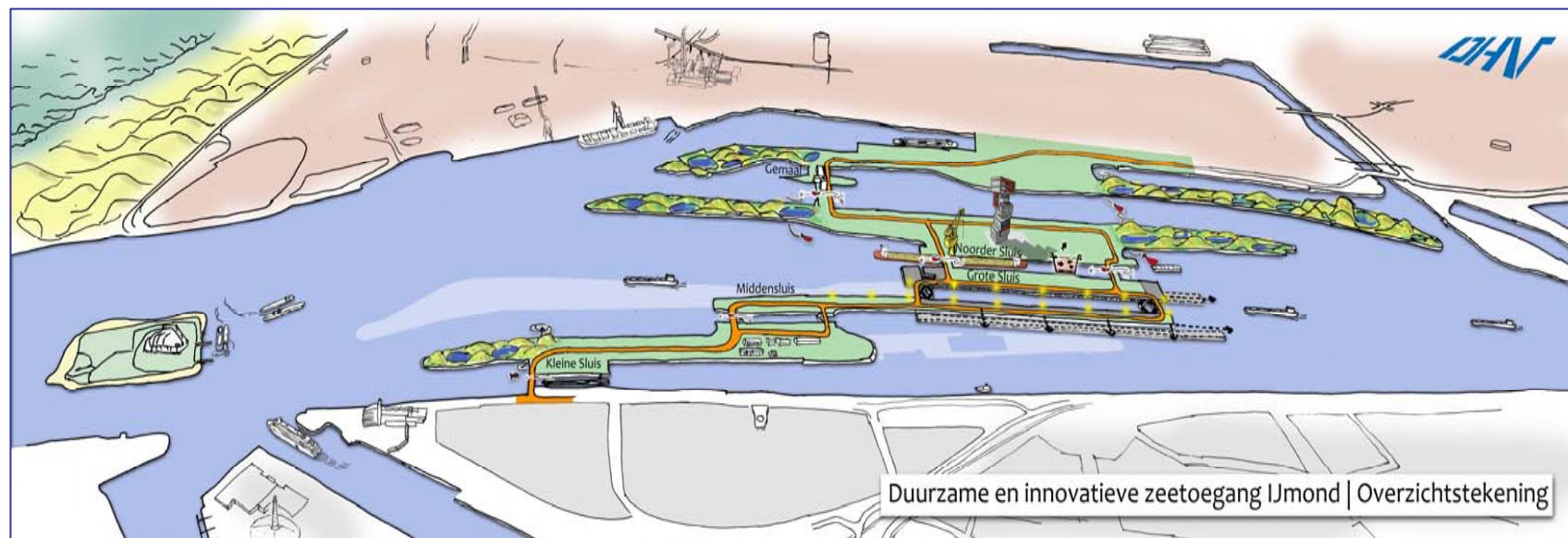


# Zeetoegang IJmond

## Planstudie Nieuwe Zeesluis fase 1 Duurzame en Innovatieve sluis



Duurzame en innovatieve zeetoegang IJmond | Overzichtstekening

Rijkswaterstaat

januari 2012  
eindrapportage

# Zeetoegang IJmond

## Planstudie Nieuwe Zeesluis fase 1 Duurzame en Innovatieve sluis

dossier : BA3334.107.103  
registratienummer : MD-AF20112461  
versie : definitief  
classificatie : Klant vertrouwelijk

Rijkswaterstaat

januari 2012  
eindrapportage

**INHOUD**

	<b>BLAD</b>
1	2
1.1	2
1.2	2
2	3
2.1	3
2.2	4
3	5
3.1	5
3.2	5
3.3	7
4	8
4.1	8
4.2	8
5	10
5.1	10
5.2	10
6	11
6.1	11
6.2	11
6.3	13
7	14
7.1	14

**INHOUD**

	<b>BLAD</b>
8	16
8.1	16
8.2	16
8.3	16
8.4	18
8.5	18
9	19
9.1	19
9.2	20
9.3	20
9.4	21
9.5	21
10	23
10.1	23
10.2	23
10.3	23
11	24

**BIJLAGEN**

1	Geïnterviewde personen en deelnemers aan de workshops
2	Mogelijke oplossingsrichtingen
3	Ontwerpoplossingen (longlist)

## 1 INLEIDING EN KADERSTELLING

Voorliggend rapport: 'Duurzame en innovatieve Zeetoegang IJmond' is het resultaat van een project gericht op het verduurzamen van het ontwerp van de Zeetoegang.

### 1.1 Groot project, grote kans

Het ontwerp en de bouw van de nieuwe Zeetoegang IJmond is een grote en complexe opgave. Door de omvang van het project hebben veel keuzes een groot effect op de omgeving en op bijvoorbeeld de materiaalbehoefte. Door de complexiteit van het project komen daarbij verschillende kansen voor synergie voor.

Naast de kansen binnen de fysieke opgave past deze verkenning ook binnen de doelstelling van RWS om op duurzame wijze invulling te geven aan haar projecten (zie kader).

### 1.2 Doelstelling

In de vraagspecificatie voor de *Proof of Concept* van de Zeetoegang wordt gesproken over 'beoordelen van varianten op duurzaamheid (energieverbruik en materiaalgebruik)'. Het doel van deze studie is (beter inzicht te krijgen in de mogelijkheden) om een duurzaam en innovatief ontwerp voor de nieuwe zeesluis te realiseren. Zodanig dat ook het draagvlak voor het project wordt vergroot en zorgt voor uitstraling.

#### RWS Beleid Duurzaamheid

De komende jaren richt Rijkswaterstaat zich op:

**Energie:** vermindering van energiegebruik en gebruik van duurzame energie. Ambitie: In 2020 zijn de objecten van Rijkswaterstaat zelfvoorzienend op het gebied van energie. Rijkswaterstaat levert een substantiële bijdrage aan de rijksbrede ambitie van 20% duurzame energie.

**Duurzaam materiaalgebruik:** gebruik van duurzame materialen, hergebruik of afbreekbaarheid van materialen, te verwachten onderhoud tijdens de levensduur en zo min mogelijk afval. Ambitie: In 2020 is de CO<sub>2</sub>-emissie van Rijkswaterstaat in lijn met de rijksbrede ambitie, 30% minder dan in 1990.

**Duurzame productiemethoden:** optimaliseren van logistieke processen en productiewijzen. Ambitie: In 2020 zijn binnen het bereik van Rijkswaterstaat de productiemethoden zo ingericht dat de CO<sub>2</sub>-emissie, in lijn met de rijksbrede ambitie, met 30% is teruggebracht ten opzichte van 1990.

**Ruimtelijke kwaliteit van de infrastructuur:** inpassing in de omgeving. Ambitie: De infrastructuur van Rijkswaterstaat moet in 2020 een positieve bijdrage leveren aan de omgeving en maatschappij.

Bron: [www.rijkswaterstaat.nl/kenniscentrum](http://www.rijkswaterstaat.nl/kenniscentrum)

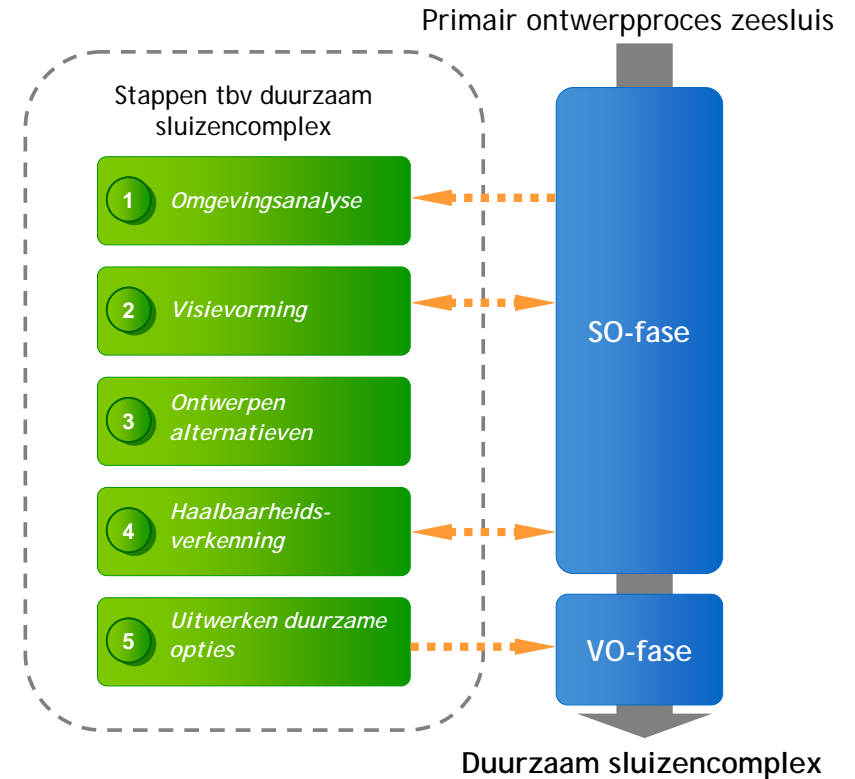
## 2 AANPAK EN WERKWIJZE

### 2.1 Paralleelproces

Voor deze opgave maken wij in een parallel proces gebruik van onze 'GreenSteps' aanpak. Dit is een door DHV ontwikkelde werkwijze om het 'begrip' duurzaamheid te vertalen in concrete projectdoelstellingen en duurzaamheidsmaatregelen.

Om het primaire ontwerpproces – met kritieke planning – niet te verstoren is deze verkenning opgezet in een parallelproces. Figuur 1 geeft de verschillende stappen van dit proces en de afstemming met het primaire ontwerpproces. De stappen zijn in de navolgende paragraaf toegelicht.

Ook vindt uitwisseling van inzichten en resultaten plaats met het project "pilot toepassing DuboCalc in de planfase". Daarin fungeert Zeetoeegang IJmond als pilot (naast de Via15). Resultaten hieruit zijn nog niet beschikbaar voor verwerking in deze rapportage.



Figuur 1: Parallel werkproces

## 2.2 Gestructureerde aanpak

Op dit moment zijn stap 1 t/m 3 doorlopen en in dit document uitgewerkt. Stap 4 t/m 5 zijn onderdeel van het vervolg.

### 1. Omgevingsanalyse

In de omgevingsanalyse staat de vraag centraal: welke is de scope van het project en welke kansen zijn om de maatschappelijke waarde te vergroten.

Input is verkregen uit interviews met verschillende stakeholders (zie bijlage 1). Daarbij is gekozen om in deze fase geen 'externe' stakeholders te betrekken.

Ook zijn relevante voorbeeldprojecten, beleidsstukken en studies verkend. De resultaten zijn benut voor stap 2.

### 2. Visievorming

In de visievorming stond de vraag centraal: hoe ziet een 'ideale' duurzame en innovatieve zeesluis eruit en wat zijn realistische projectdoelen? Op 29 augustus 2011 heeft hiervoor een workshop plaatsgevonden. Aan de workshop hebben direct betrokken deelgenomen met verschillende achtergronden en rollen in het project (zie bijlage 1). Het resultaat hiervan is opgenomen in hoofdstuk 3.

### 3. Ontwerpen alternatieven

In deze stap zijn in een tweetal workshops in oktober 2011 met deelnemers van DHV en Iv-Infra concepten uitgewerkt waarmee invulling wordt gegeven aan de in dit document beschreven visie en doelen voor een duurzame en innovatieve zeesluis. Het resultaat hiervan is uitgewerkt in hoofdstuk 4.

### 4. Haalbaarheidsverkenning

De duurzame concepten worden getoetst op inpasbaarheid in het primaire proces. De inpasbaarheid hangt daarbij af van de technische eigenschappen, risico's en de planning. Deels zijn oplossingen ook al verwerkt in het ontwerpproces.

### 5. Uitwerken duurzame opties

DHV werkt de inpasbare concepten verder uit voor het voorlopig ontwerp (VO).

### 3 VISIE DUURZAME EN INNOVATIEVE ZEETOEGANG

#### 3.1 Betekenis geven aan duurzaamheid

Op 29 augustus 2011 heeft een workshop 'Duurzame en innovatieve Zeetoegang IJmond' plaatsgevonden. In de bijeenkomst is op zoek gegaan naar concretisering van duurzaamheid specifiek voor het project Zeetoegang IJmond. Dit heeft geresulteerd in een vijftal 'principes' die vanuit het perspectief van een duurzame ontwikkeling richtinggevend zijn voor het ontwerp. Aansluitend zijn deze principes geconcretiseerd in doelen. Principes en doelen zijn opgenomen in paragraaf 3.2. Tevens zijn in de workshop mogelijke oplossingsrichtingen in beeld gebracht, deze zijn opgenomen in bijlage 2.

Bij de gekozen principes gaat het nadrukkelijk om keuzes van de deelnemers. Dit vanuit het besef dat niet alles kan en niet alles even belangrijk is.

#### 3.2 Principes en doelen

De vijf gekozen principes zijn:

1. optimale logistiek
2. flexibele sluis
3. ecologisch ingepast
4. extra gebruiksfuncties
5. gesloten kringlopen

Navolgend zijn de principes kort beschreven, evenals de concretisering daarvan in doelen voor het project.

#### 1. Optimale logistieke afhandeling scheepvaart

De logistieke afhandeling van de schepen in de sluis is geoptimaliseerd. De sluiscapaciteit wordt daarbij optimaal benut en schepen beperken energiegebruik en (lokale) emissies door het aanpassen van vaarsnelheid gericht op minimale wachttijd bij het complex.

Doelen "optimale logistiek"

- De sluisplanning is geoptimaliseerd waardoor de capaciteit van de sluis beter wordt benut, langduriger toereikend is en wachttijden, (lokale) emissies en energiegebruik beperkt worden.

*"Voorheen was het: wie het eerst komt wie het eerst maalt. Daar valt enorm veel winst te halen!"*

#### 2. Flexibele sluis

De flexibele sluis vormt geen belemmering voor toekomstige ontwikkelingen in de scheepvaart, de sluis groeit mee! De flexibele sluis is eenvoudig aanpasbaar aan toekomstige veranderingen van afmetingen van schepen en ontwikkelingen in het achterliggende havengebied. De sluis is ook geschikt voor het schutten van (combinaties van) schepen met verschillende afmetingen. Door een flexibele sluis worden in de toekomst bouwkosten bespaard en is een getrapte investering mogelijk. Ook is een efficiënt schutproces mogelijk met een lagere zoet-zout uitwisseling en worden bouwgrondstoffen efficiënt benut.

Doelen “flexibele sluis”

- De kolk is geschikt voor het efficiënt schutten van (combinaties van) schepen met verschillende afmetingen.
- De kolk is in de toekomst eenvoudig aanpasbaar aan veranderingen van afmetingen van schepen en ontwikkelingen in het achterliggende havengebied: de sluis is geen belemmering, de sluis groeit mee!

*“Het zou de ultieme situatie zijn als we nu iets weten te verzinnen waardoor we later de sluis gemakkelijk kunnen aanpassen.”*

### 3. Ecologisch ingepast

De sluis is goed passeerbaar voor trekvissen. In de nieuwe sluis is voorzien in passagemogelijkheden en ook de andere sluizen zijn daarop aangepast. Zoutindringing versterkt het aquatisch ecosysteem (ook in extreme perioden van droogte) en leidt niet tot afwenteling van de zoutlast op de omgeving.

Doelen “ecologisch ingepast”

- Het sluiscomplex met de nieuwe sluis is passeerbaar voor trekvissen. Bepalende soorten zijn glasaal en stekelbaars.
- Zoutindringing versterkt het ecosysteem, ook tijdens extreme periodes van droogte en leidt niet tot afwenteling naar de omgeving.

### 4. Extra gebruiksfuncties

Naast de primaire functies vervult de sluis extra ‘gebruikersfuncties’. Te denken valt aan recreatief medegebruik. Het draagvlak en een positieve beleving van de sluis zijn daardoor versterkt.

Doelen “extra gebruiksfuncties”

- De inrichting en vormgeving zijn gericht op (toekomstig) medegebruik van de sluis voor andere dan de primaire functies. Veiligheidsaspecten en primaire functie van de sluis komen niet in gevaar.

*“Laten zien wat we aan het doen zijn, daar mogen we best trots op zijn!”*

### 5. Gesloten kringlopen

De duurzame en innovatieve Zeetoegang is zelfvoorzienend voor energie en draagt bij aan gesloten materiaalkringlopen. Ook is de sluis zo ontworpen en gebouwd dat de logistieke processen voor de bouw, productie van materialen en onderhoud geoptimaliseerd zijn op energie, milieulasten en kosten over de gehele levensduur. Het onderhoud van de sluis is geoptimaliseerd naar beschikbaarheid, kosten en milieulasten.

Doelen “gesloten kringlopen”

- De sluis is ‘state-of-the-art’ in energiebesparing (gebruiksfase).
- Alle energiegebruik van de nieuwe sluis is lokaal op duurzame wijze opgewekt. Als ‘zoutsturing’ nodig is, zal nader worden onderzocht of de doelstelling haalbaar is.
- Ontwerp, onderhoud en materiaalgebruik zijn geoptimaliseerd op beschikbaarheid, kosten (LCC) en milieulasten (LCA).

*“We hebben een unieke situatie, we hebben een enorme bak (Noordersluis) die je wellicht een rol kunt laten spelen.”*



### 3.3 Toetsen op compleetheid

Om te controleren of belangrijke aspecten zijn vergeten, is een check uitgevoerd met behulp van de Omgevingswijzer<sup>1</sup> (zie tabel 1). Naar aanleiding hiervan zijn - voor het ontwerp - geen aanvullende aspecten geselecteerd.

De niet gekozen aspecten zijn al verwerkt in de uitgangspunten van het project (bijvoorbeeld klimaatbestendig en maximaliseren concurrentie) of kunnen pas in de contractfase worden opgenomen (werkgelegenheid).

Tabel 1: Duurzaamheidsaspecten Omgevingswijzer in relatie tot de vijf principes.

	<b>Principes (Duurzame Zeetoegang)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
	<b>Duurzaamheidsaspecten (Omgevingswijzer)</b>	<b>Optimale logistiek</b>	<b>Flexibele sluis</b>	<b>Ecologisch ingepast</b>	<b>Extra functies</b>	<b>Gesloten kringlopen</b>
1	Duurzaam watersysteem		x	x		
2	Bewust omgaan met de bodem					x
3	Energie		x			x
4	Robuuste ecologische en landschappelijke infrastructuur		x	x		
5	Duurzame mobiliteit	x				
6	Klimaatbestendigheid					
7	Duurzaam Bouwen		x			x
8	Faciliteer sociale betrokkenheid				x	
9	Kwalitatieve openbare ruimte en functies				x	
10	Verbeterde toegankelijkheid en verbindingen	x			x	
11	Beïnvloeden van gezondheid en welzijn	x			x	
12	Financiële haalbaarheid garanderen		x			
13	Maximaliseren van gezonde concurrentie					
14	Toename van werkgelegenheid en vaardigheden					

<sup>1</sup> De Omgevingswijzer is een hulpmiddel om in een vroeg stadium van een project vast te stellen welke de ambities zijn. De Omgevingswijzer wordt op dit moment door RWS nog verder ontwikkeld en getest.

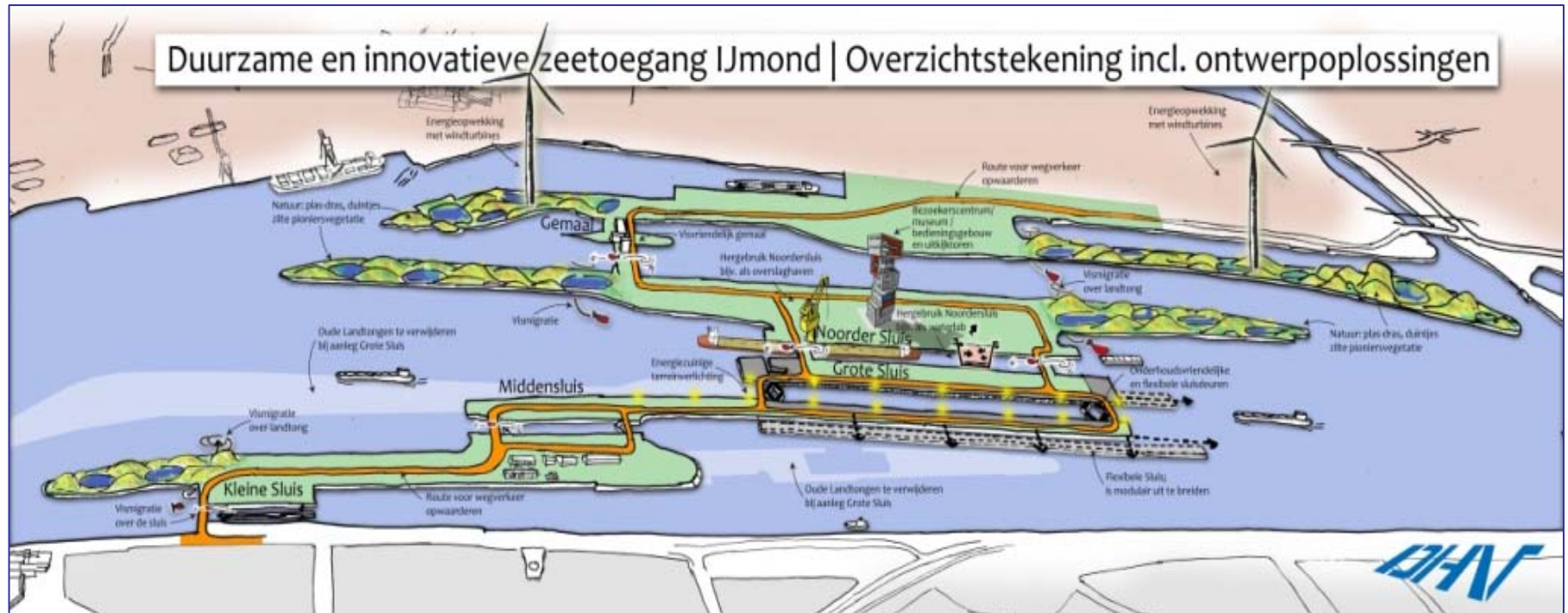
## 4 ONTWERP DUURZAME EN INNOVATIEVE ZEESLUIS

### 4.1 Ontwerpateliers

In een tweetal ontwerpateliers (oktober en november 2011) is met het ontwerpteam van de Zeetoegang invulling gegeven aan de principes en doelen voor een duurzame en innovatie zeesluis. De ateliers zijn gericht op het ontwikkelen van integrale en samenhangende oplossingen. De werkvorm en deelnemers met verschillende disciplines zijn daarop afgestemd. In bijlage 3 is een overzicht gegeven van alle bedachte oplossingen.

### 4.2 Overall beeld

Op de overzichtskaart hieronder is het duurzame en innovatieve ontwerp op hoofdlijnen weergegeven. Het geeft een samenhangend beeld van de verschillende maatregelen waarmee invulling wordt gegeven aan de principes en doelen. De maatregelen zijn in de navolgende hoofdstukken per principe nader toegelicht en voorzien van detailschetsen.



## 5 OPTIMALE LOGISTIEK

### 5.1 Optimale sluisplanning

Door het optimaliseren van de sluisplanning kan de capaciteit van de sluis beter worden benut (werken met slots). De verwachting is dat er nog veel winst te halen is met een betere sluisplanning. Dit is echter geen onderdeel van de voorliggende ontwerppoging en is hier dus niet nader uitgewerkt.

### 5.2 Optimale afmetingen en alternatief zandschepen

Het optimaliseren van de afhandeling van schepen is primair een opgave voor een goede logistieke planning van de afhandeling van schepen. In het ontwerp en gebruik van het sluisencomplex kan een optimale benutting van de nieuwe sluis wel worden ondersteund.

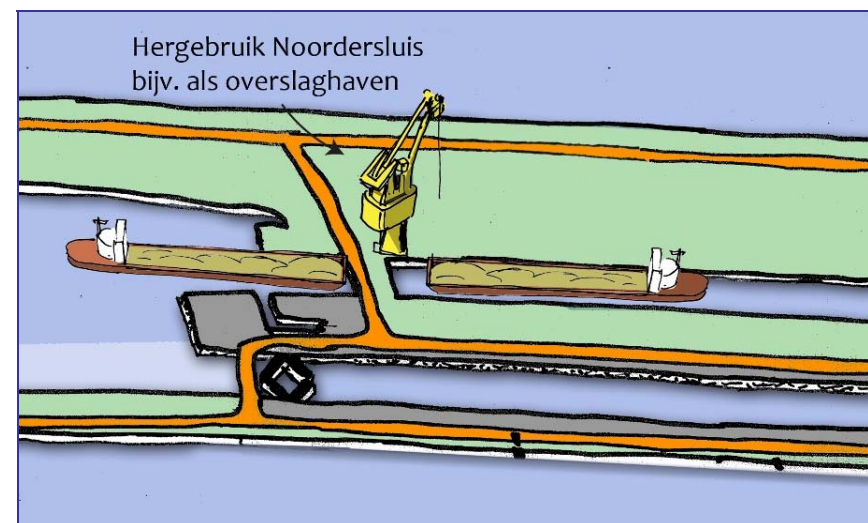
Een eerste mogelijkheid daarvoor is de grote hoeveelheid kleine zandschepen op alternatieve wijze het complex te laten passeren. De sluis is dan maximaal inzetbaar voor grote schepen. Deze maatregel is ook een alternatief voor *hergebruik Noordersluis* (zie hoofdstuk 9). De schets hiernaast geeft een beeld hoe dit eruit zou zien. Zand wordt van zeeschepen gelegen aan de buitenzijde overgebracht naar binnenvaartschepen gelegen in de Noordersluis. In de schets gebeurt dit overhevelen met een kraan maar dit zou ook anders kunnen. Een andere mogelijkheid is het schutvolume te optimaliseren waardoor de schutsnelheid maximaal is.

Op deze maatregel wordt nader ingegaan bij de uitwerking van *flexibel schutvolume* als onderdeel van *flexibele kolk* (hoofdstuk 6)

Tot slot is een flexibele kolk grootte een mogelijkheid om een optimale logistieke afhandeling op de lange termijn te garanderen. Ook deze maatregel is nader uitgewerkt bij de uitwerking van een *flexibele kolk* (hoofdstuk 6).

#### *Hoe verder?*

Een overslagstation voor zandschepen en de flexibele kolk worden nader onderzocht op de haalbaarheid (zie ook hoofdstuk 6 en 9). De optimale sluisplanning wordt meegenomen in een ander spoor dan deze fysieke ontwerppoging (zie aanbevelingen hoofdstuk 10).



## 6 FLEXIBELE KOLK

### 6.1 Kolk ontworpen voor flexibiliteit

De flexibele kolk is geschikt voor het *efficiënt schutten* van (combinaties van) schepen met verschillende afmetingen en is in de *toekomst eenvoudig aanpasbaar* aan veranderingen van afmetingen van schepen.

### 6.2 Eenvoudig aanpasbaar

#### Minimale afmetingen kolk

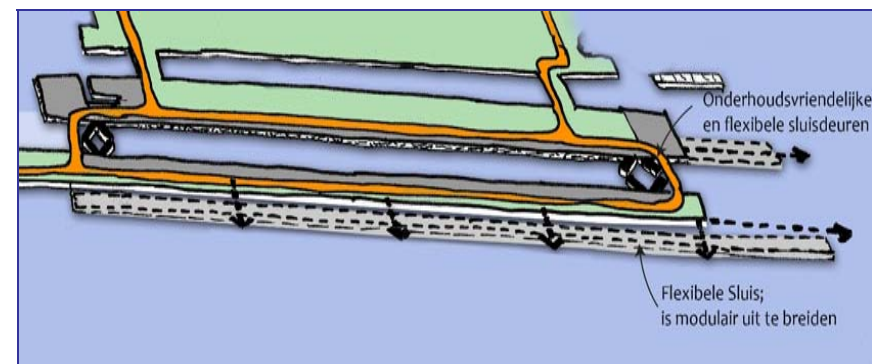
Gezien de onzekerheid van toekomstige ontwikkelingen is er voor gekozen de initiële investeringen zo laag mogelijk te houden en dus uit te gaan van een minimale kolk grootte van 400 (l) x 50 (b) x 15 (d) meter. In het ontwerp wordt echter wel geanticipeerd op veranderingen. Dit betekent dat er is gekozen voor ruimtereservering voor latere aanpassingen en eenvoudig aanpasbaarheid van de constructies in lengte, breedte en diepte door gebruikmaking van modulaire systemen. Hierna zijn deze nader toegelicht.

#### Ruimtereservering

De zuidzijde (waterkant) wordt zoveel mogelijk vrij gehouden van installaties en constructies voor latere verbreding. De eventuele verlenging van de kolk zal plaatsvinden aan de binnenzijde (oostzijde) waardoor daar ook de ruimtereservering zal plaatsvinden. De nautische ruimte is hier echter wel beperkt.

#### Modulair bouwsysteem

Het aanpassen van een kolk kan alleen als daarbij nu de juiste ontwerpkeuzes worden gemaakt ten aanzien van type wanden, deuren (en deurkasten) en ook de vloer. In de schets hieronder is dit schematisch weergegeven. Op de schets is te zien hoe de wanden en de vloer bestaan uit elementen, waardoor aanpassingen kunnen worden gedaan.



Wanden

Voor een modulair wandstelsel onderscheiden we twee alternatieve opties: een cellenwand en een kistdam. Beide opties gaan uit van een breedte van 50 m die aanpasbaar is tot een breedte van 70 m. De verbreding zou dan plaats vinden aan de zuidzijde van de sluis.

Optie 1: Voor de wanden wordt gekozen voor een modulaire cellenwand van beton. Deze wanden kunnen eenvoudig in lengte worden aangepast. Het feit dat de cellenwand een relatief smalle constructie is, die ook geen grondankers of achterwand nodig heeft, zorgt ervoor dat er maximale bouwruimte achter de wanden overblijft. Indien nodig kan op termijn een nieuwe wand geconstrueerd worden 20 m achter de wand aan de zuidzijde. Daarbij kan de oorspronkelijke cellenwand dan relatief 'eenvoudig' worden weggenomen.

Optie 2: Bij deze optie wordt voor de zuidzijde gekozen wordt voor een stalen kistdam waarbij de achterwand gedimensioneerd dient te worden als voorwand. De achterwand dient daarbij 20 m achter de voorwand geplaatst te worden zodat de achterwand gebruikt kan worden als de nieuwe voorwand. Voor de 'vaste' wand aan de noordzijde is dit niet persé nodig. Een stalen kistdam kan daarbij relatief eenvoudig verlengd worden.

Deuren

Het verbreden van de kolk heeft naast de wanden ook consequenties voor de deuren. In geval van segmentdeuren zullen de deuren nu al worden gedimensioneerd dienen te worden op 70 m. In geval van puntdeuren zal de deurkast aan de noordzijde (landkant) worden gedimensioneerd op grote sluisdeuren. De puntdeuren zelf zullen bij verbreding of compleet vervangen of met tussenstukken verlengd worden.

Het is daarbij constructief makkelijker om te verbreden als gekozen is voor puntdeuren dan segmentdeuren waarbij de diepe deurkast fysiek in de weg zit bij een verbreding.

Vloer

Om verbreding en/of verlenging mogelijk te maken zal de vloer van de kolk ook aanpasbaar moeten zijn. Dit kan door te kiezen voor een vloer bestaande uit betonelementen of stortsteen.

**Hoe verder?**

We stellen voor een nader onderzoek te doen naar de technische haalbaarheid van de voorgestelde systemen. Vervolgens kan de keuze voor de meest duurzame uitvoering van de kolk over de gehele levensduur worden bepaald door een combinatie van *life-cycle-costs* (LCC), milieueffecten over de gehele levenscyclus (levenscyclusanalyse (LCA) met behulp van DuboCalc) én beschikbaarheid.

Hiervoor stellen we voor een analyse uit te voeren waarbij gevarieerd wordt met verschillende toekomstscenario's. In het ene scenario wordt gedurende de levensduur geen aanpassing in grootte gedaan (scenario 1), in het andere scenario wordt de kolk eenmalig aangepast voor grotere schepen (scenario 2). In overleg met de projectgroep zullen de varianten nader ingevuld worden voor type deuren en materiaalkeuze voor de kolk. In tabel 2 is de hoofdopzet van de analyse weergegeven.

Tabel 2: Scenarioanalyse ontwerpvarianten sluiskolk en deuren.

Varianten en subvarianten	Scenario 1	Scenario 2
		Geen constructieve aanpassing voor grotere schepen in toekomst
Kleine kolk van 400x50x15 met: A) Cellenwand (deurtype) B) Kistdam (deurtype)	Geen aanpassing	Aanpassen naar 500 x 70 x 18
Grote kolk van 500x70x18 met: A) Cellenwand (deurtype) B) Kistdam (deurtype)	Geen aanpassing	Geen aanpassing

Optie 2: Het sluishoofd en de deuren aan de binnenzijde van de kolk zijn in de lengte (over rails) verrijdbaar. De kolk grootte kan hiermee worden aangepast op meerdere (combinaties van) scheepslengten. Verplaatsing van de deuren kan op waterkracht waardoor energie kan worden bespaard in de aandrijving.

#### ***Hoe verder?***

Het zoutprobleem doet zich alleen voor bij zeer extreme droogte. Gezien de hoge kosten van genoemde opties en het lage rendement worden deze hier niet verder beschouwd.

### **6.3 Flexibel schutvolume voor efficiënt schutten**

Het efficiënt schutten van schepen heeft als 'voordeel' dat de inlaat van zout water wordt beperkt en dat de schutsnelheid kan worden verhoogd. We onderscheiden hiervoor twee alternatieve opties.

Optie 1: Door de kolk van een balg (lucht of EPS) te voorzien kan het schutvolume naar behoefte worden geregeld. Hiermee wordt de schutsnelheid verhoogd en wordt in extreme perioden van droogte ook voorkomen dat er een onnodig grote zoutlast plaatsvindt.

## 7 ECOLOGISCH INGEPAST

### 7.1 Verbeterde mogelijkheden voor vismigratie

Het volgende samenhangende pakket van maatregelen kan zorgen voor sterk verbeterde mogelijkheden voor vismigratie door en visverblijf rond het sluisencomplex.

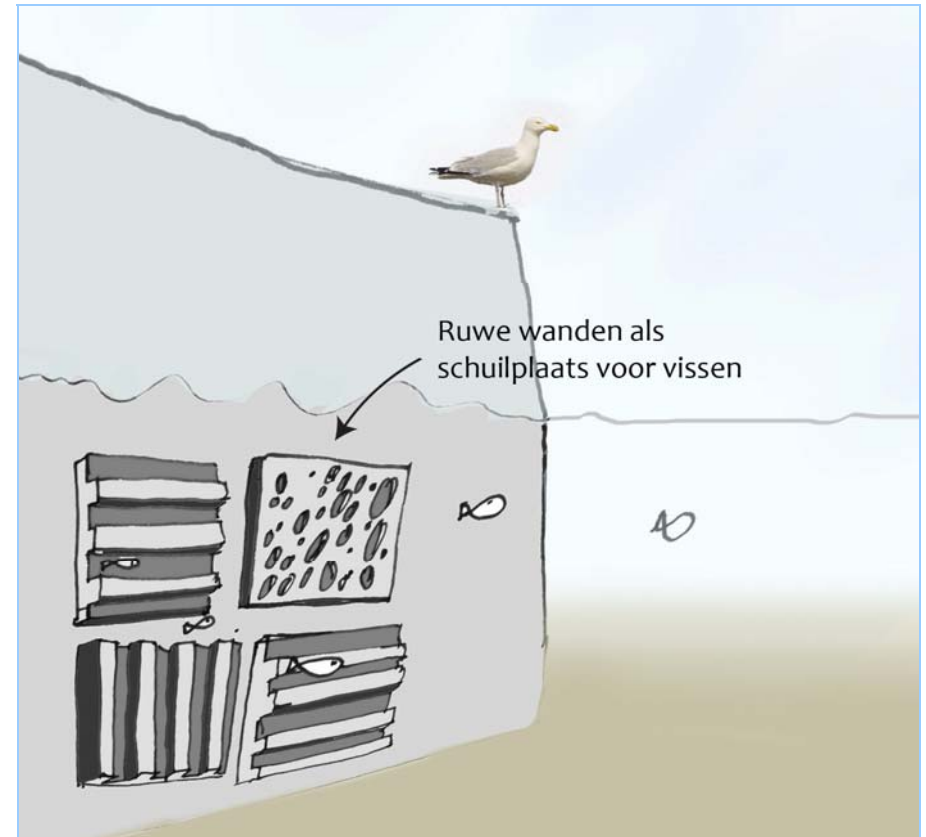
- Alle deuren (van alle sluisen) worden voorzien van rinketten en lokstromen.
- 'Dode hoeken' voor vissen worden opgeheven (weggenomen), of worden omgevormd tot 'plas-dras' zones, of worden onderwater verbonden via doorvoeringen door de landtongen.
- Sluiswanden hebben onderwater een ruwe structuur (cellenwand heeft van 'nature' al een ruwe structuur). Daarbij worden de wanden rond de eb- en vloedzone voorzien van bakjes waar water en schaaldieren in kunnen blijven staan.
- Meerpalen worden voorzien van 'hoela-hoeps' welke schuilplaatsen voor vissen creëren en aangroeiplaatsen voor schaaldieren en onder water planten zijn (*zie ook schets hiernaast*).
- Het gemaal wordt visvriendelijk gemaakt door te zorgen dat de naar buiten trekkende vis wordt weggeleid bij de pompen en via de spuikokers naar buiten kan. Dit kan bijvoorbeeld door gebruik te maken van stroboscooplampen en akoestische systemen.

De schetsen hiernaast tonen hoe 'hoela-hoeps' gebruikt worden door wieren en schaaldieren en als schuilplaats kunnen dienen voor vissen. Ook is te zien hoe diverse ontwerpen van ruwe sluiswanden of kades beschutting bied voor vissen en aangroeimogelijkheden bevordert.

#### *Hoe verder?*

Gezien de relatief beperkte investeringen stellen we voor de verschillende mogelijkheden verder uit te werken en in het hoofdspoor van het project mee te nemen. De financiële consequenties van het visvriendelijk maken van het gemaal dienen daarbij nog apart te worden beschouwd.





## 8 EXTRA GEBRUIKSFUNCTIES

### 8.1 Verschillende extra functies

In dit hoofdstuk zijn de volgende extra gebruiksfuncties uitgewerkt:

- Landtongen benutten voor natuur en energieopwekking
- Bezoekerscentrum
- Eigentijdse vormgeving
- Hoogwaardige verkeersroute

### 8.2 Landtongen voor natuur en energieopwekking

De overgebleven landtongen worden – met bij de aanleg vrijkomende grond – ingericht zoals het omliggende duingebied; duinen, duingras en zilte pioniervegetatie. Daarbij worden één of enkele windturbines geplaatst voor energieopwekking (zie overzichtstekening).

#### **Hoe verder?**

Gezien de beperkte investeringen stellen we voor de inrichting van de landtongen in het hoofdspoor van het project mee te nemen. Het plaatsen van windturbine(s) zal nader moeten worden onderzocht op haalbaarheid qua ruimtelijke inpassing.

### 8.3 Bezoekerscentrum

Op het terrein ten noorden van de Noordersluis wordt een (duurzaam gebouwd en energieneutraal) bezoekerscentrum gecreëerd. Het centrum wordt voorzien van bijvoorbeeld:

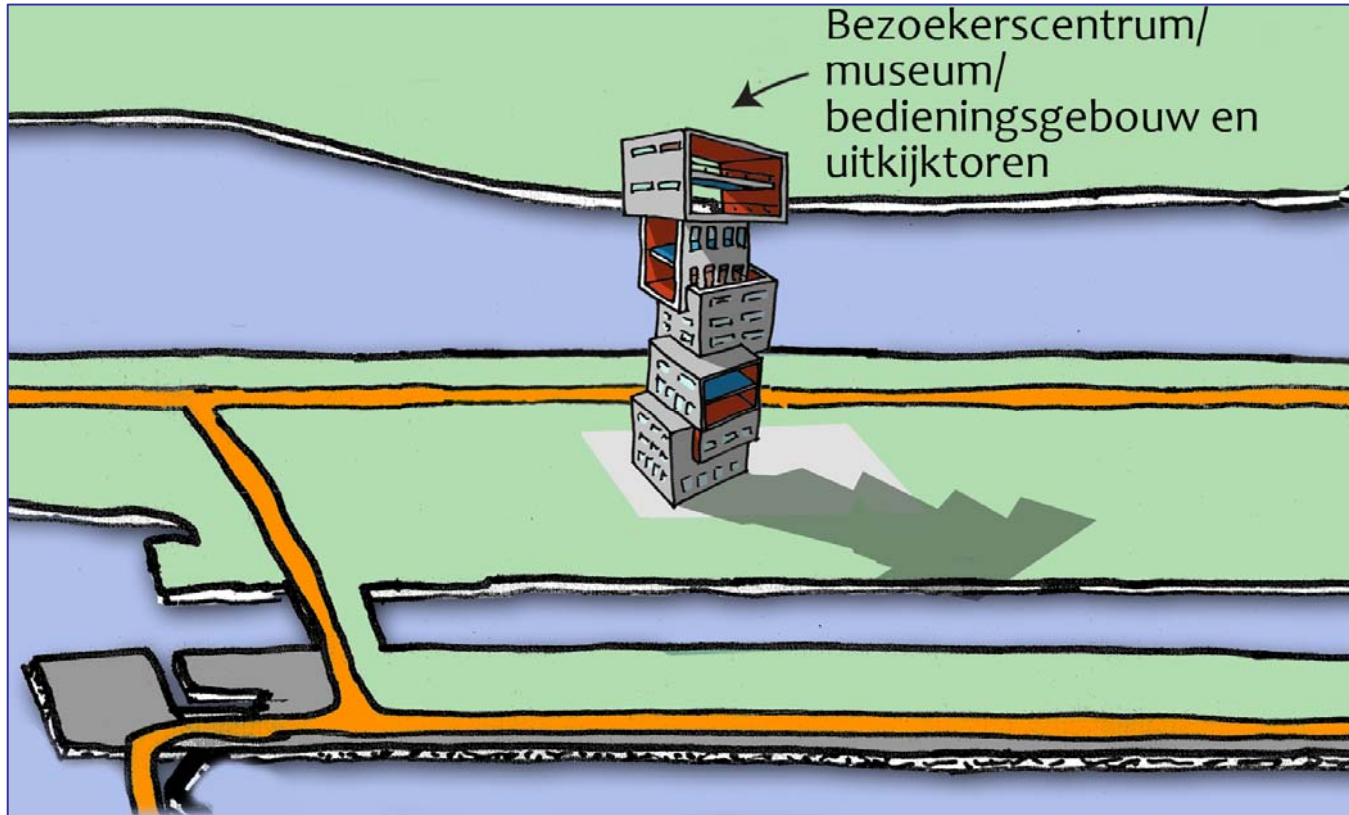
- een uitkijktoren voor het hele sluzencomplex (en omliggend gebied),
- bedieningsysteem/ -huis voor aansturing van het sluzencomplex,
- waterbouwmuseum (vergelijk Neeltje Jans),
- ruimte voor theater of evenementen.

Hiernaast is een schets van een verbeelding van een eigentijds vormgegeven bezoekerscentrum. N.B. het betreft een willekeurig voorbeeld van een ontwerp.

#### **Hoe verder?**

Uitvoeren van een haalbaarheidsonderzoek naar de exploitatie van een bezoekerscentrum al dan niet met gecombineerd met uitkijktoren, bedieningscentrum en of culturele voorziening (financieel, veiligheid, verkeer etc.).

Daarbij is ook nog de vraag of de bediening van het sluzencomplex met de bouw van de nieuwe sluis centraal georganiseerd zal gaan worden. De afweging of dit centraal of decentraal geregeld gaat worden, zal nog gemaakt worden.



## 8.4 Eigentijdse vormgeving

De vormgeving van de nieuwe elementen zoals deuren, bedieningshuis of bezoekerscentrum is eigentijds. Daarmee wordt een logische opeenvolging gerealiseerd van elementen uit verschillende perioden. Over het sluisencomplex ontstaat zo een logische en aantrekkelijke route.

### *Hoe verder?*

Uitwerken van een eigentijdse vormgeving van de nieuwe sluis en de omliggende infrastructuur. Een modern vormgegeven en duurzaam gebouwde bezoekerscentrum en of bedieningshuis zal hier mede invulling aan kunnen geven.

## 8.5 Hoogwaardige route wegverkeer

Op dit moment kan de wegverbinding geen (zwaar) vrachtverkeer aan waardoor de Velsertunnel alle vrachtverkeer afwikkelt. Over het sluisencomplex bestaan daarvoor verschillende knelpunten, zo hebben de bruggen van de Kleine- en Zuidersluis een beperkte aslast (oude bruggen). Daarnaast zijn ook de twee haakse bochten bij de Noordersluis knelpunten voor vrachtverkeer. (zie ook *overzichtstekening*) Voor het opwaarderen van deze wegverbinding zullen deze knelpunten moeten worden opgelost. Als blijkt dat de weg zal worden opgewaardeerd zullen ook de deuren zwaarder gedimensioneerd moeten worden.

### *Hoe verder?*

Onderzoek naar de constructieve consequenties van het opwaarderen van de diverse verbindingen (kunstwerken) en de verharding zelf. Daarbij dienen vooral het politieke draagvlak, ruimtelijke consequenties (als gevolg van nieuwe stroomwegen en verkeersaantrekkende werking) en de financiële haalbaarheid te worden onderzocht.

## 9 GESLOTEN KRINGLOPEN

### 9.1 State of the art energiebesparing

Het geraamde energiegebruikprofiel van de nieuwe sluis ('traditioneel' ontworpen) is in tabel 3 weergegeven.

Tabel 3: Energiegebruikprofiel nieuwe sluis.

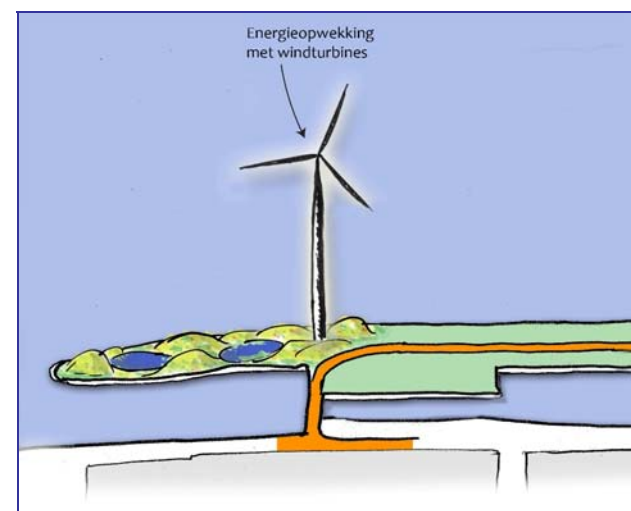
	MWh/jaar
Aandrijving en omvormers (deuren)	825
Bediening en besturing (IT)	52
Landverkeer en scheepvaartverkeer	51
Verlichting	89
Beveiliging en communicatie	62
Gebouwinstallatie	45
Energievoorziening (verlies)	47
Totaal	1,171

Duidelijk te zien is het grote aandeel energiegebruik voor beweging van de deuren, verlichting en seinen. Het energiegebruik is gebaseerd op: keuze voor relatief onzuinige roldeuren, 15.000 schuttingen per jaar en sluisafmeting van 500 m x 50 m.

De motoren zijn met frequentieregelaars en zuinige motoren al *state-of-the-art* qua energieverbruik. Op de verlichting valt nog veel te besparen door te kiezen voor een aangepast (lager) verlichtingsniveau met lijnverlichting, bewegingsdetectie en LED 2 technologie. In totaal zou met energiemaatregelen voor verlichting, seinen en gebouwen ca. 0.1 GWh (8%) bespaard kunnen worden.

#### **Hoe verder?**

Alle energiebesparende opties ten aanzien van motoren en verlichting worden meegenomen in het ontwerp.



## 9.2 Duurzame energie opwekken

In totaal wordt het toekomstige gebruik geraamd op circa. 1 GWh/jaar. Uit een *quick scan* blijken met name wind en zon kansrijk om als energiebron te benutten (zie *bijlage 2*). Het genoemde gebruik kan duurzaam worden opgewekt door het plaatsen van één 1 MW windturbine op één van de landtongen of ca. 1.000 m<sup>2</sup> PV-panelen.

### **Hoe verder?**

Het plaatsen van een windturbine of 1.000 m<sup>2</sup> PV panelen (bijvoorbeeld geïntegreerd met bedieningsgebouw of bezoekerscentrum) dient nader te worden onderzocht waarbij vooral de inpassing en financiële aspecten aandacht vragen.

## 9.3 Onderhoudsvriendelijk

Voor het huidige sluiscomplex bestaan de onderhoudskosten voor een belangrijk deel uit reguliere onderhoudskosten aan civiele constructies (voornamelijk de deuren) en aan het *up-to-date* houden van ICT systemen. Deze twee elementen zijn dan ook nader beschouwd.

### **Onderhoudsvriendelijke deuren**

Hiervoor onderscheiden we twee alternatieve opties.

Optie 1: Bij roldeuren is de standtijd van de lagers van de wagens bepalend voor de onderhoudsfrequentie. Bij een ander type deuren is veeleer de aangroei bepalend voor de onderhoudsfrequentie.

Om de onderhoudsfrequentie van deze deuren te verlagen zijn deze voorzien van een anti-fouling *coating* die niet gepaard gaat met schadelijke emissies.

Optie 2: Een alternatieve optie is de deuren dusdanig te ontwerpen dat aangroei niet belemmerend is voor het functioneren. Dit betekent dat het ontwerp van de deuren berekend is op een hoger gewicht (als gevolg van de aangroei).

N.B. Indien gekozen zou worden voor (gekromde) roldeuren zou de standtijd van de lagers van de wagens bepalend zijn voor onderhoud.

Hiervoor zou het (lopende) onderzoek moeten worden opgepakt dat zich richt op kunststof lagers met een metaallegering in plaats van de bestaande bronzen bussen.

### **Robuust bedieningsysteem**

Voor de bediening van sluisen wordt vaak gebruik gemaakt van zogenaamde PLC systemen, goedkoop en gebruiksvriendelijk. PLC systemen hebben ondanks een technische levensduur van 15 jaar in de praktijk een veel kortere economische levensduur (ca. 5 jaar) mede als gevolg van het feit dat software verouderd en niet meer beschikbaar is. Een alternatief is een DCS besturingsysteem dat veel gebruikt wordt in de petrochemische industrie. Dit is een meer 'gesloten' IT-systeem waardoor updates minder snel leiden tot complete vervanging van het systeem. Deze systemen zijn daarmee toekomstbestendiger (robuuster) waardoor ze langer mee gaan en over de levensduur dus veel goedkoper zijn.

**Hoe verder?**

Wij stellen verder voor om met een LCC berekening het verschil in kosten (totaal) voor een PLC en een DCS besturingsysteem vast te stellen. Daarnaast zou de milieubelasting van moderne anti-fouling systemen in kaart kunnen worden gebracht voor verschillende type deuren.

**9.4 Duurzaam materiaal gebruik**

Voor de kolk (wanden en vloer) en de deuren zijn grote hoeveelheden materialen nodig. Het is mogelijk om verschillende materialen toe te passen die allemaal een verschillende impact op het milieu (over de hele levenscyclus) hebben. De belangrijkste alternatieven zijn:

- Wanden: betonnen cellenwand of een stalen kistdam,
- Deuren: (hoge sterkte) beton, staal of een alternatief materiaal (composiet).
- Vloeren: betonnen elementen of stortsteen.

Naast bovenstaande hoofdkeuzes kunnen nog grote verschillen in milieueffecten bestaan door de toevoegingen aan de materialen. Te denken valt daarbij aan met polymeer verrijkt beton (dichtere structuur tegen zoutindringing), beton met hoogovencement en beton met maximaal percentage betongranulaat.

NB De keuze voor het deurtype heeft grote impact op het aantal deuren dat nodig is. Voor het onderhoud van de deuren wordt gebruik gemaakt van reserve deuren. In geval van puntdeuren zijn in totaal 4 reserve deuren nodig, in totaal zijn daarmee 12 deuren nodig (8 vaste deuren). Als gekozen wordt voor

segmentdeuren zijn er 4 vaste deuren nodig en 4 reserve deuren dus in totaal 8 deuren.

**Hoe verder?**

We stellen voor om de verschillende materiaalkeuzes in te brengen in de scenarioanalyse zoals opgenomen in tabel 2 bij de *flexibele kolk*.

**9.5 Hergebruik Noordersluis**

De Noordersluis wordt uit functie genomen. De constructie blijft als zodanig wel in situ. Dit geeft mogelijkheden om de sluis nuttig in te zetten (voor andere doeleinden) en

daarmee een waardevolle functie te laten vervullen voor het sluisencomplex. Hierna hebben we twee alternatieve opties kort uitgewerkt. De opties kunnen eenvoudig teruggedraaid worden waardoor weer nieuwe mogelijkheden kunnen ontstaan.

1. Een 'waterlab' waarbij de ruimte in de sluis kan worden benut voor innovatieve technieken zoals algen- en of garnalenkweek eventueel met benutting van restwarmte van omliggende industrie en afvalwater van passerende schepen. Deze oplossing zou goed passen naast het *Bezoekerscentrum (I)*.
2. Overslagstation voor (zand)schepen. De Noordersluis zal daarbij worden voorzien van aanleg- en overslagmogelijkheden (eventueel ook met een kraan over de breedte van de Noordersluis). Hiermee wordt de nieuwe sluis ontlast waardoor deze maximaal beschikbaar is voor grote schepen en minder geschut hoeft te worden.

***Hoe verder?***

Uitvoeren van een haalbaarheidsonderzoek naar de twee mogelijkheden waarbij vooral wordt gekeken naar de technische mogelijkheden en de exploitatie. Ook de combinatie met een bezoekerscentrum moet daarbij worden onderzocht.



## 10 VERVOLGSTAPPEN

### 10.1 Opnemen in volgende ontwerpfase

Uit deze studie komen oplossingen die passen bij een duurzame en innovatieve Zeetoegang en die tevens (kunnen) worden opgenomen in de volgende ontwerpfase. Het gaat daarbij om:

- Flexibele/ demontabele vloer van passtenen (beton),
- Alle voorgestelde maatregelen voor verbeterde vismigratie (uitgezonderd visvriendelijk gemaal),
- Inrichting van de landtongen voor duinlandschap met gebruikmaking van vrijkomende grond,
- Alle voorgestelde energiebesparende maatregelen,
- Eigentijdse vormgeving van constructies en bouwwerken voor de nieuwe sluis (bezoekerscentrum, sluisdeuren of bedieningsgebouw).

### 10.2 Haalbaarheid nader onderzoeken

Uit deze studie komt ook een aantal oplossingen naar voren dat vraagt om nader onderzoek alvorens in het ontwerp mee te nemen. Het gaat daarbij om:

- Scenarioanalyse varianten uitvoering kolk en sluisdeuren (constructie en materialisatie) (zie ook **Tabel 2:**),
- Uitvoeren van een LCC van een PLC- en DCS-besturingsysteem,
- Uitvoeren van een haalbaarheidsonderzoek naar de twee varianten voor hergebruik Noordersluis,

- Haalbaarheidsonderzoek bezoekerscentrum/uitkijktoren (exploitatie, veiligheid, effecten verkeersaantrekkende werking) eventueel in combinatie met een centraal bedieningshuis,
- Kosten baten analyse opwaarderen van de wegverbinding over het sluisencomplex,
- Haalbaarheidsonderzoek realisatie van één (of meerdere) windturbines of zonnepanelen.

### 10.3 Inbreng in andere ‘sporen’

Uit deze studie komt ten slotte een aantal oplossingen dat in andere sporen opgepakt zou moeten worden. Het gaat om:

- Optimaliseren logistieke planning, kan worden meegenomen als onderdeel van het gebruikscontract met toekomstige exploitant, en
- Borgen van duurzame aspecten van de realisatie in de aanbesteding.

## 11 COLOFON

---

Opdrachtgever	: Rijkswaterstaat
Project	: Zeetoegang IJmond
Dossier	: BA3334.107.103
Omvang rapport	: 24 pagina's
Auteur	: Jan Bart Jutte
Bijdrage	: Douwe van den Wall Bake
Interne controle	: Naam en paraaf
Projectleider	: Eric Brasser
Projectmanager	: Eric Brasser
Datum	: 3 januari 2012
Naam/Paraaf	:

---

**DHV B.V.**

*Environmental and Sustainability*

*Laan 1914 nr. 35*

*3818 EX Amersfoort*

*Postbus 1132*

*3800 BC Amersfoort*

*T (033) 468 20 00*

*F (033) 468 28 01*

*E [info@dhv.com](mailto:info@dhv.com)*

*[www.dhv.com](http://www.dhv.com)*

## BIJLAGE 1 Geïnterviewde personen en deelnemers aan de workshops

Naam	Organisatie – functie	Geïnterviewd en datum interview	Deelnemer workshop (29 aug. 2011)	Deelnemer ontwerpateliers (okt 2011)
Leon van der Meij	DLG – Opdrachtgever	14 juli 2011		
Richard Jorissen	RWS – Projectdirecteur	23 augustus 2011		
Rico Sies	RWS – Technisch Manager	23 augustus 2011		
Marco van Wieringen	RWS – Ecoloog	5 augustus 2011		
Volkert Schaap	RWS – Omgevingsmanager	25 augustus 2011	X	
Piet van Noord	RWS – Netwerkmanager	14 juli 2011		
Paul Kloet	IV-Infra – Projectleider E&W	11 augustus 2011		
Frans Loman	RWS – Projectmanager		X	
Hans Overbeek	RWS – Duurzaamheidsadviseur		X	
Arjen Kikkert	RWS – Ecoloog		X	
Klaas Götz	IV-Infra – Ontwerper E&W		X	X
Wim Klomp	DHV – Projectmanager		X	
Eric Brassler	DHV – Technische Manager / Projectleider		X	X
Paul Eijssen	DHV – Deelprojectleider MER		X	
Hanneke Busscher	DHV – Landschapsarchitect		X	
Peter Westerink	DHV – Landschapsarchitect			X
Marcel Bakker	DHV – Energiespecialist			X
Geert Smits	DHV – Ontwerper			X
Johan van Sloten	DHV – Ontwerper			X
Daan Besseling	DHV – Ecoloog			X
Douwe van den Wall Bake	DHV – Facilitator workshop & interviewer		X	X
Jan Bart Jutte	DHV – Deelprojectleider duurzame sluis		X	X

## BIJLAGE 2 Mogelijke oplossingsrichtingen

In deze bijlage zijn oplossingsrichtingen uit de workshop van 29 augustus 2011 opgenomen (voor deelnemers zie bijlage 1). Daaraan zijn toegevoegd oplossingen die tijdens interviews zijn genoemd evenals enkele verdiepingen die naderhand zijn uitgevoerd.

### Mogelijke oplossingsrichtingen “Optimale logistieke afhandeling scheepvaart”

- Werken met slots (veiligheid, afmetingen en combinatie van schepen)
- Realiseren van een *by-pass* (leiding) voor de (relatief) vele kleine zandschepen die de sluis passeren.
- Prioritering van schepen in schutproces, bijvoorbeeld op grond van milieuprestatie *Green Award*.

### Mogelijke oplossingsrichtingen “Flexibele sluis”

#### Flexibiliteit in lengterichting kolk

- De lengte van de sluis is aanpasbaar door meerdere slimme posities voor de sluisdeuren te realiseren.
- In het ontwerp is rekening gehouden met een toekomstige kolkverlenging.

#### Flexibiliteit in breedte en diepte kolk

Flexibiliteit in breedte en diepte van de kolk zou ook wenselijk zijn omdat schepen ook breder worden en een grotere diepgang.

### Mogelijke oplossingsrichtingen “Ecologisch ingepast”

#### Vismigratie

Voor de vismigratie wordt voorzien in passagemogelijkheden en lokstromen. Deze zijn te realiseren door “gaten” op verschillende diepten in de sluisdeuren te maken (diameter 50 cm), door het omloopriool geschikt te maken voor passages, open ‘beekjes’ of doorgaande rioleringen in de kade te maken. De huidige passagemogelijkheden zijn te verbeteren door deze voorzieningen bij iedere sluis aan te brengen.

#### **Zoet- zoutwaterscheiding: wat is duurzaam?**

Als gevolg van de aanleg van de nieuwe sluis zal meer zoutindringing gaan plaatsvinden. Vanuit een duurzame ontwikkeling bezien, is het wenselijk dat de aanleg van de nieuwe sluis en de veranderingen die dat tot gevolg heeft, geen negatief effect heeft op de omgeving of beter nog de omgeving ten goede komen. In het geval van de zoutindringing spelen daarbij ecologische aspecten, effecten voor de landbouw en de inlaat van zoetwater voor drinkwatervoorziening.

Er is een verhoogd risico op negatieve effecten als gevolg van de zoutlast in tijden van extreme droogte. Door de stratificatie (scheiding van zout en zoet water) is het mogelijk dat in de zoute onderlaag zuurstofarmoede optreedt waardoor met name in de zomer in havens in het westelijk havengebied van Amsterdam sterfte van macrofauna kan optreden. Ook zal in tijden van extreme droogte – als er minder spoelwater ter beschikking is – het risico op verzilting van omliggende boezems toenemen.

Voorkomen zoutindringing in kritische perioden

Als het risico op stratificatie van zout- en zoetwater kritisch is, bijvoorbeeld in lange perioden van extreme droogte, kan de zoutindringing gereduceerd worden door:

- de Noordersluis als wisselbak te gebruiken voor zout water;
- de nieuwe kolk te compartimenteren of van een balg te voorzien waardoor kan worden voorzien in kleinere schutvolumes;
- buiten de sluis – kan gedacht worden aan (dynamische) vernauwing/verontdieping van het Noordzeekanaal om de zouttong te beheersen/reduceren.

**Mogelijke oplossingsrichtingen “Extra gebruiksfuncties”**

- Trekpleister voor recreanten (toeschouwers, sportvissers), bezoekersfaciliteiten, uitkijkpunten (in combinatie met sluisleidingcentrum).
- Educatie en informatievoorziening (kennis van het water, geschiedenis laten zien).
- Noord-Zuid verbinding voor plaatselijk verkeer, opwaarderen voor ook vrachtverkeer en ontlasting lokale wegennet.
- Als gebruiksfuncties nog niet vastliggen is het goed ruimte te reserveren voor toekomstige ontwikkelingen op en rond de sluis.

**Mogelijke oplossingsrichtingen “Gesloten kringlopen”**Energiebesparing sluis

- Energiescan waarin toekomstige energievraag in beeld wordt gebracht.
- Energiezuinige aandrijving voor deuren en schuiven.
- Energiezuinige openbare verlichting (verlichtingsplan, armaturen, lampen, schakelregime) (“60% energieverbruik hangt samen met OVL”).
- Geïntegreerd spuien en schutten ofwel spuiwater benutten voor schut proces. (zo lang het nog kan gezien de zeespiegelstijging).
- Meenemen resultaten van referentieontwerp energiezuinige sluis
- Bedieningsgebouw ontwerpen naar “passief huis” concept.
- Meenemen ervaringen en opties uit onderzoek sluiscomplex Terneuzen.

Energieopwekking

- Energie opwekking door windturbines en PV systemen.
- Aanvullende opties voor nader onderzoek: *blue energy* (benutten van zout/zoet verschillen). Voorwaarde bij de laatste opties is dat deze niet ten koste gaan van de beschikbaarheid bijvoorbeeld door onderhoud vanwege storingsgevoeligheid.
- Voor warmtevoorziening van bijvoorbeeld bedieningsgebouw warmtepomp (kanaalwater) of technieken als KWO.

In tabel 4 is een samenvatting gegeven van verkennende studies naar energieopwekking bij kunstwerken en sluisen (RWS, Deltares)

Tabel 4: Energieopwekkingmogelijkheden bij kunstwerken.

Techniek	kans	opmerking
Windturbines groot	+	Aandachtspunt is inpassing (risicocontour). Radarstoring wellicht minder issue dan gedacht <sup>2</sup> .
Windtrubines klein	-/0	Lage opbrengst, hoge investering. Jonge technologie. Wellicht pilotproject.
Zonne-energie (PV)	+	Over 2 tot 3 jaar technologie rendabel.
Waterkracht	-	Operationele kosten erg hoog, impact op spuicapaciteit vraagt extra pompcapaciteit.
<i>Blue energy</i>	(0)	In bron geen informatie over kosten/baten
Warmtepomp (warmte uit kanaalwater)	+	Afhankelijk van warmte/koelte vraag in bv bediendingsgebouw

<sup>2</sup> "Verstoring van scheepsradar is steeds minder een probleem: rotoren worden niet meer van metaal gemaakt". "Verstoring van radar lijkt op basis van ervaringen met windparken op zee toch wel mee te vallen".

Optimaliseren ontwerp

- Belangrijke ontwerpkeuzes vergelijken op betrouwbaarheid, LCC en LCA. (waarbij de LCA berekeningen worden uitgevoerd met DuboCalc (zie kader)). In ieder geval worden de volgende ontwerpalternatieven vergeleken:
- Dubbele of enkele deuren en type sluisdeur. Daarbij is het ook van belang scenario's mee te nemen voor toekomstige aanpassingen.
- Materiaalkeuze sluisdeur ("ziiten we vast aan staal of zijn hoge sterkte beton of kunststof alternatieven?").
- Kolkbodem gerealiseerd met betonmatten of natuursteen.
- Centrale of decentraal bedieningshuis, wat zou je wel/niet decentraal willen regelen. "Moeten beide dezelfde bedieningsscenario's hebben of wellicht andere functionaliteiten?".
- Noordersluis een nieuwe functie geven?: opvang zoutwater / voor gebruik bij onderhoud en calamiteiten nieuwe sluis (met minimale impact in de lucht houden?).
- Bovendien: vrijkomende gronden, ter plaatse nuttig hergebruiken, bijvoorbeeld voor ophogingen uitkijkpunt.

**DuboCalc**

DuboCalc is een computerprogramma dat de milieueffecten berekent van het materiaal- en energiegebruik van infrastructurele werken. DuboCalc is gebaseerd op de levenscyclusanalyse. Deze analysemethode kijkt naar alle milieueffecten van het materiaal- en energiegebruik van een bouwwerk vanaf de winning tot aan de sloop- en hergebruikfase.

Geoptimaliseerd onderhoud

- Eenvoudig en robuust ontwerp vanuit onderhoud bezien: simpele constructies, onderdelen snel kunnen wisselen (vervangen en niet onderhouden), lang meegaan en/of afgestemd op levensduur, lage onderhoudscyclus.
- Kiezen voor een alternatief / robuust besturingssysteem (zie kader).
- Conservering sluisdeuren: stalen deuren alternatief voor agressieve / onderhoudsgevoelige conservering: kunststofbekleding?
- Groter dimensioneren van schakelkasten zodat deze niet opnieuw hoeven te worden gebouwd.
- Energiegebruik meenemen in DBFM.

**Robuust besturingssysteem**

Bij sluisen wordt vaak gebruik gemaakt van zogenaamde PLC systemen, goedkoop en gebruiksvriendelijk. PLC systemen hebben ondanks technische levensduur van 15 jaar in de praktijk een levensduur van ca. 5 jaar omdat ze moeilijk aanpasbaar zijn. In de petrochemische industrie wordt standaard gebruik gemaakt van zogenaamde DCS systemen die robuuster zijn en daardoor ook een veel langere levensduur hebben.



## BIJLAGE 3      Ontwerpoplossingen (longlist)

In deze bijlage zijn een groot deel van de voorgestelde ontwerpoplossingen tijdens de ontwerpdeliberaties opgenomen (voor deelnemers zie bijlage 1). Niet alle oplossingen / maatregelen zijn vervolgens verder uitgewerkt als gevolg van o.a. (inschatting) van de financiële onhaalbaarheid of technische complexiteit.

### Maatregelen voor 'optimale logistiek'

- Maximale beschikbaarheid door onderhoudsactiviteiten gemakkelijk en snel af te handelen
- Aan binnen en buitenzijde van de sluis ruimte reserveren voor aanleggen van (zand)schepen voor overslag
- Maximale schutsnelheid door kolkhoogte flexibel te maken en extra afvoercapaciteit van omloopriolen (extra afvoermogelijkheden via de wanden)

### Oplossingen voor 'flexibele sluis'

- Segmentdeuren: zijn zeer energiezuinig door ontwerp en de lengte van de kolk wordt (deels) variabel.
- Verrijdbare deuren: deuren verrijdbaar op rails waardoor kolk in lengterichting aangepast kan worden op lengte schip.
- Modulaire bouwsystemen van vloer en wanden waardoor aanpassingen in de toekomst mogelijk zijn
- Flexibele deuren: 1 reserve deur die als vervanger gebruikt kan worden voor alle deuren.

### Oplossingen voor 'ecologisch ingepast'

- Eco vriendelijk beton; grove wanden met gaten en holen voor aangroei zeepokken en algen
- Lokale (typische) beplanting in parkomgeving / op landtongen (duingras en zilte pioniersvegetatie)
- Opvangen en infiltreren / separaat afvoeren van afstromend hemelwater van verhardingen (wegen en kades)
- Balast- en afvalwater (van schepen) opvangen en eventueel nuttig toepassen (bijvoorbeeld voor biogas productie) tijdens wachten / schutten.

### Oplossingen voor 'extra gebruiksfuncties'

- Hergebruik van de Noordersluis als: openbaar zwembad (verwarmd door restwarmte hoogovens), 'algenkweekvijver' met behulp van restwarmte en afvalwater van schepen, recreatieve visvijver of een anderszins recreatieve bestemming en overslagstation voor zandschepen en waterlaboratorium voor diverse innovatieve technieken
- Recreatief landschap (o.a. landtongen) toegankelijk voor omwonenden en passanten
- Bezoekerscentrum voor passanten (o.a. wandelaars langs de Noordzeekust) aan noordzijde van Noordersluis mede te gebruiken als: waterbouwkundig museum, horeca (deels), theater, etc.

**Oplossingen voor 'gesloten kringlopen'**

- Energiezuinige motoren en LED 2 verlichting voor terrein en gebouwverlichting en ook voor seinen
- Gewicht van de deuren zo laag mogelijk houden (lichte materialen) om energiegebruik te minimaliseren
- Gebruik zo veel mogelijk beschikbaar materiaal op de locatie (o.a. grond bestaande landtongen)
- Voor betonnen constructies: Maximale hoeveelheid betongranulaat als grindvervanger
- Deuren van beton en of kunststof
- Toepassen van hoge sterkte beton of polymerebeton waardoor chloriden niet indringen en levensduur verlengd wordt
- Modulaire bouwconstructies met elementen (als lego) waardoor elementen makkelijk vervangbaar zijn en elders hergebruik kunnen worden
- Bouwmaterialen worden niet gekocht maar worden geleased / gehuurd
- Geen conservering (anti-fouling), ook niet biologisch afbreekbaar, maar aangroei gebruiken als conservering