

Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Mobility & Infrastructure

Aan: Gemeente Venlo
Van: Ronald Hergarden
Datum: 21 oktober 2021
Kopie: Jochen Roumen
Ons kenmerk: BH6804111101MINT009D01
Classificatie: Projectgerelateerd
Goedgekeurd door: Hans Doornbos

Onderwerp: Variantenstudie Barge Terminal Venlo - Kostenindicatie variant caisson

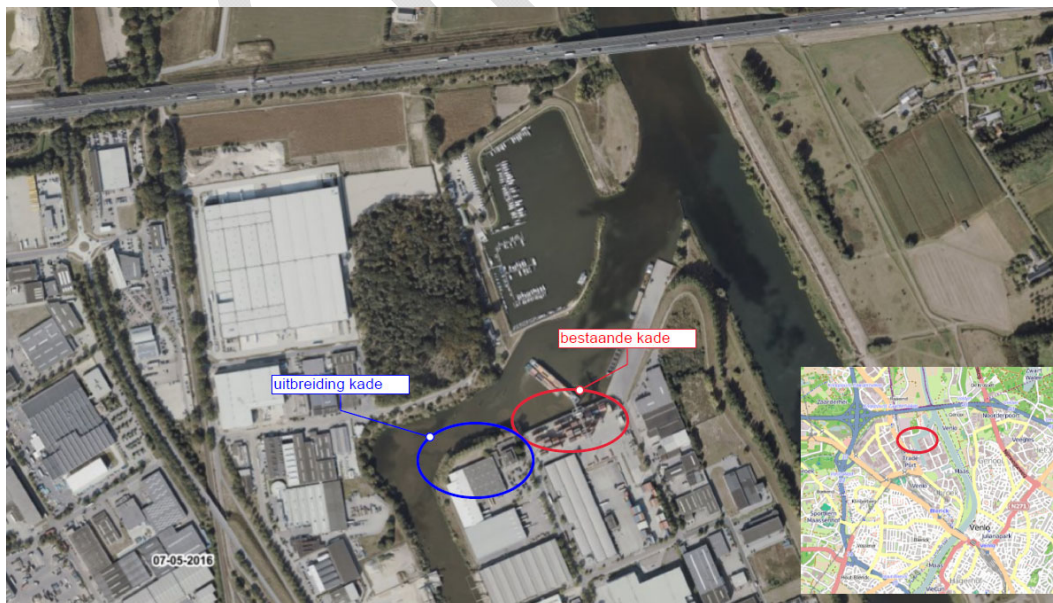
1 Inleiding

1.1 Huidige situatie container terminal

Gemeente Venlo is voornemens de bestaande Europe Container Terminal (ECT) richting de westzijde te verlengen. Hiervoor heeft de gemeente de percelen Tjalkkade 23 en 25 verworven. De uitbreiding betekent een circa 164 meter lange nieuwe kadeconstructie in lijn met de bestaande kade. Ook de kraanbaanrails worden in lijn met de bestaande kraanbaanrails verlengd. In de nieuwe situatie hebben de bestaande en een nieuwe portaalkraan een bereik over de volledige kade.

De bestaande kade bestaat uit relatief korte damwandplanken met een dubbele ankerlaag en een betonnen deksloof. De waterbodem is van bestorting (incl. colloïdaal beton) voorzien en werkt eveneens als constructief stempel voor de kade. Achter de kade is een kraanbaan (portaalkraan) aanwezig. Op het terrein achter de kade worden (al dan niet tijdelijk) containers op- en overgeslagen.

Voor de locatie van ECT en de uitbreiding daarvan, zie Figuur 1.

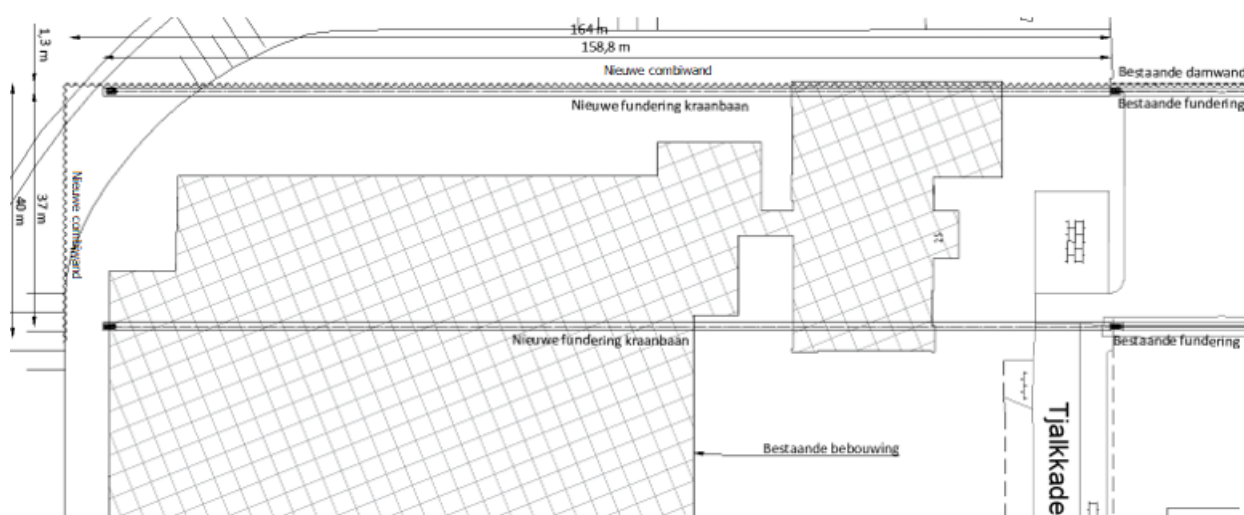


Figuur 1 Projectlocatie bestaande kade en nieuwe uitbreiding (bron: Streetsmart Cyclomedia)

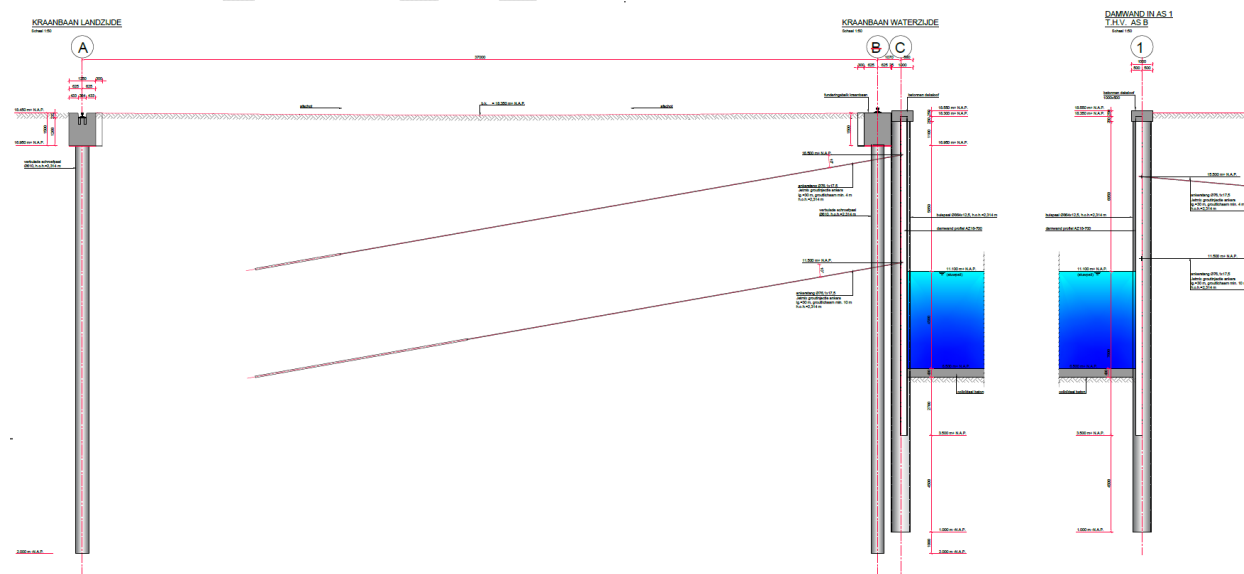
1.2 Uitbreiding kade container terminal (besteksontwerp)

In de geplande toekomstige situatie wordt het natuurlijk talud verwijderd en vervangen door een nieuwe kadeconstructie. Zowel de nieuwe kadeconstructie als de nieuwe fundering van de kraanbaan liggen in het verlengde van de huidige constructies. Voorbij de bocht in het talud wordt een nieuwe vleugelwand geïnstalleerd. In overleg met de gemeente is voor het (besteks-)ontwerp voor de uitbreiding van de kade uitgegaan van een combiwand met twee ankerlagen.

De geometrie van de nieuwe kadeconstructie is uitgebreid beschreven in [1]. Figuur 2 geeft de globale afmetingen van de nieuwe kade en vleugelwand weer. Figuur 2 geeft de principedoorrsnede van de nieuwe kade en vleugelwand weer volgens het huidige besteksontwerp. Voor het puntniveau van de palen van de combiwand is in het besteksontwerp uitgegaan van NAP -1 m, en voor het puntniveau van de palen onder de kraanbanen NAP -2 m. De havenbodem ligt op NAP +6,5 m.



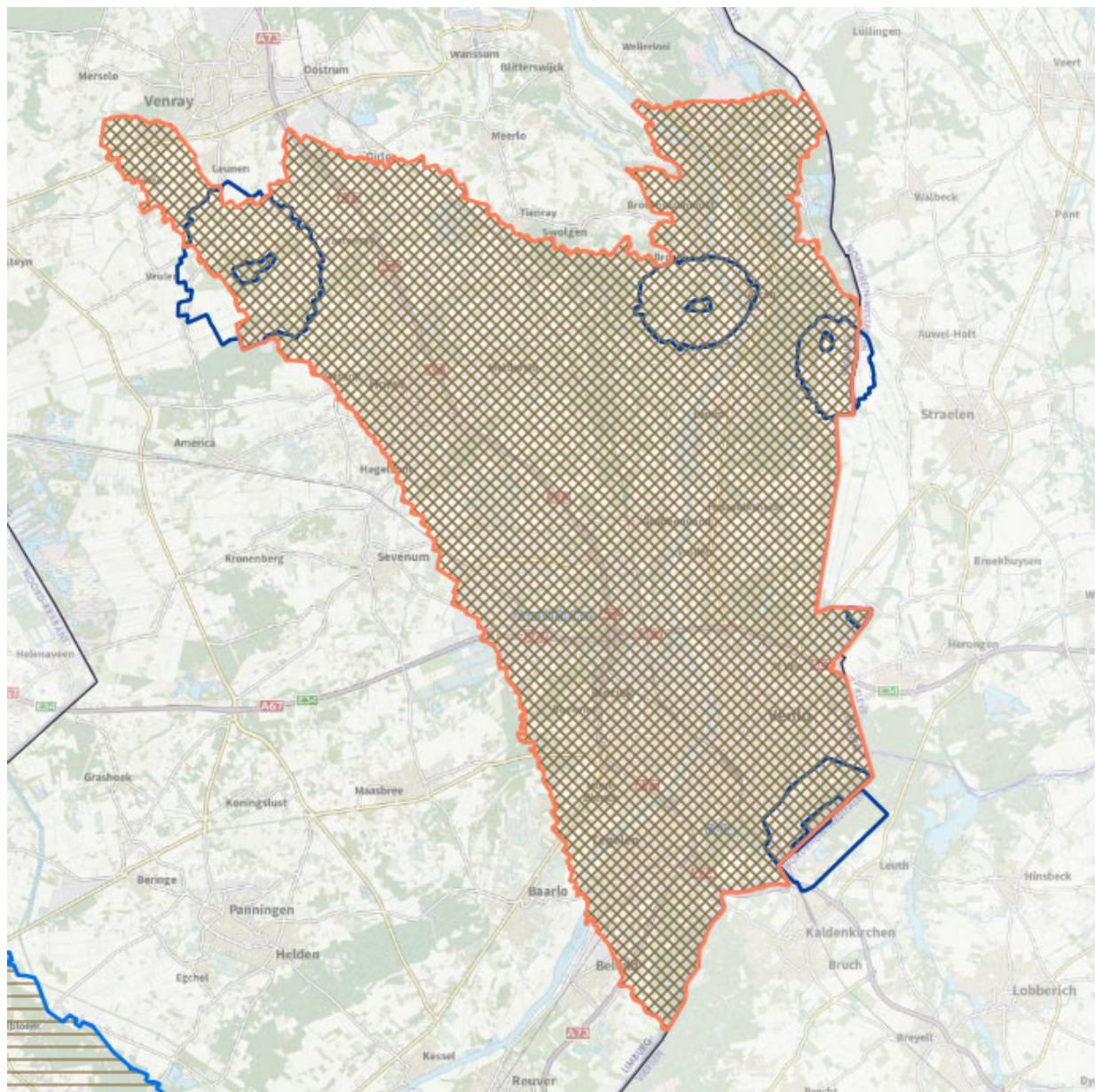
Figuur 2 Bovenkant nieuwe kade en vleugelwand met globale afmetingen



Figuur 3 Doorsnede nieuwe kade en vleugelwand (huidig besteksontwerp)

1.3 Invloed drinkwaterwingebied

De te realiseren uitbreiding van de kade bevindt zich buiten de drinkwaterwingebieden rond Venlo maar binnen het grondwaterbeschermingsgebied (zie Figuur 4) waar de strategische grondwatervoorraad zich bevindt. In de Omgevingsverordening van de Provincie Limburg staat dat alle werkzaamheden die grond roeren beneden NAP + 5m verboden zijn. Dit in verband met het belang van het onderliggende grondwaterpakket in de Venloschol voor de openbare drinkwatervoorziening in Limburg.



Figuur 4 Drinkwaterwingebieden en grondwaterbeschermingsgebied rond Venlo (bron: <https://portal.prvlimburg.nl/>).

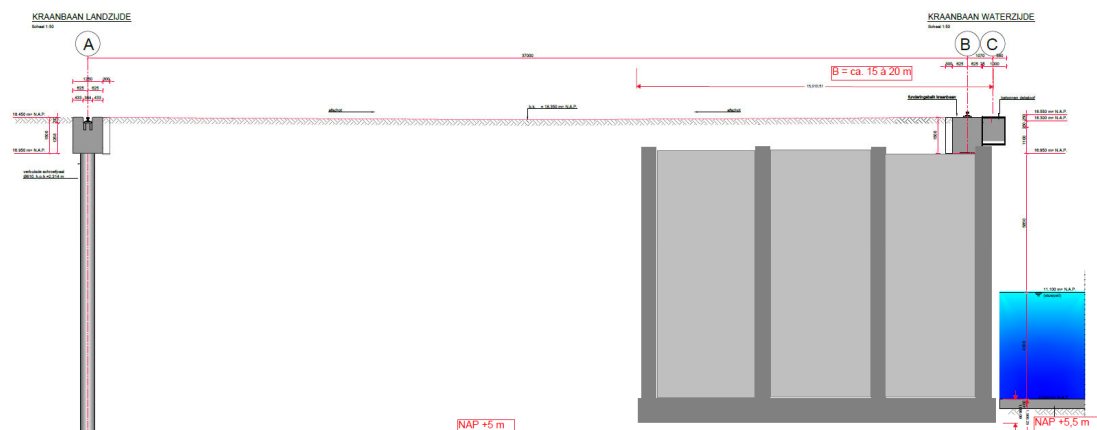
1.4 Uitbreiding kade container terminal (alternatief: caisson)

Het huidig bestekontwerp, met palen tot NAP -1 m / NAP -2 m, conflicteert met de regelgeving in de Omgevingsverordening Limburg. Gemeente Venlo heeft RHDHV daarom gevraagd om twee alternatieven te onderzoeken, rekening houdend met de Venloschol:

1. Caisson-constructie
 - Constructie volledig boven NAP + 5 m
2. Aangepast ontwerp combiwand/paalfundering
 - Kadeconstructie wel in/door de Venloschol
 - Kraanbaanfundering boven NAP + 5 m

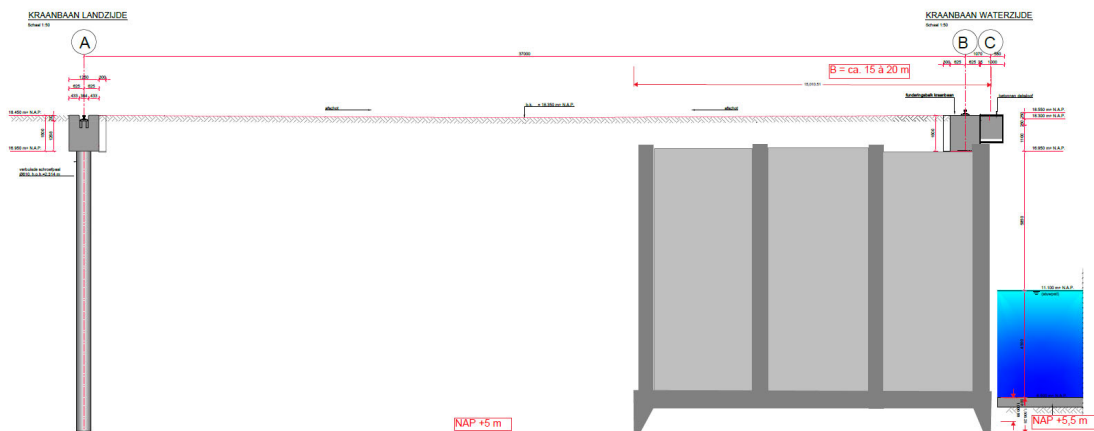
In notitie [4] is het eerste alternatief de vorm van een caisson behandeld. Hierbij is een haalbaarheidsstudie gedaan naar de kadeconstructie, waarbij kadeconstructie en de kraanbanen beide worden gefundeerd boven NAP +5 m. De kadeconstructie wordt daarbij uitgevoerd als caisson.

Uit de globale analyse die in notitie [4] is uitgevoerd blijkt dat het technisch haalbaar is om de kade uit te breiden zonder de grond beneden NAP +5m te roeren, waarbij een kadeconstructie in de vorm van een caisson wordt toegepast. De benodigde breedte van het caisson zal ca. 15 m à 20 m zijn t.b.v. stabiliteit; de hoogte ca. 13 m uitgaande van een funderingsniveau op ca. NAP +5,5 m.



Figuur 5 Principedoorrsnede concept 'caisson' met een breedte van 15 à 20 m

Om direct naast de bestaande kade een caisson te kunnen realiseren, zonder dat daarbij een tijdelijke grondkering wordt aangebracht, wordt uitgegaan van het pneumatisch afzinken van één caisson direct ten westen van en aansluitend op de bestaande kade. De afmetingen van dit eerste (pneumatisch) caisson worden geschat op ca. LxB = 50 m x (15 m à 20 m)



Figuur 6 Principeddoorsnede concept 'pneumatisch caisson' met een breedte van 15 à 20 m

Voor het overige deel van de nieuwe kade kunnen geprefabriceerde caissons worden toegepast die worden geplaatst (afgezonken) in een zinksleuf, na ontgraving rond het pneumatisch afgezonken caisson. De afmetingen van deze caissons (bijv. 3 stuks) worden geschat op ca. $L \times B = 40 \text{ m} \times (15 \text{ m} \text{ à } 20 \text{ m})$.

De voornaamste risico's die in notitie [4] kort zijn benoemd betreffen:

- Pneumatisch afzinken i.r.t. arbeid (complex, werken onder druk)
- Pneumatisch afzinken i.r.t. (verwijderde) bestaande constructies (kans op 'blow-out')
- Ontgraving onder talud naast bestaande kade (stabiliteit, beïnvloeding ankers en palen)
- Transport prefab elementen (diepgang, breedte, stabiliteit tijdens transport)
- Ongelijke stijfheid (aansluiting / overgang kraanbaan)

In onderhavige notitie wordt een indicatie van de bouwkosten voor de caisson-variant opgesteld. Het doel is om op hoofdlijnen een vergelijking te kunnen maken met de overige varianten (bestekson ontwerp en 'geoptimaliseerd' bestekson ontwerp), en om een afweging te kunnen maken of toepassing van de caisson-variant economisch haalbaar is voor dit project.

1.5 Referenties

Onderstaande documenten zijn bij deze notitie als uitgangspunt gebruikt:

- [1] Notitie "Programma van Eisen voor het ontwerp van de kade constructie Barge Terminal Venlo", RHDHV, kenmerk BH6804TPNT003F06, d.d. 08 april 2021;
- [2] Rapport "Containerkade Venlo – Definitief Ontwerp van de nieuwe kade en vleugelwand", RHDHV, kenmerk BH6804TPRP2105111338 S0/P01.05, d.d. 8 september 2021;
- [3] Notitie "Uitbreiding Barge Terminal Venlo irt grondwaterbescherming Venloschol", RHDHV, kenmerk BH6804109104TPNT007F02, d.d. 28 juli 2021;
- [4] Notitie "Variantenstudie Barge Terminal Venlo irt grondwaterbescherming Venloschol – Variant 1. Caisson-constructie"; RHDHV, kenmerk BH6804111101MINT008D01, d.d. 13 oktober 2021;
- [5] Tekening "Barge Terminal Venlo - Kadeconstructie – Doorsnede profiel en vergrendelpot", RHDHV, proj./tek.nr BH6804-105-100_DO_T013, d.d. 23-07-2021;
- [6] Tekening "Barge Terminal Venlo - Kadeconstructie – Plattegrond deel 1", RHDHV, proj./tek.nr BH6804-105-100_DO_T011, d.d. 23-07-2021;
- [7] Tekening "Barge Terminal Venlo - Kadeconstructie – Plattegrond deel 2", RHDHV, proj./tek.nr BH6804-105-100_DO_T012, d.d. 23-07-2021;

- [8] "Geotechnisch onderzoek Barge Terminal a/d Tjalkkade te Venlo", Geonius, doc.nr. GA201329.R01.V1.0, d.d. 19 januari 2021;

Overige referenties:

- [9] CUR 211 Handboek kademuren (Handbook of quay walls), SBR CUR net, 2^e editie 2013;
[10] NEN9997-1

2 Afleiding kostenindicatie caisson

Zoals in de inleiding is beschreven wordt in deze notitie een indicatie gegeven van de bouwkosten van een alternatieve kadeconstructie in de vorm van een caisson. In dit hoofdstuk wordt vanuit verschillende invalshoeken een indicatie gegeven.

2.1 Pneumatisch afzinken vs. invaren

In notitie [4] is zowel het in-situ bouwen en pneumatisch afzinken als het prefabriceren en invaren-afzinken van caissons als mogelijke uitvoeringsmethode beschouwd. Voor het eerste caisson direct aansluitend op de bestaande kade ligt het pneumatisch afzinken voor de hand, omdat dan geen ontgraving naast en/of ter plaatse van de bestaande containerterminal nodig is. Voor het overige deel komt het prefabriceren – invaren – afzinken in aanmerking. Echter, gezien de benodigde breedte van 15 à 20 m is het onbekend (niet onderzocht) in hoeverre transport over water mogelijk is. Onduidelijk (niet onderzocht) is in hoeverre prefabricage op/nabij de projectlocatie mogelijk is. Om die reden wordt voor de kostenindicatie voor de gehele kade uitgegaan van het in-situ opbouwen van de constructie en pneumatisch afzinken van verschillende caissons.

2.2 Aanpak

Het pneumatisch afzinken van caissons is een techniek die al vrij lang bestaat (ruim 150 jaar, in het begin voornamelijk voor de bouw van brugpijlers e.d.), maar niet vaak wordt toegepast. Er zijn daarom weinig ervaringsgetallen van bekend. Binnen Nederland zijn slechts enkele partijen die de benodigde technieken in huis hebben en ervaring op dit gebied (o.a. Volker Staal en Funderingen). Voor het inschatten van de bouwkosten is daarom de volgende aanpak gekozen:

- Vooralsnog geen offerte / aanvraag / informatie-aanvraag aan een marktpartij
- Inschatting o.b.v. interviews met deskundigen van RHDHV op het gebied van kade-constructies
- Inschatting o.b.v. interviews met deskundigen van RHDHV/TEC op het gebied van tunnels
- Inschatting o.b.v. interviews met deskundigen van RHDHV/TEC die betrokken waren bij het project Noord-Zuid-Lijn Amsterdam (waar enkele caissons pneumatisch zijn afgezonken)
- Inschatting o.b.v. interviews met / informatie van deskundigen van RHDHV die betrokken waren bij voorstudies voor het project Nieuwe Zeesluis IJmuiden (waar afgezonken sluishoofden / kolkwanden als alternatieven zijn beschouwd en geraamd)
- Inschatting o.b.v. interviews met / informatie van deskundigen van RHDHV die betrokken waren bij de realisatie van het project Nieuwe Zeesluis IJmuiden (waar de twee deuren van de sluishoofden pneumatisch zijn afgezonken)
- Vergelijking met kostenramingen, inschrijfstaten en meerwerkstaten bij het project Noord-Zuid-Lijn Amsterdam (waar enkele caissons pneumatisch zijn afgezonken)

Op basis van deze verschillende inschattingen wordt een indicatie gegeven van de kosten met een bandbreedte.

2.3 Inschatting door deskundige op gebied van kadeconstructies

ASC: *“Vele malen duurder dan verankerde combiwand.”*

“Invullen” van dit richtgetal levert:

Directe bouwkosten verankerde combiwand:

ca. €2,5 à 3 mln

Factor pneumatisch caisson vs. combiwand:

ca. 2 à 4

→ Inschatting kosten $16300 \text{ m}^3 \times €750/\text{m}^3$

€5 à 12 mln

ADR: “*Stel reguliere constructie van gewapend beton à €350/m³ dan pneumatisch afgezonken caisson rekenen met bijvoorbeeld €750/m³ voor gewapend beton*”.

“Invullen” van dit richtgetal levert:
Hoeveelheden (zie ook

CONCEPT

Bijlage 1 Schets doorsnede pneumatisch caisson)

Snijranden: $2 \times (0,50\text{m} + 1,50\text{m}) / 2 \times 2,5\text{m} =$	$5 \text{ m}^3/\text{m}^1$
Vloer: $20 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} =$	$30 \text{ m}^3/\text{m}^1$
Buitenwanden: $2 \times 1,5 \text{ m} \times (18,5 - 5 - 2,5 - 1,5\text{m}) =$	$28,5 \text{ m}^3/\text{m}^1$
Binnenwanden: $2 \times 0,75 \text{ m} \times (18,5 - 5 - 2,5 - 1,5\text{m}) =$	$14,25 \text{ m}^3/\text{m}^1$
Binnenwanden (dwars, h.o.h. ca. 5 m):	
$1/5 \text{ m} \times 0,75 \text{ m} \times (18,5 - 5 - 2,5 - 1,5\text{m}) \times (20 - 2 \times 1,5\text{m}) =$	$24,2 \text{ m}^3/\text{m}^1$
Totaal volume gewapend beton per m^1 kade:	ca. $100 \text{ m}^3/\text{m}^1$
Totaal volume gewapend beton: $160 \text{ m} \times 102 \text{ m}^3/\text{m}^1$	ca. 16300 m^3
Ongewapend beton (vulling werkkamer): $2,5 \text{ m} \times 18 \text{ m}$	ca. $45 \text{ m}^3/\text{m}^1$
Totaal volume ongewapend beton: $160 \text{ m} \times 45 \text{ m}^3/\text{m}^1$	ca. 7200 m^3
Totaal volume aanvulzand cellen:	
$(20 - 2 \times 1,5 - 2 \times 0,75\text{m}) \times (18,5 - 5 - 2,5 - 1,5\text{m}) \times (160 - 160/5 \times 0,75\text{m}) = 15,5 \times 9,5 \times 136 =$	ca. 20000 m^3

→ Inschatting kosten $16300 \text{ m}^3 \times €750/\text{m}^3 + 7200 \text{ m}^3 \times €125/\text{m}^3 + 20000 \text{ m}^3 \times €25/\text{m}^3$ **€13,6 mln**

2.4 Inschatting door deskundige op gebied van tunnels

HdW: "Richtgetal: kosten maximaal 1000 €/m^3 'verplaatste grond'. (ruime bovengrens)"

"Invullen" van dit richtgetal als bovengrens levert:

Totale lengte kade (caissons):	160 m
Breedte kade (caissons) 15 à 20 m:	20 m
Hoogte kade (caisson) NAP+18,55 – NAP+5 m:	13,5 m
Totaal volume 'verplaatste grond':	43200 m^3

→ Inschatting **bovengrens kosten** $43200 \text{ m}^3 \times €1000/\text{m}^3$: **€43 mln**

2.5 Inschatting door deskundigen/betrokkenen NZ-lijn

RVO: "Gevoelsmatig zijn kosten van pneumatisch afgezonken constructie factor 2-3-4 hoger, wellicht zelfs nog meer..."

(Deze inschatting ligt in dezelfde orde als de benadering in paragraaf 2.3)

"Invullen" van deze benadering levert:

Totaal volume gewapend beton: $160 \text{ m} \times 102 \text{ m}^3/\text{m}^1$	ca. 16300 m^3
Totaal volume ongewapend beton: $160 \text{ m} \times 45 \text{ m}^3/\text{m}^1$	ca. 7200 m^3
Totaal volume zandvulling cellen: $15,5 \text{ m} \times 9,5 \text{ m} \times 136 \text{ m} =$	ca. 20000 m^3

Stel voor de kosten van de gewapende betonconstructie wordt uitgegaan van $€500/\text{m}^3$ (beton, wapening, bekisting) dan worden die kosten geschat op: ca. $16300 \text{ m}^3 \times €500/\text{m}^3 = €8,15 \text{ mln}$

Stel voor de kosten van de ongewapende vulling van de werkkamer wordt uitgegaan van $€125/\text{m}^3$ dan worden die kosten geschat op: ca. $7200 \text{ m}^3 \times €125/\text{m}^3 = €0,9 \text{ mln}$

Stel voor de kosten van de zandvulling van de cellen wordt uitgegaan van $€25/\text{m}^3$ dan worden die kosten geschat op: ca. $20000 \text{ m}^3 \times €25/\text{m}^3 = €0,5 \text{ mln}$

→ Inschatting **totale kosten** factor 2 à 4 x reguliere kosten: **€19 à 38 mln**

2.6 Inschatting o.b.v. informatie voorstudie Nieuwe Zeesluis IJmuiden

EBR:

Tijdens de voorstudie voor de bouw van de nieuwe zeesluis in IJmuiden zijn verschillende varianten voor de sluiswanden en sluishoofden onderzocht. Hierbij is ook een schetsontwerp gemaakt voor een sluishoofd, uitgevoerd als caisson. Voor die variant is destijds ook een globale kostenraming opgesteld (zie het fragment daarvan in Bijlage 2 Fragment kostenraming S.O. Sluis IJmuiden).

Voor een caisson met afmetingen $L \times B \times H = 105 \times 30 \times 41$ m zijn de directe bouwkosten destijds ingeschat op ca. €20 mln (prijsspeel 01-01-2010)*.

Correctie voor afmetingen: factor $(160 \times 20 \times 13,5) / (105 \times 30 \times 41) = 0,33$. Gekozen correctie voor afmetingen: factor 0,5, omdat een deel vaste kosten betreft en/of niet evenredig zijn met het totaal volume.

Correctie voor prijspeil (2021 vs. 2000): ca. 1,75

→ Inschatting kosten ca. $1,75 \times 0,5 \times €20$ mln

€17,5 mln

*) RHE: Betrokken geweest bij tender, ontwerp en realisatie van de zeesluis, maar slechts zijdelings bij de caissons. Indruk is dat de kosten van het caisson orde €50 à 80 mln bedroegen, i.p.v. de tijdens het S.O. geschatte 20 à 30 mln. N.B. Dit is informatie “van horen zeggen”, en onbekend of dat de directe bouwkosten waren of totale investeringskosten. Er dient daarom rekening te worden gehouden met kosten van een caisson die een factor 2 hoger zouden kunnen zijn → **ca. €35 mln**.

2.7 Inschatting o.b.v. informatie betrokkenen afzinken Nieuwe Zeesluis IJmuiden

MvdV:

- “stagnatiekosten €50.000,- per dag” (N.B. dit is “van horen zeggen”)
- maximale productie ca. 25 m³/uur, gemiddelde productie per dag ca. 30%
- hieruit volgt: kosten pneumatisch afzinken ca. $€50000 / (0,3 \times 25 \text{ m}^3/\text{uur} \times 24 \text{ uur}) = €275/\text{m}^3$
- N.B. dit is dus exclusief de kosten van de betonconstructie

“Invullen” van dit richtgetal levert:

- | | |
|---|----------------------|
| • Totale lengte kade (caissons): | 160 m |
| • Breedte kade (caissons) 15 à 20 m: | 20 m |
| • Hoogte kade (caisson) NAP+18,55 – NAP+5 m: | 13,5 m |
| • Totaal volume ‘pneumatisch af te zinken’: | 43200 m ³ |
| • Inschatting kosten afzinkproces $43200 \text{ m}^3 \times €275/\text{m}^3$: | €12 mln |
| • N.B. dit is dus exclusief de kosten van de betonconstructie | |

Stel voor de kosten van de **gewapende betonconstructie** wordt uitgegaan van €500/m³ (beton, wapening, bekisting) dan worden die **kosten** geschat op: ca. $16300 \text{ m}^3 \times €500/\text{m}^3 = \mathbf{€8,15 \text{ mln}}$

Stel voor de kosten van de ongewapende vulling van de werkkamer wordt uitgegaan van €150/m³ dan worden die kosten geschat op: ca. $7200 \text{ m}^3 \times €125/\text{m}^3 = €0,9 \text{ mln}$

Stel voor de kosten van de zandvulling van de cellen wordt uitgegaan van €25/m³ dan worden die kosten geschat op: ca. $20000 \text{ m}^3 \times €25/\text{m}^3 = €0,5 \text{ mln}$

→ Inschatting **totale kosten betonconstructie + pneumatisch afzinken:**

€21,5 mln

2.8 Inschatting o.b.v. vergelijking met kostenramingen, inschrijfstaten en meerwerkstaten bij het project Noord-Zuid-Lijn Amsterdam

Uit de directieraming en inschrijfstaten voor het pneumatisch afzinken van 3 caissons voor de Noord-Zuid-Lijn in Amsterdam (zie Bijlage 3 Fragment kostenraming NZ-Lijn) zijn de volgende kentallen afgeleid voor het pneumatisch afzinken. De afmetingen van de caissons in Amsterdam zijn qua lengte en breedte vergelijkbaar met het voorgestelde caisson in Venlo. De diepte (25 à 30 m) is echter groter dan in Venlo (ca. 13,5 m). De afzinkkosten zijn bij grotere dieptes hoger, vanwege de hogere overdruk en daardoor minder werkbare uren.

N.B. Dit betreft dus alleen de kosten van het afzinken; exclusief de kosten van de gewapende betonconstructie en overige bouwkosten.

Kosten overdrukinstallatie (per caisson):	ca. 1,5 mln gld (p.p. 2001) ca. 1,2 mln € (p.p.2021)
Kosten ontgraven onder druk (uit werkkamer):	ca. 35 gld/m ³ (p.p. 2001) ca. 30 €/m ³ (p.p.2021)
Inschatting kosten ontgraven (incl. installatie):	ca. 75 à 125 €/m ³ (p.p.2021) → ca. 100 €/m ³ te rekenen

“Invullen” van dit richtgetal levert:

- Totale lengte kade (caissons): 160 m
- Breedte kade (caissons) 15 à 20 m: 20 m
- Hoogte kade (caisson) NAP+18,55 – NAP+5 m: 13,5 m
- Totaal volume ‘pneumatisch af te zinken’: 43200 m³
- Inschatting **kosten afzinkproces** 43200 m³ x € 100/m³: **€4,3 mln**
- N.B. dit is dus exclusief de kosten van de betonconstructie

Stel voor de kosten van de **gewapende betonconstructie** wordt uitgegaan van €500/m³ (beton, wapening, bekisting) dan worden die **kosten** geschat op: ca. 16300 m³ x €500/m³ = **€8,15 mln**

Stel voor de kosten van de ongewapende vulling van de werkkamer wordt uitgegaan van €125/m³ dan worden die kosten geschat op: ca. 7200 m³ x €125/m³ = €0,9 mln

Stel voor de kosten van de zandvulling van de cellen wordt uitgegaan van €25/m³ dan worden die kosten geschat op: ca. 20000 m³ x €25/m³ = €0,5 mln

→ Inschatting **totale kosten betonconstructie + pneumatisch afzinken:** **€13,9 mln**

Uit een meerwerkstaat voor stagnatiekosten zijn de volgende kentallen afgeleid voor het pneumatisch afzinken:

- stagnatiekosten ca. €12.000,- à €19.000,- per dag (p.p.2006)
- inschatting gemiddelde kosten pneumatisch afzinken per dag p.p. 2021: €25.000,-
- maximale productie ca. 25 m³/uur, gemiddelde productie per dag ca. 30%
- hieruit volgt: kosten pneumatisch afzinken ca. €25000 / (0,3 x 25m³/uur x 24uur) = €140/m³
- N.B. dit is dus exclusief de kosten van de betonconstructie

“Invullen” van dit richtgetal levert:

- Totale lengte kade (caissons): 160 m
- Breedte kade (caissons) 15 à 20 m: 20 m
- Hoogte kade (caisson) NAP+18,55 – NAP+5 m: 13,5 m

- Totaal volume 'pneumatisch af te zinken': 43200 m³
- Inschatting **kosten afzinkproces** 43200 m³ x € 140/m³: **€6 mln**
- N.B. dit is dus exclusief de kosten van de betonconstructie

Stel voor de kosten van de **gewapende betonconstructie** wordt uitgegaan van €500/m³ (beton, wapening, bekisting) dan worden die **kosten** geschat op: ca. 16300 m³ x €500/m³ = **€8,15 mln**

Stel voor de kosten van de ongewapende vulling van de werkkamer wordt uitgegaan van €125/m³ dan worden die kosten geschat op: ca. 7200 m³ x €125/m³ = €0,9 mln

Stel voor de kosten van de zandvulling van de cellen wordt uitgegaan van €25/m³ dan worden die kosten geschat op: ca. 20000 m³ x €25/m³ = €0,5 mln

→ Inschatting **totale kosten betonconstructie + pneumatisch afzinken**: **€15,6 mln**

Uit een vergelijking van een bijgewerkte inschrijfstaat (zie Bijlage 5 Fragment herziene inschrijving NZ-lijn) zijn de volgende kentallen afgeleid voor de realisatie van 3 pneumatisch afgezonken caissons. Dit betreft de kosten van de constructie inclusief pneumatisch afzinken. Het eerste van de 3 caissons heeft een diepte (25 à 30 m) die groter is dan in Venlo (ca. 13,5 m), de overige 2 zijn vergelijkbaar.

- Totale kosten (directe bouwkosten excl. BTW, p.p. 2002) €11,3 mln
- Totale lengte caissons: ca. 127 m
- Correctie voor prijspeil: 2,5% per jaar (19) ca. factor 1,75
- Correctie voor lengte: 160/127 ca. factor 1,25

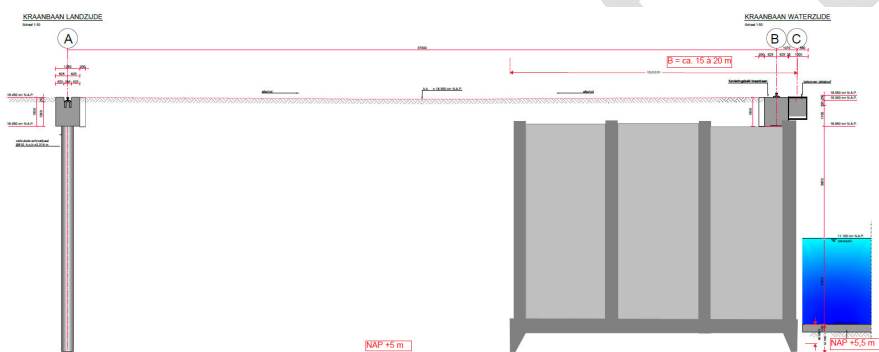
→ Inschatting **totale kosten pneumatisch afgezonken caissons**: **€25 mln**

3 Samenvatting kostenindicatie caisson

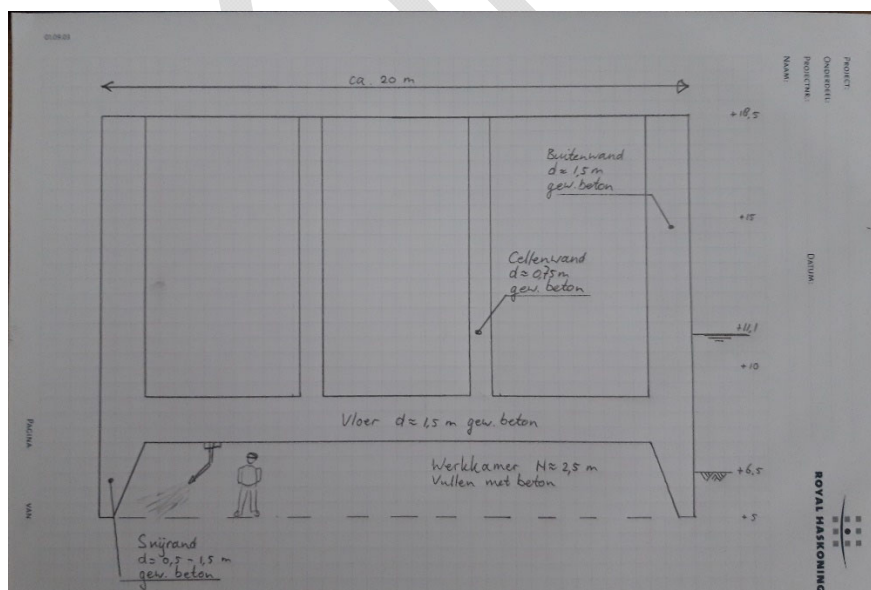
Uit de globale analyse die in notitie [4] is uitgevoerd blijkt dat het technisch haalbaar is om de kade uit te breiden zonder de grond beneden NAP +5m te roeren, waarbij een kadeconstructie in de vorm van een caisson wordt toegepast. De benodigde breedte van het caisson zal ca. 15 m à 20 m zijn t.b.v. stabiliteit; de hoogte ca. 13 m uitgaande van een funderingsniveau op ca. NAP +5,5 m.

In onderhavige notitie is een indicatie van de bouwkosten voor de caisson-variant afgeleid. Het doel van de kostenindicatie is om op hoofdlijnen een vergelijking te kunnen maken met de overige varianten (besteksonwerp en 'geoptimaliseerd' besteksonwerp), en om een afweging te kunnen maken of toepassing van de caisson-variant economisch haalbaar is voor dit project.

Voor het eerste caisson direct aansluitend op de bestaande kade ligt het pneumatisch afzinken voor de hand, omdat dan geen ontgraving naast en/of ter plaatse van de bestaande containerterminal nodig is. Voor het overige deel komt het prefabriceren – invaren – afzinken in aanmerking. Echter, gezien de benodigde breedte van 15 à 20 m is het onbekend (niet onderzocht) in hoeverre transport over water mogelijk is. Onduidelijk (niet onderzocht) is in hoeverre prefabricage op/nabij de projectlocatie mogelijk is. Om die reden wordt voor de kostenindicatie voor de gehele kade uitgegaan van het in-situ opbouwen van de constructie en pneumatisch afzinken.



Figuur 7 Principedoorrsnede concept 'pneumatisch caisson' met een breedte van 15 à 20 m



Voor het inschatten van de bouwkosten is de volgende aanpak gekozen:

- Vooralsnog geen offerte / uitvraag / informatie-aanvraag aan een marktpartij
- Inschatting o.b.v. interviews met deskundigen van RHDHV op het gebied van kade-constructies
- Inschatting o.b.v. interviews met deskundigen van RHDHV/TEC op het gebied van tunnels
- Inschatting o.b.v. interviews met deskundigen van RHDHV/TEC die betrokken waren bij het project Noord-Zuid-Lijn Amsterdam (waar enkele caissons pneumatisch zijn afgezonken)
- Inschatting o.b.v. interviews met / informatie van deskundigen van RHDHV die betrokken waren bij voorstudies voor het project Nieuwe Zeesluis IJmuiden (waar afgezonken sluishoofden / kolkwanden als alternatieven zijn beschouwd en geraamd)
- Inschatting o.b.v. interviews met / informatie van deskundigen van RHDHV die betrokken waren bij de realisatie van het project Nieuwe Zeesluis IJmuiden (waar de twee deurkassen van de sluishoofden pneumatisch zijn afgezonken)
- Vergelijking met kostenramingen, inschrijfstaten en meerwerkstaten bij het project Noord-Zuid-Lijn Amsterdam (waar enkele caissons pneumatisch zijn afgezonken)

Op basis van deze verschillende benaderingen is de inschatting gemaakt van de (directe) bouwkosten excl. BTW van de variant 'pneumatisch afgezonken caisson':

Ondergrens o.b.v. interviews met deskundigen van RHDHV op het gebied van kades:

€5 à 12 mln o.b.v. factor 2 à 4 t.o.v. kosten verankerde combiwand

Bovengrens o.b.v. interviews met deskundigen van RHDHV/TEC op het gebied van tunnels:

€43 mln o.b.v. maximale eenheidsprijs (€1000/m³) pneumatisch afgezonken constructie

Inschatting o.b.v. interviews met deskundige van RHDHV (generiek / betonconstructies):

€13,6 mln o.b.v. verhoogde eenheidsprijs (€750/m³) voor afgezonken betonconstructie

Inschatting met bandbreedte o.b.v. interviews met deskundigen van RHDHV, ervaring NZ-lijn:

€19 à 38 mln o.b.v. factor 2 à 4 t.o.v. kosten reguliere gewapend betonnen constructie

Inschatting met bandbreedte o.b.v. interviews met deskundigen van RHDHV, voorstudie IJmuiden:

€17,5 à 35 mln o.b.v. raming voorstudie / S.O. en ervaring bij uitvoering Zeesluis IJmuiden

Inschatting o.b.v. interviews met betrokkene van RHDHV bij realisatie Zeesluis IJmuiden:

€21,5 mln o.b.v. ervaring bij uitvoering Zeesluis IJmuiden

Inschatting o.b.v. interviews met deskundigen van RHDHV, ervaring NZ-lijn:

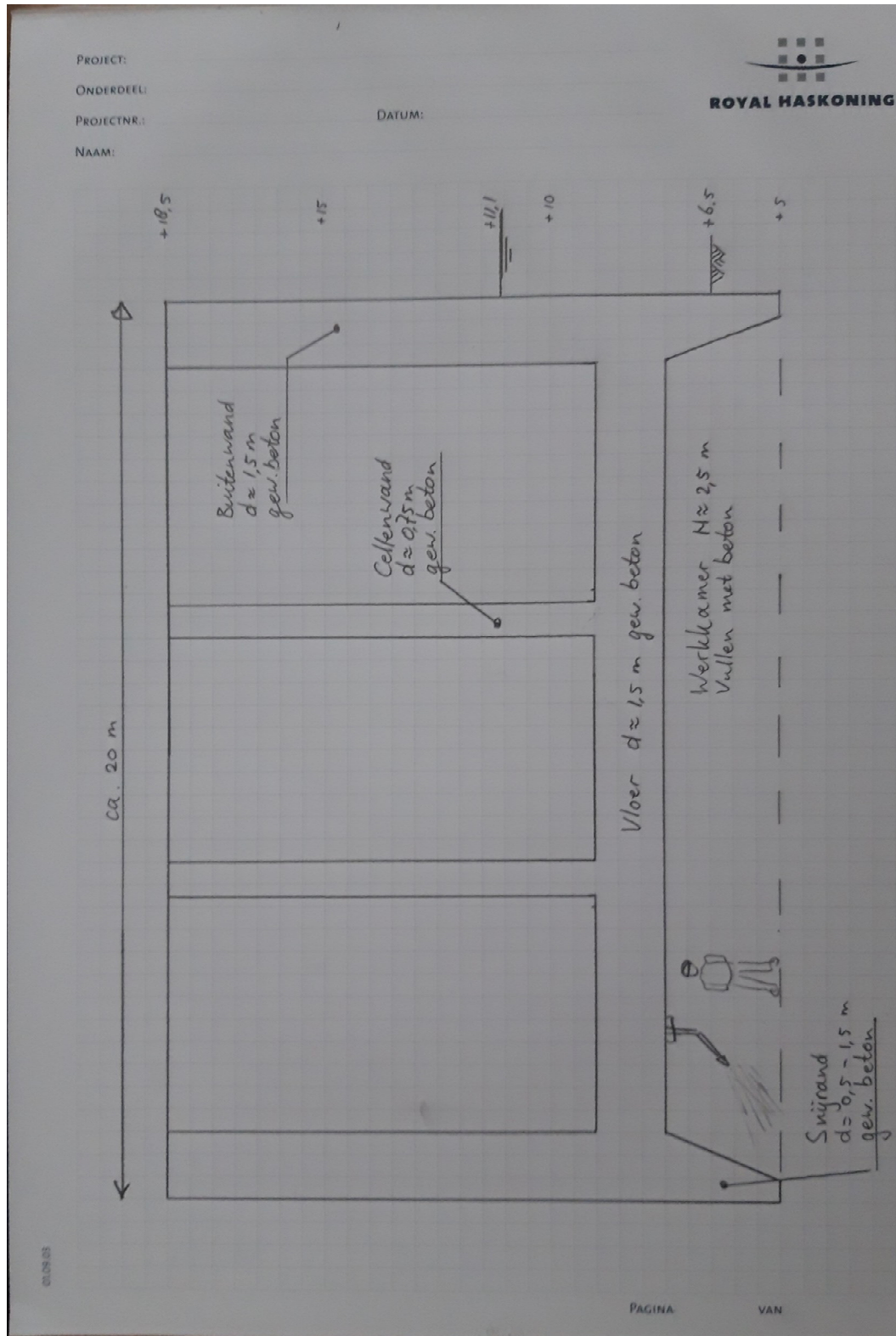
€13,9 mln o.b.v. raming en inschrijfstaat voor afzinkproces, betonconstructie apart ingeschat

€15,6 mln o.b.v. meerwerk/stagnatiekosten voor afzinkproces, betonconstructie apart ingeschat

€25 mln o.b.v. inschrijfstaat voor pneumatisch afgezonken caissons

N.B. Bovenstaande waarden betreffen een (zeer) grove inschatting van de directe bouwkosten voor de variant waarbij de uitbreiding van de kade wordt gerealiseerd met pneumatisch afgezonken caissons. Bij deze inschattingen zijn o.a. aannames gedaan voor prijspeilcorrecties en correcties voor schaalgrootte, en zijn ruwe getallen gebruikt om de kosten van de gewapend betonnen constructie in te schatten.

Bijlage 1 Schets doorsnede pneumatisch caisson



Bijlage 3 Fragment kostenraming NZ-Lijn

In gld , prijspeil 2001:

				NZL	Aannemer
313110	Toepassen voorzieningen. t.b.v. onder overdruk				1,499,073
Q-314110	Grond verwijderen uit werkkamers en vervoeren.	15700	0m3	39.5	620,150
Q-314120	Grond verwijderen uit werkkamers en vervoeren.	13400	0m3	39.5	529,300
Q-314130	Grond ontgraven en vervoeren.	6700	m3	27	180,900
Q-323110	Toepassen voorzieningen. t.b.v. onder overdruk	1	gld	15,000.00	15,000
Q-324110	Grond verwijderen uit werkkamers en vervoeren.	12500	0m3	39.5	493,750
Q-324120	Grond ontgraven en vervoeren.	5700	m3	27	153,900
Q-333110	Toepassen voorzieningen. t.b.v. onder overdruk	1	gld	15,000.00	15,000
Q-334110	Grond verwijderen uit werkkamers en vervoeren.	7000	m3	0	-
Q-334120	Grond ontgraven en vervoeren.	4450	m3	0	-

Bijlage 4 Fragment raming stagnatiekosten NZ-Lijn

In EUR , prijspeil 2006

Gerelateerd aan productie van 2 x 4 = 8 uur per dag			
Vaste kosten	€	524,60	per uur
Variabele kosten	€	901,04	per uur
Nachtbewaking		1 x 13 mu x 50% = 325 per nacht	
Weekendbewaking		1 x 48 mu x 50% = 792 per weekend	
vaste kosten	per dag	€ 4.198,79	€ 4.198,79
variabele kosten	per dag	€ 7.208,35	€ 7.208,35
nachtbewaking	per dag	€ 325,00	€ 325,00
weekendbewaking	x 0,2 / dag	€ 792,00	€ 158,40
Dagprijs totaal			€ 11.888,54
1 uur stagnatie is dan			€ 1.486,07

Gerelateerd aan de productie van 2 x 4 = 8 uur per dag				
Vaste kosten			€ 833,63	per uur
Variabele kosten			€ 1.439,63	per uur
Nachtbewaking	2 x 13 mu x 50% = 650 per nacht			
Weekendbewaking	2 x 48 mu x 33% = 1584 per weekend			
vaste kosten	1 dg	€ 6.669,00	€ 6.669,00	
variabele kosten	1 dg	€ 11.517,00	€ 11.517,00	
Nachtbewaking	1 pst	€ 650,00	€ 650,00	
Weekendbewaking	0,2 pst	€ 1.584,00	€ 316,80	
Dagprijs totaal			€ 19.152,80 *	
1 uur stagnatie komt dan op			€ 2.394,10	

Deze onderbouwing is bedoeld om inzicht te geven in het stagnatietarief en de gemiddelde dagkosten. Het is niet bedoeld om afzonderlijke zaken te verrekenen en/of te beoordelen.

Bijlage 5 Fragment herziene inschrijving NZ-lijn

In EUR , prijspeil 2002

Besteksdeel-C33a	Aanbieding	Aanpassing	Verschil-%	Verschil
3 Caissons	11109786	11291206	2%	181420

"voor intern (ambtelijk) commentaar"

