalisatie scheepvaart, verminderen beïnvloeding leefomgevingskwaliteit.

In de hiernavolgende paragrafen is per variant een toelichting op de gekozen invalshoek opgenomen, en is weergegeven tot welke keuzes de gekozen invalshoek leidt.

3.2.2 Variant 1



Figuur 3-2 Schets van variant 1

De invalshoek voor het beperken van het ruimtebeslag in variant 1 is ingegeven door de wens de mogelijkheid tot het behoud van de Middensluis te onderzoeken. Om de Middensluis te kunnen behouden, moet de sluis zo noordelijk mogelijk worden gepositioneerd en zo min mogelijk geroteerd ten opzichte van de Westsluis. Een beperkte rotatie

vergroot het gemak van de in- en uitvaart. Dat leidt tot de keuze voor de oriëntatie van 3°.

Het ruimtebeslag van de deuren naast de sluiskolk is gering om behoud van de Schependijk mogelijk te maken. Daarom wordt met gekromde roldeuren gewerkt. De lengte van de sluis is minder bepalend voor het behoud van de Middensluis en Schependijk. De bruggen zijn daarom net als bij de Oost- en Westsluis een basculebrug met 1 val.

De wegstructuur is vormgegeven met een voorrangsweg op de kortste route als alle deuren gesloten zijn. De kruisingen zijn als gewone kruisingen vormgegeven, zonder uitvoegstroken.

De droge, sluisgebonden diensten waarvan de locatie komt te vervallen, worden verspreid over het sluizencomplex teruggeplaatst. Er wordt geen centrale locatie aan de rand van het complex gecreëerd, omdat dit ten koste zou gaan van de huidige functie op die locatie. De opslag moet zo veel mogelijk verplaatst worden langs de Nieuwe Sluis.

De Middensluis kan niet in zijn huidige functie behouden blijven. Er is onvoldoende ruimte voor de in- en uitvaart van vier sluizen op het complex. De Middensluis krijgt de functie van spuimiddel.

Om de effecten op natuur te minimaliseren, wordt gekozen voor een zo beperkt mogelijke verbreding van de havenmond. Ook is het havenbekken niet naar de westzijde vergroot, mede in verband met de agrarische functie van het gebied. Zo wordt zo min mogelijk hydraulische en morfologische effecten veroorzaakt. Wel wordt een vergroting van de havenmond aan de westzijde binnen deze variant onderzocht in verband met de nautische veiligheid. De voorhaven wordt verdiept zodat schepen met een diepgang van 12,50 meter onafhankelijk van het tij de voorhaven in kunnen varen. Dit in verband met de capaciteit van het complex. Er wordt geen zwaaicirkel aangelegd.

Om effecten op natuur door verzilting te minimaliseren, zijn innovatieve zoet-zoutscheidingsmethoden opgenomen. Hierbij wordt ook gekeken naar de mogelijkheden om bij de andere sluizen op het complex maatregelen uit te voeren om de verzilting te beperken. Uitgangspunt is dat het rendement van de scheidingssystemen bij alle sluizen 75% is.

Voor de bouwmethode wordt gekozen voor het bouwen van de kolk in het natte. De sluishoofden worden wel droog gebouwd. De bouw van de ronde deuren is technisch lastig, en kan niet nat gebouwd worden.

3.2.3 Variant 2



Figuur 3-3 Schets van variant 2

Variant 2 zet in op betrouwbaarheid. Hierbij is gekozen voor zoveel mogelijk beproefde technieken en zo min mogelijk ingrepen. Dat leidt tot de keuze van rechte roldeuren voor de sluis, en basculebruggen. Dit vraagt de nodige ruimte, waardoor de Middensluis niet behouden kan blijven, en de Schependijk deels moet worden verwijderd.

Het deels verwijderen van de Schependijk creëert de opgave om deze nieuw in te richten. De huidige bebouwing zal als gevolg van de versmalling deels moeten verdwijnen. Omdat het niet wenselijk is huidige gebruikers van de Schependijk met een halve loods, of half perceel te laten zitten. Er zullen daardoor delen van percelen opgekocht moeten worden, die niet direct nodig zijn voor de verbreding van de vaarweg. Hierdoor ontstaan kansen om sluisgebonden diensten die verplaatst moeten worden, terug te plaatsen op de Schependijk.

In tegenstelling tot variant 1, wordt niet vastgehouden aan de huidige invulling van het sluizencomplex. Daardoor ontstaat de mogelijkheid functies te clusteren en in te zetten op ruimtelijke kwaliteit.

Ook voor de scheiding van zoet en zout water wordt gebruikt gemaakt van bewezen technieken, zoals een bellenscherm. Dat betekent dat er geen gebruik wordt gemaakt van de innovatieve methodes die zijn opgenomen in variant 1, waardoor de totale effectiviteit iets lager zal zijn. De zoet-zoutscheiding wordt binnen dit project alleen aangelegd bij de Nieuwe Sluis.

Voor het spuien wordt een los spuikanaal met apart spuimiddel tussen de Oostsluis en de Nieuwe Sluis aangelegd. De kruisingen van de wegen hebben een aparte strook voor verkeer dat linksaf wil slaan.

De Nieuwe Sluis wordt 5° gedraaid ten opzichte van de Westsluis. Daardoor ligt de sluis in lijn met het kanaal. Dit faciliteert een vlotte en veilige in- en uitvaart aan de kanaalzijde. De buitenvoorhaven wordt aan de oostzijde vergroot, doordat de Middensluis verdwijnt. Verder wordt de voorhaven niet aangepast. De havenmond wordt dus niet verbreedt, de voorhaven niet verdiept en er wordt geen zwaaicirkel aangelegd. Wel wordt er een slibvang voor de Nieuwe Sluis aangelegd. Dit is noodzakelijk vanwege het verschil in diepte tussen de buitenvoorhaven en de sluis.

De sluiskolk wordt in het natte gebouwd. De hoofden van de sluis worden boven de grond gebouwd en met de caissonmethode in de grond gebracht.

3.2.4 Variant 3



Figuur 3-4 Schets van variant 3

De variant 3 wordt geoptimaliseerd op de scheepvaartfunctie (zeevaart en binnenvaart). Dit leidt tot zo min mogelijk beïnvloeding van de luchtkwaliteit en zo min mogelijk geluidshinder. Dat betekent dat de sluis 5° gedraaid is ten opzichte van de Westsluis. Er is dan geen ruimte meer voor de Middensluis. Er is gekozen voor een sluiskolk waar de deuren en bruggen weinig ruimte innemen in de lengterichting

van de sluis, zodat de schepen snel in en uit kunnen varen. Om dit te bereiken zijn de bruggen over de deuren gelegd. Er is zo veel mogelijk ruimte tussen de Westsluis en de Nieuwe Sluis, zodat het verkeer voor de beide sluiskolken zo min mogelijk interfereert.

Om een goede invaart van de Oostsluis mogelijk te houden, wordt de Schependijk deels afgegraven. De graafwerkzaamheden leveren tijdens de bouw extra geluidshinder op. In de eindsituatie is naar verwachting minder geluidsoverlast, omdat de bedrijvigheid op de Schependijk een hoge geluidsproductie heeft. Daarnaast wordt de vervuilde grond van de Schependijk gesaneerd.

Om de invaart vanaf de Westerschelde te faciliteren wordt de havenmond vergroot en de westelijke havendijk verlegd. Zo ontstaat een brede invaart van de buitenvoorhaven, en een ruime voorhaven met zwaaicirkel. De buiten voorhaven wordt verdiept zodat alle schepen die op het kanaal kunnen varen tijonafhankelijk de voorhaven in kunnen.

Er is gekozen voor geen scheiding van zoet en zoutwater, zodat de scheepvaart vrij kan doorvaren. Dat betekent dat ter plaatse mitigerende maatregelen nodig kunnen zijn om ongewenste effecten van de verzilting te verminderen. In tijden met watertekort wordt er gezocht naar optimalisatie. Omdat het kanaal verzilt, is het mogelijk water van de Westerschelde in te laten.

Door niet vast te houden aan de huidige verdeling van functies op het sluizencomplex, ontstaat de ruimte voor clustering van functies en het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit. Alle diensten die samenhangen met het functioneren van het sluizencomplex worden geclusterd teruggeplaatst langs de verbrede voorhaven. De voorhaven wordt zodanig vormgegeven, dat er ruimte is voor zowel functies op land als op water. Er wordt geen apart spuikanaal aangelegd. Het spuien vindt plaats via de Nieuwe Sluis.

De keuze om op de deuren te rijden vraagt het nodige van de wegstructuur. De kruising tussen de Oostsluis en de Nieuwe Sluis wordt vormgegeven middels een rotonde voor een soepele aansluiting.

Zowel de sluiskolk als de sluishoofden worden in den droge gebouwd. Door de bouwmethoden in de verschillende varianten te wisselen, ontstaat inzicht in de effecten van de bouwmethode.

3.2.5 Samenvatting varianten

In onderstaande tabel is de opbouw van de varianten samengevat. In deze samenvatting zijn de ontwerpkeuzes opgenomen. Effecten die voortkomen uit de verschillende keuzes zijn in de betreffende deelrapporten opgenomen.

Tabel 3-1 Samenvatting opbouw varianten

Ontwerpkeuze	Variant D01	Variant D02	Variant D03
Oriëntatie sluis	3 graden geroteerd	5 graden geroteerd	5 graden geroteerd
Breedte voorhaven	Geen dijkverlegging	Geen dijkverlegging	Gedeeltelijke dijkverlegging 215 m
Havenmondverbreding	Verbreding west	Geen havenmondverbreding	Verbreding oost en west
Diepte voorhaven	12,5 m tij-onafhankelijk	Huidig +slibvang	12,5 m tij-onafhankelijk
Behoud Middensluis	Middensluis spuien	Middensluis slopen	Middensluis slopen
Spuifunctie	Apart via Middensluis	Apart via nieuw spuimiddel	Nieuwe Sluis
Type deuren	Gekromde roldeur (2 + 1)	Roldeur (2 + 2)	Roldeur (2 + 1)
Bouwmethode	Hoofden: bouwkuip droog	Hoofden: caissonmethode	Hoofden: bouwkuip droog
	Kolk: bouwkuip nat	Kolk: bouwkuip nat	Kolk: bouwkuip droog
Locatie bruggen	Bruggen net buiten deuren	Bruggen net buiten deuren	Bruggen over sluisdeuren
Zoet-zout	Maximale inzet met innovatieve methoden	Inzet van bewezen technieken	Verziltten
Type bruggen	Basculebrug 1 val	Basculebrug 1 val	Op de deuren rijden
Locatie kruisingen	Voorrangsweg met gewone kruising	Voorrangsweg met linksafstrook	rotonde
zwaaicirkel	Geen	geen	550
Mate van verwijderen Schependijk	Behouden	39.500 m2	72.330 m2
Locatie diensten nieuw	Verspreid	Schependijk	buitenhaven

4 Beoordelingskader

4.1 Beleidskader duurzaamheid en klimaat

4.1.1 Klimaat

In de Nederlandse nationale Hoogwaterbeschermingsprogramma's voeren de waterschappen en Rijkswaterstaat maatregelen uit om de primaire waterkeringen aan de wettelijke veiligheidsnorm te laten voldoen, nu en in de toekomst. In 2007 is het tweede Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP-2) gestart⁴. De Nieuwe Sluis bij Terneuzen valt onder dit programma, aangezien de huidige sluis niet klimaatbestendig is.

4.1.2 Energie en materialen

Een werk als de Nieuwe Sluis Terneuzen heeft een grote impact op de omgeving, onder andere door de hoeveelheid gebruikte materialen en energie, zowel in aanleg als gebruik. De Nederlandse overheid koopt sinds 2010 100% duurzaam in. Ook in de aanbesteding voor de Nieuwe Sluis zal duurzaamheid daarom een rol spelen. Daarnaast heeft Rijkswaterstaat de ambitie om het energieverbruik van haar objecten met 20% te verminderen in 2020 ten opzichte van 2009. Ook zijn meerdere zienswijzen ingediend om duurzaamheidsaspecten mee te nemen in het project en heeft ook de Commissie M.E.R. daarom verzocht in haar reactie op het NRD.

Om deze redenen heeft een kennissessie duurzaamheid plaatsgevonden. Op basis van de kennis van aanwezige experts en projectteamleden, ervaringen uit andere projecten en literatuuronderzoek zijn de verschillende kansen voor duurzaamheid binnen het project in beeld gebracht. Duidelijk werd dat er diverse mogelijkheden zijn om een duurzamere Nieuwe Sluis te realiseren. Op basis van deze kansen is duurzaamheid opgenomen in het beoordelingskader voor de Nieuwe Sluis Terneuzen. De grootste duurzaamheidswinst lijkt te halen op het gebied van energie en materialen, daarnaast hebben deze thema's het meeste draagvlak. Vandaar dat deze onderwerpen nader onderzocht worden.

4.1.3 Social return

Tijdens de kennissessie duurzaamheid kwamen ook een aantal sociale kansen naar voren. Deze worden meegenomen onder de noemer social return.

Het Nederlandse kabinet heeft op 29 april 2011 besloten om social return vanaf 1 juli 2011 rijksbreed toe te passen bij alle aanbestedingen van 'werken' en 'diensten' boven het bedrag van € 250.000,- (exclusief BTW). Bij de aanbesteding van de aanleg van de Nieuwe Sluis speelt social return dus ook een rol.

⁴ <http://www.hoogwaterbeschermingsprogramma.nl>

4.2 Beoordelingskader

Voor het MER Nieuwe Sluis Terneuzen is een beoordelingskader opgesteld. Dit beoordelingskader is vastgelegd in de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (VNZT-R-20-5). Duurzaamheid en klimaat zijn daarin opgenomen. Het milieuthema duurzaamheid heeft drie deelaspecten: energie, social return en materialen. Het thema klimaat wordt beoordeeld op basis van het aspect toekomstbestendigheid (zie Tabel 4-1).

Op basis van voortschrijdend inzicht zijn de beoordelingscriteria enigszins aangepast ten opzichte van de Notitie Reikwijdte en detailniveau.

- Het beoordelingscriterium van het deelaspect toekomstbestendigheid werd beschreven als 'Beschikbare ruimte op sluizencomplex om toekomstige aanpassingen te doen t.b.v. klimaatverandering'. Dat is echter slechts een gedeelte van het toekomstbestendig maken. Vandaar dat ervoor gekozen is om het beoordelingscriterium te wijzigen in flexibiliteit ontwerp voor klimaatverandering.
- Onder deelaspect energie zijn energieopwekking en energieverbruik samengevat onder minimale energievraag, waarmee beoordeeld wordt hoeveel de energievraag minimaal is na de mogelijke energiebesparing en -opwekking.
- Onder het deelaspect social return geeft het NRD alleen publieksbeleving en recreatieve waarde. Om de breedte van social return te dekken en het onderscheid met recreatie (onder ruimtelijke kwaliteit) helder te maken is gekozen voor de criteria: publieksbeleving, kansen voor lokale ondernemers en aanbieden werk- en ervaringsplaatsen.
- Onder het deelaspect milieubelasting werden gebruik van duurzame materialen en hergebruik van materialen afzonderlijk genoemd. De gekozen methode, de MilieuKostenIndicator (MKI), kijkt zowel naar gebruik van duurzame materialen als hergebruikte materialen. Vandaar dat gekozen is om deze twee aspecten samen te voegen tot één beoordelingsaspect duurzame materialen.
- Onder het beoordelingscriterium duurzame materialen is alleen de aanleg van de varianten met de MilieuKostenIndicator (MKI) bepaald. Benodigde materialen voor onderhoud in de gebruiksfase zijn niet beschouwd, omdat verwacht wordt dat deze niet onderscheidend zijn voor de varianten.
- Hergebruik van grond was opgenomen onder deelaspect milieubelasting. Dit thema wordt echter al uitgewerkt in de deelrapportage grond. Om dubbelingen te voorkomen wordt hergebruik van grond in deze rapportage niet besproken, ook al zien we daarin een belangrijke manier om te verduurzamen. Aangezien er nu alleen materialen onder dit deelaspect worden bekeken, is de naam van het deelaspect gewijzigd in materialen.

In de tabel is aangegeven of de beoordelingswijze kwantitatief of kwalitatief is en of de beoordeling voor de aanlegfase, de gebruiksfase of beide wordt uitgevoerd.

Tabel 4-1 Beoordelingskader inclusief beoordelingscriteria

Milieu-thema	Deelaspect	Beoordelingscriterium	Beoordeling swijze	Aanleg	Gebruik
Klimaat	Toekomstbestendigheid	Flexibiliteit ontwerp voor klimaatverandering	kwalitatief		x
Duurzaamheid	Energie	Minimaal energieverbruik	kwalitatief		x
	Social return	Publieksbeleving	kwalitatief	x	x
		Kansen lokale ondernemers			
		Aanbieden werk- en ervaringsplaatsen			
	Materialen	Duurzame materialen	kwalitatief	x	

5 Klimaat

5.1 Onderzoeksopzet

Voor het thema klimaat wordt de toekomstbestendigheid van de Nieuwe Sluis in relatie tot klimaatverandering beschouwd. Daarbij kijken we naar in hoeverre het ontwerp voldoende flexibel is om in de toekomst, onder andere met een hogere zeespiegel, goed te kunnen blijven functioneren. Bij het ontwerpen van de waterkering wordt ten aanzien van de verwachte klimaatverandering het WB21 (WaterBeheer 21ste eeuw) middenscenario aangehouden, zoals het Ontwerpkader Zwakke Schakels Kust5 voorschrijft. Daarnaast wordt uitgegaan van de huidige verdragafspraken tussen Nederland en Vlaanderen over waterverdeling.

In de toekomst kan blijken dat de daadwerkelijke klimaatverandering afwijkt van het gehanteerde scenario. Eventueel kunnen dan aanvullende maatregelen nodig zijn om de Nieuwe Sluis klimaatbestendig te houden. Vandaar dat in dit onderzoek wordt bekeken hoe de verschillende klimaatscenario's zich tot elkaar verhouden en de effecten per variant worden beschouwd.

5.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Om met de mogelijke toekomstige ontwikkelingen te kunnen vergelijken wordt gebruik gemaakt van de klimaatscenario's van het KNMI⁶. Deze scenario's zijn bedoeld als instrument voor het berekenen van gevolgen van klimaatverandering of voor het ontwikkelen van mogelijkheden en strategieën voor adaptatie. Het worst-case scenario geeft onder andere aan wat de maximale verwachte zeespiegelstijging in 2050 en verder is. Het KNMI heeft in 2014 vernieuwde klimaatscenario's gepubliceerd, waarin de laatste informatie uit waarnemingen, onderzoeken en voorspellingen is meegenomen. Vandaar dat in dit onderzoek ook gekeken wordt naar de vernieuwde scenario's, naast de KNMI'06⁷ scenario's zoals in de Notitie Reikwijdte en detailniveau wordt vermeld.

De KNMI'14-scenario's zijn opgebouwd uit vier combinaties van twee waarden voor de mogelijke temperatuurstijging, 'Gematigd' en 'Warm', en twee mogelijke veranderingen van het luchtstromingspatroon, 'Lage waarde' en 'Hoge waarde'. Samen geven ze de range waarbinnen de klimaatverandering in Nederland zich waarschijnlijk zal voltrekken. Het Wh scenario is het worst case scenario met maximale zeespiegelstijging, hoogste winterneerslag en laagste zomer neerslag.

Naast het gehanteerde WB21 middenscenario bestaat er ook een maximumscenario hiervan. Onderstaande tabel geeft een vergelijking

⁵ Ontwerpkader Zwakke Schakels Kust. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2008.

⁶ KNMI'14-klimaatscenario's voor Nederland; Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie. KNMI, 2014.

⁷ Klimaat in de 21^e eeuw, vier scenario's voor Nederland. KNMI, 2006.

van de verwachte zeespiegelstijging volgens de verschillende scenario's. Duidelijk wordt dat het WB21 en het KNMI rekeninghouden met ongeveer dezelfde maximale zeespiegelstijging van 80 - 85 cm.

Tabel 5-1 Vergelijking zeespiegelstijging verschillende scenario's

Scenario	2050	2100
WB21 midden scenario	30 cm	60 cm
WB21 maximum scenario	45 cm	85 cm
KNMI W+ (2006)	20 – 35 cm	40 – 85 cm
KNMI W _n (2014)	20 – 40 cm	45 – 80 cm ⁸

5.3 Toekomstbestendigheid

De levensduur van de verschillende onderdelen van de Nieuwe Sluis varieert van 20 tot 100 jaar. Dit hangt af van de mate van vervangbaarheid. De klimaatverandering waar deze onderdelen mee te maken kunnen krijgen hangt af van deze levensduur.

De verschillende vervangbare onderdelen en constructies gaan 10 tot 50 jaar mee. Daarbij gaat het onder andere om:

- Sluisdeuren
- Dijkconstructie
- De hoogte van de kolkwanden en sluishoofden.

Deze onderdelen worden volgens het middenscenario ontworpen (maximale stijging 60 cm). Daarmee kan voldaan worden aan de maximale zeespiegelstijging volgens het worstcase scenario rond hun vervangtijd (20- 45 cm afhankelijk van gekozen scenario WB of KNMI).

Voor de niet aanpasbare onderdelen van de Nieuwe Sluis geldt een levensduur van ongeveer 100 jaar. Voor deze onderdelen is het dan ook van belang om nu al rekening te houden met de maximale klimaatverandering. Het gaat bijvoorbeeld om:

- Draagkracht en fundering van sluishoofden
- Stabiliteit sluishoofden
- Sterkte en stabiliteit sluiskolkwanden
- Ruimtebeslag dijken.

De KNMI scenario's geven een range waarbinnen de effecten kunnen liggen. Ze zijn daarom niet geschikt om te gebruiken om daadwerkelijk een sluis mee te ontwerpen. Dit is wel mogelijk met de WB21 scenario's. Bij het ontwerpen van de niet aanpasbare onderdelen wordt daarom het WB21 maximumscenario worden aangehouden. Dit is opgenomen als uitgangspunt in het systeemontwerp en zorgt voor een toekomstbestendig ontwerp.

Aangezien dit maximumscenario bij het opstellen van de varianten als uitgangspunt is genomen, is er in alle varianten voldoende ruimte

⁸ De nieuwe KNMI 2014 scenario's geven een beeld voor de situatie rond het jaar 2085, met een bandbreedte van 2071 tot 2100.

ingebouwd om te zorgen dat de Nieuwe Sluis toekomstbestendig is. Alle varianten worden daarom positief beoordeeld op het onderdeel toekomstbestendigheid. In de volgende paragrafen wordt waar nodig een toelichting gegeven.

De capaciteit van de Nieuwe Sluis om om te gaan met hevige regenval is meegenomen bij de berekeningen van de spuicapaciteit. De conclusies daarvan zijn opgenomen in het deelrapport water.

5.3.1 Variant 1

Alleen in variant 1 blijft de bestaande middensluis behouden. Deze sluis wordt niet aangepast en is daardoor niet toekomstbestendig wanneer de sluisfunctie in gebruik blijft. Aangezien de middensluis in deze variant alleen een spuifunctie houdt, is ervoor gekozen om een spuiwerker in de oude sluis aan te leggen. Hierdoor wordt de sluis wel toekomstbestendig, en kan deze variant voldoen aan het maximumscenario.

5.3.2 Variant 3

De westelijke oever van de havenmond wordt in variant 3 verlegd. De nieuw teruggeplaatste dijk wordt op hoogte van het middenscenario aangelegd, wat hoger is dan in de huidige situatie. Ook wordt ruimte gereserveerd voor toekomstige verhoging om te voldoen aan het maximum scenario. Deze variant zorgt daardoor ook voor toekomstbestendigheid van de dijk. In de andere varianten wordt deze dijk niet meegenomen in de beoordeling aangezien deze buiten de scope valt.

6 Energie

6.1 Onderzoeksopzet

Voor de verschillende varianten van de Nieuwe Sluis zijn de kansen voor duurzame energieopwekking in beeld gebracht. In bijlage 1 is de totale onderzoeksrapportage opgenomen, met daarin alle gehanteerde uitgangspunten, berekeningen en resultaten. Dit hoofdstuk geeft daarvan de belangrijkste resultaten.

Allereerst is het energieverbruik van de bestaande Westsluis in beeld gebracht door metingen. Door middel van extrapolatie van deze metingen is het energieverbruik van de Nieuwe Sluis bepaald. Hierbij is het energiegebruik van de te bebouwen oppervlakten en de uitvoeringswijze van deuren, bruggen en bellenschermen beschouwd.

De mogelijke energiebesparing is door middel van expert judgement in beeld gebracht. Vervolgens zijn de verschillende mogelijkheden voor duurzame energieopwekking beschouwd. Voor elk van de kansrijke mogelijkheden is berekend of het, op basis van technische invulling, kosten en opbrengsten economisch verantwoord is. Het resultaat van deze inzichten is een minimaal energieverbruik per variant, uitgaande van maximale energiebesparing en -opwekking, zodat de varianten onderling vergeleken kunnen worden.

Het onderzoek is een verkenning van de opbrengst en kosten. Er zijn onzekerheden die van invloed kunnen zijn op de uitkomsten. Daarbij gaat het voornamelijk om het spui- en schutregiem en de ruimtelijke inpassing. Ook is er nog geen onderzoek gedaan naar mogelijke omgevingseffecten van de energieopwekkers.

6.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Het huidige energieverbruik van de Westsluis is opgenomen in de volgende paragraaf. In de huidige situatie wordt er in het sluizencomplex geen duurzame energie opgewekt. In de autonome ontwikkeling wordt een stijging van het aantal schepen voorzien. Door de langere in- en uitvaartijden wordt een lichte daling van het aantal schutbewegingen voorspeld. Aangezien het schutten slechts voor een deel verantwoordelijk is voor het energieverbruik, blijft het energieverbruik van de Westsluis in de autonome ontwikkeling nagenoeg gelijk (Onderzoek capaciteit scheepvaart, VNZT-R-095-1).

Hoe de energieprijzen zich de komende jaren zullen ontwikkelen is nog onduidelijk. Enerzijds is het de verwachting dat de energieprijzen de komende jaren stijgen door het schaarser worden van fossiele brandstoffen, stijgende belastingen en hogere transportkosten. Anderzijds groeit het aandeel groene energie op de markt. De energieprijzen kunnen hierdoor ook dalen in de toekomst. Vanwege deze grote onzekerheid is in dit onderzoek gerekend met de huidige energieprijzen.

6.3 Inzicht in energieverbruik

Het elektriciteitsverbruik van de Westsluis is gemeten tussen 11-07-2014 en 17-07-2014. Door analyse van de metingen is het elektriciteitsverbruik per onderdeel bepaald, dit wordt weergegeven in Tabel 6-1.

Tabel 6-1 Geschatte jaarverbruik Westsluis

Totaal verbruik Westsluis	416.685 kWh per jaar	
Uitgesplitst in:		
Gebouwen	87.600 kWh	
Buitenverlichting	33.580 kWh	
Deuren	33.081 kWh	Verdeling naar geinstall. vermogen
Bruggen	42.047 kWh	
Blowers	220.376 kWh	
		2 Blowers (inschatting naar geinstall. Verm.)
Gemiddelde belasting totaal	47,6 KW	

Deze informatie is gebruikt om het energieverbruik van de Nieuwe Sluis te berekenen. In de volgende subparagrafen wordt per variant het verwachte elektriciteitsgebruik van de Nieuwe Sluis weergegeven.

6.3.1 Variant 1

Onderstaande tabel geeft het berekende energieverbruik voor variant 1 weer. Duidelijk is dat ruim het grootste gedeelte van het verbruik wordt veroorzaakt door de blowers voor de zoet-zout waterscheiding, namelijk 95%⁹.

Tabel 6-2 Energieverbruik Nieuwe Sluis variant 1

Variant D01: 145 Schutingen per week		gebruik /jaar (kWh)	incl. energie- besparing. (kWh)
Opslag	4000 m2	63.040	54.640
Noodstroom	500 m2	6.380	5.680
Kantoor	1000 m2	124.260	110.400
Techniek	2976 m2	61.782	49.283
Opslag reserveonderdelen	4000 m2	63.040	54.640
Buitenverlichting		38.617	19.309
Deuren	20,7 Schuttingen p.d	249.725	249.725
Bruggen	20,7 Schuttingen p.d	208.104	197.699
Blowers	Opgegeven waarde	16.000.000	16.000.000
Totaal		16.814.948	16.741.375
Gemiddelde belasting (KW)		1.919,5	1.911,1

⁹ Het energieverbruik van de blowers is bepaald in de werkgroep zoet-zoutscheiding. Op basis van de doelstellingen van de verschillende varianten zijn realistische schattingen voor het energieverbruik gedaan. Het grote verschil met de huidige situatie komt, naast het nastreven van een hoge doelstelling, voort uit het in de bestaande situatie niet consequent gebruiken van de blowers.

6.3.2 Variant 2

Onderstaande tabel geeft het berekende energieverbruik voor variant 2 weer. Ook bij deze variant zijn de blowers bepalend, deze veroorzaken ruim 90% van het verbruik.

Tabel 6-3 Energieverbruik Nieuwe Sluis variant 2

Variant D02: 145 Schuttingen per week		gebruik /jaar (kWh)	incl. energiebesparing. (kWh)
Opslag	4000 m2	63.040	54.640
Noodstroom	500 m2	6.380	5.680
Kantoor	1000 m2	124.260	110.400
Techniek	2976 m2	61.782	49.283
Opslag reserveonderdelen	4000 m2	63.040	54.640
Buitenverlichting		38.617	19.309
Deuren	20,7 Schuttingen p.d	184.981	184.981
Bruggen	20,7 Schuttingen p.d	208.104	197.699
Blowers	Opgegeven waarde	7.600.000	7.600.000
Totaal		8.350.204	8.276.631
Gemiddelde belasting (KW)		953,2	944,8

6.3.3 Variant 3

Onderstaande tabel geeft het berekende verbruik voor variant 3 weer. Aangezien in deze variant geen zoet-zout scheiding is opgenomen, is het energieverbruik maar een fractie van de andere twee varianten. Daarnaast wordt er in deze variant over de deuren gereden, vandaar dat er geen apart energieverbruik voor de bruggen is opgenomen.

Tabel 6-4 Energieverbruik Nieuwe Sluis variant 3

Variant D03: 145 Schuttingen per week		gebruik /jaar (kWh)	incl. energiebesparing. (kWh)
Opslag	4000 m2	63.040	54.640
Noodstroom	500 m2	6.380	5.680
Kantoor	1000 m2	124.260	110.400
Techniek	2976 m2	61.782	49.283
Opslag reserveonderdelen	4000 m2	63.040	54.640
Buitenverlichting		38.617	19.309
Deuren	20,7 Schuttingen p.d	221.978	221.978
Bruggen		-	-
Blowers		-	-
Totaal		579.096	515.929
Gemiddelde belasting (KW)		66,1	58,9

6.4 Energie besparing

Voor het besparen van energie bij de Nieuwe Sluis zijn diverse mogelijkheden beschouwd. Niet al deze mogelijkheden blijken kansrijk

en een aantal is tegenwoordig vrijwel standaard, zoals het gebruik van frequentieregelaars en zuinige motoren. De volgende maatregelen zijn kansrijk:

- Toepassing van energie zuinige verlichting (LED & dynamisch/dimbaar);
- Aanpassing beleid ten aanzien van zoet- zoutwater scheiding;
- Energiebesparing op brugbewegingen;
- Energiezuinig bedieningsgebouw.

Bovenstaande tabellen geven het energieverbruik per variant, wanneer rekening gehouden wordt met de volgende energiebesparingsmogelijkheden en bijbehorend besparingspotentieel:

- Verlichting gebouwen: -30%
- Buitenverlichting: -50%
- Bruggen: -5%

Onderstaande paragrafen geven een verdere toelichting hierop.

6.4.1 Toepassing van energie zuinige verlichting

LED verlichting wordt tot dusverre niet algemeen toegepast bij sluizen. Een pilot hiervan is uitgevoerd bij de Zandkreeksluis. Hieruit blijkt dat de toepassing van LED verlichting kan worden gezien als een zeer kansrijke maatregel. Het energieverbruik van de verlichting neemt daardoor ca. 30% af. Daarnaast heeft LED verlichting een langere levensduur. Over een periode van 20 jaar levert LED verlichting een totale kostenbesparing op van 19% ten opzichte van conventionele verlichting en kan de toepassing als een zeer kansrijke besparingsmaatregel worden beschouwd.

Verdere verbetering hiervan is nog mogelijk met het dynamisch regelen of dimmen van de lampen. Daarmee kan de verlichtingsintensiteit worden aangepast aan de behoefte. Deze verschilt tussen verschillende weersomstandigheden. Door de verlichting te dimmen kan een verdere besparing worden behaald van ca. 50% of meer ten opzichte van conventionele verlichting.

Voor toepassing van LED verlichting is het noodzakelijk dat meer lichtmasten worden aangebracht, aangezien de lichtmasten dichter op elkaar moeten worden geplaatst om onregelmatigheid in de verlichting te voorkomen. Ook dient vanuit de landschappelijke inpassing worden overwogen of de verlichting op het gehele complex vervangen moet worden om een eenduidig lichtbeeld te creëren. De eisen ten aanzien van de verlichting zijn opgenomen in Richtlijnen Vaarwegen. Verder verdient het cameraplan en het verlichtingsplan nadere afstemming.

6.4.2 Aanpassing beleid ten aanzien van zoet zout water scheiding

In paragraaf 6.3 werd reeds duidelijk dat een groot deel van het energieverbruik opgaat aan zoet- zoutwater scheiding. Momenteel wordt uitgegaan van bewezen technieken zoals het toepassen van een bellenscherm of een waterscherm dat via een smalle spleet water

injecteert en ook via openingen in de sluisdeur zoet water binnen laat stromen. Deze dienen alleen aan te staan als een deur open staat.

Er zijn innovatieve zoet-zoutscheidingsmethoden om verzilting te minimaliseren. Een pilot van een innovatief systeem wordt nu uitgevoerd bij de noordelijke Krammerjachtensluis (Bron: www.rws.nl). De innovatie zorgt voor kostenreductie en effectiviteit.

Ook kan ervoor worden gekozen helemaal geen zoet-zoutscheiding toe te passen, zoals in variant 3. Dit houdt een aanzienlijke energiebesparing in. Het totaal wegvallen hiervan levert een reductie op van 90 - 95% van het totale stroomverbruik.

6.4.3 Bruggen

Bij een bascule brug, zoals voorgesteld in variant 1 en 2, valt te denken aan het terug opslaan van energie die vrijkomt bij het neergaan van het brugdek zoals dit ook gedaan is bij de Ramspolbrug (2013). Hier zorgt een elektromotor voor het openen en sluiten van de brug. Deze motor werkt ook als generator en slaat de energie op die vrijkomt bij het afremmen van de beweegbare klep. Het eerste jaar na de ingebruikname zijn de prestaties van de brug gemonitord. Daaruit blijkt dat de brug energiezuinig is en op jaarbasis meer energie produceert dan verbruikt. De exacte resultaten zijn nog niet bekend. De actie voor het achterhalen van de exacte investeringskosten en de te verwachten energiebesparing loopt nog. Het val van de brug bij Ramspol heeft een breedte van 18 en een lengte van 21 m; de brug gaat per jaar 1.800 keer open en dicht. Dit in vergelijking met de basculebruggen voor de Nieuwe Sluis van 15x68 m met geschat jaarlijks 7500 brugopeningen.

Uitgegaan wordt van een 1^e inschatting met een besparing aan energie van ca. 5 %. De investeringskosten worden vanuit een 1^e inschatting geraamd op totaal 75.000 euro per brug.

Bij variant 3 is gekozen om de brug te koppelen aan de sluisdeur. Voor zowel de brug als de sluisdeur worden dezelfde constructie gebruikt. Dit betekent dat voor het openen en sluiten van een brug minder vermogen nodig is t.o.v. een separate basculebrug als in variant 1 en 2. Bovendien wordt verwacht dat door de combinatie er een gewichtsreductie van de bruggen kan worden gerealiseerd, waardoor weer minder energie benodigd is om deze te openen en sluiten.

De precieze energiebesparing van de genoemde besparingsmogelijkheden op de bruggen is moeilijk in te schatten. Het verwachte vermogen voor het brugbewegingswerk wordt geschat op 345 kW voor variant 1 en 2 en 180 kW voor variant 3.

Een deel van dit vermogen zal echter terugkomen in het bewegingswerk van de deuren, daarvan neemt het vermogen toe. Het is aannemelijk dat op deze manier het energieverbruik verminderd kan worden, maar de winst is beperkt.

6.4.4 Energie zuinig bedieningsgebouw

De gebouwen op de huidige westsluis hebben een grote bijdrage aan het elektriciteitsverbruik op de westsluis. Door vooraf na te denken over energiebesparende maatregelen voor de gebouwen voor de Nieuwe Sluis kan energie wordt bespaard. Dit kan bijvoorbeeld door een lage EPC eis (bijvoorbeeld $\leq 0,40$ of lager) voor te schrijven voor het nieuwe bedieningsgebouw (RWS). Gedacht kan worden aan de volgende aanvullende maatregelen:

- Gebouwen extra goed te isoleren en gebruik van grote hoeveelheden glas zoveel mogelijk beperken;
- Driedubbel glas (Triple glas);
- Warmtepomp met lage temperatuurverwarming;
- Innovatief verwarmen van het gebouw met verse, warme lucht (warmte geproduceerd door serverruimte) die in luchtkanalen door de bureaus stroomt;
- LED en aanwezigheidsdetectie.

Op basis van het bovenstaande zou een energiebesparing (gas + elektra) kunnen worden gehaald van ca. 30 %- 40 % t.o.v. het huidige bedieningsgebouw. Ten aanzien van de investering wordt ervanuit gegaan dat bovenstaande maatregelen bij de bouw van het nieuwe bedieningsgebouw worden meegenomen zodat alleen extra installatiekosten van toepassing zijn. Totale kosten zijn sterk afhankelijk van het uiteindelijk gebouwontwerp.

De totale besparing op alle gebouwen is sterk afhankelijk van de verdeling van het verbruik over alle gebouwen. Opgemerkt wordt dat per situatie moet worden bekeken in welke mate gebouwen geïsoleerd dienen te worden. Gebouwen waarin veel apparatenkasten staan opgesteld worden ook al verwarmd door de warmte die van de apparaten afkomstig is. Een hoge isolatiewaarde werkt dan averechts.

6.5 Energie opwekken

De verschillende mogelijkheden voor duurzame energieopwekking zijn verkend. Het meest kansrijk blijken water-, wind- en zonne-energie. Voor deze drie vormen zijn de mogelijkheden verder onderzocht. De resultaten daarvan zijn onderstaand beschreven. Uit deze eerste verkenning blijken de volgende duurzame energiebronnen niet haalbaar:

- Biodiesel WKK,
- Getijdenenergie,
- Golfslag,
- Blue energy,
- Temperatuurverschillen.

Na de beschrijving van de kansrijke mogelijkheden wordt per variant aangegeven wat een optimale verdeling van de duurzame energieopwekking is. Hierbij is steeds uitgegaan van maximale benutting van de energiebronnen met het hoogste rendement.

Ook is de mogelijkheid om een overcapaciteit aan energie op te wekken en deze terug te leveren aan het net onderzocht. In alle varianten blijkt terugleveren aan het net met de huidige opbrengsten een erg laag rendement op te leveren. Dit is in dit hoofdstuk dan ook niet verder beschreven. Wel wordt ingegaan op de mogelijkheid om voldoende energie op te wekken om het gehele sluizencomplex van energie te voorzien. Het energieverbruik van het totale sluizencomplex wordt ingeschat op drie keer het verbruik van de Westsluis (worst case), en komt daarmee uit op 1,3 GWh. Mochten er in de nabije omgeving kansen bestaan om een overcapaciteit aan energie te benutten dan kan dat een meerwaarde opleveren. Mogelijk kan hierover het gesprek worden aangegaan met de gemeente. Dit is in dit onderzoek niet nader beschouwd.

Energie uit waterkracht

Beschouwd is hoeveel energie kan worden opgewekt bij het spuien en nivelleren door gebruikmaking van de verschillen in waterniveaus. Bij de Nieuwe Sluis is door de kleine debieten en het beperkte verval toepassing van een VLH (Very Low Head) turbine in de vermogensklasse tot 500 KW haalbaar. Een VLH turbine is een Kaplan turbine die speciaal ontwikkeld is voor laag verval en laag debiet. Deze turbine kan geplaatst worden in het nieuw aan te leggen spuikanaal (variant 1 en 2). Het grootste gedeelte van de vissen overleeft de tocht door een dergelijke turbine. Voornamelijk bij starten en stoppen bestaat het risico op vissterfte. Afhankelijk van de exacte turbinekeuze zal het effect op vissen nader onderzocht moeten worden. In het uitvoeringscontract kan opgenomen worden dat visvriendelijkheid een eis is.

Energiewinning door de nieuwe sluis tijdens nivelleren is in theorie mogelijk door axiaalturbines in de deuren van de nieuwe sluis te plaatsen. Echter, de winning van waterkracht mag geen negatieve invloed hebben op de werking van de sluis. De kans op storingen of stremming door onderhoudswerkzaamheden, maken deze optie niet realistisch. Daarom is deze optie niet verder uitgewerkt. In plaats daarvan is energieopwekking door het plaatsen van turbines in het omloopriool van variant 3 wel onderzocht.

Windenergie

Gezien de locatie is windenergie een serieuze optie voor productie van duurzame energie op het sluizencomplex.

Het plaatsen van horizontale windturbines met een vermogen van ca. 2 tot 3 MW per stuk kan niet binnen 150 meter van de bedrijfsruimte waar mensen aanwezig zijn. Daarmee valt het gebruiken van het terrein naast de Westhaven af. De toegelaten geluidbelasting aan de gevels van woningen mag ten hoogste 47 dB (op basis van Lden) zijn. In de praktijk leidt dit tot noodzakelijke afstand van 400 – 600 meter.

Het terrein van het sluizencomplex ligt ca. 300 meter verwijderd van de woningen aan de Grenulaan en de Westkolkstraat. Op het terrein naast de West Buitenhaven is een agrarisch bedrijf gevestigd en is een

woning aanwezig (Nieuw Neuzenweg). De conclusie is dat toepassing van horizontale windturbines op het sluizencomplex geen haalbare optie is.

Een andere mogelijkheid zijn verticale windturbines. Op dit moment zijn daarvan vooral kleine modellen in werking, maar een 1 MWe model is in voorbereiding. De masthoogte van een 1 MWe model is 30 m, de rotor diameter is 40 m en de maximale hoogte ca. 50 m. In tegenstelling tot de traditionele windturbines zijn deze verticale turbines onhoorbaar. De plaatsing daarvan is dan ook flexibeler.

Zonne-energie

De opgewekte elektrische energie uit PV cellen wordt via omvormers zowel voor het eigen energiegebruik van de Nieuwe Sluis benut, als aan het openbare net geleverd. Het totaal beschikbare dakoppervlak is 13.064 m², waarvan 40% benut kan worden voor PV cellen, dit geeft in totaal maximaal 5226 m². De panelen worden op frames geplaatst om de meest gunstige hellingshoek te kunnen benutten.

6.5.1 Variant 1

Het totaal benodigde vermogen in variant 1 is zoveel als mogelijk ingevuld met de water- en windturbines en PV cellen. Onderstaande tabellen geven de mogelijke energieopwekking, het aandeel van de duurzaam op te wekken energie ten opzicht van het energieverbruik en de te verwachten investeringen weer.

Tabel 6-5 Mogelijke energieopwekking variant 1 met en zonder energiebesparing

Energieopwekking, Variant D01	opwekking /jaar (kWh)	incl. energie- besparing. (kWh)
Waterkracht vaste waarde	1.006.069	1.006.069
Windenergie 6 turbines	3.824.528	3.824.528
Zonne-energie	1.130.253	1.130.253

Tabel 6-6 Aandeel per type energie variant 1 met en zonder energiebesparing

Aandeel van energiegebruik	zonder energie besparing	met energie besparing
Waterkracht	6,0%	6,0%
Windenergie	22,7%	22,8%
Zonne-energie	6,7%	6,8%
Totaal	35,4%	35,6%

Tabel 6-7 Investerings duurzame energie variant 1, met en zonder energiebesparing

Investerings in duurzame energie, variant D01		Zonder energiebesparing	Met energiebesparing
Waterkracht	vaste waarde	€ 1.072.500	1.072.500
Windenergie	6 turbines	€ 8.580.000	8.580.000
Zonne-energie		€ 2.618.463	€ 2.618.463
	Oppervlakte (m2)	4.990	4.990
Totaal investering		€ 12.270.963	€ 12.270.963

In variant 1 is de energiebehoefte veel groter dan met de beschreven mogelijkheden voor duurzame energieopwekking is op te wekken. Toepassing van energiebesparingsmaatregelen heeft maar beperkt effect door het grote energieverbruik door zoet-zoutscheiding.

Het rendement op investering in variant 1 is met de voorgestelde verdeling aan duurzame energiebronnen 6,5%. Daarin zijn onderhoudskosten meegenomen.

6.5.2 Variant 2

Net als in variant 1 is het totaal benodigde vermogen zoveel als mogelijk ingevuld met de water- en windturbines en aangevuld met PV cellen. Onderstaande tabellen geven de mogelijke energieopwekking, het aandeel van de duurzaam op te wekken energie ten opzicht van het energieverbruik en de te verwachten investeringen weer.

Tabel 6-8 Mogelijke energieopwekking variant 2 met en zonder energiebesparing

Energieopwekking, Variant D02		opwekking /jaar (kWh)	incl. energiebesparing. (kWh)
Waterkracht	vaste waarde	1.006.069	1.006.069
Windenergie	6 turbines	3.824.528	3.824.528
Zonne-energie		1.130.253	1.130.253

Tabel 6-9 Aandeel per type energie variant 2 met en zonder energiebesparing

Aandeel van energiegebruik	zonder energie besparing	met energie besparing
Waterkracht	12,0%	12,2%
Windenergie	45,8%	46,2%
Zonne-energie	13,5%	13,7%
Totaal	71,4%	72,0%

Tabel 6-10 Investerings duurzame energie variant 2, met en zonder energiebesparing

Investerings in duurzame energie, variant D02		Zonder energiebesparing	Met energiebesparing
Waterkracht	vaste waarde	€ 1.072.500	1.072.500
Windenergie	6 turbines	€ 8.580.000	8.580.000
Zonne-energie		€ 2.618.463	€ 2.618.463
	Oppervlakte (m2)	4.990	4.990
Totaal investering		€ 12.270.963	€ 12.270.963

In variant 2 is de energiebehoefte net als in variant 1 ruim groter dan met de beschreven mogelijkheden voor duurzame energieopwekking is op te wekken. Het rendement op investering in variant 2 is met de voorgestelde verdeling aan duurzame energiebronnen 6,5%.

6.5.3 Variant 3

In variant 3 vindt het nivelleren plaats via een omloopriool. Anders dan bij het spuien, waar van een gemiddeld debiet kan worden uitgegaan, dient voor het nivelleren een energieopwekkingsinstallatie beschikbaar te zijn die de maximale capaciteit (waterhoeveelheid) kan verwerken. De installatie zal slechts een beperkt deel van de dag in gebruik zijn. Het opgewekte vermogen is ongeveer de helft ten opzichte van de installatie voor energieopwekking uit spuien, terwijl de kosten ruim zes maal zo hoog zijn. Deze installatie is daardoor nauwelijks rendabel. De mogelijke energieopwekking door middel van waterkracht wordt in variant 3 daarom niet verder beschouwd.

Gezien het beperkte benodigde vermogen ten opzichte van de varianten 1 en 2, is in variant 3 gekozen voor volledige invulling van de energiebehoefte met zonne-energie. Daarmee is de energievraag eenvoudig volledig in te vullen, invulling door middel van windenergie levert met 1 turbine al een overcapaciteit. Wel kan er in deze variant voor gekozen worden om voldoende op te wekken om het gehele complex van energie te voorzien. Daarvoor is één windturbine aangevuld met zonnepanelen voldoende.

Onderstaande tabellen geven de mogelijke energieopwekking en de te verwachten investeringen weer.

Tabel 6-11 Mogelijke energieopwekking variant 3 met en zonder energiebesparing

Energieopwekking, variant D03		opwekking /jaar (kWh)	incl. energiebesparing. (kWh)
Waterkracht	nvt		-
Windenergie	0 turbines	-	-
Zonne-energie		579.096	515.929

Tabel 6-12 Investerings duurzame energie variant 3, met en zonder energiebesparing

Investerings in duurzame energie, Variant D03		Zonder energiebesparing	Met energiebesparing
Waterkracht			
Windenergie	0 turbines	€ -	-
Zonne-energie		€ 1.341.595	€ 1.195.254
	Oppervlakte (m2)	2.557	2.278
Totaal investering		€ 1.341.595	€ 1.195.254

Het rendement op investering in variant 3 is 4,5%.

6.6 Samenvatting investeringen en rendementen

Tabel 6-13 geeft de investering en rendementen per variant zonder energiebesparing. Tabel 6-14 en Tabel 6-15 geven de investering en rendementen van de varianten weer inclusief energiebesparing.

Tabel 6-13 Vergelijking kosten en rendementen per variant zonder energiebesparing

Kostenvergelijking (zonder energiebesparing)	Energiekosten zonder duurzame opwekking	Netto vermeden energiekosten duurzame opwekking	Investering duurzame opwekking	rendement op investering
Variant D01	€ 2.522.242	€ 792.160	€ 12.270.963	6,5%
Variant D02	€ 1.252.531	€ 792.160	€ 12.270.963	6,5%
Variant D03	€ 86.864	€ 61.017	€ 1.341.595	4,5%

Tabel 6-14 Vergelijking kosten per variant inclusief energiebesparing

Kostenvergelijking (met energiebesparing)	Energiekosten zonder duurzame opwekking	netto vermeden energiekosten duurzame opwekking	vermeden kosten energiebesparende maatregelen
Variant D01	€ 2.511.206	€ 792.160	€ 11.036
Variant D02	€ 1.241.495	€ 792.160	€ 11.036
Variant D03	€ 77.389	€ 54.361	€ 9.475

	Bruto opbrengsten met duurzame opwekking	Onderhoudskosten	overige kosten en opbrengsten
Variant D01	€ 894.128	€ 101.968	
Variant D02	€ 894.128	€ 101.968	
Variant D03	€ 86.864	€ 25.848	

Tabel 6-15 Vergelijking rendementen per variant inclusief energiebesparing

Rendementen (met energiebesparing)	Investering duurzame opwekking	Investering energiebesparende maatregelen	Duurzame opwekking	Energiebesparende maatregelen
Variant D01	€ 12.270.963	€ 225.000	6,5%	4,9%
Variant D02	€ 12.270.963	€ 225.000	6,5%	4,9%
Variant D03	€ 1.195.254	€ 75.000	4,5%	12,6%

6.7 Minimaal energieverbruik varianten

Om de varianten onderling goed te kunnen vergelijken is het minimale energieverbruik van de varianten bepaald. Tabel 6-16 laat zien wat het minimale energieverbruik per variant is als alle mogelijkheden tot besparing en opwekking worden benut. En wat daarmee het verschil is ten op zichte van de huidige situatie. In variant 1 en 2 neemt het minimale energieverbruik fors toe ten opzichte van de huidige situatie (respectievelijk 2574% en 560%). In variant 3 kan het volledige energieverbruik voorkomen worden. Daarnaast kan er ruim voldoende energie worden opgewekt om het gehele sluizencomplex energieneutraal te maken.

Tabel 6-16 Minimaal energieverbruik per variant

	Variant 1	Variant 2	Variant 3
Totaal energieverbruik	16.814.948	8.350.204	579.096
Maximaal op te wekken	5.960.850	5.960.850	4.954.781
Maximaal te besparen	73.573	73.573	63.167
Minimaal energieverbruik Nieuwe Sluis	10.780.525	2.315.781	0 <i>NB verbruik hele complex kan ook 0 worden</i>
Percentage t.o.v. verbruik huidige westsluis (416.685)	+2574%	+560%	-100%

7 Social return

7.1 Onderzoeksopzet

In dit onderzoek hanteren we de volgende interpretatie van social return: het (lokaal) creëren van sociale kansen en meerwaarde. Dit is een wat bredere invulling dan hoe de term over het algemeen in Nederland gebruikt wordt. Social return is dan het creëren van kansen voor personen met een achterstand tot de arbeidsmarkt. Naast deze kansen richten we ons ook op meerwaarde voor recreanten, lokale bevolking en ondernemers.

De mogelijkheden voor social return bij de Nieuwe Sluis Terneuzen, zowel in de aanleg- als gebruiksfase, worden op basis van expert judgement in beeld gebracht. Om deze mogelijkheden inzichtelijk en meetbaar te maken is gekozen voor drie beoordelingscriteria. Het eerste criterium is de bijdrage aan de publieksbeleving. Afhankelijk van de inrichting van de varianten zal het huidige bezoekerscentrum behouden kunnen blijven of verplaatst moeten worden. Daarnaast kan tijdens de bouw een bouwcommunicatiecentrum worden ingericht, waardoor de publieksbeleving van de bouw gefaciliteerd wordt.

Het tweede criterium is het creëren van kansen voor lokale ondernemers. De grootste mogelijkheden hiervoor liggen in de bouwfase van de sluis, waar lokale (onder)aannemers ingehuurd kunnen worden en materialen lokaal kunnen worden ingekocht. Bij de aanbesteding kan bekeken worden of er mogelijkheden bestaan om een hogere EMVI score toe te kennen bij lokale invulling, voor zover dit binnen de Europese aanbestedingsregels past. Dit is niet onderscheidend voor de varianten en wordt in deze fase daarom nog niet verder ingevuld. Een andere kans voor lokale ondernemers is het bieden van mogelijkheden tot horeca op de sluis. De ruimtelijke kansen daarvoor worden in deze fase in beeld gebracht.

Een derde criterium is het aanbieden van werkervarings- en stageplekken. Dit criterium is niet onderscheidend tussen de varianten en wordt in deze fase daarom nog niet onderzocht. Invulling hiervan kan ook plaatsvinden bij de aanbesteding van het aanlegcontract.

7.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Op het sluizencomplex ligt het bezoekerscentrum 'Het Portaal van Vlaanderen'. Dit centrum maakt beleving van het sluizencomplex door het publiek mogelijk. Het bezoekerscentrum beschikt over een café. Op het sluizencomplex zijn geen andere horecavoorzieningen aanwezig.

De personen die werkzaam zijn op de Schependijk kunnen in de huidige situatie met een beperkte wandeling de lokale horecagelegenheden in het centrum van Terneuzen bezoeken, bijvoorbeeld in de lunchpauze.

De gemeente Terneuzen is van plan om de boulevard opnieuw in te richten waardoor de stad Terneuzen beter verbonden wordt met het sluizencomplex.

7.3 Criterium I: Bijdrage aan publieksbeleving

In alle varianten past het huidige bezoekerscentrum niet in het ontwerp, waardoor er hervestiging zal moeten plaatsvinden. De varianten verschillen onderling in de hoeveelheid ruimte die bestaat om diensten terug te plaatsen.

De invulling van de communicatie tijdens de bouw is nog niet helder. Niet duidelijk is of hier een bouwcommunicatiecentrum voor ingericht zal worden, de varianten kunnen daarop dan ook nog niet beoordeeld worden. Vanuit publieksbeleving lijkt het de voorkeur te hebben om de bouwcommunicatie te koppelen aan de algemene communicatie over het sluizencomplex, aangezien op deze manier een eenduidige boodschap kan worden uitgedragen en bezoekers en omwonenden deze communicatiekanalen kennen. Het inrichten van een bouwcommunicatiecentrum in het bezoekerscentrum heeft daarom de meest positieve bijdrage aan de publieksbeleving.

De westelijke oever van de havenmond is momenteel een plaats waar het sluizencomplex kleinschalig beleefd kan worden. Dit gedeelte kan in alle varianten geüpgraded worden tot een echt uitzichtpunt op het complex, waardoor de publieksbeleving toeneemt.

7.3.1 Variant 1

Variant 1 heeft de minste ruimte voor niet sluisgebonden activiteiten, waardoor het bezoekerscentrum niet op het complex teruggeplaatst kan worden. Er dient een nieuwe locatie voor dit centrum gevonden te worden, bij voorkeur op korte afstand van het sluizencomplex. Daarbij heeft een locatie met uitzicht over het complex de voorkeur.

Wel komt er in variant 1 ruimte op de noord-westpunt van de Oostsluis waar de sluis beleefd kan worden. Deze ruimte kan optimaal voor beleving worden ingericht.

Daarnaast wordt in deze variant een gedeelte van de westelijke oever van de havenmond afgegraven en opnieuw ingericht. Deze inrichting biedt kansen om publieksbeleving beter mogelijk te maken.

7.3.2 Variant 2

Variant 2 heeft ook niet veel ruimte voor diensten. Doordat er meerdere functies gevestigd moeten worden kan het bezoekerscentrum niet worden teruggeplaatst. Ook in deze variant dient een nieuwe locatie te worden gevonden.

In variant 2 wordt de westelijke oever van de havenmond niet afgegraven. Dit gebied valt dan ook buiten de scope van het project. Herinrichting om publieksbeleving beter mogelijk te maken is daardoor lastiger.

Wel bevindt zich daar momenteel een paal van de mijnenuitkijkdienst, die alleen in deze variant behouden kan blijven. De beleving daarvan kan vergroot worden.

7.3.3 Variant 3

In variant 3 is hervestiging van het bezoekerscentrum op het sluizencomplex voorzien. De overige diensten kunnen in de voorhaven gevestigd worden, waardoor het bezoekerscentrum in een mooie groene zone op het complex gelokaliseerd kan worden. Vandaaruit kan het sluizencomplex van dichtbij beleefd worden. Deze variant draagt daardoor het meest bij aan de publieksbeleving van de Nieuwe Sluis.

Net als in variant 1 wordt de westelijke oever van de havenmond afgegraven en opnieuw ingericht. Deze inrichting biedt kansen om publieksbeleving beter mogelijk te maken.

7.4 Criterium II: Kansen voor lokale ondernemers

Door ruimte voor horecavoorzieningen te bieden kan meerwaarde worden gecreëerd voor lokale horeca ondernemers. Wanneer daar geen ruimte voor bestaat is het behouden van de verbinding tussen het sluizencomplex en de stad een aandachtspunt, zodat lokale ondernemers op die manier profiteren van de sluis.

De diensten op de Schependijk dienen in alle varianten verplaatst te worden. Afhankelijk van de nieuwe locatie kunnen de medewerkers van deze diensten in hun lunchpauze recreëren op het sluizencomplex of het centrum van Terneuzen bezoeken.

Voor alle varianten geldt dat de westelijke oever van de havenmond kansen biedt voor lokale ondernemers, in de vorm van kleinschalige mobiele horeca, zoals een friet-, vis- of ijskraam. Het is aan de gemeente om dit daadwerkelijk in te vullen.

7.4.1 Variant 1

In variant 1 is er ruimte voor kleinschalige mobiele horeca op de noordwest punt van de Oostsluis, dit biedt een kans voor een lokale ondernemer. Er is geen ruimte voor het huidige bezoekerscentrum met café. Ook is er geen ruimte voor een andere vaste horecagelegenheid. In deze variant moet buiten het sluizencomplex gezocht worden naar een alternatieve locatie voor alle te verplaatsen diensten. Wanneer deze aan de oostkant geplaatst kunnen worden blijft de verbinding met het centrum van Terneuzen bestaan. Dit heeft dan ook de voorkeur.

7.4.2 Variant 2

In variant 2 is er geen ruimte op het complex voor een vaste horecagelegenheid. Net als in variant 1 moet buiten het sluizencomplex gezocht worden naar een alternatieve locatie voor alle te verplaatsen diensten. Wanneer deze aan de oostkant geplaatst kunnen worden blijft de verbinding met het centrum van Terneuzen bestaan. Dit heeft dan ook de voorkeur.

7.4.3 Variant 3

In variant 3 krijgt het bezoekerscentrum een plaats op het sluizencomplex en zal het café daarin waarschijnlijk blijven bestaan na verplaatsing. Dit biedt kansen om naast de recreatieve bezoekers ook medewerkers van de diensten een mogelijkheid te geven om in hun lunchpauze het sluizencomplex te bezoeken.

In deze variant wordt een voorhaven gecreëerd waar de diensten terug geplaatst worden. Deze voorhaven komt aan de westkant van het sluizencomplex. In deze voorhaven zou ruimte gereserveerd kunnen worden voor een horecagelegenheid, bij voorkeur met uitzicht op het sluizencomplex. Dit is nog niet meegenomen in de voorgestelde inrichting.

Werknemers van de diensten zullen door plaatsing in de voorhaven het gehele sluizencomplex over moeten wandelen om het centrum van Terneuzen te bezoeken. De afstand wordt met ongeveer een kilometer verlengd ten opzichte van de huidige situatie. Dit is te lang voor een wandeling onder lunchtijd.

8 Materialen

8.1 Onderzoeksopzet

In dit hoofdstuk worden de drie varianten beoordeeld op duurzaam materiaalgebruik. Van de varianten is een beknopte LCA (Levenscyclusanalyse) opgesteld. Conform de Aanpak duurzaam GWW (grond, water, weg) is per variant de MKI score (MilieuKostenIndicator) bepaald met behulp van het door Rijkswaterstaat verstrekte softwareprogramma DuboCalc (versie 2.2.3). De MKI score per type materiaal volgt uit de database welke is opgenomen in DuboCalc. Het doel is om de varianten onderling te vergelijken, daarom is er gefocust op de componenten met de grootste bijdrage en de verschillen tussen de varianten. De studie heeft niet als doel om de totale MKI waarde van de varianten te bepalen.

Door het bepalen van de MKI worden alle milieueffecten van een materiaal vanaf de winning tot en met de sloop berekend. Naast CO₂ worden in DuboCalc ook andere emissies meegenomen die effect hebben op lucht, bodem en water. Deze effecten worden met behulp van de schaduwprijsmethode omgezet tot één getal, de MKI-waarde.

De mogelijkheid om duurzamere materialen, zoals hout of vezelversterkt kunststof, te gebruiken is op basis van expert judgement beoordeeld. Het gebruik van hout in plaats van staal is uitgesloten omdat hout niet voldoende constructieve sterkte en stijfheid garandeert in de benodigde grote in combinatie met de levensduur. Vezelversterkt kunststof wordt momenteel voor het eerst toegepast bij kleine sluizen maar is nog nooit in deze afmetingen toegepast. Aangezien één van de voorwaarden van dit project is om gebruik te maken van beproefde technieken, valt ook dit materiaal af. Deze materialen zijn dan ook niet meegenomen in de MKI berekening.

Daarnaast is gekeken naar de mogelijkheden voor milieuvriendelijkere betonsoorten. Dit is gedaan op basis van de betonsoorten welke in DuboCalc beschikbaar zijn, omdat deze gezien kunnen worden als beproefde technieken. In de bibliotheek van DuboCalc zijn betonsoorten van verschillende kwaliteiten en verschillende cementtypen opgenomen. Hieruit komt naar voren dat de MKI van een m³ beton met cementtype CEM I circa 30% hoger is in vergelijking met CEM III. Verder is voor beton kwaliteiten C20/25 en C30/37 de MKI-score beschikbaar voor 100% en 20% beton/menggranulaat. De MKI-score voor beton met 100% beton/menggranulaat is echter circa 5% hoger dan zonder beton/menggranulaat. Voortkomend uit het ontwerp is betonmortel met kwaliteit C35/45 (CEM III) gangbaar. Dit is gebruikt in de bepaling van de MKI-scores. De MKI van dit type beton is gemiddeld voor beschikbare betonsoorten in de bibliotheek van DuboCalc met cementtype CEM III.

In de berekening van MKI zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

-
- Het opstellen van MKI is gebaseerd op de materiaalhoeveelheden die benodigd zijn voor de realisatie van de Nieuwe Sluis. Effecten die veroorzaakt worden tijdens het toekomstige gebruik van de Nieuwe Sluis zijn niet beschouwd in dit onderzoek.
 - Effecten ten gevolge van onderhoudswerkzaamheden tijdens de levensduur van de Nieuwe Sluis zijn niet meegenomen in dit onderzoek.
 - Grondhoeveelheden zijn gebaseerd op het grondstromenplan waarbij onderscheid is gemaakt tussen aan te vullen grond en af te graven grond (Kostennota Bijlage 6, VNZT-R-46-2).
 - Hoeveelheden van materialen zijn gebaseerd op de raming (Kostennota, VNZT-R-46-2).
 - De keuze van de materialen 'items' in DuboCalc is zoveel mogelijk afgestemd op de uitvoeringstechnieken (Raming en Uitvoeringsvisie, VNZT-R-46-2) en het ontwerp (Systeemontwerp, VNZT-R-45-1). In bijlage 2 is in een tabel weergegeven welke 'items' en hoeveelheden per variant als input zijn gebruikt voor de berekening van de MKI's.

Per variant zijn de volgende objecten beschouwd:

- Grondwerk;
 - Afgraven van grond: Aangenomen is dat dit met behulp van baggermaterieel (cutterzuiger) verwijderd wordt en voor 50% naar de Westerschelde gebracht wordt, waardoor de transportafstand is ingeschat op 15 km (heen en terug). De overige 50% wordt, overeenkomstig de uitgangspunten voor de kostenraming, naar de Noordzee getransporteerd, waarvoor een afstand van 100 km (heen en terug) in rekening is gebracht.
 - Aanvullen grond: In overeenstemming met de raming is aangenomen dat de aan te vullen grond wordt gewonnen in de Noordzee.
- Sluishoofden;
 - Betonwerk
 - Bouwkuipen
 - Verankering
 - Deuren en bruggen
- Kolk;
 - Combiwanden
 - Deksloten
 - Verankering
 - Kolkvloer (bodembescherming of onderwaterbeton)
- Voorhavens;
 - Kades
 - Overige voorzieningen, zoals afmeerpalen
 - Bodembescherming
 - Baggerwerkzaamheden in de voorhavens zijn beschouwd onder grondwerk
 - Nieuw spuimiddel (indien van toepassing)

Daarnaast is de vergelijking ook uitgevoerd op basis van de verschillende materialen:

- Beton (uit hoofden, deksloven etc. inclusief een wapeningpercentage gebaseerd op het ontwerp)
- Staal (combiwanden, damwanden, verankering)
- Bodembescherming
- Grondverzet aanvullen
- Grondverzet afgraven
- Slopen van Middensluis (hiervoor is voor variant 2 en 3 het slopen van de betonwerken van de Middensluis meegenomen)

8.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

De Oostsluis en de Westsluis dateren uit 1968. De bouw van de Middensluis is in 1910 afgerond en deze sluis onderging in 1986 een grondige renovatie. De Oost- en Westsluis blijven hun functies behouden in de toekomst. De invloed van het project op onderhoudswerkzaamheden aan deze sluizen is gering. De Middensluis zal na gereedkoming van de Nieuwe Sluis niet meer functioneren als schutsluis en zal afhankelijk van de variant nog fungeren als spuisluis of geheel gesloopt worden.

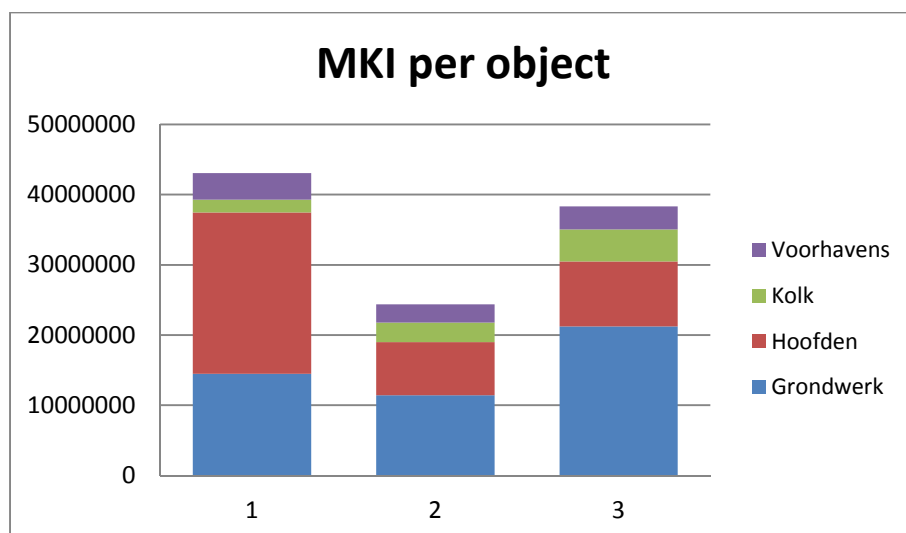
8.3 Criterium: MilieuKostenIndicator

In Tabel 8-1 is de MKI-score per variant weergegeven. In bijlage 2 zijn tabellen opgenomen waarin de MKI per variant verder uitgesplitst is, waarmee de bijdrage per object en per materiaal inzichtelijk is gemaakt.

Tabel 8-1: MKI-score totaal per variant

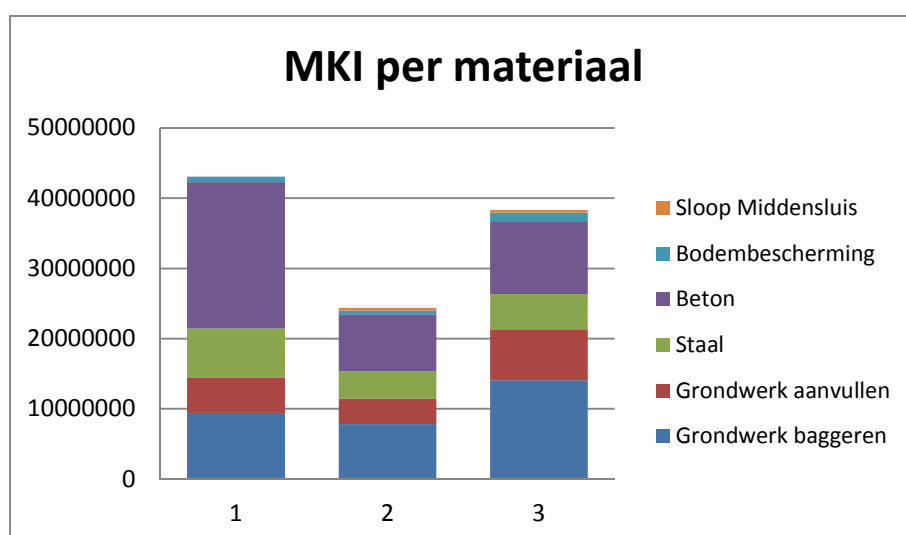
Variant	MilieuKostenIndicator (MKI)
Variant 1	43 Miljoen euro
Variant 2	24 Miljoen euro
Variant 3	38 Miljoen euro

Figuur 8-1 geeft de MKI-score per variant ingedeeld per object.



Figuur 8-1: MKI drie varianten per object

De vergelijking op basis van materiaal is weergegeven in Figuur 8-2. De absolute waarde van de MKI-score per variant is gelijk aan de waarden in Figuur 8-1.



Figuur 8-2: MKI drie varianten per materiaal

8.3.1 Variant 1

Variant 1 heeft de hoogste MKI met 43 Miljoen euro. In tegenstelling tot de overige varianten wordt bij variant 1 de grootste bijdrage aan de MKI geleverd door de sluishoofden en dan met name het betonwerk, zoals weergegeven in Figuur 8-1 en Figuur 8-2. Door de gekromde roldeuren zijn de sluishoofden in dit ontwerp zeer groot, waardoor relatief veel beton benodigd is. Voor de uitvoering van de hoofden zijn grotere bouwkuipen nodig dan bij variant 2.

De kolk heeft een relatief kleine bijdrage aan de totale MKI in vergelijking met de sluishoofden.

De hoofden worden gerealiseerd in een droge bouwkuip. Hiervoor is een zware constructie met combiwanden voorzien. Door de werkmethode is het niet mogelijk om delen van de bouwkuip (zoals buispalen) na gereedkoming weer te trekken, waarmee hergebruik niet mogelijk is.

8.3.2 Variant 2

De MKI voor variant 2 is met 24 Miljoen euro het laagst van de drie varianten, waarmee deze variant het beste scoort wat betreft het materiaalgebruik.

Het grootste deel van de MKI-score wordt bepaald door het grondwerk. Deze variant omvat het minste grondverzet van de drie varianten, dit heeft een positief effect op de totale MKI van variant 2.

De uitvoering van de sluishoofden leveren een grote bijdrage (35%). De hoofden van variant 2 worden uitgevoerd volgens de bouwmethode pneumatisch afzinken, wat afwijkt van de traditionele uitvoeringsmethodieken. De benodigde processen en materieel dat benodigd is voor de bouwmethode is niet meegenomen in de berekening van de MKI. Er wordt echter niet verwacht dat dit een significant effect heeft op de vergelijking van de drie varianten.

Doordat de sluishoofden pneumatisch worden afgezonken is het niet nodig om een bouwkuip van stalen combiwanden te realiseren, waardoor minder materiaal gebruikt hoeft te worden.

De kolk heeft een relatief kleine bijdrage aan de totale MKI in vergelijking met de sluishoofden.

Het slopen van de Middensluis is meegenomen. In Figuur 8-2 is te zien dat deze sloopwerkzaamheden een kleine bijdrage leveren.

8.3.3 Variant 3

De MKI van variant 3 bedraagt 38 Miljoen euro en zit daarmee tussen variant 1 en 2 in.

Opnieuw heeft het grondverzet een groot aandeel in de milieueffecten. In variant 3 wordt een groter deel van de voorhaven verdiept, waardoor meer baggerwerkzaamheden plaats zullen vinden. Deze variant omvat het meeste grondverzet van de varianten.

De kolk bestaat uit een onderwaterbetonvloer met trekelementen. De MKI score van deze constructie is hoger dan de kolkconstructie in variant 2, die gemaakt wordt in een natte bouwkuip met betonblokken die dienen als bodembescherming.

Net als in variant 1 is het niet mogelijk delen van de droge bouwkuip, zoals buispalen of damwandplanken, te verwijderen en her te gebruiken.

In variant 3 is het slopen van de Middensluis meegenomen. Dit heeft een klein effect op de totale MKI.

8.4 Optimalisatiemogelijkheden materialen

Op basis van de ontwerpen en de hoeveelheden die daaruit voortkomen zijn de MKI's van de drie varianten bepaald. Door optimalisaties van het ontwerp en de uitvoering kunnen de milieueffecten geoptimaliseerd worden:

- Optimaliseren van het ontwerp, waardoor minder materiaal gebruik benodigd is.
- Beperken van transportafstanden; In bovenstaande berekening is als uitgangspunt genomen dat de afgegraven grond gedeeltelijk gestort kan worden in de Westerschelde nabij Terneuzen. Dit resulteert in een korte transportafstand voor het baggermaterieel. De overige 50% wordt, overeenkomstig met de uitgangspunten voor de kostenraming, naar de Noordzee getransporteerd. Dit resulteert in een transportafstand van 100 km (heen en terug). Mogelijk kan deze transportafstand beperkt worden door meer grond in nabije omgeving te storten. Voor aanvoer van stalen elementen en grondstoffen voor productie van beton kan de transportafstand mogelijk nog geoptimaliseerd worden.
- Hergebruik uit te slopen onderdelen; In variant 2 en 3 dient de Middensluis gesloopt te worden. Door het vrijkomende beton direct te vergruizen en her te gebruiken is minder 'nieuw' beton benodigd. Uit de uitvoeringsplanning (rapport VNZT-R-48-1 Uitvoeringsplanning) komt echter naar voren dat het slopen van de Middensluis pas een van de laatste uitvoeringsactiviteiten is, omdat deze sluis onderdeel uitmaakt van de primaire waterkering. Mogelijk kan dit geoptimaliseerd worden door een deel van de Middensluis in een eerdere fase te slopen, waardoor delen hergebruikt kunnen worden in het project.
- Hergebruik grond; Voor de grondaanvulling van het bouwterrein is in de berekening in overeenstemming met de raming als uitgangspunt genomen dat de grond in de Noordzee wordt gewonnen en naar het projectgebied wordt getransporteerd. Mogelijk kan grond van de juiste kwaliteit ter plaatse worden hergebruikt. De aan te vullen grond heeft per m³ een grote MKI-waarde in vergelijking met de af te graven grond. Grond uit het af te graven deel van Schependijk kan mogelijk gebruikt worden in de grondaanvulling. De overige landtongen kunnen pas in een latere fase verwijderd worden. Een andere mogelijkheid is om de baggerwerkzaamheden in de binnen- en buitenhaven in een vroeg stadium uit te voeren, zodat de grond, mits van voldoende kwaliteit, gebruikt worden voor het bouwterrein van de Nieuwe Sluis.

9 Voorkeursvariant

9.1 Beschrijving voorkeursvariant



Figuur 9-1: Schets van voorkeursvariant

Op basis van onderzoeksresultaten en financiële randvoorwaarden is besloten de voorkeursvariant op te bouwen uit verschillende elementen van de onderzochte varianten. Ruimtelijk gezien is variant 2 als basis genomen. Argumenten bij deze keuze zijn dat het scheepvaartverkeer in variant 1 niet optimaal wordt gefaciliteerd. In de Westbuitenhaven kunnen grote schepen elkaar niet passeren, waardoor in de toekomst als er meer grote schepen gebruik maken van deze vaarroute knelpunten kunnen ontstaan. De nauwe invaart voor de Oostsluis, waardoor een duwkonvooi met 2x2 bakken naast elkaar, klasse VIb-schepen, geen gebruik kunnen maken van de Oostsluis past niet in de beleidsdoelstelling van het Rijk. In de SVIR is de ambitie uitgesproken om alle hoofdvaarwegen die belangrijke zeehavens met het achterland verbinden geschikt te maken voor klasse VIb-schepen. Daarnaast zijn de kromme roldeuren uit variant 1 minder betrouwbaar en is de variant veel duurder.

De voordelen voor de scheepvaart van de verbreding van de Westbuitenhaven, met verlegging van de primaire waterkering, in variant 3 zijn beperkt. Daarom is geoordeeld dat de extra kosten en milieueffecten van de verlegging van de primaire waterkering niet opwegen tegen de meerwaarde voor de nautische toegankelijkheid.

Ook is de het voor de nautische dienstverlening niet noodzakelijk om de primaire waterkering te verleggen. In de voorkeursvariant is de sleepboothaven gesitueerd aan de oostzijde van de buitenvoorhaven. De verlegging van de westelijke waterkering van de Westbuitenhaven is niet opgenomen in de voorkeursvariant. Wel is een verdieping van de voorhaven en verruiming van de invaart (havenmond oostzijde onder water en westzijde zowel boven als onderwater) opgenomen in de voorkeursvariant. Deze maatregelen dragen bij aan het vlotter en veiliger afwikkelen van de zeevaart.

Dit maakt dat de voorkeursvariant ruimtelijk het meest lijkt op variant 2. Bij de invulling van overige bouwstenen is gebruik gemaakt van bouwstenen uit de varianten 1 en 3.

9.1.1 Sluiskolk

De ligging en oriëntatie van de Nieuwe Sluis is zo optimaal mogelijk gekozen voor het maatgevende schip na kanaalaanpassingen, zodat de sluis toekomstvast is. Na analyse van de technische studies blijkt dat zeevaart en binnenvaart conflicteren. De ligging van de Nieuwe Sluis is daarom een compromis waarbij zowel met de belangen van de zeevaart als met de binnenvaart rekening is gehouden. Dit is hieronder nader toegelicht.

Het oppervlak van de sluiskolk is reeds vastgelegd in het Politiek besluit. Dat is 427m x 55m x 16m (lxbxd). Deze maten zijn in het MER niet nader onderzocht. De netto maten zijn kleiner. Er is ruimte nodig om de waterstromen van het nivelleren van de sluiskolk rond de schepen te leiden. De maten van de sluiskolk zijn 427m lengte tussen één binnendeur en één buitendeur. De breedte is 55m tussen de muren. De diepte van de kolkdrempel ligt op 16,44m –NAP en de diepte van de kolk op 17m – NAP voor de nivelleerstromen.

De locatie van de sluis heeft grote samenhang met de snelheid waarmee schepen de sluis kunnen naderen, en daarmee met capaciteit. Het onderzoek naar de in- en uitvaart van de schepen van de sluis is uitgevoerd met verschillende grote schepen, waaronder het grootste schip dat na oplevering van de sluis kan varen, en het grootste schip dat na aanpassingen op het kanaal naar de Kanaalzone kan. In de noord-zuidrichting is weinig marge. Hierin verschilt de voorkeursvariant niet van de varianten 1, 2 en 3. Een noordelijker ligging leidt tot minder tijd voor het stoppen en oplijnen van de schepen in de buitenhaven. Dit maakt het nodig dat langzamer wordt gevaren om in alle gevallen op tijd te kunnen stoppen. Situaties van harde wind en stroming worden bij een kortere lengte om te manoeuvreren eerder als te onveilig voor het naderen van de sluis beoordeeld. Een zuidelijker ligging leidt tot problemen aan de kanaalzijde. De invaart van de Nieuwe Sluis met grote schepen conflicteert in dat geval met de invaart van de Oostsluis. Dit leidt ook tot een vermindering van de capaciteit van het complex.

In oost-west richting is ook geen marge. Op basis van doelbereik is gekozen voor rechte roldeuren. Deze hebben de grootste bijdrage aan

het doelbereik op het gebied van robuustheid van het sluizencomplex. Rechte roldeuren ten westen van de sluiskolk van de Nieuwe Sluis zijn geen optie, omdat de invaart van de Nieuwe Sluis dan tot problemen leidt in combinatie met verkeer van en naar de Oostsluis, zelfs als de binnenhaven van de Oostsluis wordt verruimd door afgraven van de Schependijk. Hiermee is de ligging van de sluiskolk gelijk aan variant 2.

Er is gekozen voor zowel in het buitenhoofd als in het binnenhoofd twee sluisdeuren. Voor onderhoud aan een deur, of in het geval dat een deur is aangevaren, kan met de andere deur het schutproces worden voortgezet. Dit voorkomt stremming van de Nieuwe Sluis. Ook geeft twee deuren aan beide zijden van de sluis een extra waarborg voor hoogwaterveiligheid.

De oriëntatie van de Nieuwe Sluis is zodanig dat er een zo recht mogelijke invaart is vanuit het kanaal. Daarom is de sluiskolk 5° gedraaid ten opzichte van de Westsluis. Bij een draaiing van 5° is het niet mogelijk de Middensluis te behouden.

De ruimtelijke ligging van de deuren en de sluiskolk van de Nieuwe Sluis in de voorkeursvariant maakt het noodzakelijk dat de Schependijk gedeeltelijk wordt afgegraven om de binnenhaven van de Oostsluis voldoende breed te houden. De afgraving van de Schependijk is gelijk aan variant 2.

9.1.2 Buitenhaven

Verbreiding van de buitenhaven is niet nodig voor vlot en veilig gebruik van de Westsluis en de Nieuwe Sluis. Daarom wordt de westelijke havendijk niet verplaatst. Daarmee is de buitencontour van de buitenhaven gelijk aan variant 2.

Verdieping van de buitenhaven is noodzakelijk om grote schepen te kunnen faciliteren. Vanuit de doelstelling robuustheid wordt gekozen de verdieping nu al op te nemen in de voorkeursvariant, zodat schepen met een diepgang van 12,5 m tijonafhankelijk van het sluizencomplex gebruik kunnen maken. De buitenhaven wordt verdiept tot een nuttige diepte van 16,44 m -NAP. De verdieping vindt over de volledige breedte van de buitenhaven plaats, zodat er voldoende vaardiepte is voor schepen uit de Westsluis en de Nieuwe Sluis om elkaar te passeren. De verdieping blijft buiten de invloedszone van de waterkering aan de westzijde van de buitenhaven.

Niet alleen de diepte van de buitenhaven bepaalt in welk deel van het tijvenster schepen gebruik kunnen maken van het sluizencomplex. Ook de invaart vanaf de Westerschelde is een belangrijk issue. Schepen moeten vanaf de Westerschelde de buitenhaven indraaien, onder invloed van wind en getij. Een verbreding van de havenmond is noodzakelijk voor een vlotte en veilige invaart van schepen met een diepgang van 12,5 m onder maximale stroomcondities. Aan de westzijde van de havenmond wordt de verbreding boven- en onderwater uitgevoerd. Aan de oostzijde wordt het talud steiler gemaakt, zodat onderwater een verbreding plaatsvindt, zonder dat de

landtong bovenwater korter wordt. Daardoor blijft de hoogwatervluchtplaats behouden. De totale verbreding is 70 m onderwater op het diepste punt. Op maaiveldhoogte is de verbreding 110 m aan de westzijde. Deze verbreding is ook geschikt om in de toekomst maatgevende schepen met een diepgang van 14,5 m vlot en veilig in te laten varen binnen het tijvenster.

In de buitenhaven worden wacht- en opstelplaatsen voor de binnenvaart gemaakt, zodat de binnenvaart gebruik kan maken van de Westsluis en Nieuwe Sluis. In de buitenhaven komen wacht- en opstelplaatsen voor circa 15 binnenvaartschepen langs de westelijke havendijk. Deels langs de dijk, deels aan palen met een remmingswerk. Alle ligplaatsen in de buitenhaven worden op het talud van de westelijke havendijk gerealiseerd. Hiervoor wordt het talud van de westelijke havendijk steiler gemaakt, zodat de ligplaatsen niet in de vaarweg naar de Westsluis liggen.

De wacht- en opstelplaatsen kunnen ook worden gebruikt als overnachtingsplaats voor binnenvaartschepen. Door het realiseren van overnachtingsplaatsen kan efficiënter van het sluisencomplex gebruik worden gemaakt. Binnenvaartschepen kunnen in de nieuwe situatie ook 's avonds worden geschut en vervolgens afmeren in de buitenhaven. Dit beperkt de drukte in de ochtend. De ligplaatsen hebben geen voorzieningen om de wal te bereiken of voorzieningen voor walstroom.

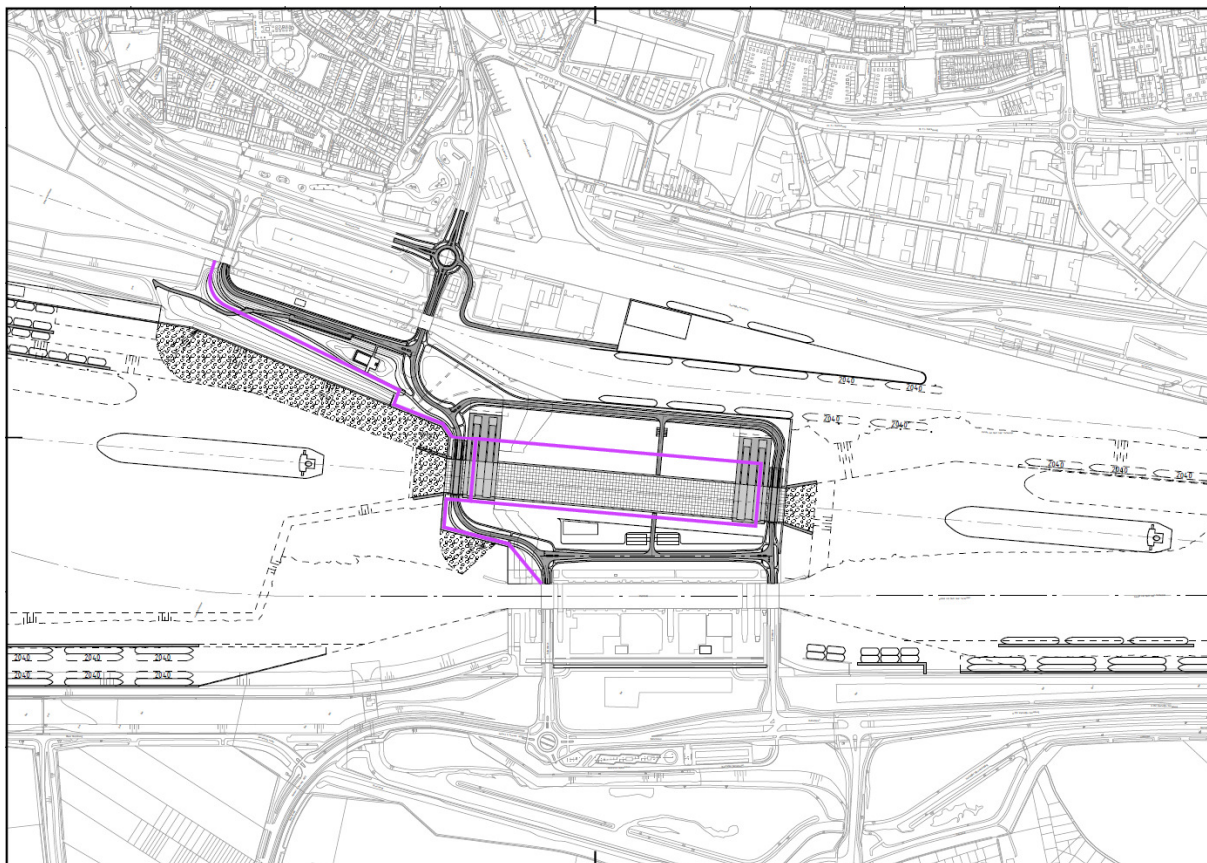
Voor de zeeschepen wordt een noodsteiger aan de oostzijde in de buitenhaven gemaakt. Hier kunnen schepen met een maximale diepgang van 12,5 m afmeren. Naast deze noodsteiger wordt een sleepboothaven gerealiseerd. In deze haven is plaats voor 15 sleepboten, en is de mogelijkheid voor een aanlegplaats die bereikbaar is voor hulpdiensten. De ingang van de sleepboothaven zit aan de zuidzijde. De sleepboten liggen op deze manier beschut tegen de golven in de buitenhaven.

9.1.3 Inrichting sluisencomplex

De huidige waterkering wordt vanaf de Oost- en Westsluis verbonden met de Nieuwe Sluis. Tussen de noordzijde Westsluis en de Nieuwe Sluis wordt een harde kering aangelegd met een hoogte van 8,50 m +NAP, die aansluit op het sluisplateau. Aan de oostzijde van de Nieuwe Sluis gaat deze over in een groene waterkering met een hoogte van 9,75 m +NAP. Aan de buitenzijde van deze waterkering wordt een damwand geplaatst omdat er onvoldoende ruimte beschikbaar is voor een talud. Deze groene waterkering sluit aan de oostzijde aan op de keermuur bij de Oostsluis.

Bij de Nieuwe Sluis zijn zowel het binnenhoofd als het buitenhoofd onderdeel van de primaire kering. Het binnenhoofd krijgt een hoogte van 6,30 m +NAP. De waterkering rond de Nieuwe Sluis verloopt dus van 8,50 m +NAP aan de buitenzijde tot 6,30 m +NAP aan de binnenzijde. De weg rond de sluiskolk ligt op de waterkering.

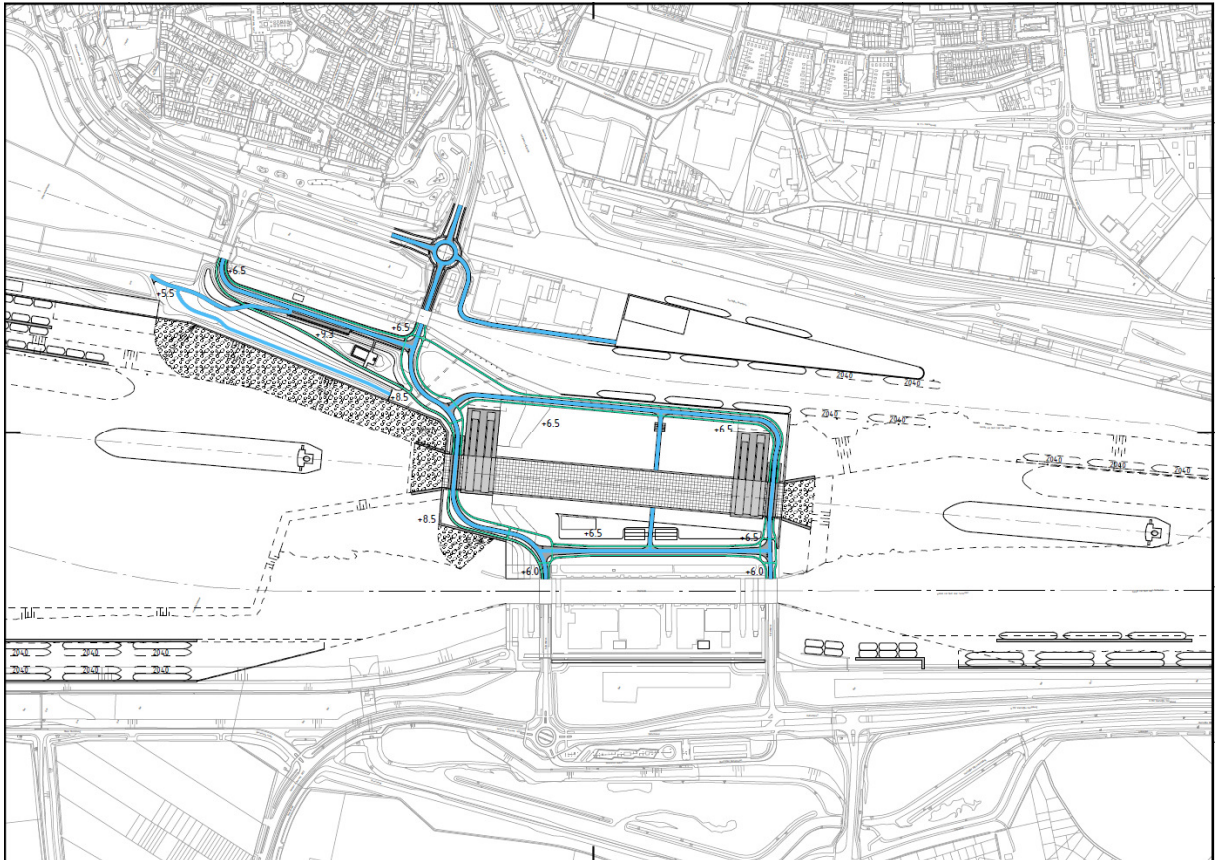
De weg ten westen van de Oostsluis ligt binnen de primaire kering. De brug ligt buiten de deuren. Dat betekent dat de weg daar buiten de primaire kering ligt. De kruisingen van de weg met de waterkering zijn zichtbaar in de tekening.



Figuur 9-2 Ligging waterkering in VKV (paars)

De wegenstructuur op het sluizencomplex wordt ingericht zoals in de tekening is opgenomen. Alle wegen worden ingericht op 50 km/u. De hoofdroute loopt langs het noordelijke sluishoofd van de Westsluis en de Nieuwe Sluis en langs het zuidelijke sluishoofd van de Oostsluis. De hoofdroute is de kortste route die over het complex mogelijk is en is vormgegeven als een voorrangsweg ten opzichte van de overige wegen op het sluizencomplex. Wanneer één van de bruggen in de hoofdroute geopend is, zal het wegverkeer gebruik moeten maken van een nevenroute. Deze wegen worden duidelijk ingericht als secundair ten opzichte van de hoofdroute. Met dynamische bebording wordt het gemotoriseerd wegverkeer en fietsverkeer naar de juiste brug geleid.

De kruising waar hoofd- en nevenroute elkaar kruisen tussen de Oostsluis en de Nieuwe Sluis, wordt vormgegeven als twee T-kruisingen. Verkeer wordt zo actief ontmoedigd om van de nevenroute gebruik te maken als de hoofdroute beschikbaar is. De kruisingen ten westen van de Nieuwe Sluis worden ook als een T-kruising vormgegeven.



Figuur 9-3 Ligging droge infrastructuur
Blauw – wegen
Groen - fietspaden

Er worden vrijliggende fietspaden aangelegd aan weerszijden van de weg. Langs de buitenhaven worden fietspaden met 2 rijrichtingen aan de buitenkant van de weg gelegd. Zo hebben de fietsers het beste zicht op de scheepvaart in de buitenhaven. Ook wordt met deze route invulling gegeven aan de voorgestelde mitigerende maatregel voor verkeersveiligheid, om kruisingen tussen snel en langzaam verkeer te minimaliseren. Fietsers hebben bij iedere kruising voorrang op het gemotoriseerd wegverkeer. Voor voetgangers worden wandelpaden aangelegd. Deze zijn gescheiden van de fietspaden. Op de bruggen bestaat de scheiding tussen voetgangers en fietsers ten minste uit belijning. Op de bruggen wordt het wegverkeer fysiek gescheiden van fietsers.

De bruggen over de sluiskolk van de Nieuwe Sluis worden vergelijkbaar met de bruggen over de Oost- en de Westsluis: basculebruggen met 1 val. De bruggen worden buiten de deuren geplaatst. Zo is er het minste kans op aanvaren van de bruggen. De brugconstructie bestaat uit een vakwerkconstructie, vergelijkbaar met de bruggen van de Westsluis.

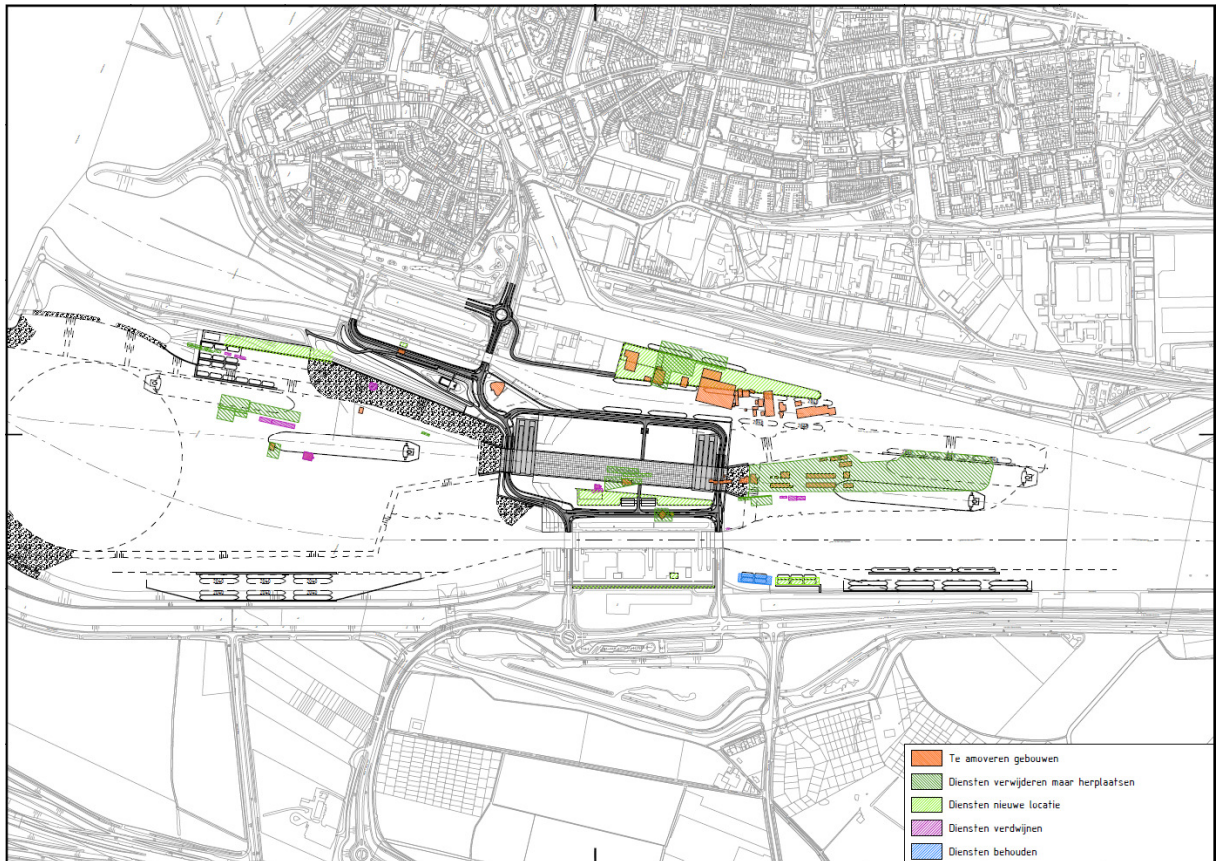
De diensten op het sluisencomplex worden ontsloten via de nevenroutes. De hoofdroute wordt zo niet belast met afslaand verkeer naar een van de diensten.

Op het sluiscomplex wordt ruimte gemaakt voor de sluisgebonden diensten. Dit zijn:

- Sleepdiensten. Naast de sleepboothaven in de buitenhaven is de mogelijkheid aanwezig voor opslag van materialen ten behoeve van de sleepdiensten.
- Bootslieden en de loodsen (Nederlands loodswezen). Hiervoor worden voorzieningen gerealiseerd tussen de Westsluis en de Nieuwe Sluis. Tijdens de aanlegfase wordt een tijdelijke voorziening aangelegd ten westen van de Westsluis.
- Opslag Rijkswaterstaat t.b.v. onderhoud en beheer sluiscomplex. De materialen die over water aan- en afgevoerd moeten worden, zoals de reservedeuren voor de Oostsluis, worden gesitueerd op de Schependijk. Voor de overige materialen worden opslagvoorzieningen gerealiseerd tussen de sluizen, en ten westen van de Westsluis. Ten westen van de Westsluis wordt ook de nieuwe noodstroomvoorziening aangelegd.

Alle overige functies die binnen het huidige complex aanwezig zijn worden geamoveerd.

Zoals in het deelrapport natuur is aangegeven is er 3 ha schraal grasland voor orchideeën nodig voor de compensatie voor de Flora- en Faunawet. Dit grasland wordt ingepast op het complex, onder meer ten westen van de Nieuwe Sluis en ten oosten van de Oostsluis. Dit gebied kan ook dienen als habitat voor rolklaver en de vijfvlak-sint-jansvlinder.



Figuur 9-4 Sluisgebonden diensten: huidige locaties en hervestiging, en overige diensten

9.1.4 Binnenhaven

Om de Westsluis beter geschikt te maken voor de afwikkeling van binnenvaart, worden ook aan de kanaalzijde wacht- en opstelplaatsen aangelegd. Deze worden aan de westzijde van het kanaal gelegd en bieden ruimte voor circa 15 binnenvaartschepen. Hiervoor wordt het kanaal ter plaatse van de ligplaatsen verbreed door het talud af te graven en een damwand te plaatsen. De ligplaatsen komen op deze wijze buiten de vaarweg te liggen.

Direct ten zuiden van de Westsluis wordt aan de kanaaloever een extra steiger aangelegd voor de sleepboten die in de huidige situatie aan de Zeevaartweg kunnen afmeren. In totaal kunnen hier circa 10 sleepboten afmeren.

Door het gedeeltelijk afgraven van de Schependijk en het verwijderen van de landtong Zeevaartweg verdwijnen wacht- en opstelplaatsen voor de Oostsluis. Aan de Schependijk worden nieuwe mogelijkheden aangelegd om af te meren voor circa 6 binnenvaartschepen. Op termijn kunnen circa 4 extra wacht- en opstelplaatsen worden gecreëerd in het verlengde van de Schependijk en langs de noodsteiger van de Nieuwe Sluis.

Er worden geen specifieke overnachtingsplaatsen gecreëerd. Wel wordt het mogelijk om wacht- en opstelplaatsen aan de westzijde van het kanaal 's nachts in te zetten als overnachtingsplaatsen. Aan de

kanaalzijde gaat het om circa 4 overnachtingsplaatsen. Deze plaatsen hebben geen voorzieningen zoals walstroom of afloopvoorzieningen.

Er wordt een noodsteiger voor de zeeschepen aan de oostzijde van de vaarweg naar de Nieuwe Sluis gemaakt. Wanneer een schip ligt afgemeerd aan deze noodsteiger, ligt het schip deels in de vaarweg naar de Nieuwe Sluis. Omdat de noodsteiger alleen in het geval van calamiteiten wordt gebruikt, is dit geen probleem.

9.1.5 Waterbeheer

Wanneer het kanaalpeil hoger wordt dan het vastgestelde peil, wordt kanaalwater gespuid via de sluisdeuren. In de aansturing van de verschillende functies van het sluiscomplex (operationeel concept) wordt het spuien zo georganiseerd dat dit tot minimale hinder voor scheepvaart zal leiden. Ook wanneer het kanaalpeil lager wordt dan het gestelde peil zullen de kolken zo worden benut voor de scheepvaart dat er minimaal verlies aan kanaalwater zal zijn, bij voorbeeld door te schutten bij minimaal verhang. Wanneer in droge perioden het kanaalpeil ondanks deze maatregelen toch te ver daalt, kan er niet gevaren worden op het kanaal en wordt het complex gestremd.

Het nivelleren van de waterstanden in de sluiscolk is onafhankelijk van het spuisysteem. Hiervoor worden schuiven in de sluisdeuren gebruikt. Er worden geen omloopriolen aangelegd.

Indien geen aanvullende maatregelen worden getroffen kan de aanleg van de Nieuwe Sluis negatieve effecten hebben op de Kaderrichtlijn Water GEP (goed ecologisch potentieel) waarde van 3000 mg/l chloride gemeten aan het wateroppervlak bij Sas van Gent op het Kanaal van Gent naar Terneuzen. De kans is dan aanwezig dat het zoutgehalte door aanleg van de Nieuwe Sluis zonder aanvullende maatregelen in droge zomers boven de genoemde GEP waarde gaat uitstijgen. Deze kans is zeker niet denkbeeldig, aangezien ook bij een autonome ontwikkeling (=zonder bouw Nieuwe Sluis) de verwachting is dat in droge zomers de zoutnorm op het kanaal kritiek gaat worden. Om deze mogelijke negatieve effecten op de vastgestelde KRW chloride-norm op het Kanaal te voorkomen wordt het volgende pakket maatregelen getroffen:

1. Met oog op het beperken van het zoutbezwaar (of voorkomen van verdergaande verzilting) ten gevolge van het gebruik van de Nieuwe Sluis Terneuzen handelt Vlaanderen conform artikel 32 van het verdrag van 1960, met de aanpassingen zoals beschreven in artikel 1 van de overeenkomst tot wijziging uit 1985 door het nemen van passende maatregelen.
2. Daarnaast wordt het schutbedrijf, in functie van minimale wachttijden, optimaal spuien en gecontroleerde zoutindringing, zodanig geoptimaliseerd, dat indien uit de monitoring blijkt dat het chloridegehalte van de KRW-norm overschreden dreigt te gaan worden, het chloridegehalte binnen de gestelde normen blijft. Een nieuw op te richten werkgroep met Vlaamse en Nederlandse experts (waaronder de beheerder) zal over deze optimalisatie advies verlenen waarbij zij ook moeten

- beoordelen of het bestaande monitoringsnetwerk daartoe voldoet of dat het uitgebreid moet worden.
3. Er wordt in de realisatiefase een budgetvoorziening van 10 miljoen euro als risicoreservering opgenomen. Geborgd wordt dat ook na realisatie van de Nieuwe Sluis een bedrag beschikbaar blijft gedurende een periode van 5 jaar vanaf het moment dat de Nieuwe Sluis in gebruik wordt genomen. Deze laatste reservering zal binnen de Vlaams-Nederlandse Scheldecommissie, in de lijn van het verdrag uit 2005 inzake de samenwerking op het gebied van het beleid en het beheer van het Schelde-Estuarium worden geregeld. Het gereserveerde bedrag kan gebruikt worden om onderzoek te doen naar de effecten van (innovatieve) alternatieve zoet-zout-scheidingsmaatregelen. Indien daaruit blijkt dat een maatregel effectief is en de bovengenoemde maatregelen geen of te weinig effect hebben, kan zo'n voorziening daaruit worden bekostigd.
 4. Vanuit de stuurgroep NST wordt aan de VNSC verzocht om de werkgroep "Agenda voor de toekomst" een aanvullend onderzoek naar de optimale zoetwaterverdeling in het Schelde-stroomgebied tijdens droge perioden uit te laten voeren, waarin ook wordt bekeken hoe het beperken van het zoutbezwaar (of voorkomen van verdergaande verzilting van het kanaal) optimaal gerealiseerd kan worden.
 5. Voor wat betreft de problematiek bij Canisvliet zal, gezien het kwetsbare karakter van dit gebied en eventuele schade onomkeerbaar is, ongeacht de uitkomsten van de monitoring de waterafvoer ter plaatse worden aangepast om verzilting te voorkomen.

Tabel 9-1: Ontwerpkeuzes VKV

Ontwerpkeuzes		Keuze
1	Afmetingen sluiskolk	lengte 427m breedte 55m Diepte drempel 16,44m -NAP
2	Locatie van de sluiskolk	Noord
2a	Type deuren	Rechte roldeuren
3	Oriëntatie van de sluiskolk	5 graden
3a	Behoud Middensluis	Middensluis slopen
4	Breedte buitenhaven door dijkverlegging	Geen dijkverlegging, wel functies in het talud plaatsen met voldoende ruimte voor het passeren van (zee)schepen.
5	Breedte van de havenmond	Verbreding westzijde, oostzijde alleen onderwater
6	Diepte van de buitenhaven	12,5 m getij onafhankelijk
7	Spuifunctie	Spuien via de deuren
8	Waterkering	Kering over beide hoofden (hoog buitenhoofd, laag binnenhoofd)
9.	Bruggen	Buiten de deuren met een basculebrug (enkele val)

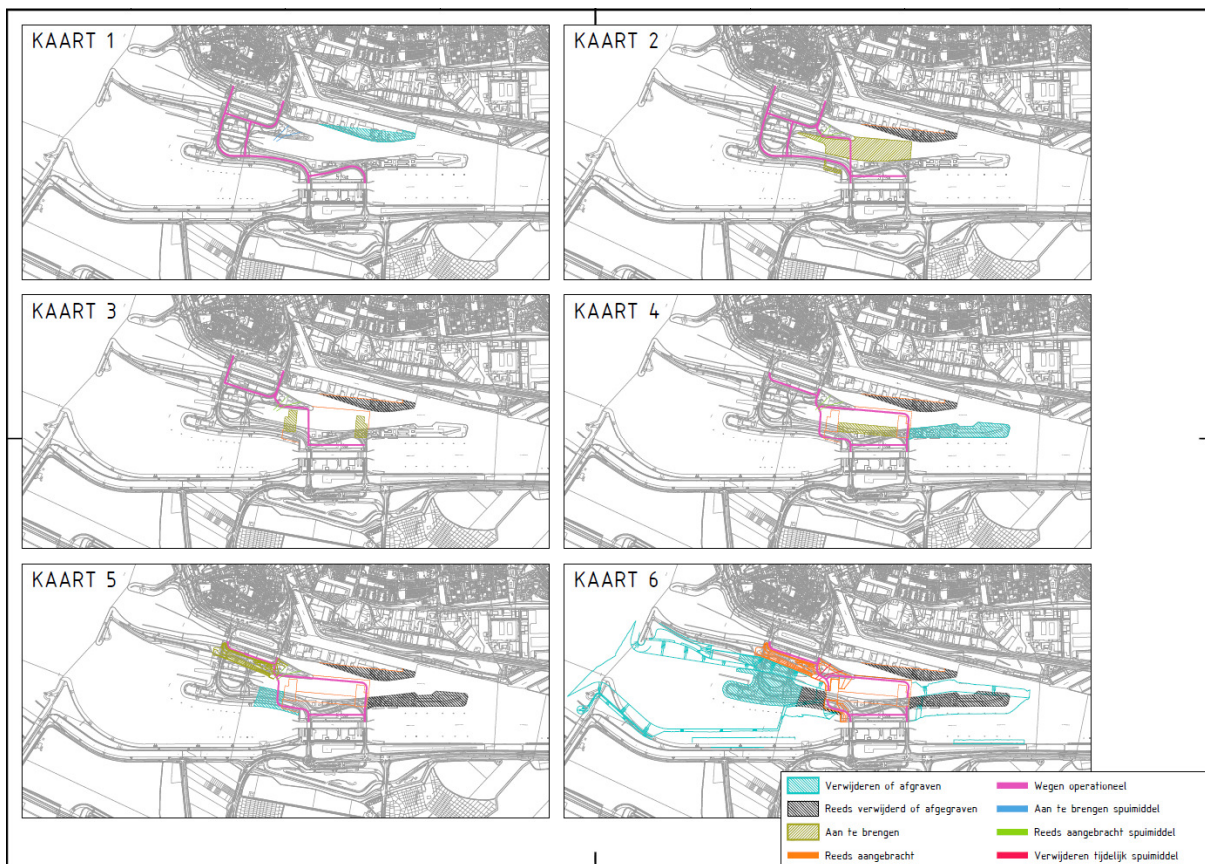
Ontwerpkeuzes		Keuze
10.	Ligplaatsen	Buitenhaven Oostsluis: geen aanpassingen Buitenhaven: voor ca 15 binnenvaartschepen Binnenhaven Oostsluis: voor ca. +6 binnenvaartschepen Binnenhaven Westsluis: voor ca 15 binnenvaartschepen Mede gebruik van wacht- en opstelplaatsen als overnachtingsplaatsen gedurende de nacht.
11.	Diensten	Verplaatsen sleepdiensten, bootslieden en loodsen en opslag Rijkswaterstaat t.b.v. onderhoud en beheer sluiscomplex.
12.	Primaire kering	Verbinding van Oost- en Westsluis naar Nieuwe Sluis, primaire kering bij Nieuwe Sluis over beide hoofden.
13.	Nivelleren	Via de deuren
14.	Spuicapaciteit	130m ³ /s gemiddeld, 168 m ³ /s gemiddeld bij lagere waterstand Westerschelde dan kanaal
15.	Zoet-zoutscheiding	Inzet op mitigerende maatregelen
16.	Wegverkeer	50 km/u met korte hoofdroute als voorrangsweg. Kruising tussen Nieuwe Sluis en Oostsluis als twee T-kruisingen.
17.	Deurconfiguratie	2x2

9.2 Aanlegfase

De bouw van de Nieuwe Sluis zal 4 tot 5 jaar in beslag nemen. Het uitgangspunt in de aanlegfase is dat het sluizencomplex altijd functioneel moet zijn. Dit betekent dat de hoofdfuncties van het sluizencomplex gedurende de aanlegfase operationeel moeten zijn. We onderscheiden de volgende hoofdfuncties:

- Scheepvaartverkeer;
- Spuien;
- Wegverkeer;
- Waterkwaliteitsbeheer;
- Waterkeren.

Op hoofdlijnen worden in de tijdelijke situatie de volgende bouwfasen doorlopen (zie Figuur 9-5):



Figuur 9-5 Fasering van de bouw.

1. Verplaatsen functies en voorzieningen: zoals aanleg Sleepboothaven & ligplaatsen en bedrijven Schependijk verplaatsen, verplaatsen kabels en leidingen en noodstroomvoorziening, inrichten werkterrein.
 - a. *Bewaken continuïteit bedrijfsvoering sluisgebonden bedrijven*
 - b. *Verkrijgen condities voor afgraving Schependijk*
2. Toegankelijkheid Oostsluis vergroten door de Schependijk te verwijderen (zie kaart 1 Figuur 9-5) en aanleggen van tijdelijke spuivoorziening (kanaal dat aansluit op huidige Middensluis).
3. Grondlichaam van de Nieuwe Sluis wordt gemaakt (zie kaart 2 Figuur 9-5).
 - a. *Alle Scheepvaart wordt via de Oostsluis en Westsluis geleid, de Middensluis is buiten bedrijf.*
 - b. *Wegverkeer wordt zoveel als mogelijk gescheiden van het bouwverkeer door de aanleg van een tijdelijke (vaste) brug tussen de Oostsluis en de Westsluis.*
4. Bouwen bouwkuip: hoofden, kolk en deuren aan de kanaalzijde worden tegelijkertijd gebouwd (zie kaart 3 Figuur 9-5).
5. De landtong wordt verwijderd om de deuren in te varen. Allereerst wordt het binnenhoofd geplaatst en vervolgens het buitenhoofd.

-
- a. Met deze stap blijft de waterkering intact gedurende de aanlegfase.*
 - b. Na het testen van de deuren en het aansluiten van de waterkering kan het buitenhoofd van de Middensluis gesloopt worden.*
 - c. De Nieuwe Sluis wordt in gebruik genomen als spuimiddel*
 6. Plaatsen van de bruggen (zie kaart 5 Figuur 9-5).
 7. Verwijderen restant van de landtong Middensluis (zie kaart 6 Figuur 9-5).

Tijdens de bouw is een bouwterrein nodig met opslag van grond en materialen en laad/loskades. Hiervoor zijn verschillende mogelijkheden. De locatie naast de Middensluis kan gedurende vrijwel het gehele project als bouwlocatie worden gebruikt met mogelijkheden voor een loswal. Op deze wijze kan kruisend bouwverkeer in de buitenhaven en transport over de weg voor een groot deel worden vermeden.

Het terrein langs de Zeevaartweg (opslagterrein RWS) kan in de aanlegfase ook als bouwterrein worden gebruikt, mits er een nieuwe locatie voor tijdelijke opslag is gerealiseerd. Ook aan de kanaalzijde kan op deze wijze een loswal worden gerealiseerd.

Ten westen van de Westsluis en ten westen van de buitenhaven kunnen terreinen worden gebruikt voor opslag van materialen. Deze locaties sluiten niet direct aan op de locatie waar de sluis wordt aangelegd.

Het verdiepen van de buitenhaven verloopt gedurende de gehele aanlegfase. Mogelijk wordt één cutterzuiger gedurende de 4 à 5 jaar ingezet.

Gedurende de aanlegfase wordt een route over het sluizencomplex gegarandeerd. Hierbij is ruimte voor wegverkeer en een vrijliggende route voor langzaam verkeer.

9.3 Beschrijving effecten van de voorkeursvariant

De voorkeursvariant komt grotendeels overeen met variant 2. Er zijn echter een aantal punten waarop de voorkeursvariant, en daarmee ook de beoordeling daarvan op de onderwerpen klimaat en duurzaamheid, afwijkt van variant 2. Onderstaand worden per deelaspect de verschillen tussen de voorkeursvariant en variant 2 toegelicht.

9.3.1 Klimaat

Op het onderdeel klimaat wijkt de voorkeursvariant niet af van variant 2.

9.3.2 Energie

Het belangrijkste verschil tussen de VKV en variant 2 voor het energieverbruik is dat ervoor wordt gekozen om geen maatregelen voor zoet-zoutscheiding te nemen. Daarnaast worden

energiebesparingsmaatregelen toegepast. Het energieverbruik van de VKV is daarmee gelijk aan het verbruik van variant 2 zonder blowers na energiebesparing. Een derde verschil is dat er in de VKV geen apart spuikanaal wordt aangelegd.

Tabel 9-2 Minimaal energieverbruik voorkeursvariant

	Voorkeursvariant
Totaal energieverbruik	750.204
Maximaal te besparen	73.573
Energieverbruik na besparing	676.631
Maximaal op te wekken	4.944.619
Minimaal energieverbruik Nieuwe Sluis	0 <i>NB verbruik hele complex kan ook 0 worden</i>
Percentage t.o.v. verbruik huidige westsluis (416.685)	-100%

Tabel 9-2 laat zien dat de voorkeursvariant eenvoudig energieneutraal gemaakt kan worden. Met één windmolen kan bijna alle benodigde energie voor de Nieuwe Sluis worden opgewekt. Aangevuld met een aantal zonnepanelen kan deze energieneutraal gemaakt worden. Aangezien er geen apart spuikanaal wordt aangelegd is een waterkrachtturbine niet mogelijk. Met twee windmolens of meerdere zonnepanelen kan het gehele sluizencomplex in energie worden voorzien. Een grotere opwekking en teruglevering aan het net is niet aan te raden vanwege het lage rendement, tenzij er in de nabije omgeving kansen zijn voor benutting van deze energie.

9.3.3 Social return

Er is één punt waarop de voorkeursvariant afwijkt van variant 2 relevant voor social return. In variant 2 is er geen ruimte voor lokale horeca ondernemers op het sluizencomplex. In de voorkeursvariant is wel ruimte voor mobiele horeca (zoals een friet- vis- of ijskraam) op de west-punt van de Oostsluis. Daarnaast draagt dit bij aan de mate van publieksbeleving. Er is geen ruimte voor een bezoekerscentrum. Dit komt overeen met variant 1.

9.3.4 Materialen

Voor de voorkeursvariant kan een inschatting gemaakt worden van de MKI-score. Op objectniveau wordt het ontwerp vergeleken met de drie bovenstaande varianten.

Verwacht wordt dat de MKI-score van de VKV hoger is dan van variant 2 (die de laagste MKI van de 3 varianten heeft), omdat er meer grondverzet plaats vindt. Daarnaast is door de bouwmethode van de VKV een bouwkuip nodig voor de hoofden, wat in variant 2 niet het geval is. Vergelijkbaar met variant 2, is er in de Voorkeursvariant een tijdelijk spuimiddel nodig in de bouwfase.

De hoeveelheid grondverzet in de VKV ligt tussen variant 1 en 3 in. Voor wat betreft de hoofden komt de bouwmethode van de VKV het meest overeen met variant 3, namelijk een droge bouwkuip met een

onderwaterbetonvloer en trekpalen.

Het binnenhoofd van de VKV is wat groter dan het binnenhoofd van variant 3, vanwege de dubbele deuren. De hoofden van de VKV zijn echter minder breed dan variant 3, omdat de kolk 3 m smaller is. De kolk wordt op vergelijkbare wijze als variant 1 uitgevoerd. In het VKV ontwerp is de kolk wel anderhalf keer langer dan in variant 1. In de voorhavens komen de voorzieningen voor het grootste deel overeen met variant 2, de ligplaatsen voor de sleepboten in de buitenhaven zijn echter uitgebreider.

Op basis van deze vergelijking per object is ingeschat dat de MKI-score van de VKV in tussen de MKI-scores van variant 2 en 3 in ligt (schatting: 32 miljoen).

9.3.5 Scoring voorkeursvariant

Tabel 9-4 geeft de scoring van de voorkeursvariant en de drie varianten weer. De weergegeven score is ten opzichte van de referentiesituatie.

De beoordeling van de varianten wordt per criterium vertaald naar een score op een vijfpuntsschaal (zie Tabel 9-3). In het hoofdrapport MER wordt bij elk thema de precieze wijze van beoordelen toegelicht.

Tabel 9-3 Scoretabel varianten

Score	Betekenis
++	Sterk positief effect ten opzichte van de referentiesituatie
+	Positief effect ten opzichte van de referentiesituatie
0	Geen/neutraal effect ten opzichte van de referentiesituatie
-	Negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie
--	Sterk negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie

Tabel 9-4 Scoring 3 varianten en VKV

Milieu- thema	Deelaspect	Beoordelingscriterium	Aanleg				Gebruik			
			Var 1	Var 2	Var 3	VKV	Var 1	Var 2	Var 3	VKV
Klimaat	Toekomstbesten- digheid	Flexibiliteit ontwerp voor klimaatverandering					+	+	+	+
Duurzaamheid	Energie	Minimale energievraag					--	--	++	++
	Social return	Publieksbeleving	0	0	0	0	+	-	++	+
		Kansen lokale ondernemers	0	0	0	0	+	-	++	+
		Aanbieden werk- en ervarings-plaatsen	0	0	0	0				
	Materialen	Duurzame materialen	--	-	--	--				

10 Samenvatting

Voorliggende rapportage geeft inzicht in de kansen en effecten voor duurzaamheid en klimaat van de verschillende varianten.

10.1 Klimaat

Bij het ontwerpen van de waterkering wordt voorgeschreven dat het WB21 middenscenario voor de verwachte klimaatverandering moet worden aangehouden. Aangezien de daadwerkelijke klimaatverandering groter zou kunnen zijn dan dit scenario, wordt in deze rapportage beschouwd wat het effect van een worstcase klimaatveranderings-scenario zou zijn voor de verschillende varianten.

Duidelijk wordt dat de Nieuwe Sluis ingedeeld kan worden in vervangbare en niet vervangbare onderdelen. De vervangbare onderdelen zijn flexibel en hebben een relatief korte levensduur. Voor deze onderdelen is het WB21 middenscenario dan ook voldoende om toekomstbestendigheid te garanderen. De niet vervangbare onderdelen worden ontworpen op een levensduur van 100 jaar. Om deze onderdelen toekomstbestendig te laten zijn wordt bij het ontwerpen en ruimtelijk inpassen rekening gehouden met het WB21 maximum scenario, dat overeenkomt met het worstcase scenario van het KNMI W_h . Daarmee is de waterkering toekomstbestendig in alle varianten.

10.2 Energie

Het onderdeel energie wordt onderzocht door te kijken naar het energieverbruik, de mogelijkheden tot energiebesparing en de kansen voor energie opwekking.

Duidelijk wordt dat de blowers voor de zoet-zoutscheiding (bellenscherm) ruim de grootste invloed (95% variant 1, 90% variant 2) hebben op het energieverbruik. Variant 1 en 2 hebben daardoor een veel hoger energieverbruik dan variant 3. In alle varianten is energiebesparing mogelijk. Vanuit het oogpunt van de milieueffecten heeft energiebesparing de voorkeur boven energieopwekking.

De meest kansrijke mogelijkheden om duurzame energie op te wekken op het sluizencomplex zijn water-, wind- en zonne-energie. Het rendement van energie uit waterkracht is het grootst. Dit is echter alleen mogelijk in variant 1 en 2, aangezien het spuien gebeurt door een apart kanaal. Windenergie is toepasbaar in alle varianten. Gezien de ruimtelijke inpassing zijn 'normale' windmolens niet haalbaar. De voorkeur gaat daarom uit naar windmolens met verticale turbines. Deze veroorzaken geen geluidsoverlast. Zonne-energie is in alle varianten mogelijk.

Het blijkt alleen in variant 3 mogelijk om de energievraag van de Nieuwe Sluis volledig in te vullen met op het sluizencomplex opgewekte duurzame energie.

Dit wordt veroorzaakt door het verbruik van het bellenscherm, wanneer er geen bellenscherm wordt toegepast kan de energievraag volledig met zonne-energie worden ingevuld. In variant 3 is het mogelijk om voldoende energie op te wekken om het hele sluizencomplex daarvan te voorzien. Nog meer opwekken en dat terugleveren aan het net een erg laag rendement op.

10.3 Social return

De grootste kansen voor social return liggen in de aanlegfase, door het inzetten van lokale bouwbedrijven, bieden van werkervarings- en stageplaatsen en lokaal inkopen van materialen. De social return van het sluizencomplex wordt in deze fase onderzocht door te kijken naar de bijdrage aan publieksbeleving en de kansen voor lokale horecaondernemers in de verschillende varianten.

Voor de bijdrage aan de publieksbeleving is de mogelijkheid tot het terugplaatsen van het bezoekerscentrum 'Het Portaal van Vlaanderen' een belangrijk onderdeel. Alleen in variant 3 kan dit bezoekerscentrum op het sluizencomplex worden teruggeplaatst, waardoor deze variant het meest positief wordt beoordeeld. Daarnaast biedt de westelijke oever van de havenmond in alle varianten kansen om de publieksbeleving verder te vergroten. Tijdens de aanleg zorgt de invulling van de bouwcommunicatie in hoeverre publieksbeleving mogelijk is. Dit is nog niet uitgewerkt. Een bouwcommunicatiecentrum gekoppeld aan het bezoekerscentrum lijkt de voorkeur te hebben.

Om de kansen voor lokale ondernemers in beeld te brengen is gekeken naar de horecamogelijkheden op het sluizencomplex. In variant 1 is er ruimte voor kleinschalige mobiele horeca op de noordwestpunt van de Oostsluis. In variant 3 zal het huidige café in het bezoekerscentrum waarschijnlijk worden behouden na herplaatsing. In variant 2 bestaat geen ruimte voor horeca. In alle varianten kan een mobiele eetkraam op de westelijke oever van de havenmond de recreatieve waarde van alle varianten verhogen. Daarnaast is de verbinding tussen de stad en de diensten op of bij het complex beschouwd. In variant 3 wordt de looproute van de nieuwe voorhaven waar de diensten worden geplaatst tot de stad erg lang. In variant 1 en 2 is de locatie voor de diensten nog niet bepaald, hierbij heeft plaatsing aan de oostkant de voorkeur om de verbinding met het centrum van Terneuzen te behouden.

10.4 Materialen

Het materiaalgebruik van de varianten is in beeld gebracht door een MilieuKostenIndicator (MKI score) te berekenen met behulp van DuboCalc. Hierin worden van de gebruikte materialen alle milieueffecten vanaf de winning tot de sloop berekend. Daarbij is gefocust op de componenten met de grootste bijdrage en de verschillen tussen de varianten.

Variant 1 heeft de hoogste MKI, voornamelijk door de grote afmetingen van de sluishoofden door de gekromde roldeuren, waardoor een grote hoeveelheid beton nodig is. Ook zijn daardoor grotere bouwkuipen nodig. Door de werkmethode en omvang is het niet mogelijk om delen van de bouwkuip na aanleg te verwijderen en her te gebruiken. De MKI van variant 2 is het laagst doordat deze variant het minste grondverzet omvat. Daarnaast zorgt de bouwmethode (pneumatisch afzinken) van de sluishoofden voor een lagere MKI omdat geen bouwkuip met stalen wanden gerealiseerd hoeft te worden. Variant 3 heeft een MKI die tussen de andere twee varianten in zit. Deze variant bevat veel grondverzet en de bouwmethode van de sluishoofden is hetzelfde als in variant 1. Doordat de afmetingen van de sluishoofden in variant 3 kleiner zijn dan in variant 1, dragen de hoofden minder bij aan de MKI. Daarnaast zorgt de droge bouwmethode van de kolken voor een grotere bijdrage aan de MKI dan in de andere varianten. Het slopen van de Middensluis in variant 2 en 3 levert geen grote bijdrage aan de MKI.

Door optimalisatie van het ontwerp, beperken van transportafstanden, hergebruik van grond in de nabijheid van het plangebied en eventueel hergebruik van te slopen onderdelen kunnen de varianten nog duurzamer gemaakt worden.

10.5 Voorkeursvariant

De voorkeursvariant komt voor klimaat en duurzaamheid met meest overeen met variant 2. Het energieverbruik is gelijk aan variant 2 zonder bellenscherm, na toepassing van energiebesparing. Dit maakt het mogelijk om met windmolens en zonnepanelen voldoende energie voor het gehele complex op te wekken. In de voorkeursvariant zijn iets meer kansen voor social return dan in variant 2, op de noordwestpunt van de Oostsluis is ruimte voor kleinschalige mobiele horeca en beleving van de sluis. Daarin komt de voorkeursvariant overeen met variant 1. Voor het thema materialen is het ontwerp van de voorkeursvariant op objectniveau vergeleken met de 3 varianten. Hieruit komt naar voren dat de MKI-score van de VKV tussen de MKI-scores van variant 2 en 3 in ligt.

10.6 Conclusie

De grootste kansen tot verduurzaming liggen op het thema energie. Het realiseren van een energieneutrale Nieuwe Sluis is relatief eenvoudig, voornamelijk wanneer er geen bellenscherm wordt toegepast zoals in variant 3. Variant 2 heeft de laagste MKI-score. Vanuit duurzaamheidsoogpunt zou een keuze voor variant 2 zonder bellenscherm de voorkeur hebben. De voorkeursvariant komt daar grotendeels mee overeen.

Bijlagen

Bijlage 1 Onderzoek Duurzame energieopwekking

Nieuwe Sluis Terneuzen

Energie besparing & Duurzame energieopwekking

Opdrachtgever: Lieveense CSO
Breda

Adviseurs: Van Eijk Projectmanagement & Consultancy
Geulstraat 11
6241 NA Bunde
Tel: +31 6-42124225

Ingenieursbureau Boorsma
Gerben Sondermanstraat 2
9205 ES Drachten
Tel: +31 512 - 580300

Van Eijk Projectmanagement & Consultancy
Bunde, 08-08-2014
Boorsma
Drachten, 23-10-2014

Verantwoording

Titel : Energie besparing & Duurzame energieopwekking

Referentienummer :

Revisie : 2

Revisie datum : 06-02-2015

Auteur(s) : Paul van Eijk
Fred Penders
A.J. Breimer (Boorsma)
F. van den Brink (Boorsma)

E-mail adres : vaneijkpmc@gmail.com
a.j.breimer@boorsma-consultants.nl

Goedgekeurd door : W. van den Bos, Lieveense CSO

Paraaf goedgekeurd :

Contact : Van Eijk Projectmanagement & Consultancy
Geulstraat 11
6241 NA Bunde
Tel: +31 6-42124225

Ingenieursbureau Boorsma
Gerben Sondermanstraat 2
9205 ES Drachten
Tel: +31 512 - 580300



Inhoudsopgave

1	INLEIDING	5
1.1	Algemene omschrijving van het werk	5
1.2	Doelstelling	5
2	Inventarisatie energiebehoefte.....	6
2.1	Bestaande situatie	6
2.2	Autonome ontwikkeling.....	7
2.3	Nieuwe situatie	7
3	Energiebesparing.....	8
3.1	Onderzoeksoepzet energie besparing	8
3.2	Inschatting en ontwikkeling.....	8
3.3	Inzicht in energieverbruik.....	8
3.3	Energie besparen.....	8
3.3.1	<i>Toepassing van energie zuinige verlichting</i>	9
3.3.2	<i>Bruggen</i>	9
3.3.3	<i>Energie zuinig bedieningsgebouw.....</i>	10
3.4	Energiebesparing over de varianten	10
3.5	Vergelijking met Energieverbruik IJmuiden	12
4	Energie uit waterkracht	13
4.1	Turbines	13
4.2	Uitgangspunten.....	13
4.3	Berekening variant D01 en D02, spuien door een apart kanaal, nivelleren via de deuren	13
4.4	Berekening variant D03, spuien door de sluis, nivelleren via omloop riool	14
4.5	Uitgangspunten voor de investeringsraming.....	14
4.6	Opbrengsten	14
5	Windenergie	16
5.1	Horizontale windturbines.....	16
5.2	Verticale windturbines	16
5.3	Kleine windmolens	16
5.4	Uitgangspunten	16
5.5	Uitgangspunten voor de investeringsraming.....	16
5.6	Opbrengsten	17
6	Zonne-energie	18
6.1	PV cellen.....	18
6.2	Uitgangspunten.....	18
6.3	Berekeningen zonne-energie	18
6.4	Uitgangspunten voor de investeringsraming.....	18
6.5	Opbrengsten	19
7	Overige duurzame opwekking	20
7.1	Biodiesel WKK.....	20
7.2	Overige duurzame opwekking	20
8	Berekeningen	21



8.1	Variant D01: Gekromde roldeuren en Basculebrug en zoet-zout scheiding 75%	21
8.2	Variant D02: Rechte roldeuren en Basculebrug en zoet-zout scheiding 50%	22
8.3	Variant D03: Rechte roldeuren, geen brug	23
8.4	Totalen	24
9	Samenvatting en conclusie	26
	Bijlage 1: Opstelling meting Power Analyzer	29

1 INLEIDING

1.1 Algemene omschrijving van het werk

In dit rapport worden de mogelijkheden behandeld voor energiebesparing en -opwekking van duurzame energie ten behoeve van de nieuw te bouwen Nieuwe Sluis Terneuzen. Deze rapportage geeft de resultaten van het onderzoek binnen het thema energie besparing en duurzame energie opwekking weer. Er zijn op globaal niveau twee ambitieniveaus uitgewerkt:

- Energie neutrale sluis
- Energie opwekken met de installaties behorende bij de sluis

De haalbaarheid van deze ambities zijn verkend door de naar de mogelijke opwekking te kijken in relatie tot het energiegebruik van de nieuwe sluis.

Onderhavig advies is opgesteld door twee adviserende partijen. De verdeling van advieswerkzaamheden is aangegeven.

*) Ingenieursbureau Boorsma: trekker t.a.v. energie besparingen

*) Van Eijk: trekker t.a.v. energie opwekking

Het betreft een verkenning van de opbrengst en de kosten. Dat betekent dat er onzekerheden zijn. Die worden niet door de techniek veroorzaakt maar liggen meer op het vlak van spui en schutregiem en de onzekerheden in de inpassing.

Inzicht in het energieverbruik is verkregen door metingen van Boorsma aan de bestaande Westsluis. De resultaten zijn in overleg tussen beide de partijen geanalyseerd.

Voor het onderdeel energie opwekken worden drie mogelijkheden onderzocht: water, wind en zonne-energie. Verder is ook gekeken naar overige duurzame opwekking. Voor elk van de kansrijke mogelijkheden is berekend of het, op basis van technische invulling, kosten en opbrengsten economisch verantwoord is. Er wordt geen onderzoek gedaan naar mogelijke omgevingseffecten van de energieopwekkers.

1.2 Doelstelling

Zoals gesteld, is de doelstelling tweeledig:

Ambitie energie neutrale sluis

De doelstelling is om uit duurzame energiebronnen gemiddeld evenveel energie op te wekken als de te realiseren Nieuwe Sluis per jaar nodig heeft. Dat betekent dat er op bepaalde momenten elektrische energie aan het openbare net wordt teruggeleverd en op andere momenten kan worden onttrokken.

Ambitie energie terugleveren aan het openbare net

Bij deze variant wordt gemiddeld meer elektra opgewekt dan de Nieuwe Sluis per jaar nodig heeft. Ook voor deze variant geldt overigens dat er op bepaalde momenten energie aan het net wordt onttrokken.

2 Inventarisatie energiebehoefte

2.1 Bestaande situatie

In de periode van 11-07-2014 t/m 17-07-2014 zijn er energiemetingen doorgevoerd aan de Westsluis (1 trafo). Met de verkregen gegevens is de navolgende analyse gemaakt en zijn de verbruiken afgeleid. In bijlage 1 zijn de resultaten zoals vanuit de analyzer terug te vinden.

Gegevens gebaseerd op Power analyse Westsluis, opgesteld door Bureau Boorsma b.v.		
Periode: 11-7-14 t/m 17-7-14		
Verbruik gemeten trafo T1:	2200 kWh in	142 uur
Aantal schutbewegingen:	15 per dag	
Piekverbruik:	90 KW	Bruggen en deuren
Gebruik van trafo T1:		
Afgeleide gebruik per jaar	135.718 kWh per jaar	
Basisgebruik, ca.	5 KW	(afgelezen)
Gebruik (buiten)verlichting	4 KW	(afgelezen)
Totaal basisgebruik	43.800 kWh	
Totaal verbruik buitenverlichting	16.790 kWh	
Blijft voor schutbewegingen	75.128 kWh	
Aantal schutbewegingen	15 st per dag	
Gebruik per schutbeweging	13,7 kWh	
Gemiddelde belasting T1	15,5 KW	
Gebruik trafo T2:		
Afgeleide gebruik per jaar	280.966 kWh per jaar	
Basisgebruik, ca.	5 KW	gelijk aan T1
Gebruik (buiten)verlichting	4 KW	gelijk aan T1
Totaal basisgebruik	43.800 kWh	gelijk aan T1
Totaal verbruik buitenverlichting	16.790 kWh	gelijk aan T1
Schutbewegingen	220.376 kWh	2 Blowers (inschatting naar geinstall. Verm.)
Aantal schutbewegingen	15 st per dag	
Gebruik per schutbeweging	40,3 kWh	
Gemiddelde belasting T2	32,1 KW	
Totaal verbruik Westsluis		
		416.685 kWh per jaar
Uitgesplitst in:		
Gebouwen	87.600 kWh	
Buitenverlichting	33.580 kWh	
Deuren	33.081 kWh	Verdeling naar geinstall. vermogen
Bruggen	42.047 kWh	
Blowers	220.376 kWh	2 Blowers (inschatting naar geinstall. Verm.)
Gemiddelde belasting totaal	47,6 KW	

2.2 Autonome ontwikkeling

Indien er vanuit gegaan zou worden dat er geen nieuwe sluis gerealiseerd wordt, dan blijkt uit document "T04 Capaciteit Scheepvaart" dat het aantal schuttingen niet verder zal gaan toenemen. Maar juist nog eerder af zal nemen. Het aantal schepen per schutting neemt wel toe. Aangezien het verbruik sterk afhankelijk is van het aantal schuttingen wordt verwacht dat het energieverbruik bij een autonome ontwikkeling niet verder zal toenemen.

2.3 Nieuwe situatie

Met de in hoofdstuk 2.1 gevonden waarden heeft een extrapolatie plaatsgevonden om het energieverbruik van de Nieuwe Sluis te bepalen. Hierbij is het energiegebruik van de te bebouwen oppervlakten en de uitvoeringswijze van deuren, bruggen en bellenschermen beschouwd.

Met deze gegevens is het te verwachten energiegebruik van de Nieuwe Sluis bepaald.

Dit voor de 3 varianten:

- Variant D01: Gekromde roldeuren, Basculebrug, spuien door een apart kanaal, nivelleren via de deuren en zoet-zout scheiding 75%
- Variant D02: Rechte roldeuren en Basculebrug, spuien door een apart kanaal, nivelleren via de deuren en zoet-zout scheiding 50%
- Variant D03: Rechte roldeuren, geen brug, spuien door de sluis, nivelleren via omloop riool en kanaal laten verzilten

Voor een verdere toelichting van de verdeling over de varianten zie hoofdstuk 3.

Verdere uitgangspunten, gehanteerd bij deze berekeningen zijn:

- Het te verlichten oppervlak van het terrein wordt met ca. 15% vergroot. Het energiegebruik van de verlichting zal derhalve met een zelfde factor stijgen.
- De kolkbreedte van de Nieuwe Sluis is groter dan de Westsluis (58 m versus 40 m). Het energiegebruik van de deuren en bruggen zal per schutbeweging ten opzichte van de huidige situatie hoger zijn. (informatie: bureau Boorsma)
- De luchtbellenschermen zullen in variant D01: 16 GWh en in variant D02: 7,6 GWh bedragen (informatie: bureau Lieveense)
- De bebouwde oppervlakten beschikbaar voor zonnepanelen zijn in totaal 12.476m² (Bron VNZT-R-83-3 OB 16) en onderverdeeld in:
 - Rijkswaterstaat opslag: 4000 m²
 - Rijkswaterstaat Noodstroomvoorziening: 500 m²
 - Rijkswaterstaat kantoor (bedieningsgebouw): 1.000 m²
 - Technische installaties (nieuwe sluis): 2.976 m²
 - Reserve onderdelen (nieuwe sluis): 4.000 m²
- Het terrein wordt niet gebruikt voor plaatsing van PV cellen.
- Er worden 100-170 schuttingen per week verwacht in de Nieuwe Sluis. Dit is afhankelijk van onder andere het economisch groei scenario. Voor de berekening in dit rapport wordt het economisch groeiscenario GE2030 aangehouden. Dit resulteert in 145 schuttingen per week (72,5 cycli, 10,37 cycli per dag) (Bron: T04 Capaciteit Scheepvaart, documentnummer VNZT-R-095)
- De energie prijzen zijn gesteld op € 0,15 per KWh bij stroomafname (tarief grootverbruik) en € 0,07 per KWh bij levering. Dit zijn algemeen gehanteerde rekentarieven en zijn afhankelijk van de contractvoorwaarden van de energieleverancier.

3 Energiebesparing

3.1 Onderzoeksopzet energie besparing

Voor de verschillende varianten van de Nieuwe Sluis zijn de kansen voor energiebesparing in beeld gebracht. Dit hoofdstuk geeft daarvan de belangrijkste resultaten.

3.2 Inschatting en ontwikkeling

De mogelijke energiebesparing is door middel van expert judgement in beeld gebracht. Voor elk van de kansrijke mogelijkheden is berekend of het, op basis van technische invulling, kosten en opbrengsten economisch verantwoord is. Het onderzoek is een verkenning van de opbrengst en kosten.

Hoe de energieprijzen zich de komende jaren zullen ontwikkelen is nog onduidelijk. Enerzijds is het de verwachting dat de energieprijzen de komende jaren stijgen door het schaarser worden van fossiele brandstoffen, stijgende belastingen en hogere transportkosten. Anderzijds groeit het aandeel groene energie op de markt. De energieprijzen kunnen hierdoor ook dalen in de toekomst. Vanwege deze grote onzekerheid is in dit onderzoek gerekend met de huidige energieprijzen.

3.3 Inzicht in energieverbruik

Het energieverbruik van de Westsluis is gemeten (zie hoofdstuk 2). Bijgaand nogmaals de resultaten:

Totaal verbruik Westsluis	416.685 kWh per jaar	
Uitgesplitst in:		
Gebouwen	87.600 kWh	
Buitenverlichting	33.580 kWh	
Deuren	33.081 kWh	Verdeling naar geinstall. vermogen
Bruggen	42.047 kWh	
Blowers	220.376 kWh	2 Blowers (inschatting naar geinstall. Verm.)
Gemiddelde belasting totaal	47,6 KW	

Tabel 3.3.1: Ingeschatte verbruik huidige Westsluis Terneuzen

3.3 Energie besparen

Voor het besparen van energie bij de Nieuwe Sluis zijn een aantal mogelijkheden beschouwd. Dit zijn:

- Gebruik van energiezuinige toestellen (led's, groen gecertificeerde toestellen, solid state i.p.v. gebruik van roterende onderdelen zoals ventilatoren);
- Gebruik van toestellen met hoge efficiëntie (magneetgelagerde rotatieve UPS i.p.v. batterij UPS);
- Dynamisch uitschakelen van gebruikers in geval van geen gebruik;
- Verlagen van bedrijfsspanning in geval van langdurig gebruik met toegelaten performantieverminderingen; en
- Toepassing van intelligentie start systemen om het piekvermogen vanuit de aandrijving te verlagen, bijvoorbeeld soft starters en frequentieregelaars.

Niet alle maatregelen hiervan zijn even kansrijk, door de hoge kosten hiervan of de geringe energiebesparing. Het gebruik van frequentieregelaars en zuinige motoren is tegenwoordig vrijwel standaard. Deze worden niet verder beschouwd. Nadere beschouwing verdienen:

- Toepassing van energie zuinige verlichting (LED & dynamisch/dimbaar)
- Energiebesparing op brugbewegingen
- Energie zuinig bedieningsgebouw

Deze maatregelen worden in de onderstaande paragrafen nader toegelicht. Bij de toepassing van energiebesparing op de brugbewegingen wordt onderscheid gemaakt tussen de varianten. De overige maatregelen kunnen bij alle varianten worden toegepast.

3.3.1 Toepassing van energie zuinige verlichting

LED verlichting wordt tot dusverre niet algemeen toegepast bij sluizen. Een pilot hiervan is uitgevoerd bij de Zandkreeksluis. Hieruit blijkt dat de toepassing van LED verlichting bij de object verlichting kan worden gezien als een zeer kansrijke maatregel. Door het toepassen van de verlichting neemt het verbruik per lamp sterk af. Door alleen het gebruik van LED verlichting kan over het complex aan objectverlichting ca. 30% aan energie worden bespaart. Een kanttekening daarbij is dat LED-verlichting een heel ander beeld van de situatie geeft (lichtkleur en contrast). Omwille van de visuele uniformiteit voor zowel scheepvaart- als wegverkeer is te overwegen om het gehele sluizencomplex te voorzien van LED-verlichting. Van dit laatste wordt hier uitgegaan.

Wel is het hiervoor nodig dat meer lichtmasten worden aangebracht, aangezien de lichtmasten dichter op elkaar moeten worden geplaatst om onregelmatigheid in de verlichting te voorkomen. De eisen ten aanzien van de verlichting zijn opgenomen in Richtlijnen Vaarwegen. Verder verdient het cameraplan en het verlichtingsplan nadere afstemming.

Verdere besparing van energie is mogelijk door de verlichtingsintensiteit aan te passen aan de behoefte. Deze verschilt tussen verschillende weersomstandigheden. Door de verlichting te dimmen kan een verdere besparing worden behaald van ca. 50% of meer ten opzichte van conventionele verlichting.

Naast de mogelijke energiebesparing met LED verlichting in de Nieuwe Sluis heeft LED verlichting een langere levensduur. Over een periode van 30 jaar levert LED verlichting een kostenbesparing op van 19% ten opzichte van conventionele verlichting en kan de toepassing als een zeer kansrijke besparingsmaatregel worden beschouwd. Verdere verbetering hiervan is dus nog mogelijk met het dynamisch regelen of dimmen van de lampen.

In de berekening voor de investeringskosten is voor de conventionele verlichting uitgegaan van totale kosten van ca. € 3.500,- over een periode van 30 jaar; voor LED verlichting is dit ca. € 2.800,00. Genoemde prijzen zijn inclusief de kosten voor elektriciteit (0,15 ct/kWh), de vervangingskosten van de lamp en de kosten voor het armatuur. Vanuit de aanwezige oppervlakken zijn de benodigde aantallen bepaald. Er wordt vanuit gegaan dat voor LED totaal 20 % meer armaturen benodigd zijn. Zie hoofdstuk 2.3.

3.3.2 Bruggen

**) Bruggen over de deuren*

Bij variant 3 is gekozen om de brug te koppelen aan de sluisdeur. Voor zowel de brug als de sluisdeur worden dezelfde constructie gebruikt. Dit betekent dat voor het openen en sluiten van een brug minder vermogen nodig is t.o.v. een separate basculebrug als in variant 1 en 2. Bovendien wordt verwacht dat door de combinatie er een gewichtsreductie van de bruggen kan worden gerealiseerd.

De precieze energie besparing hiervan is moeilijk in te schatten. Het verwachte vermogen voor het brugbewegingswerk wordt geschat op 345 kW voor variant 1 en 2 en 180 kW voor variant 3. Een deel zal echter terugkomen in het bewegingswerk van de deuren. Deze neemt toe. Het is aannemelijk dat op deze manier het energieverbruik afneemt, maar de winst is beperkt.

Vanuit het ontwerpbesluit voor de bruggen is dit type brug afgevalen.

**) Basculebruggen*

Bij een bascule brug valt te denken aan het terug opslaan van energie die vrijkomt bij het neergaan van het brugdek zoals dit ook gedaan is bij de Ramspolbrug (2013). Hier zorgt een elektromotor voor het openen en sluiten van de brug. Deze motor werkt ook als generator en slaat de energie op die vrijkomt bij het afremmen van de beweegbare klep. Het eerste jaar na de ingebruikname zijn de prestaties van de brug gemonitord. Daaruit blijkt dat de brug energiezuinig is en op jaarbasis meer energie produceert dan verbruikt. De exacte resultaten zijn nog niet bekend. Het val van de brug bij Ramspol heeft een breedte van 18 en een lengte van 21 m; de brug gaat per jaar 1.800 keer open en dicht. Dit in vergelijking met de basculebruggen voor de Nieuwe Sluis van 15x68 m met ingeschat jaarlijks 7500 brugopeningen.

Uitgegaan wordt voor een 1^e inschatting van een besparing aan energie van ca. 5 %. De investeringskosten worden geraamd op totaal € 75.000 per brug en dus 150.000 per kolk. Indien uitgegaan wordt van een periode van 30 jaar, kan ca. € 50.000 worden terug verdiend op de elektriciteitskosten. Netto is de investering voor de energiebesparing dan € 100.000 voor de nieuwe zeesluis.

3.3.3 Energie zuinig bedieningsgebouw

De gebouwen op de huidige Westsluis hebben een grote bijdrage aan het elektriciteitsverbruik op de Westsluis. Door vooraf na te denken over (extra) energiebesparende maatregelen voor de gebouwen voor de Nieuwe Sluis kan energie worden bespaard. Dit kan bijvoorbeeld door een lage EPC eis (bijvoorbeeld $\leq 0,40$ of lager) voor te schrijven voor bijvoorbeeld het nieuwe bedieningsgebouw (RWS). Gedacht kan worden aan de volgende aanvullende maatregelen:

- Gebouwen extra goed te isoleren en gebruik van grote hoeveelheden glas zoveel mogelijk te beperken.
- Driedubbel glas (Triple glas)
- Warmtepomp met lage temperatuurverwarming.
- Innovatief verwarmen van het gebouw met verse, warme lucht (warmte geproduceerd door de serverruimte) die in luchtkanalen door de bureaus stroomt.
- LED en aanwezigheidsdetectie.

Op basis van het bovenstaande zou een energie besparing (gas + elektra) kunnen worden gehaald van ca. 30 %- 40 % t.o.v. het huidige bedieningsgebouw. T.a.v. de investering wordt ervanuit gegaan dat bovenstaande maatregelen gelijk bij de bouw van het nieuwe bedieningsgebouw kantoren worden meegenomen zodat alleen extra installatiekosten van toepassing zijn. Aangezien de totale besparing en daarbij bijbehorende kosten sterk afhankelijk van het uiteindelijke gebouwwontwerp, worden verder geen kwantitatieve waarden t.a.v. een energie besparing meegenomen.

De totale besparing op de overige gebouwen is verder sterk afhankelijk van de verdeling van verbruik over alle gebouwen. Opgemerkt wordt dat per situatie moet worden bekeken in welke mate gebouwen geïsoleerd dienen te worden aangezien. Gebouwen waarin veel apparatenkasten staan opgesteld worden ook al verwarmd door de warmte die van de apparaten afkomstig is. Een hoge isolatiewaarde werkt dan averechts.

3.4 Energiebesparing over de varianten

Op basis van de aangegeven energie besparingen vanuit de buitenverlichting (50 % besparing), de gebouwverlichting (30 % besparing) en de bruggen (5% besparing) is per variant een inschatting van de te verwachten besparing bepaald.

Variant 1

Onderstaande tabel geeft het berekende verbruik voor variant 1 weer. Duidelijk is dat ruim het grootste gedeelte van het verbruik wordt veroorzaakt door de blowers voor de zoet-zout waterscheiding, namelijk 90%.

Variant D01: 145 Schuttingen per week		gebruik /jaar (kWh)	incl. energie- besparing. (kWh)
Opslag	4000 m2	63.040	54.640
Noodstroom	500 m2	6.380	5.680
Kantoor	1000 m2	124.260	110.400
Techniek	2976 m2	61.782	49.283
Opslag reserveonderdelen	4000 m2	63.040	54.640
Buitenverlichting		38.617	19.309
Deuren	20,7 Schuttingen p.d	249.725	249.725
Bruggen	20,7 Schuttingen p.d	208.104	197.699
Blowers	Opgegeven waarde	16.000.000	16.000.000
Totaal		16.814.948	16.741.375
Gemiddelde belasting (KW)		1.919,5	1.911,1

Tabel 3.4.1: Ingeschatte verbruik variant 1

Variant 2

Onderstaande tabel geeft het berekende verbruik voor variant 2 weer. Ook bij deze variant zijn de blowers bepalend.

Variant D02: 145 Schuttingen per week		gebruik /jaar (kWh)	incl. energie- besparing. (kWh)
Opslag	4000 m2	63.040	54.640
Noodstroom	500 m2	6.380	5.680
Kantoor	1000 m2	124.260	110.400
Techniek	2976 m2	61.782	49.283
Opslag reserveonderdelen	4000 m2	63.040	54.640
Buitenverlichting		38.617	19.309
Deuren	20,7 Schuttingen p.d	184.981	184.981
Bruggen	20,7 Schuttingen p.d	208.104	197.699
Blowers	Opgegeven waarde	7.600.000	7.600.000
Totaal		8.350.204	8.276.631
Gemiddelde belasting (KW)		953,2	944,8

Tabel 3.4.2: Ingeschatte verbruik variant 2

Variant 3

Onderstaande tabel geeft het berekende verbruik voor variant 3 weer. Aangezien in deze variant geen zoet-zout scheiding is opgenomen, is het energieverbruik maar een fractie van de andere twee varianten.

Variant D03: 145 Schuttingen per week		gebruik /jaar (kWh)	incl. energie- besparing. (kWh)
Opslag	4000 m2	63.040	54.640
Noodstroom	500 m2	6.380	5.680
Kantoor	1000 m2	124.260	110.400
Techniek	2976 m2	61.782	49.283
Opslag reserveonderdelen	4000 m2	63.040	54.640
Buitenverlichting		38.617	19.309
Deuren	20,7 Schuttingen p.d	221.978	221.978
Bruggen		-	-
Blowers		-	-
		-	-
Totaal		579.096	515.929
Gemiddelde belasting (KW)		66,1	58,9

Tabel 3.4.3: Ingeschatte verbruik variant 3

3.5 Vergelijking met Energieverbruik IJmuiden

Om de prestatie van de Nieuwe Sluis in een context te plaatsen kan het energieverbruik worden vergeleken met dat van de nieuwe zeesluis in IJmuiden. Het geschatte verbruik hiervan wordt gegeven in de onderstaande tabel (Bron: Zeetoegang IJmond, planstudie nieuwe zeesluis fase 1 duurzame en innovatieve sluis).

	MWh/jaar
Aandrijving en omvormers (deuren)	825
Bediening en besturing (IT)	52
Landverkeer en scheepvaartverkeer	51
Verlichting	89
Beveiliging en communicatie	62
Gebouwinstallatie	45
Energievoorziening (verlies)	47
Totaal	1,171

Tabel 3.4.1: Ingeschatte verbruik nieuwe sluis IJmond op basis van 15.000 schutting per jaar en sluisafmetingen van 500x50

In vergelijking met deze sluis is het verwachte energieverbruik voor variant 1 en 2 een stuk groter. Dit zit hoofdzakelijk in de aanwezigheid van de blowers die moeten zorgen voor de scheiding tussen zoet en zout water. Deze zijn in IJmuiden afwezig. Wanneer deze niet wordt beschouwd, is het verwachte stroomverbruik in Terneuzen lager. Echter het aantal schuttingen voor IJmond is een factor 2 hoger dan voor Terneuzen (7540 schuttingen per jaar): het verbruik per schutting is dan voor Terneuzen (variant D03) zonder besparing totaal 3994 kWh c.q. met besparing 3558 kWh; voor IJmuiden is dit omgerekend 4059 KWH per schutting. Mogelijke verklaringen voor het verschil zijn dat voor de nieuwe sluis in IJmuiden uitgegaan wordt van grotere deuren dan voor Terneuzen en er meer te verlichten bebouwd oppervlak komt in IJmuiden.

Omdat de uitgangspunten van de berekening voor IJmond niet bekend zijn, blijft het moeilijk een exact vergelijk te trekken. Wel kan geconcludeerd worden dat de orde van grote correct is.

4 Energie uit waterkracht

Beschouwd is hoeveel energie potentieel kan worden opgewekt bij spuien en nivelleren met gebruikmaking van de verschillen in waterniveaus

4.1 Turbines

Toepassing van een VLH turbine in de vermogensklasse tot 500 KW is voor het spuien haalbaar bij deze kleine debieten en beperkt verval. Een VLH (Very Low Head) turbine; dit is een Kaplan turbine die speciaal ontwikkeld is voor laag verval en laag debiet. Omdat een VLH turbine een complexe turbine is vanwege de regelbare turbine schoepen, zijn de kosten hoger dan axiaal turbines. Deze turbine wordt geplaatst in het nieuw aan te leggen spuikanaal.

Energiewinning door de Nieuwe Sluis tijdens nivelleren is in theorie mogelijk door axiaalturbines in de deuren van de Nieuwe Sluis te plaatsen, echter de winning van waterkracht mag geen negatieve invloed hebben op de werking van de sluis. De kans op storingen of stremming door onderhoudswerkzaamheden, maken deze optie niet realistisch. Daarom is deze optie niet verder uitgewerkt. In plaats daarvan wordt energieopwekking door het plaatsen van turbines in het omloopriool van optie D03 wel uitgewerkt.

4.2 Uitgangspunten

De navolgende uitgangspunten zijn gehanteerd:

- Het gemiddelde kanaalpeil bedraagt NAP +2,13 m. Dit met een maximale afwijking van + of - 0,25 m. (Bron: Lieveense CSO)
- Het gemiddelde zee-peil bedraagt: vloed: NAP +2,29m; eb: NAP -1,09m Gemiddelde waterstand = NAP+0,08 m (Bron: RWS TERNZN_tcm-335725)
- Om rekening te houden met klimaatverandering en bijbehorende zeespiegelstijging wordt 30 cm zeespiegelstijging in 2030 aangehouden, gelijk aan VNZT-R-111
- Het gemiddelde verval over de spuivoorziening is 2,13m +NAP - 0,38m +NAP = 1,75m
- Het gemiddeld totaal debiet (spuien + schutten) is 24,0 m³/s (VNZT-R-111, Gemiddelde zomer 16.6 m³/s, Gemiddelde winter 31.4 m³/s, Daaruit volgt een gemiddelde van 24,0 m³/s) Het gemiddeld schutdebiet van het gehele complex is 11,31 m³/s in 2030 (Groeiscenario 2030 plus zeespiegelstijging)
- Het gemiddelde spuidebiet voor energie opwekking is (24,0 - 11,31 =) 12,69 m³/s in 2030.
- In de varianten D01 en D02 is reeds een spuivoorziening in de vorm van een kanaal opgenomen.
- De extra kosten voor aanpassing van dat kanaal voor inbouw van een turbine zijn in de kosten van deze optie toegerekend.

4.3 Berekening variant D01 en D02, spuien door een apart kanaal, nivelleren via de deuren

Het bruto vermogen wordt bepaald door de formule: $P_{\text{bruto}} = Q \cdot h \cdot g \cdot \rho$

Daarin is Q het debiet, h de vervalhoogte, g de valversnelling en ρ de soortelijke massa van water.

Het debiet is in totaal gemiddeld 24,0 m³/s verminderd met de schutverliezen levert dat het debiet voor energieopwekking. Het schutverlies is 11,31 m³/s voor 10,37 schutcycli per dag in 2030.

Daaruit resulteert voor energieopwekking:

2030: 12,69 m³/s

Het rendement van de turbine is op basis van referentie projecten geschat op 0,71

Wij gaan uit van een bedrijfstijd van 75%

4.4 Berekening variant D03, spuien door de sluis, nivelleren via omloop riool

Het bruto vermogen wordt bepaald door de formule: $P_{\text{bruto}} = Q \cdot h \cdot g \cdot \rho$

Daarin is Q het debiet, h de vervalhoogte, g de valversnelling en ρ de soortelijke massa van water.

Het dagelijks debiet is de inhoud van de sluis maal het gemiddeld aantal cycli per dag. De tijdsduur voor nivelleren wordt gesteld op 15 minuten. Daaruit resulteert een gemiddeld debiet tijdens nivelleren van 50 m³/s. Het maximum debiet is een factor twee tot drie hoger.

Het rendement van de turbine op basis van referentie projecten geschat op 0,71

Wij gaan uit van een bedrijfstijd van 75%

Voor het grote, alleen tijdens het nivelleren op te wekken vermogen zijn vier turbines nodig die echter slechts 21,6%* van de dag in werking zijn. De kosten van het geheel zijn dus hoog en de opbrengsten minimaal. Zie verder de tabellen in 3.5 en 3.6

* 10,37 cycli van elk 15 minuten is 21,6% van een dag (24 x 60 minuten)

4.5 Uitgangspunten voor de investeringsraming

De investering voor de turbine, overbrenging, generator en bijbehorende regeltechniek, het inkoppelen van het elektrisch vermogen op het net alsmede de bijkomende kosten voor inbouwen in een kanaal en het regelen van de waterhoeveelheden d.m.v. schuiven, zijn ontleend aan diverse publicaties van uitgevoerde referentieprojecten. Daarbij zijn de gegevens enerzijds geëxtrapoleerd en anderzijds betrokken uit projecten met gering debiet en valhoogte.

Variant D01 en D02

Investeringskosten waterturbine			
Turbine	P nom	315 KW	€ 472.500
Bouwkundige voorzieningen, schuiven			€ 500.000
Bekabelingen			€ 100.000
Totaal			€ 1.072.500

Variant 03

Investeringskosten waterturbine			
Turbine	P nom	500 KW	€ 750.000
Bouwkundige voorzieningen, schuiven			€ 500.000
Bekabelingen			€ 125.000
Totaal voor 4 stuks			€ 5.500.000

4.6 Opbrengsten

De opbrengsten van duurzame energieopwekking zijn als volgt:

Variant D01 en D02

Energieopwekking m.b.v. waterturbines			145 Schuttingen
Gemiddeld spuidebiet Terneuzen (m ³ /s)			12,69
Bruto opgewekt vermogen (KWh)	Bedrijfstijd	75%	1.016.231
Transportverliezen		1%	10.162
Netto opgewekt vermogen (KWh)			1.006.069
Onderhoud	2% p.j. van investering techniek		€ 9.450,00
Opwekking per KW		1.597 KWh/jaar	

Variant D03

Energieopwekking m.b.v. waterturbines		Nivelleren via omloopriool	
Gemiddeld debiet (m3/s)	21,6% v.d. dag	50 m3/s	10,8
netto opgewekt vermogen (KWh)	Bedrijfstijd	75%	863.972
Transportverliezen	1%		8.640
Netto opgewekt vermogen (KWh)			855.332
Onderhoud	2% p.j. van investering techniek	€	60.000,00
Opwekking per KW		428	KWh/jaar

De variant D03, waarbij energie wordt opgewekt uit het nivelleren via een omloopriool, vraagt enige toelichting.

Anders dan bij het spuien, waar van een gemiddeld debiet kan worden uitgegaan, dient voor het nivelleren een opwekkingsinstallatie beschikbaar te zijn die de maximale capaciteit (waterhoeveelheid) kan verwerken.

De bedrijfstijd van de installaties is gekoppeld aan het schutregiem. Uitgaande van gemiddeld 10,8 cycli per dag en opwekken van energie zowel bij het vollopen als het afdalen van de sluis, is de installatie slechts een beperkt deel van de dag in gebruik. Voor het verwerken van het debiet is een geïnstalleerd vermogen nodig dat meer dan zes maal zo groot is dan de installaties voor spuien.

Het opgewekte vermogen is ongeveer de helft ten opzichte van de installaties voor energieopwekking uit spuien, terwijl de kosten van de installaties ruim zes maal zo hoog zijn.

Verder overtreft het opgewekt vermogen de energievraag van de sluis in deze variant. Een netto teruglevering van ca. 50% van het opgewekte vermogen tegen een KWh prijs van € 0,07 verlaagt de economische rendabiliteit van deze opwekking aanzienlijk.

Gezien de geringe opbrengsten wordt de mogelijke energieopwekking door middel van waterkracht in variant D03 niet verder beschouwd.

5 Windenergie

Windenergie is een serieuze optie voor productie van duurzame energie. Het terrein van het sluizencomplex ligt ca. 300 meter verwijderd van de woningen aan de Grenulaan en de Westkolkstraat. Op het terrein naast de West Buitenhaven is een agrarisch bedrijf gevestigd en is een woning aanwezig. (Nieuw Neuzenweg)

5.1 Horizontale windturbines

Het plaatsen van horizontale windturbines met een vermogen van ca. 2 tot 3 MW per stuk kan niet binnen 150 m van de bedrijfsruimte waar mensen aanwezig zijn. Daarmee valt het gebruiken van het terrein naast de Westhaven af. De toegelaten geluidbelasting aan de gevels van genoemde woningen mag ten hoogste 47 dB (op basis van Lden) zijn. In de praktijk leidt dit tot noodzakelijke afstand van 400 – 600 meter. De conclusie is dat drie of vier horizontale windturbines geen haalbare optie zal zijn

5.2 Verticale windturbines

De firma Aseptor in Duitsland levert verticale windturbines. Op dit moment worden kleinere vermogens uit een standaard catalogus aangeboden. Een 1 MWe model is in voorbereiding. De masthoogte van een 1 MWe model is 30 m, de rotor diameter is 40 m en de maximale hoogte ca. 50 m. In tegenstelling tot de traditionele windturbines zijn deze verticale turbines onhoorbaar!

5.3 Kleine windmolens

Kleine windmolens zijn inzetbaar daar als alternatief op inzet door PV cellen. De navolgende vergelijkingen zijn gemaakt. De investeringskosten voor kleine windmolens zijn per te installeren KW vermogen hoger dan bij PV cellen. De opbrengsten per jaar per geïnstalleerd KW vermogen zijn bij kleine windmolens en gemiddelde windkracht van 4m/s. (Bron: KNMI Langjarig gemiddelde windsnelheid 1981-2010) lager dan bij PV cellen. Geconcludeerd wordt dat inzet van PV cellen meer rendabel is. Deze optie wordt niet verder beschouwd.

5.4 Uitgangspunten

De navolgende uitgangspunten zijn gehanteerd:

- De gemiddelde windkracht te Terneuzen op NAP + 10 m (de ashoogte is 30 m) bedraagt 6.0 m/s. (Bron: KNMI Langjarig gemiddelde windsnelheid 1981-2010)
- Het grondstuk is groot genoeg voor plaatsing van 6 st. windturbines.

5.5 Uitgangspunten voor de investeringsraming

De prijs per verticale windturbine is ontleend aan een opgave van de fabrikant. Daaraan zijn toegevoegd de kosten voor transport en installatie, alsmede de kosten voor bouwkundige voorzieningen.

Investeringskosten windturbine			
Turbine	P nom	1000 KW	€ 1.300.000
Bouwkundige voorzieningen			€ 50.000
Bekabelingen			€ 80.000
Totaal			€ 1.430.000

5.6 Opbrengsten

De opbrengsten van duurzame energieopwekking zijn als volgt:

Energieopwekking m.b.v. windturbines			
Gemiddelde windsnelheid Terneuzen (m/s)			6
Bruto opgewekt vermogen (KWh)	Bedrijfstijd	75%	643.860
Transportverliezen	1%		6.439
Netto opgewekt vermogen (KWh)			637.421
Onderhoud € 0,011 per KW opgewekt per jaar.			€ 7.011,64
Opwekking per KW			637 KWh/jaar

6 Zonne-energie

6.1 PV cellen

De door de te installeren PV cellen opgewekte elektrische energie wordt via omvormers zowel voor eigen gebruik als aan het openbare net geleverd.
Deze cellen worden nagelvast op of aan de daken gemonteerd.

6.2 Uitgangspunten

Zonne-uren en lichtfactor

De maximale opbrengst van zonnepanelen is afhankelijk van het aantal zonne-uren en lichtfactor. Gemiddeld aantal zonne-uren ter plaatse bedraagt ca. 1700 uur. (Bron KNMI: langjarig gemiddelde 1981-2010).

Opstellingshoek

De meest gunstige opstellingshoek in Terneuzen is 36° (Bron: SenterNovem / RVO).
Uitgaande van platte daken dienen de PV cellen op frames te worden geplaatst.

Oriëntatie

De meest gunstige oriëntatie is in Nederland 185° (5° zuidwest). (Bron: SenterNovem / RVO)

Het totale dakoppervlak wordt maximaal met 40% PV panelen belegd.

6.3 Berekeningen zonne-energie

Onderstaand zijn per Wp de uitkomsten van de op te wekken energie middels PV cellen gegeven. Deze berekeningen geven aan dat duurzame energieopwekking middels PV installaties technisch en financieel haalbaar zijn.

6.4 Uitgangspunten voor de investeringsraming

De prijzen per Wp zijn ontleend aan een (internet)survey van de huidige marktprijzen. Daaraan zijn toegevoegd de kosten voor installatie, alsmede de kosten voor bouwkundige voorzieningen, zoals voorzieningen op daken en het plaatsen van de PV cellen op montageframes. Dit laatste om de PV cellen in de meest gunstige opstellingshoek te plaatsen.

Energieopwekking m.b.v. PV cellen			
Investeringskosten			
Investeringskosten per WP	PV cellen	€	1,06
	Omvormers	€	0,25
	Montageframes	€	0,55
	Bekabelingen	€	0,12
	Totaal	€	1,98

6.5 Opbrengsten

De opbrengsten van duurzame energieopwekking zijn als volgt:

Energieopwekking m.b.v. PV cellen		
Aantal zonne-uren Terneuzen (Bron: KNMI)		1700
Opwekkings en transportverliezen		5,1%
Opwekking per WP eerste jaar	0,93	KWh/jaar
Gemiddelde opw. per WP over 20 jaar, incl. degradatie	0,85	KWh/jaar

7 Overige duurzame opwekking

7.1 Biodiesel WKK

Een WKK installatie gevoed met bio diesel is niet meegenomen in deze duurzame energie opzet. Het opwekken van elektra door een WKK installatie, is alleen kosten dekkend indien de warmte nuttig kan worden aangewend. Daar is in dit geval geen sprake van. De bestaande aanliggende woonwijk biedt daar geen financieel haalbare mogelijkheden voor.

Het leveren van warmte en/of koude (via een absorptie koelmachine) aan het nabij gelegen Dow Benelux is niet onderzocht.

Het benodigde vermogen voor de eigen gebouwen is te gering om een WKK rendabel in te kunnen zetten.

7.2 Overige duurzame opwekking

Gebruikmaking van overige mogelijke energiebronnen, zoals

- getijdenenergie,
- golfslag,
- blue energie,
- temperatuurverschillen

worden in dit rapport niet behandeld daar deze, na een korte inventarisatie, in de verkenningfase niet haalbaar bleken.

8 Berekeningen

8.1 Variant D01: Gekromde roldeuren en Basculebrug en zoet-zout scheiding 75%

Op basis van de berekende waarden zoals weergegeven in hoofdstuk 2.1 en de uitgangspunten in hoofdstuk 2.2 is het te verwachten energiegebruik als volgt bepaald:

Variant D01: 145 Schutningen per week		gebruik /jaar (kWh)	incl. energie-besparing. (kWh)
Opslag	4000 m2	63.040	54.640
Noodstroom	500 m2	6.380	5.680
Kantoor	1000 m2	124.260	110.400
Techniek	2976 m2	61.782	49.283
Opslag reserveonderdelen	4000 m2	63.040	54.640
Buitenverlichting		38.617	19.309
Deuren	20,7 Schutningen p.d	249.725	249.725
Bruggen	20,7 Schutningen p.d	208.104	197.699
Blowers	Opgegeven waarde	16.000.000	16.000.000
Totaal		16.814.948	16.741.375
Gemiddelde belasting (KW)		1.919,5	1.911,1

Gezien het benodigde vermogen en de mogelijkheden om dit duurzaam op te wekken, is gekozen voor een 'energiemix' van water - wind - zon. De hoeveelheid op te wekken energie uit waterkracht is begrenst door de debieten. Daardoor is dit als een vaste waarde in de berekeningen gehanteerd.

De op te wekken vermogens met windenergie zijn lineair gekoppeld aan het aantal windturbines. In deze rapportage zijn wij uitgegaan van verticale turbines (zie de paragraaf windenergie). Het totaal benodigde vermogen is derhalve zoveel als mogelijk ingevuld met de water- en windturbines en PV cellen.

Dit leidt tot de volgende berekeningen:

Energieopwekking, Variant D01		opwekking /jaar (kWh)	incl. energie-besparing. (kWh)
Waterkracht	vaste waarde	1.006.069	1.006.069
Windenergie	6 turbines	3.824.528	3.824.528
Zonne-energie		1.130.253	1.130.253

Het aandeel van de duurzaam op te wekken energie ten opzichte van het energiegebruik is:

Aandeel van energiegebruik	zonder energie besparing	met energie besparing
Waterkracht	6,0%	6,0%
Windenergie	22,7%	22,8%
Zonne-energie	6,7%	6,8%
Totaal	35,4%	35,6%

De te verwachten investeringen bedragen:

Investerings in duurzame energie, variant D01		Zonder energiebesparing	Met energiebesparing
Waterkracht	vaste waarde	€ 1.072.500	1.072.500
Windenergie	6 turbines	€ 8.580.000	8.580.000
Zonne-energie		€ 2.618.463	€ 2.618.463
	Oppervlakte (m2)	4.990	4.990
Totaal investering		€ 12.270.963	€ 12.270.963

8.2 Variant D02: Rechte roldeuren en Basculebrug en zoet-zout scheiding 50%

Op basis van de berekende waarden zoals weergegeven in hoofdstuk 2.1 en de uitgangspunten in hoofdstuk 2.2 is het te verwachten energiegebruik als volgt bepaald:

Variant D02: 145 Schuttingsen per week		gebruik /jaar (kWh)	incl. energiebesparing. (kWh)
Opslag	4000 m2	63.040	54.640
Noodstroom	500 m2	6.380	5.680
Kantoor	1000 m2	124.260	110.400
Techniek	2976 m2	61.782	49.283
Opslag reserveonderdelen	4000 m2	63.040	54.640
Buitenverlichting		38.617	19.309
Deuren	20,7 Schuttingsen p.d	184.981	184.981
Bruggen	20,7 Schuttingsen p.d	208.104	197.699
Blowers	Opgegeven waarde	7.600.000	7.600.000
Totaal		8.350.204	8.276.631
Gemiddelde belasting (KW)		953,2	944,8

Gezien het benodigde vermogen en de mogelijkheden om dit duurzaam op te wekken, is gekozen voor een 'energiemix' van water - wind - zon. De hoeveelheid op te wekken energie uit waterkracht is begrenst door de debieten. Daardoor is dit als een vaste waarde in de berekeningen gehanteerd.

De op te wekken vermogens met windenergie zijn lineair gekoppeld aan het aantal windturbines. In deze rapportage zijn wij uitgegaan van verticale turbines (zie de paragraaf windenergie). Het totaal benodigde vermogen is derhalve zoveel als mogelijk ingevuld met de water- en windturbines en PV cellen.

Dit leidt tot de volgende berekeningen:

Energieopwekking, Variant D02		opwekking /jaar (kWh)	incl. energiebesparing. (kWh)
Waterkracht	vaste waarde	1.006.069	1.006.069
Windenergie	6 turbines	3.824.528	3.824.528
Zonne-energie		1.130.253	1.130.253

Het aandeel van de duurzaam op te wekken energie ten opzichte van het energiegebruik is:

Aandeel van energiegebruik	zonder energie besparing	met energie besparing
Waterkracht	12,0%	12,2%
Windenergie	45,8%	46,2%
Zonne-energie	13,5%	13,7%
Totaal	71,4%	72,0%

De te verwachten investeringen bedragen:

Investerings in duurzame energie, variant D02	Zonder energiebesparing	Met energiebesparing
Waterkracht vaste waarde	€ 1.072.500	1.072.500
Windenergie 6 turbines	€ 8.580.000	8.580.000
Zonne-energie	€ 2.618.463	€ 2.618.463
Oppervlakte (m2)	4.990	4.990
Totaal investering	€ 12.270.963	€ 12.270.963

8.3 Variant D03: Rechte roldeuren, geen brug

Op basis van de berekende waarden zoals weergegeven in hoofdstuk 2.1 en de uitgangspunten in hoofdstuk 2.2 is het te verwachten energiegebruik als volgt bepaald:

Variant D03: 145 Schutningen per week		gebruik /jaar (kWh)	incl. energiebesparing. (kWh)
Opslag	4000 m2	63.040	54.640
Noodstroom	500 m2	6.380	5.680
Kantoor	1000 m2	124.260	110.400
Techniek	2976 m2	61.782	49.283
Opslag reserveonderdelen	4000 m2	63.040	54.640
Buitenverlichting		38.617	19.309
Deuren	20,7 Schutningen p.d	221.978	221.978
Bruggen		-	-
Blowers		-	-
		-	-
Totaal		579.096	515.929
Gemiddelde belasting (KW)		66,1	58,9

Gezien het beperkte benodigde vermogen ten opzichte van de varianten D01 en D02, is gekozen voor 100% duurzame opwekking met behulp van enkel zonne-energie.

Dit leidt tot de volgende berekeningen:

Energieopwekking, variant D03	opwekking /jaar (kWh)	incl. energiebesparing. (kWh)
Waterkracht nvt		-
Windenergie 0 turbines	-	-
Zonne-energie	579.096	515.929

Het aandeel van de duurzaam op te wekken energie ten opzichte van het energiegebruik is:

Aandeel van energiegebruik	zonder energie besparing	met energie besparing
Waterkracht	0%	0%
Windenergie	0%	0%
Zonne-energie	100%	100%
Totaal	100%	100%

De te verwachten investeringen bedragen:

Investerings in duurzame energie, Variant D03	Zonder energiebesparing	Met energiebesparing
Waterkracht		
Windenergie 0 turbines	€ -	-
Zonne-energie	€ 1.341.595	€ 1.195.254
Oppervlakte (m2)	2.557	2.278
Totaal investering	€ 1.341.595	€ 1.195.254

8.4 Totalen

Onderstaand is de maximale hoeveelheid op te wekken energie aangegeven. Dit voor de verschillende varianten.

Varianten D01 en D02		
Waterkracht	Gemiddeld spuidebiet	12,69 m/sec
Windenergie	6 turbines van elk	1000 KW
Zonne-energie	40% belegging van de daken	12476 m2
Maximale opwekcapaciteit bij 145 schuttingen per week		
Waterkracht		1.006.069 KWh
Windenergie	6 turbines	3.824.528 KWh
Zonne-energie	4.990 m2 PV cellen	1.130.253 KWh
Totaal		5.960.850 KWh

Variant D03		
Maximale opwekcapaciteit bij 145 schuttingen per week		
Waterkracht	niet nader beschouwd	
Windenergie	6 turbines	3.824.528 KWh
Zonne-energie	4.990 m2 PV cellen	1.130.253 KWh
Totaal		4.954.782 KWh

Vanuit de voorgaande berekeningen ontstane totaalbeeld van de nieuwe situatie in de verschillende varianten geven het navolgende overzicht:

Energieopbrengsten voor alle varianten met eventuele netto leveringen aan of netto inkopen van het openbare net:

Totale opwekking (KWH)	energiebehoefte zonder energiebesparing	Levering aan net (+), inkoop (-)	energiebehoefte met energiebesparing	Levering aan net (+), inkoop (-)
Variant D01	16.814.948	-10.854.097	16.741.375	-10.780.524
Variant D02	8.350.204	-2.389.354	8.276.631	-2.315.781
Variant D03	579.096	4.375.685	515.929	4.438.853

Realisatiekosten en aandeel duurzame opwekking voor alle varianten:

Totale investering	zonder energie- besparing	duurzame opwekking	met energie- besparing	duurzame opwekking
Variant D01	€ 12.270.963	35,4%	€ 12.270.963	35,6%
Variant D02	€ 12.270.963	71,4%	€ 12.270.963	72,0%
Variant D03	€ 1.341.595	100%	€ 1.195.254	100%

Teruglevering aan het openbare net geeft de navolgende berekening:

Extra investering teruglevering aan het openbare net	zonder energie- besparing	duurzame opwekking	met energie- besparing	duurzame opwekking (extra)
Variant D01	NVT			
Variant D02				
Variant D03	€ 9.856.868	756%	€ 10.003.209	860%



9 Samenvatting en conclusie

De berekeningen van het energieverbruik in varianten D01 en D02 geven aan dat het gebruik van de blowers het overgrote deel van de totale energiebehoefte beslaat.

Opwekking van duurzame energie door waterturbines bij variant D03: spuien door de Nieuwe Sluis, nivelleren via omloop riool is gezien het grote te installeren vermogen tegen de relatief korte duur van opwekking economisch niet zinvol. De investeringskosten zijn hoog terwijl de opbrengsten minimaal zullen zijn.

Voor de varianten D01 en D02 geldt dat bij 145 schuttingen per week de energiebehoefte (met en zonder het nemen van energiebesparende maatregelen) groter is dan met de beschreven technieken water - wind - zon op de locatie is op te wekken. Dat betekent dat er behoefte zal zijn aan netto elektra afname uit het openbare net.

De varianten D03 kan bij 145 schuttingen per week voorzien worden van volledige dekking door duurzame energie. In deze variant kan voor netto teruglevering aan het openbare net worden gekozen.

De rendementen op de investeringen zijn voor de verschillende varianten in de onderstaande tabellen samengevat. Daarbij is sprake van een verkennend onderzoek waarin de overige kosten en opbrengsten niet zijn meegenomen. Deze kosten en opbrengsten zijn onder meer:

- prijsontwikkelingen energie
- inflatie
- afschrijvingen
- financieringslasten
- verzekeringen
- grondkosten
- precario
- gebiedsgebonden bijdragen
- belastingen
- sloopkosten bij einde levensduur
- monitoring van schade aan fauna
- subsidies
- energie investeringsaftrek

De kostenvergelijking in de variant: Nieuwe Sluis zonder energiebesparende maatregelen is als volgt:

Kostenvergelijking (zonder energiebesparing)	Energiekosten zonder duurzame opwekking	Netto vermeden energiekosten duurzame opwekking	Investering duurzame opwekking	rendement op investering
Variant D01	€ 2.522.242	€ 792.160	€ 12.270.963	6,5%
Variant D02	€ 1.252.531	€ 792.160	€ 12.270.963	6,5%
Variant D03	€ 86.864	€ 61.017	€ 1.341.595	4,5%

	Bruto opbrengsten met duurzame opwekking	Onderhouds kosten	overige kosten en opbrengsten
Variant D01	€ 894.128	€ 101.968	
Variant D02	€ 894.128	€ 101.968	
Variant D03	€ 86.864	€ 25.848	



De kostenvergelijking in de variant: Nieuwe Sluis met energiebesparende maatregelen is als volgt:

Kostenvergelijking (met energiebesparing)	Energiekosten zonder duurzame opwekking	netto vermeden energiekosten duurzame opwekking	vermeden kosten energiebesparende maatregelen
Variant D01	€ 2.511.206	€ 792.160	€ 11.036
Variant D02	€ 1.241.495	€ 792.160	€ 11.036
Variant D03	€ 77.389	€ 54.361	€ 9.475

Rendementen (met energiebesparing)	Investering duurzame opwekking	Investering energiebesparende maatregelen	Duurzame opwekking	Energiebesparende maatregelen
Variant D01	€ 12.270.963	€ 225.000	6,5%	4,9%
Variant D02	€ 12.270.963	€ 225.000	6,5%	4,9%
Variant D03	€ 1.195.254	€ 75.000	4,5%	12,6%

De kostenvergelijking in de variant: netto teruglevering aan het openbare net zonder energiebesparende maatregelen is als volgt:

Opbrengsten met teruglevering aan het openbare net (zonder energiebesparing)	Bruto opbrengsten met duurzame opwekking	Onderhoudskosten	overig	netto opbrengsten met duurzame opwekking
Variant D01	nvt			
Variant D02	nvt			
Variant D03	€ 306.298	€ 66.670		€ 239.628

	Investering duurzame opwekking	rendement op investering
Variant D01	nvt	
Variant D02	nvt	
Variant D03	€ 9.856.868	2,4%

De kostenvergelijking in de variant: netto teruglevering aan het openbare net met energiebesparende maatregelen is als volgt:

Opbrengsten met teruglevering aan het openbare net (met energiebesparing)	Bruto opbrengsten met duurzame opwekking	Onderhoudskosten	overig	netto opbrengsten met duurzame opwekking
Variant D01	nvt			
Variant D02	nvt			
Variant D03	€ 310.720	€ 69.490		€ 241.230

	Investering duurzame opwekking	rendement op investering
Variant D01	nvt	
Variant D02	nvt	
Variant D03	€ 10.003.209	2,4%



Conclusie:

- De energiegebruiken van de luchtbellenschermen in de varianten D01 en D02 zijn dusdanig hoog, dat duurzame energieopwekking slechts een deel (D01: ca. 35%, D02: ca. 71%) van de totale energiebehoefte kan dekken.
- Volledige duurzame energieopwekking voor de energiebehoefte van de Nieuwe Sluis is enkel in variant D03 mogelijk.
- Het rendement op de in dit rapport geselecteerde en beschreven investeringen bij zowel gedeeltelijke dekking als volledige dekking door duurzame energie is voldoende.
- Het rendement op de in dit rapport geselecteerde en beschreven investeringen voor energiebesparende maatregelen is voldoende.
- Opwekken van energie die in variant D03 terug geleverd wordt aan het openbare net is slechts marginaal rendabel.
- De duurzame energieopwekking en energiebesparende maatregelen is mogelijk door gebruik te maken van bekende technieken en voorspelbare levensduur van de technische installaties en onderdelen, die voldoende rendement opleveren.

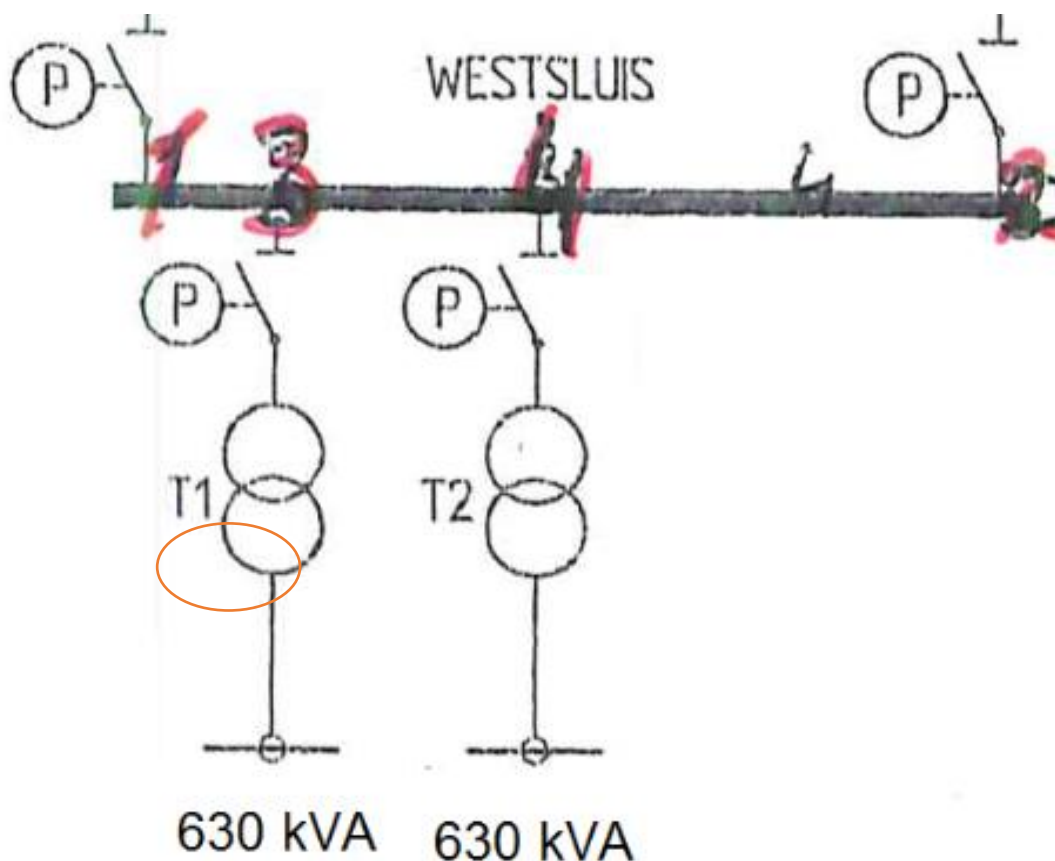
Bijlage 1: Opstelling meting Power Analyzer

In de periode van 11-7 t/m 17-7 heeft er op de Westsluis een zogenaamde power analyse gelopen om de vermogens en het verbruik te bemeten van de huidige Westsluis.

De analyse is gedaan met een Ht italia QPA 823. "De PQA823 netspannings analysers van HT-Instruments zijn de ideale data recorders voor monitoren van netspanningskwaliteit, harmonischen, pieken, dalen of voor meten van het energieverbruik in Kwh" (bron:

http://www.metesco.nl/verhuur/elektrotechniek/netanalysers_netkwaliteit/pqa_823_huren)

De power analyse is gedaan op de Westsluis, hieronder is aangegeven waar in de installatie gemeten is. Op de plek van de oranje ovaal is de meting gedaan.



Het aantal schutbewegingen in de gemonitorde week bedraagt 105 keer, ofwel 15 schuttingen/dag. Dit kan als representatief worden beschouwd voor een jaar en komt bovendien goed overeen met het document TO4 Capaciteit en Scheepvaart.



Onderstaande uitgangspunten zijn van toepassing:

Gebruikte instellingen

Instrument info

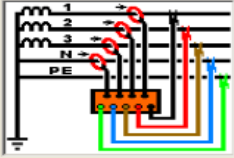
Type	PQA823	Fabrikant	HT
SN.	12020891	Firmware	1.32
Geheugen	14MB		

Instrument datum en tijd

Kalibratie: 17-02-12 00:00

Instrument datum en tijd:

Analysen configureren



VT verh.: 1

Bereik str.tan: 300

Systeem type: 3ph4w+P

Freq.: 50

Type str.tan: FlexInt

Basisinstellingen

Taal: Nederlands

Baud rate:

Opname tijd

Start: HANDMATIG

Einde: HANDMATIG

Startdatum: 11-07-14 08:58

Stopdatum: 17-07-14 08:17

Int.per. [mm:ss]: 01:00

Maximale opnametijd: 5 Dag(en) 22 Uur(en)

☐ Wachtw.

Analysen / Aux

☐ AUX

☒ Analyser

Opname configuratie

Par. Sel: 52

- ☒ Cogeneratie
- ☒ Algemene parameters
 - ☒ Frequentie
 - ☒ Spanningen
 - ☒ Stroom
 - ☒ Werkelijk vermogen/energie
 - ☒ Blind vermogen/energie
 - ☒ Schijnbaar vermogen/energie
 - ☒ Arbeidsfactoren
 - ☒ CosPhi
- ☐ Harmonischen
- ☐ Anomalieën
- ☐ Flicker
- ☐ Onbalans
- ☒ Aanloopstroom Drempel 60A, Bereik 0,2, Modus Vast

Status

☐ Batterij laag

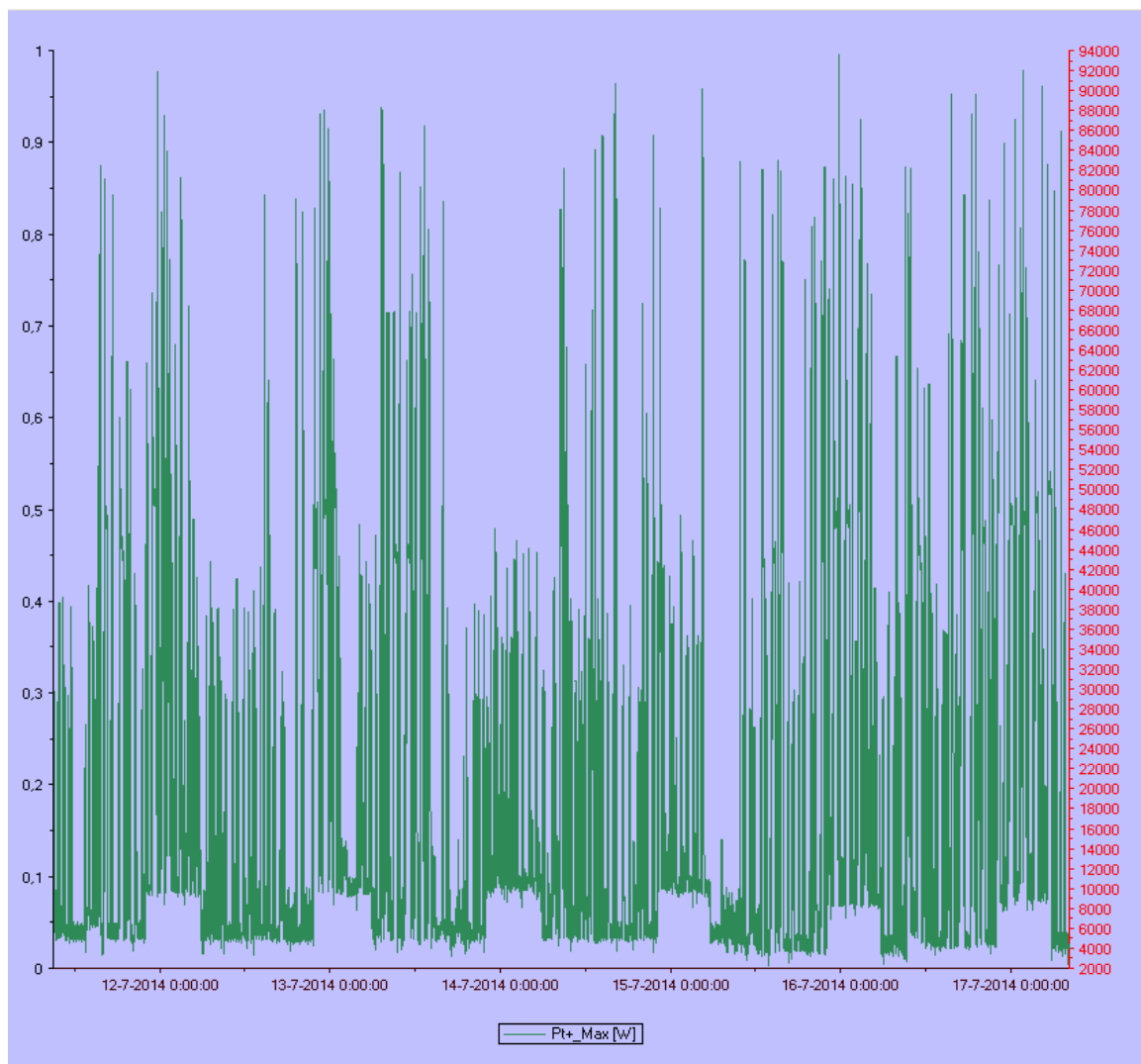
☐ Geheugen vol

☐ Onverw. pauze

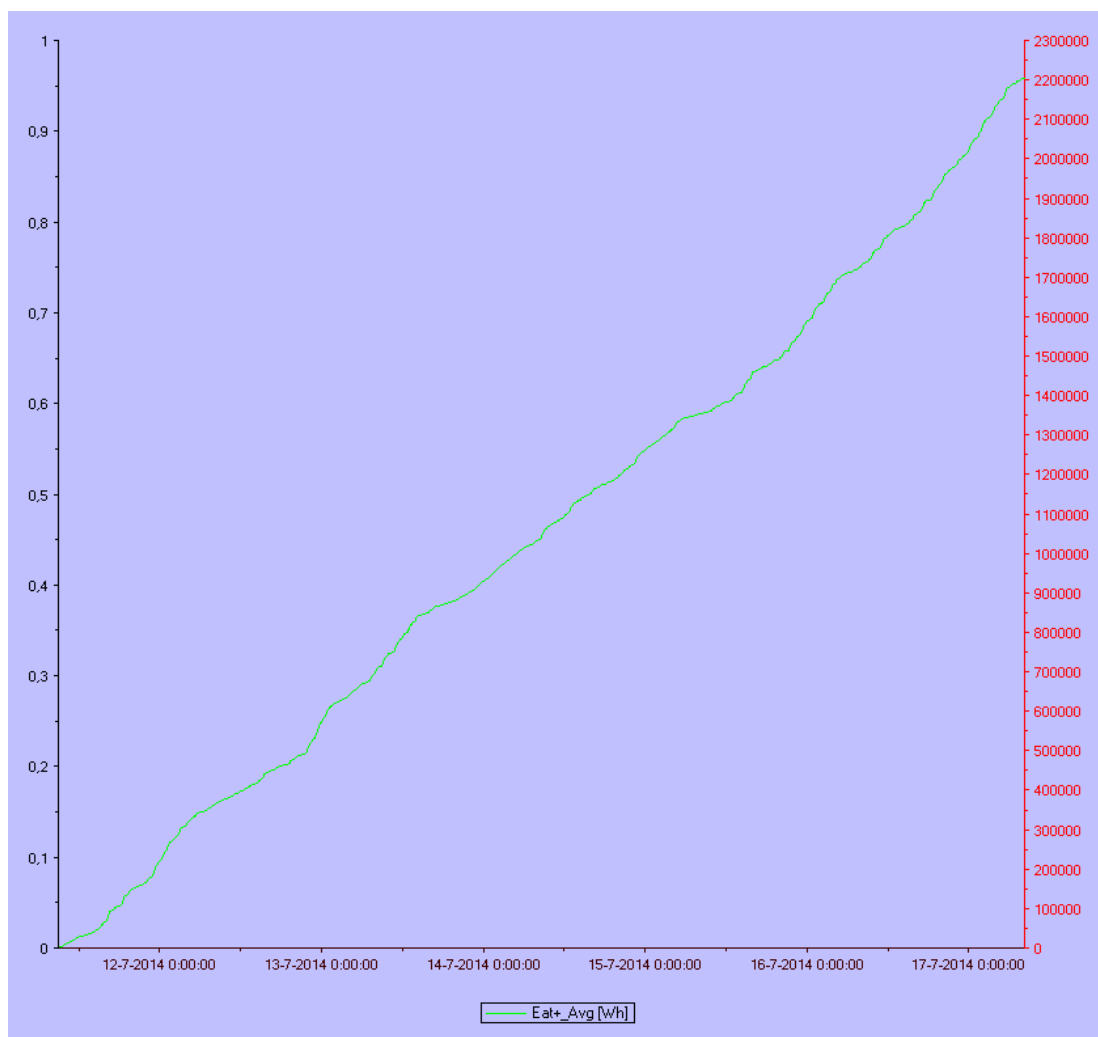
☐ Onjuist DC Tang

Help Print OK

Het maximaal vermogen dat wordt gebruikt is geplot in de onderstaande grafiek.



Het maximaal vermogen dat wordt aangesproken op trafo 1 bedraagt in een piek totaal 94kW. Zie de grafiek hierboven. Het maximaal vermogen dat gemeten is bij de bruggen bedraagt 90 kW en dat van de deuren 55 kW. Het vermogen dat overdag permanent aanwezig is bedraagt ca. 5 kW en gedurende de nacht ca. 9 kW. Van hieruit is een inschatting voor het basisverbruik en de verlichting gedaan.



Het maximaal verbruik over trafo 1 bedraagt vanuit de grafiek hierboven totaal ca. 2200 kWh per trafo. Dit is gedurende 5 dagen en 22 uur (142 uur). Per week komt dit gemiddeld neer op: 2600 kWh per week op trafo 1 en 135.000 kWh per jaar.

Bijlage 2 Tabellen MKI per variant

Object	Procentuele bijdrage MKI	Hoeveelheid	MKI
Variant 1	100%	1 p	43042058,13

Object	Procentuele bijdrage MKI	Hoeveelheid	MKI
Grondwerk	33,64 %	1 p	14477879,37

afgraven	Object	MKI materialen en processen	centuele bijdrage MKI materialen en proces	MKI afvalscenario	centuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur
	Onderhoudsbaggerwerk (cutterzuiger)	1129922,88	7,67%	2170322,041	0	3418500 m3	3300244,92	999,00
aanvullen	Zeezand	4608505,013	11,71%	429810,742	0	677000 m3	5038315,755	999
afgraven	Onderhoudsbaggerwerk (cutterzuiger)	3968996,656	14,26%	2170322,041	0	3418500 m3	6139318,697	999

Hoofden	53,33 %	1 p	22955851,02
---------	---------	-----	-------------

beton	Object	Procentuele bijdrage MKI	Hoeveelheid	MKI
	Betonwerk	43,53%	1 p	18737245,61

Object	MKI materialen en processen	entuele bijdrage MKI materialen en proce	MKI afvalscenario	entuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur
Betonstaal	2866999,51	0,06	-483830,59	0,00	29162 ton	2383168,92	75,00
Onderwaterbeton C30/37	2794575,20	0,07	93730,30	0,00	75550 m3	2888305,50	75,00
Betonmortel C35/45 (CEMIII)	12966169,96	0,31	499601,23	0,00	416593 m3	13465771,19	75,00

staal	Combiwanden bouwkuipen	6,55%	1 p	2820039,405
-------	------------------------	-------	-----	-------------

Object	MKI materialen en processen	entuele bijdrage MKI materialen en proce	MKI afvalscenario	entuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur
Stalen damwand	3375809,795	6,55%	-555770,391	0	34168 ton	2820039,405	75

beton	Trekelementen	0,83%	1 p	356155,06
-------	---------------	-------	-----	-----------

Object	MKI materialen en processen	entuele bijdrage MKI materialen en proce	MKI afvalscenario	entuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur
Groutanker	346916,996	0,83%	9238,058	0	12088 m3	356155,055	75

staal	Deuren en bruggen	2,42%	1 p	1042410,96
-------	-------------------	-------	-----	------------

Object	MKI materialen en processen	entuele bijdrage MKI materialen en proce	MKI afvalscenario	entuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur
Stalen damwand	1247848,212	2,42%	-205437,252	0	12630 ton	1042410,96	75

Kolk	4,25 %	1 p	1830319,718
------	--------	-----	-------------

staal	Object	Procentuele bijdrage MKI	Hoeveelheid	MKI
	Combiwanden met verankering	2,02%	1 p	869810,214

Object	MKI materialen en processen	entuele bijdrage MKI materialen en proce	MKI afvalscenario	entuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur
Stalen damwand	987509,333	1,92%	-162576,828	0	9995 ton	824932,506	75
Heipaal (beton)	45901	0,10%	-1023,292	0	1882 m3	44877,709	75

beton	Betonwerk	1,12%	1 p	481558,973
-------	-----------	-------	-----	------------

Object	MKI materialen en processen	entuele bijdrage MKI materialen en proce	MKI afvalscenario	entuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur
Betonstaal	116893,986	0,23%	-19726,856	0	1189 ton	97167,13	75
Betonmortel C35/45 (CEMIII)	370130,303	0,89%	14261,54	0	11892 m3	384391,843	75

beton	Kolkvloer beton blokken	1,11%	1 p	478950,531
-------	-------------------------	-------	-----	------------

Object	MKI materialen en processen	entuele bijdrage MKI materialen en proce	MKI afvalscenario	entuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur
Betonstaal	86613,626	0,17%	-14616,787	0	881 ton	71996,839	75
Betonmortel C35/45 (CEMIII)	391855,071	0,95%	15098,62	0	12590 m3	406953,692	75

Voorhavens en (front)wanden bouwterrein	8,78 %	1 p	3778008,019
---	--------	-----	-------------

staal

Object	Procentuele bijdrage MKI	Hoeveelheid	MKI					
Combiwanden en damwanden	5,23%	1 p	2250735,436					
Object	MKI materialen en processen	entuele bijdrage MKI materialen en proce	MKI afvalscenario	entuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur	
Stalen damwand	2594694,359	5,04%	-427172,852	0	26262 ton	2167521,507	75	
Groutanker	42962,835	0,10%	1144,058	0	1497 m3	44106,893	75	
Heipaal (beton)	39998,746	0,09%	-891,71	0	1640 m3	39107,036	75	

beton

Betonwerk oa deksloven en ontlastconstructie	1,76%	1 p	756363,416					
Object	MKI materialen en processen	entuele bijdrage MKI materialen en proce	MKI afvalscenario	entuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur	
Betonstaal	183648,415	0,35%	-30992,235	0	1868 ton	152656,181	75	
Betonmortel C35/45 (CEMIII)	581308,751	1,40%	22398,485	0	18677 m3	603707,236	75	

bb

Bodem- en taludbescherming	1,79%	1 p	770909,167					
Object	MKI materialen en processen	entuele bijdrage MKI materialen en proce	MKI afvalscenario	entuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur	
Breuksteen (waterbouw)	743819,467	1,79%	27089,7	0	56715 ton	770909,167	999	

Variant 2	100%	1 p	24352508,62
-----------	------	-----	-------------

Object	Procentuele bijdrage MKI	Hoeveelheid	MKI
Grondwerk	46,9 %	1 p	11420723,92

afgraven	Object	MKI materialen en processen	centuele bijdrage MKI materialen en proces	MKI afvalscenario	entuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur
	Onderhoudsbaggerwerk (cutterzuiger)	940362,905	11,28%	1806220,917	0	2845000 m3	2746583,823	999
aanvullen	Zeezand	3260670,46	14,64%	304105,385	0	479000 m3	3564775,844	999
afgraven	Onderhoudsbaggerwerk (cutterzuiger)	3303143,334	20,98%	1806220,917	0	2845000 m3	5109364,251	999

Hoofden	31,03 %	1 p	7556153,337
---------	---------	-----	-------------

beton

Object	Procentuele bijdrage MKI	Hoeveelheid	MKI
Betonwerk	25,68%	1 p	6254253,853

Object	MKI materialen en processen	entuele bijdrage MKI materialen en proce	MKI afvalscenario	entuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur
Betonstaal	1131384,348	3,86%	-190930,747	0	11508 ton	940453,601	75
Betonmortel C35/45 (CEMIII)	5116649,929	21,82%	197150,323	0	164394 m3	5313800,253	75

staal

Combiwanden bouwkuipen	0,92%	1 p	224989,096
------------------------	-------	-----	------------

Object	MKI materialen en processen	entuele bijdrage MKI materialen en proce	MKI afvalscenario	entuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur
Stalen damwand	269329,709	0,92%	-44340,614	0	2726 ton	224989,096	75

staal

Deuren en bruggen	4,42%	1 p	1076910,388
-------------------	-------	-----	-------------

Object	MKI materialen en processen	entuele bijdrage MKI materialen en proce	MKI afvalscenario	entuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur
Stalen damwand	1289146,752	4,42%	-212236,363	0	13048 ton	1076910,388	75

Kolk	11,58 %	1 p	2820351,75
------	---------	-----	------------

staal

Object	Procentuele bijdrage MKI	Hoeveelheid	MKI
Combiwanden met verankering	5,32%	1 p	1296505,085

Object	MKI materialen en processen	entuele bijdrage MKI materialen en proce	MKI afvalscenario	entuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur
Stalen damwand	1535653,584	5,27%	-252819,573	0	15543 ton	1282834,01	75
Groutanker	13316,47	0,06%	354,604	0	464 m3	13671,074	75

beton

Betonwerk	2,39%	1 p	581648,093

beton	Kolkvloer beton blokken	3,87%	1 p	942198,573				
					</			

Voorhavens en (front)wanden bouwterrein	10,49 %	1 p	2555279,615
---	---------	-----	-------------

staal

Object	Procentuele bijdrage MKI	Hoeveelheid	MKI
Combiwanden en damwanden	5,51%	1 p	1342380,806

Object	MKI materialen en processen	entuele bijdrage MKI materialen en proce	MKI afvalscenario	entuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur
Stalen damwand	1550078,432	5,32%	-255194,383	0	15689 ton	1294884,05	75
Groutanker	41154,779	0,17%	1095,911	0	1434 m3	42250,691	75

beton	Heipaal (beton)	5365,685	0,02%	-119,62	0	220 m3	5246,066	75
	Betonwerk oa deksloven en ontlastconstructie	1,27%	1 p	308545,2				
	Object	MKI materialen en processen	entuele bijdrage MKI materialen en proce	MKI afvalscenario	entuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur
	Betonstaal	74914,396	0,26%	-12642,443	0	762 ton	62271,954	75
bb	Betonmortel C35/45 (CEMIII)	237136,123	1,01%	9137,124	0	7619 m3	246273,247	75
	Bodem- en taludbescherming	2,24%	1 p	546548,297				
	Object	MKI materialen en processen	entuele bijdrage MKI materialen en proce	MKI afvalscenario	entuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur
	Breuksteen (waterbouw)	527342,624	2,24%	19205,673	0	40209 ton	546548,297	999
sloop	Slopen Middensluis	1,47%	1 p	357805,311				
	Object	MKI materialen en processen	entuele bijdrage MKI materialen en proce	MKI afvalscenario	entuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur
	Betonmortel C35/45 (CEMIII)	347516,251	1,47%	10289,059	0	21972 m3	357805,311	75

Variant 3	100%	1 p	38314461,31
-----------	------	-----	-------------

Object	Procentuele bijdrage MKI	Hoeveelheid	MKI
Grondwerk	55,46 %	1 p	21249178,16

afgraven	Object	MKI materialen en processen	centuele bijdrage MKI materialen en proces	MKI afvalscenario	entuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur
	Onderhoudsbaggerwerk (cutterzuiger)	1683894,138	12,84%	3234373,45	0	5094500 m3	4918267,587	999
aanvullen	Zeezand	6568991,636	18,74%	612654,898	0	965000 m3	7181646,534	999
	Onderhoudsbaggerwerk (cutterzuiger)	5914890,585	23,88%	3234373,45	0	5094500 m3	9149264,035	999

Hoofden	24,05 %	1 p	9213195,018
---------	---------	-----	-------------

beton

Object	Procentuele bijdrage MKI	Hoeveelheid	MKI
Betonwerk	18,17%	1 p	6962164,614

Object	MKI materialen en processen	entuele bijdrage MKI materialen en proce	MKI afvalscenario	entuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur
Betonstaal	1011835,915	2,20%	-170755,931	0	10292 ton	841079,984	75
Onderwaterbeton C30/37	1324232,855	3,57%	44414,887	0	35800 m3	1368647,742	75
Betonmortel C35/45 (CEMIII)	4576114,026	12,40%	176322,862	0	147027 m3	4752436,888	75

staal

Combiwanden bouwkuipen	3,53%	1 p	1351997,936
------------------------	-------	-----	-------------

Object	MKI materialen en processen	entuele bijdrage MKI materialen en proce	MKI afvalscenario	entuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur
Stalen damwand	1618448,263	3,53%	-266450,327	0	16381 ton	1351997,936	75

beton

Trekelementen	0,44%	1 p	168767,054
---------------	-------	-----	------------

Object	MKI materialen en processen	entuele bijdrage MKI materialen en proce	MKI afvalscenario	entuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur
Groutanker	164389,523	0,44%	4377,531	0	5728 m3	168767,054	75

staal

Deuren en bruggen	1,91%	1 p	730265,414
-------------------	-------	-----	------------

Object	MKI materialen en processen	entuele bijdrage MKI materialen en proce	MKI afvalscenario	entuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur
Stalen damwand	874185,351	1,91%	-143919,937	0	8848 ton	730265,414	75

Kolk	11,99 %	1 p	4595089,402
------	---------	-----	-------------

staal

Object	Procentuele bijdrage MKI	Hoeveelheid	MKI
Combiwanden met verankering	4,50%	1 p	1725384,095

Object	MKI materialen en processen	entuele bijdrage MKI materialen en proce	MKI afvalscenario	entuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur
Stalen damwand	2065420,972	4,50%	-340036,877	0	20905 ton	1725384,095	75

beton

Betonwerk	6,83%	1 p	2618558,245						
Object	MKI materialen en processen	entuele bijdrage MKI materialen en proce	MKI afvalscenario	entuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur		
Betonstaal	173522,191	0,38%	-29283,348	0	1765 ton	144238,843	75		
Betonmortel C35/45 (CEMIII)	549281,835	1,49%	21164,452	0	17648 m3	570446,287	75		
Onderwaterbeton C30/37	1842089,279	4,97%	61783,837	0	49800 m3	1903873,116	75		

beton

Trekelementen kolkvloer	0,66%	1 p	251147,062
-------------------------	-------	-----	------------

Object	MKI materialen en processen	entuele bijdrage MKI materialen en proce	MKI afvalscenario	entuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur
Groutanker	244632,733	0,66%	6514,329	0	8524 m3	251147,062	75

Voorhavens en (front)wanden bouwterrein	8,5 %	1 p	3256998,733
---	-------	-----	-------------

staal	Object	Procentuele bijdrage MKI	Hoeveelheid	MKI
	Combiwanden en damwanden	3,30%	1 p	1262675,071

beton

Object	MKI materialen en processen	entuele bijdrage MKI materialen en proce	MKI afvalscenario	entuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur
Stalen damwand	1449203,292	3,16%	-238586,985	0	14668 ton	1210616,307	75
Groutanker	43020,233	0,12%	1145,586	0	1499 m3	44165,82	75
Heipaal (beton)	8072,918	0,02%	-179,973	0	331 m3	7892,945	75
Betonwerk oa deksloven en ontlastconstructie	1,02%	1 p	392339,055				
Object	MKI materialen en processen	entuele bijdrage MKI materialen en proce	MKI afvalscenario	entuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur
Betonstaal	95265,158	0,21%	-16076,807	0	969 ton	79188,351	75
Betonmortel C35/45 (CEMIII)	301532,322	0,82%	11618,382	0	9688 m3	313150,704	75

bb

Bodem- en taludbescherming	3,25%	1 p	1244179,296				
Object	MKI materialen en processen	entuele bijdrage MKI materialen en proce	MKI afvalscenario	entuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur
Breuksteen (waterbouw)	1200458,913	3,25%	43720,383	0	91533 ton	1244179,296	999

sloop

Slopen Middensluis	0,93%	1 p	357805,311				
Object	MKI materialen en processen	entuele bijdrage MKI materialen en proce	MKI afvalscenario	entuele bijdrage MKI afvalsce	Hoeveelheid	MKI	Levensduur
Betonmortel C35/45 (CEMIII)	347516,251	0,93%	10289,059	0	21972 m3	357805,311	75