Grontmij

Vismigratierivier Afsluitdijk

Doorlaatmiddel Afsluitdijk
Voorontwerpnota

Definitief

In opdracht van:
Dienst Landelijk Gebied

Grontmij Nederland B.V.
De Bilt, 9 september 2014

GM-0140871, revisie D1

Verantwoording

Titel	:	Vismigratierivier Afsluitdijk
Subtitel	:	Doorlaatmiddel Afsluitdijk Voorontwerpnota
Projectnummer	:	339116
Referentienummer	:	GM-0140871
Revisie	:	D1
Datum	:	9 september 2014

Auteur(s)	:	ing. J.G.M. Bos
E-mail adres	:	waterbouw@grontmij.nl
Gecontroleerd door	:	M. Kersten
Paraaf gecontroleerd	:	
Goedgekeurd door	:	ing. J.H.P. Poodt
Paraaf goedgekeurd	:	b/a
Contact	:	Grontmij Nederland B.V. De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt Postbus 203 3730 AE De Bilt T +31 30 220 74 44 F +31 30 220 02 94 www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

1 Inleiding 5
1.1 Aanleiding, doel en opdracht 5
1.2 Systems Engineering 6
1.2.1 Algemeen 6
1.2.2 Functieboom 6
1.2.3 Objectenboom 7
1.2.4 Verificatie en validatie van eisen en wensen 7
1.3 Locatie 7
1.4 Leeswijzer 8

2 Eisen, wensen en randvoorwaarden 9
2.1 Algemeen 9
2.1.1 Hydraulica: randvoorwaarden 9
2.1.1.1 Waterstanden, golven ed., Waddenzeezijde 9
2.1.1.2 Waterstanden, golven ed. IJsselmeerzijde 10
2.1.1.3 Hydraulische aspecten VMR 10
2.1.2 Bathymetrie 11
2.1.3 Bestaande constructies: eisen en randvoorwaarden 11

3 Systeem VisMigratieRivier 14
3.1 VisMigratieRivier Waddenzeezijde 1.1 14
3.1.1 Openingen 1.1.1 14
3.2 Coupure Afsluitdijk 1.2 14
3.3 Beheer en onderhoud 16
3.3.1 Beheer 16
3.3.2 Onderhoud 18

4 Kosten 19
4.1 Aanlegkosten coupure 19
4.2 LCC waarden 20
4.2.1 Levensduurkosten over periode van 101 jaar na voltooiing 20
4.2.2 Levensduurkosten over periode van 22 jaar na voltooiing 20
4.3 Vergelijking van de kosten in voorgaande studies 21

Bijlage 2: Programma van Eisen

Bijlage 3: Hydraulische berekeningen

Bijlage 4: Constructieve berekeningen

Bijlage 5: Migratie-eisen vissen

Bijlage 6: Dieptekaarten

1 Inleiding

1.1 Aanleiding, doel en opdracht

De VisMigratieRivier (VMR) is een uniek project dat samen met het visvriendelijk spuibeheer van Rijkswaterstaat (vanaf 2015) de barrière die de Afsluitdijk vormt voor trekvissen moet opheffen. De kern van het project is een nieuwe doorgang door de Afsluitdijk, ingebed in een ontwerp dat zorgt voor een geleidelijke overgang van zout naar zoet water, en andersom, met een duurzame en zo natuurlijke mogelijke inrichting (building with nature).

De VMR is gepland nabij het sluiscomplex van Kornwerderzand.

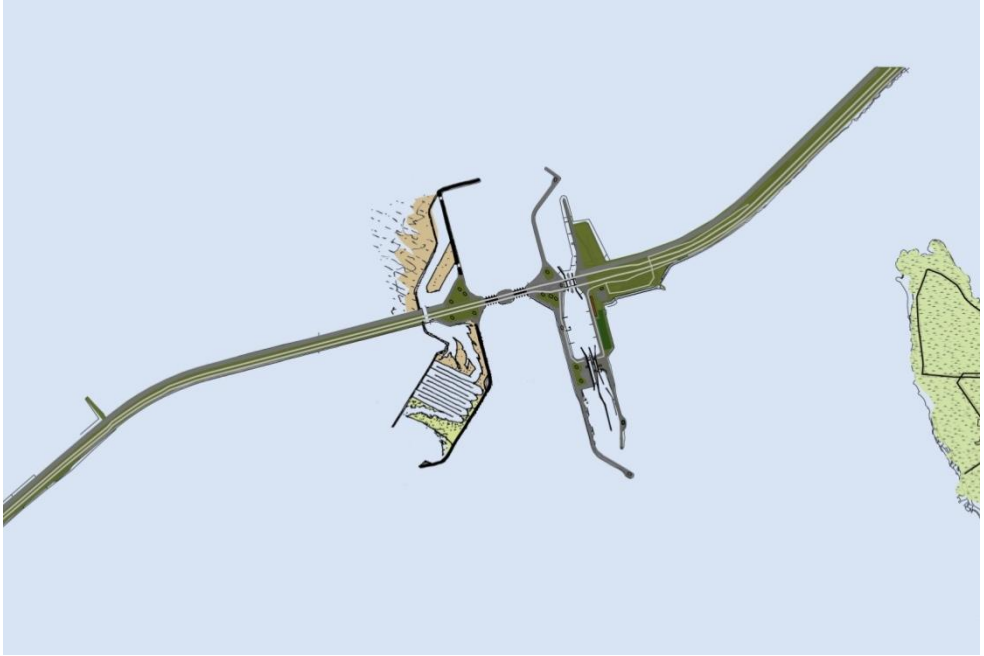
De VMR heeft tot doel:

- Realisatie van een robuuste, kwalitatief hoogwaardige natuurverbinding tussen de twee grote natuurgebieden IJsselmeer en Waddenzee.
- Realisatie van een economische impuls voor de sector recreatie en toerisme op de Afsluitdijk en daarmee voor de provincies Friesland en Noord-Holland.
- Realisatie van een concrete locatie om uitleg te geven over én het zichtbaar maken van de migratie van trekvissen en het belang van een goede overgang van zout naar zoet water.
- Versterken en verrijken van de vispopulaties in de Waddenzee, het IJsselmeer en het achterland door de migratieroute voor trekvissen te herstellen.
- Bijdragen aan de ontwikkeling van een economisch toekomstperspectief voor de beroepsvisserij in het IJsselmeer en de Waddenzee.

In 2012 is in opdracht van het Programma naar een Rijke Waddenzee een haalbaarheidsstudie en een projectplan ontwikkeld (PRW, 2013). Daarna zijn vervolgstappen gezet. Een volgende stap was het in samenhang met de MER en het onderzoek naar lokstromen verder civieltechnisch uitwerken van de bestaande varianten. Daarbij is afstemming gezocht met de plannen voor de verbetering van de Afsluitdijk. Deze studie heeft geresulteerd in een voorkeursvariant, zoals weergegeven in figuur 1.1.

Het project VMR is afgerond tot en met fase 4.1, zoals genoemd in de Integrale Planstudie VisMigratieRivier. Momenteel wordt in de huidige fase 4.2 de voorkeursvariant uitgewerkt tot op het niveau van voorontwerp en daarna tot het niveau van definitief ontwerp. Alleen het gedeelte van de VMR in het IJsselmeer en in de Waddenzee behoort tot deze opdracht. Het uitwerken van het doorlaatmiddel en de openingen door de noordwestelijke strekdam van de spuikom tot voorontwerpniveau behoort tot een nevenopdracht, waarop deze voorontwerpnota betrekking heeft.

Grontmij heeft van Dienst Landelijk Gebied een nevenopdracht gekregen voor het uitwerken van het doorlaatmiddel door de Afsluitdijk en de openingen in de noordwestelijke strekdam, behorend bij de voorkeursvariant, tot voorontwerp. Hoofddoel van deze nevenopdracht is het bepalen van de realisatiekosten en de LCC waarden met een marge van 25%. Rijkswaterstaat zal deze onderdelen van de VMR opnemen in het UAV-gc contract voor het verbeteren van de Afsluitdijk. Dit rapport beschrijft de uitgevoerde werkzaamheden en resultaten van het voorontwerp.



Figuur 1.1 Voorkeursvariant

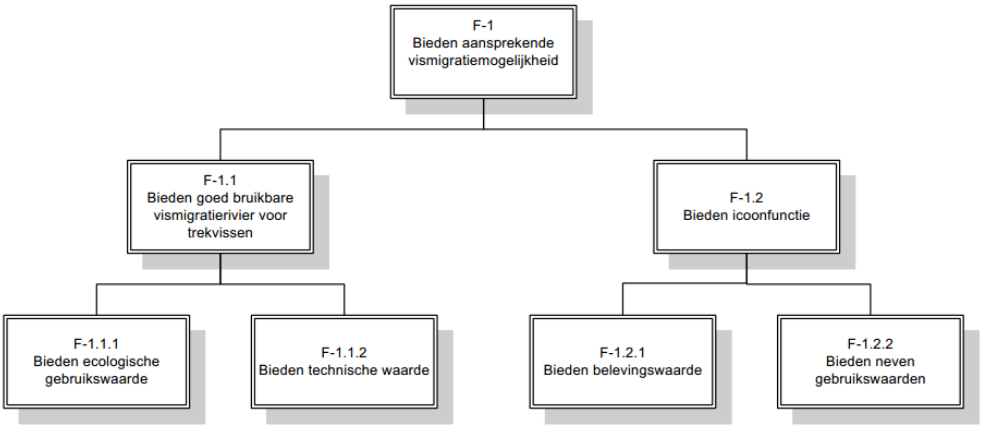
1.2 Systems Engineering

1.2.1 Algemeen

Het project Vismigratierivier Afsluitdijk, Technisch Management fase 4.2, Voorontwerp, is doorlopen middels de methodiek van Systems Engineering (SE). Systems Engineering is een gestructureerde manier van ontwerpen, waarbij alles voortdurend wordt bekeken vanuit het perspectief van het totale systeem van de Vismigratierivier. Het doel van het toepassen van Systems Engineering is dat gedurende het project de vismigratierivier aan alle eisen voldoet waarbij continue verantwoording kan worden afgelegd waarom tijdens het ontwerpproces bepaalde beslissingen zijn genomen.

1.2.2 Functieboom

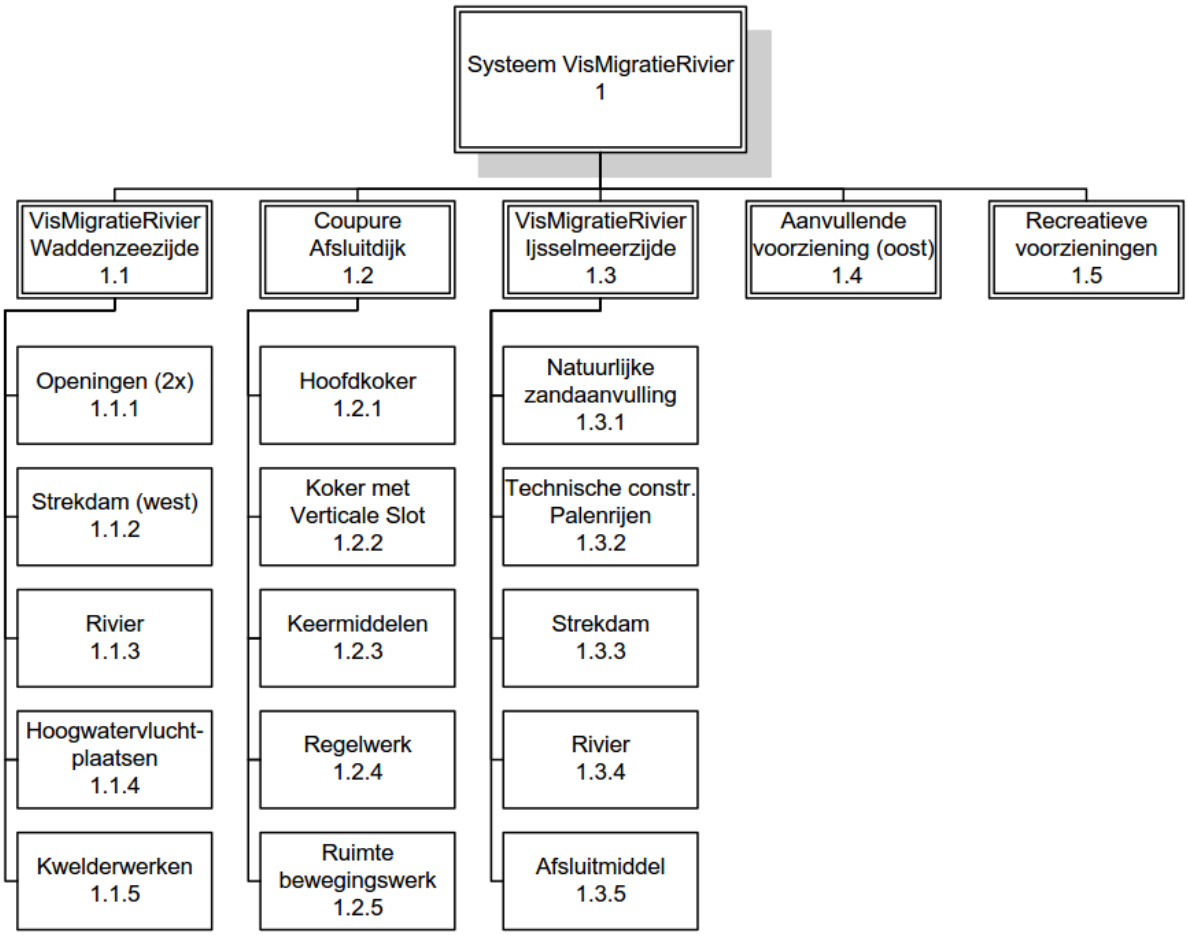
De beoogde werking van het systeem VMR is hieronder weergegeven in een functieboom. Een functieboom is een hiërarchische weergave van de beoogde functies van het systeem. De functieboom geeft structuur en biedt daarmee de mogelijkheid om andere projectinformatie logisch te ordenen en te traceren.



Figuur 1.2: Functieboom

1.2.3 Objectenboom

Hieronder is de objectenboom van de VMR weergegeven. Een objectenboom is een hiërarchische objectenstructuur van het systeem en geeft alle te ontwerpen, bouwen en te onderhouden objecten weer. Naarmate de detaillering van het project vordert zal ook de objectenboom uitgebreider en gedetailleerder worden.



Figuur 1.3: Objectenboom

Deze nevenopdracht heeft betrekking op object 1.1.1 en 1.2.

1.2.4 Verificatie en validatie van eisen en wensen

Het ontwerp dat in onderliggend rapport wordt gepresenteerd voldoet aan de eisen en randvoorwaarden die in hoofdstuk 2 en bijlage 1 zijn vermeld. Het ontwerpproces en de specificatie van het programma van eisen heeft gelijktijdig plaatsgevonden. De resultaten zijn verwerkt in de eisenspecificatie zoals verwoordt in hoofdstuk 2 en bijlage 1

Naast de verificatie van de ontwerpeisen is tevens een verificatie opgesteld van onze eigen werkzaamheden zoals genoemd in de offerte uitvraag.

1.3 Locatie

De VMR wordt gelokaliseerd juist ten westen van de sluizen bij Kornwerderzand (Lorentzsluizen), “los” van de Afsluitdijk.

De doorsteek door de Afsluitdijk is zo dicht mogelijk bij het spuicomplex gesitueerd. De eerste verbinding met de spuikom aan de Waddenzeezijde wordt direct achter de lokale verbreding van de dijk met de kazematten geplaatst, daar waar de turbulente stroming achter de spuisluizen laminair wordt, en de tweede nabij de meest noordelijke knik in de bestaande strekdam.

1.4 Leeswijzer

Na deze inleiding wordt in hoofdstuk 2 eerst een overzicht gegeven van de wensen, eisen en randvoorwaarden die worden gesteld aan de VMR. Dit betreffen zowel ecologische randvoorwaarden als, technische – hydraulische randvoorwaarden, als randvoorwaarden die samenhangen met de technische en landschappelijke inpassing van de VMR binnen de bestaande constructie van de Afsluitdijk en het spuisluiscomplex te Kornwerderzand. In hoofdstuk 3 worden deze eisen, randvoorwaarden en wensen vervolgens doorvertaald naar een technisch ontwerp van de coupure. In hoofdstuk 4 wordt een inschatting gegeven van de kosten, zowel voor de aanleg als voor levensduur.

2 Eisen, wensen en randvoorwaarden

2.1 Algemeen

In dit hoofdstuk wordt een korte samenvatting gegeven van de meest relevante eisen, wensen en randvoorwaarden. In het rapport “Vismigratierivier Afsluitdijk. Technisch Management. Variantenstudie”, nr. GM – 0136572, d.d. 27 juni 2014, is een meer uitgebreide beschrijving en ecologische onderbouwing van de eisen, wensen en randvoorwaarden gegeven.
In bijlage 1 zijn de eisen vertaald naar een Programma van Eisen, waarin deze zijn gerangschikt naar functionele eisen, aspecteisen, raakvlakeisen en ontwerprandvoorwaarden

2.1.1 Hydraulica: randvoorwaarden

2.1.1.1 Waterstanden, golven ed., Waddenzeezijde

Ter plaatse van de Lorentzsluizen gelden de volgende waterstanden aan de zijde van de Waddenzee:

- MHW: NAP + 5,200 m (frequentie 1/10.000 jaar)
- HW: NAP + 4,700 m (frequentie 1/1.000 jaar)
- HW: NAP + 4,200 m (frequentie 1/100 jaar)
- HW: NAP + 3,500 m (frequentie 1/10 jaar)
- HW: NAP + 3,000 m (frequentie 1/1 jaar)
- GHW: NAP + 0,950 m
- GLW: NAP – 0,950 m
- HW springtij: NAP + 1,300 m
- HW doodtij: NAP + 0,420 m
- Extreem LW: NAP – 3,300 m

De hydraulische randvoorwaarden waaraan de onderdelen van de VMR aan de zijde van de Waddenzee moeten voldoen zijn niet gelijk aan die voor de Afsluitdijk. Deze onderdelen maken geen deel uit van de waterkerende functie van de Afsluitdijk. Uitzondering hierop vormt het doorlaatmiddel (coupure) door de Afsluitdijk en de openingen in de westelijke strekdam, die onderdeel uitmaken van de primaire kering van de Afsluitdijk.
De Afsluitdijk is een “Verbindende Waterkering” met een normfrequentie van 1/10.000 jaar,die dijkring 6 (Friesland en Groningen) verbindt aan dijkring 12 (Wieringen).

De hydraulische randvoorwaarden vanuit de Waddenzee zijn door Rijkswaterstaat opgegeven. Op de hierboven genoemde waterstanden dienen enkele robuustheidstoeslagen te worden opgeteld. De MHW voor het jaar 2100 komt dan op NAP + 5,93 m. Er dient dan gerekend te worden met een significante golfhoogte Hs = 3,57 m. In bijlage 2 zijn berekeningen gemaakt van de hydraulische belastingen op de constructie, uitgaande van de hier genoemde waterstand en significante golfhoogte.

2.1.1.2 Waterstanden, golven ed. IJsselmeerzijde

Aan de zijde van het IJsselmeer, ter plaatse van de Lorentzsluizen, gelden de volgende waterstanden:

- MHW: NAP + 2,200 m (frequentie 1/10.000 jaar)
- HW: NAP + 1,710 m (frequentie 1/1.000 jaar)
- HW: NAP + 1,230 m (frequentie 1/100 jaar)
- HW: NAP + 0,770 m (frequentie 1/10 jaar)
- HW: NAP + 0,100 m (frequentie 1/1 jaar)
- Winterpeil: NAP – 0,290 m
- Zomerpeil: NAP – 0,170 m

2.1.1.3 Hydraulische aspecten VMR

Inleiding

De Afsluitdijk en de hoge stroomsnelheden door de spuisluizen vormen een ecologische barrière voor vissen in de richting van de Waddenzee naar het IJsselmeer. In de andere richting kunnen de vissen de Waddenzee bereiken doordat zij meespoelen door de spuisluizen.

De VMR moet de oplossing bieden voor die ecologische barrière en dient de Waddenzee in ecologische zin te verbinden met het IJsselmeer. Het is daarbij van belang dat de trekvissen in de spuikom voldoende gelokt worden in de richting van de VMR. Deze vissen moeten via een doorlaatmiddel in de Afsluitdijk en via de VMR het IJsselmeer bereiken, vanwaar ze verder het stroomgebied van de Rijn in kunnen zwemmen.

Lokstromen

In de huidige situatie bevindt de vis zich op meerdere locaties binnen de spuikom, gelokt door de grote spuistroom. Van de meest actief migrerende vissoorten wordt aangenomen dat deze zich bij afgaand tij en laag water verzamelt net buiten het turbulentieveld achter de spuisluizen. Aangegeven is dat voor een zo effectief mogelijke migratie het bij de voorkeursvariant nodig is om op twee plaatsen een verbinding te maken met de spuikom, één zo dicht mogelijk voorbij de verdikte oever met de kazematten (driehoekig stuk land met de bunkers) en één nabij de noordelijke knik in de strekdam. Voor de aanvullende voorziening aan de oostzijde zou één verbinding met de spuikom, zo dicht mogelijk voorbij de verdikte oever met de kazematten, voldoende zijn.
De lokstroom vanuit de VMR stroomt bij afgaand tij en laag water door 2 openingen de spuikom in. Beide openingen worden voorzien van een afsluitmiddel om de lokstroom goed te kunnen sturen.

Stroomsnelheden

Omdat het concept VMR bedoeld is als een getijdenrivier, komen er van richting wisselende stromingen voor. Feitelijk is de VMR qua hydraulisch gedrag meer een estuarium dan een rivier. Het voorkomen van wisselende stromingen betekent dat er gedurende de getijdencyclus altijd wel een stromingssituatie aanwezig is die geschikt is voor een bepaalde vissoort (zie bijlage 3 en 4). Deze stromingssituatie moet echter voldoende lang voorkomen om ervoor te zorgen dat de betreffende vis uiteindelijk de gehele lengte van de vismigratie rivier kan passeren.

De maximum stroomsnelheden die in de VMR mogen voorkomen zijn enigszins arbitrair, doch een maximum stroomsnelheid van 0,5 m/s wordt als wenselijk gezien. Naar verwachting kunnen dan nagenoeg alle soorten trekvissen van de VMR gebruik maken. De afmetingen van de rivier zijn hierop ontworpen.

Zoutindringing

Het concept VMR met een zo groot mogelijk migratietijdvenster betekent impliciet dat er zoutindringing richting de VMR is. Door de rivier een lengte te geven van ca. 1 km aan de zijde van de Waddenzee en ca. 4 km aan de zijde van het IJsselmeer en door het slim sturen van de af-

sluitmiddelen in het doorlaatmiddel in de Afsluitdijk kan zoutindringing in het IJsselmeer volledig worden voorkomen.

Brak intergetijde gebied
Het zoute / brakke water in de VMR zal zich door het dichtheidsverschil met het zoete water via de bodem van de rivier richting IJsselmeer willen verplaatsen. Zonder maatregelen is zelfs te verwachten dat de gehele bovenlaag van de VMR van begin tot eind zoet is, terwijl het water bij de bodem zout is en zal ook nabij de Afsluitdijk aan de oppervlakte geen brak intergetijde gebied ontstaan maar een zoet intergetijde gebied. Omdat er echter een nadrukkelijke wens is om een VMR te realiseren die, ook aan het oppervlak, de overgang van zout – brak – zoet weergeeft, worden 2 stuks dwarsdammen onder water aangelegd die de verticale stratificatie van zoet naar zout kunnen doorbreken. Deze dwarsdammen zijn gesitueerd in een gebied van ca. 1000 m lengte, gerekend vanaf de Afsluitdijk.

2.1.2 Bathymetrie
De bodemligging van het IJsselmeer ter plaatse van de voorgenomen projectlocatie is verkregen via een bodempeiling en als digitale ondergrond in de ontwerptekeningen meegenomen.

De bodemligging van de Waddenzee ter plaatse is niet digitaal beschikbaar. Op basis van waterkaarten is een inschatting van de bodemligging in de ontwerptekeningen opgenomen.,

Voor dieptekaarten van de Waddenzee en het IJsselmeer nabij Kornwerderzand, zie bijlage 5.

2.1.3 Bestaande constructies: eisen en randvoorwaarden
De Afsluitdijk ten westen van Kornwerderzand is opgebouwd uit een gedeelte aan de zijde van het IJsselmeer op NAP + 4,00 m waarop de autosnelweg met 2x2 rijstroken is gelegen, een aansluitend gedeelte op NAP + 4,50 m met een fietspad en een waterkerend gedeelte op NAP + 7,50 m. Het talud aan de IJsselmeerzijde en de Waddenzeezijde is verdedigd met stortsteen op een traditioneel kraagstuk opgebouwd uit riet en rijshout. De overige gedeelten van de dijk zijn voorzien van een grasbekleding op een zware kleilaag.

Het complex van de Lorentzsluizen bestaat uit 2 spuisluizen die overtollig water van het IJsselmeer lozen op de Waddenzee, en 2 schutsluizen ten oosten van de spuisluizen.

De spuisluizen bestaan elk uit 5 spuikokers met een breedte van 12 m en een diepte van 4 m. De kokers kunnen worden gesloten door middel van een stel vloeddeuren aan de zijde van het IJsselmeer, een buitenschuif en tussen de vloeddeuren en de buitenschuif een extra binnenschuif.

De spuisluizen zijn gesitueerd in de as van de Afsluitdijk. De autosnelweg en het fietspad worden met vaste bruggen over de kokers gevoerd.

Aan de IJsselmeerzijde wordt het water naar de spuisluizen geleid door een westelijke strekdam met een lengte van ca. 500 m. Deze dam is beschermd met stortsteen en ligt op ca. NAP + 1,00 m. Aan de oostzijde is hier de strekdam ca. 1250 m lang en vormt tevens de afscheiding met het scheepvaartkanaal en de schutsluizen. Omdat deze dam tevens een waterkerende functie heeft vanaf de Waddenzee ligt de bovenzijde aanzienlijk hoger, namelijk op ca. NAP + 5,50 m.

Figuur 2.1. Instroomzijde Lorentssluizen vanaf zuidzijde Kornwerderzend ter hoogte van het Kazamattenmuseum.

In de Waddenzee wordt het uitstromende water van de spuisluizen geleid door 2 strekdammen die tot ca. 750 m ten noorden van Afsluitdijk steken. Deze dammen zijn beschermd met zetsteen (basalt) en stortsteen en reiken tot ca. NAP + 4,00 m.

Figuur 2.2. Strekdam rond spuikom Lorentzsluizen

Ten oosten van de spuisluizen liggen 2 stuks schutsluizen, een grote en een kleine. De kleine schutsluis wordt voornamelijk door de recreatievaart gebruikt en heeft een lengte van 67 m en een breedte van 9 m. De drempel van deze sluis ligt op 3,5 m diepte.
De grote schutsluis heeft een lengte van 137 m, is 14 m breed en heeft een drempeldiepte van 3,5 m. Schepen tot en met klasse Va kunnen van deze sluis gebruik maken.

De schutsluizen liggen ten zuiden van de Afsluitdijk. Voor de doorvaart van de scheepvaart door de Afsluitdijk zijn hierin 2 stuks beweegbare bruggen opgenomen. Momenteel zijn dat draaibruggen. In de toekomst zullen deze vervangen worden door basculebruggen en wordt in de as van de Afsluitdijk een stormvloedkering gebouwd, zodat de waterkering niet meer over de schutsluizen loopt.

Figuur 2.3. Schutsluizen Kornwerderzand (Lorentzsluizen).

Figuur 2.4. Beweegbare brug in de A7 bij Kornwerderzand.

3 Systeem VisMigratieRivier

In dit hoofdstuk worden de verschillende onderdelen (objecten) van de VisMigratieRivier, zoals uitgewerkt in dit voorontwerp nader beschreven. De nummering is conform de objectenboom. Alleen de objecten 1.1.1. en 1.2 behoren tot deze nevenopdracht en worden dus hier beschreven.

3.1 VisMigratieRivier Waddenzeezijde 1.1

3.1.1 Openingen 1.1.1

De aansluiting van de VMR op de Waddenzee geschiedt door middel van 2 stuks openingen in de noordwestelijke strekdam langs de spuikom van de spuisluizen.

De openingen worden gemaakt als U-vormige betonnen constructies met een breedte van 13 m en voorzien van 2 stuks naast elkaar gelegen afsluitkleppen, die in principe elektrisch bediend worden uitgevoerd. Deze kleppen zijn bedoeld om de lokstroom goed over de beide openingen in de strekdam te kunnen sturen. De juiste vorm, constructie en aandrijving van deze afsluitkleppen dient nader te worden onderzocht, voornamelijk op het gebied van passeerbaarheid voor vissen.
De bodem van de U-vormige constructies komt op NAP – 4,000 m. De bovenzijde van de wanden is gelijk aan de bovenzijde van de strekdam, NAP + 4,000 m, zodat de kerende hoogte van de wanden 8 m bedraagt. De wanden en de vloer verkrijgen een dikte van ca. 1200 mm.
In de wanden van de U-vormige betonnen constructies worden sponningen opgenomen voor het plaatsen van droogzetschotten voor onderhoud aan de constructie en de kleppen.

De betonnen U-bakconstructies worden gemaakt in een bouwkuip van stalen damwanden en een vloer van onderwaterbeton. De vloer van onderwaterbeton krijgt een dikte van 1,000 m. Tussen de vloer van onderwaterbeton en de onderzijde van de constructievloer wordt een uitvullaag aangebracht met een nominale dikte van 100 mm. De ontgravingdiepte van de bouwkuip komt hiermee op NAP – 6,300 m. Onder de vloer van de constructies wordt een paalfundering gemaakt van geprefabriceerde betonnen palen, vierkant 400 mm, met een lengte van ca. 12 m. Deze palen worden over het traject door de vloer van onderwaterbeton voorzien van uitwendige ribbels, omdat zij in de bouwfase als trekelement voor de onderwaterbeton functioneren. Verankering van de palen in de constructievloer geschiedt door het opnemen van de wapening van de palen in de constructie.

Voor onderhoud van de strekdam moet de gehele strekdam bereikbaar zijn voor een tractor of een 4-wiel aangedreven voertuig. Hiertoe wordt over de constructie een eenvoudige stalen brug aangelegd. In deze stalen brug zal een handbediend beweegbaar deel worden gemaakt om te voorkomen dat landpredatoren het vogeleiland kunnen bereiken. Dit beweegbaar deel, met een lengte van minimaal 1500 mm, wordt uitgevoerd als een rolbrug(getje) of als een klapbrug(getje).

3.2 Coupure Afsluitdijk 1.2

De doorgang van de VMR door de Afsluitdijk wordt gevormd door een coupure voorzien van dubbele afsluitschuiven. Deze coupure maakt onderdeel uit van de primaire kering van de Afsluitdijk.

In grote lijnen bestaat de coupure uit 2 kokers, een koker voor doorlaat van de lokstroom van 20 tot 40 m3/sec en een koker voorzien van vertical slots voor de passage van de vis. Deze vertical slots zorgen voor een reductie van de stroomsnelheid tot ca. 0,5 m/sec, ongeveer gelijk aan de stroomsnelheid in de rivier voor en achter de coupure.

Ter plaatse van de kruin van de Afsluitdijk worden dubbele, verticale hoogwaterkerende schuiven aangebracht. Nabij de uitgang van de coupure aan de zijde van het IJsselmeer wordt een regelwerk aangebracht waarmee het debiet door de coupure geregeld kan worden. De juiste vorm, constructie en aandrijving van dit regelwerk dient nader te worden onderzocht, voornamelijk op het gebied van passeerbaarheid voor vissen.

De vertical slots worden aan de IJsselmeerzijde aangelegd, deels buiten het profiel van de Afsluitdijk en deels binnen het profiel. Deze vertical slots moeten vanaf de bovenzijde bereikbaar zijn voor onderhoud.

De bodem van de coupure wordt aangelegd op een niveau van NAP – 4,000 m.
De beide rijbanen van de autosnelweg en het fietspad worden via bruggen over de coupure geleid.

De coupure wordt samengesteld uit 5 moten, die elk verschillende betonafmetingen hebben. De 5 moten worden gebouwd in 3 bouwkuipen, waardoor het gefaseerd bouwen van de coupure mogelijk wordt. Dit gefaseerd bouwen is noodzakelijk om het wegverkeer op de A7 te allen tijde doorgang te verlenen.

De bouwfasering is als volgt:

- Fase 1: Bouw van noordelijke bouwkuip met de moten 1 en 2. Het wegverkeer kan gebruik maken van de huidige rijbanen.
- Fase 2: Bouw van de middelste bouwkuip, met moot 3. Het wegverkeer van de noordelijke rijbaan wordt ter plaatse van de coupure samengevoegd met de zuidelijk rijbaan. (4 x 0 systeem)
- Fase 3: Bouw van de zuidelijke bouwkuip, met moten 4 en 5. Het wegverkeer van de zuidelijke rijbaan wordt ter plaatse van de coupure samengevoegd met de noordelijke rijbaan. (4 x 0 systeem)

De bouwkuipen van de verschillende moten worden gemaakt van stalen damwanden (AZ28-700) met een vloer van onderwater beton met een dikte van 1000 mm. De fundatie bestaat uit Leeuwankerpalen type 850 met de paalpunt op NAP – 23,000 m. Tussen de onderwaterbetonvloer en de constructievloer wordt een uitvullaag van beton aangebracht met een nominale dikte van 100 mm.

Omdat de zijwanden en de noordelijke wand van de noordelijke bouwkuip de functie van waterkering van de dijk moet overnemen tijdens de bouw van de coupure worden deze uitgevoerd als een kistdamconstructie met een breedte van 7500 mm. De kistdam wordt gevuld met klei en de wanden worden aan elkaar verankerd.

De betonafmetingen en dergelijke van de verschillende moten is in onderstaande tabel weergegeven:

Moot nr.	Vloerdikte mm	Wanddikte mm	Leeuwankerpalen h.o.h. mm
1	1500	1500	2500
2	2000	2000	2000
3	1500	1500	2500
4	1500	1500	3000
5	1000	1000	3000

De betonafmetingen van moot 2, de onderwaterbetonvloer en de fundering zijn berekend. Zie bijlage 3. De afmetingen van de overige moten zijn op basis van de berekening van moot 2 ingeschat.

Ter plaatse van de schuiven wordt in de coupure een kelder gebouwd voor de hydrauliek unit en schakelapparatuur.

De overbruggingen van de A7 en het fietspad worden uitgevoerd met geprefabriceerde betonnen liggers, SJP 700 – flex. Het fietspad verkrijgt dezelfde liggers als de autosnelweg omdat hierover, incidenteel, zwaar onderhoudsverkeer dient te passeren.

De vertical slot vispassage wordt voorzien van verticale wanden met openingen langs de zijwanden voor passage van de vis.

Voor en achter de coupure worden bodembeschermingen van stortsteen op een kunststoffilterdoek met wiepen aan gebracht.
In de vertical lot koker wordt een geringe hoeveelheid stortsteen aangebracht, waardoor er schuilmogelijkheden voor de vis ontstaan.

De verticale schuiven van de hoogwaterkering en het regelwerk aan de zijde van het IJsselmeer worden hydraulisch bediend. De hydraulische units worden geplaatst in de kelder nabij de kruin van de dijk. Aandacht dient te worden besteed aan de 6 stuks cilinders van de verticale schuiven, die ca. 6 m boven de kruin van de Afsluitdijk uitsteken.

De bovenzijde van de coupure met de hydrauliekkelder ed. wordt bereikbaar via een onderhoudsweg vanaf het fietspad.

De coupure wordt verder voorzien van de benodigde trappen, ladders en leuningen.

Aandacht dient te worden besteed aan de ovbergang tussen de betonnen constructie van de coupure (wanden) en de grasbekleding van de Afsluitdijk. Wellicht verdient het aanbeveling de eerste meters van de grasbekleding naast de coupure te voorzien van een zetsteenconstructie (basalt). Deze kosten zijn in verhouding gering en niet in de kostenramingen meegenomen.

3.3 Beheer en onderhoud

3.3.1 Beheer

In principe wordt het beheer van de in deze rapportage vermelde onderdelen van de VMR als volgt ingedeeld:

Openingen in noordwestelijke strekdam (Object 1.1.1):
Het beheer van de openingen in de noordwestelijke strekdam ligt volledig bij de toekomstige beheerder van de VMR, It Fryske Gea. Hiertoe behoort tevens het bedienen van de elektrisch aangedreven afsluitkleppen.

Coupure in Afsluitdijk (Object 1.2):
Het beheer van de coupure in de Afsluitdijk is tweeledig:

- De hoogwaterkerende schuiven, die onderdeel uitmaken van de primaire kering van de Afsluitdijk, worden beheert en bediend door Rijkswaterstaat als waterkeringbeheerder. Op basis hiervan worden voor deze schuiven onafhankelijke hydraulisch units geplaatst, die alleen voor deze hoogwaterende schuiven worden gebruikt: één voor de voorste 3 stuks schuiven en één voor de achterste 3 stuks schuiven.
- De vertical; slots vispassage en het regelwerk aan de zijde van het IJsselmeer wordt beheerd en bediend door de beheerder van de VMR, It Fryske Gea. Dit regelwerk wordt voorzien van een onafhankelijke aandrijving.

3.3.2 Onderhoud

Voor het onderhoud is uitgegaan van de volgende activiteiten:

- 5 jaarlijkse visuele inspectie van de gehele constructie, inclusief onderwaterinspectie en rapportage.
- 5 jaarlijks klein onderhoud, zoals reparatie schilderwerk, onderhoud aan W&E installaties, reparaties van kleine (gebruiks) schaden, schoonmaken vertical slots passage.
- 10-jaarlijks groot onderhoud, zoals betonreparaties, conserveringswerken aan leuningen, trappen en schuiven ed., herstel van bodembeschermingen.
- Vervanging van de elektrische en automatiseringsinstallaties ed., elke 20 jaar.
- Vervanging van de werktuigbouwkundige installaties ed., elke 30 jaar.
- Personele kosten.
- Energie voorziening voor de afsluitmiddelen.
- Stormschade herstellen.

4 Kosten

De kosten voor aanleg van het doorlaatmiddel, coupure, van de VMR zijn opgesteld conform de SSK 2010 systematiek, zowel deterministisch als probabilistisch. Ook de levensduurkosten (LCC) zijn deterministisch en probabilistisch opgesteld in SSK 2010.

Alle bedragen zijn exclusief BTW

4.1 Aanlegkosten coupure

De aanlegkosten voor de coupure volgens de SSK kostenraming, deterministisch, worden geschat op € 16.520.000,-- (excl. BTW).

Dit bedrag is onder te verdelen in:

- Coupure: € 12.320.000,--
- Gaten in noordwestelijke strekdam: € 4.200.000,--

De belangrijkste kostendragers binnen deze onderdelen zijn:

- Coupure:
  - Wegomlegging: € 850.000,--
  - Tijdelijke en definitieve damwanden: € 1.750.000,--
  - Funderingspalen: € 860.000,--
  - Onderwaterbeton: € 780.000,--
  - Betonconstructie: € 4.280.000,--
  - Stalen schuiven, bewegingswerken ed. € 1.720.000,--
  - Overbruggingen: € 1.200.000,--

- Gaten in noordwestelijke strekdam:
  - Tijdelijke en definitieve damwanden: € 400.000,--
  - Funderingspalen: € 160.000,--
  - Onderwaterbeton: € 500.000,--
  - Betonconstructie: € 1.700.000,--
  - Stalen schuiven met bewegingswerken ed.: € 680.000,--
  - Beweegbare brug: € 140.000,--

Binnen het totaalbedrag van € 16.520.000,-- is een riscoreservering opgenomen van € 1.260.000,--.

Voor deze deterministische raming zijn de L, T en U waarden vastgesteld, waarmee deze deterministische raming middels een MonteCarlo simulatie met 10.000 trekkingen is omgewerkt tot een probabilistische raming.

Uit deze probabilistische raming volgt een variatiecoëfficiënt van 16%.

De investeringskosten met een kans van 85% overschrijding komen hiermee uit op
€ 14.110.000,-- (excl. BTW).
De investeringskosten met een kans van 70% overschrijding komen hiermee uit op
€ 14.700.000,-- (excl. BTW).
De investeringskosten met een kans van 30% overschrijding komen hiermee uit op
€ 18.400.000,-- (excl. BTW).
De investeringskosten met een kans van 15% overschrijding komen hiermee uit op
€ 19.820.000,-- (excl. BTW).

4.2 LCC waarden

4.2.1 Levensduurkosten over periode van 101 jaar na voltooiing

De Life-Cycle-Cost voor de coupure over een periode van 101 jaar na voltooiing zijn bepaald aan de hand van de in paragraaf 3.3.2 genoemde werkzaamheden en vervangingen.

De deterministische levensduurkosten over een periode van 101 jaar worden ingeschat op
€ 5.250.000,-- (excl. BTW).

Ook voor de LCC waarden is een probabilistische raming opgesteld. Uit deze probabilistische raming volgt een variatiecoëfficiënt van 16%

De levensduurkosten met een kans van 85% overschrijding komen hiermee uit op
€ 4.900.000,-- (excl. BTW).
De levensduurkosten met een kans van 70% overschrijding komen hiermee uit op
€ 5.100.000,-- (excl. BTW).
De levensduurkosten met een kans van 30% overschrijding komen hiermee uit op
€ 5.900.000,-- (excl. BTW).
De investeringskosten met een kans van 15% overschrijding komen hiermee uit op
€ 6.300.000,-- (excl. BTW).

4.2.2 Levensduurkosten over periode van 22 jaar na voltooiing

In de overkomst tussen Rijkswaterstaat en Provincie Fryslân wordt een bedrag voor beheer- en onderhoudskosten over een periode van 22 jaar opgenomen.

De Life-Cycle-Cost voor de coupure over een periode van 22 jaar na voltooiing zijn bepaald aan de hand van de in paragraaf 3.3.2 genoemde werkzaamheden en vervangingen.

De deterministische levensduurkosten over een periode van 22 jaar worden ingeschat op
€ 910.000,--,-- (excl. BTW).

Ook voor de LCC waarden is een probabilistische raming opgesteld. Uit deze probabilistische raming volgt een variatiecoëfficiënt van 9%

De levensduurkosten met een kans van 85% overschrijding komen hiermee uit op
€ 830.000,-- (excl. BTW).
De levensduurkosten met een kans van 70% overschrijding komen hiermee uit op
€ 870.000,-- (excl. BTW).
De investeringskosten met een kans van 30% overschrijding komen hiermee uit op
€ 1.000.000,-- (excl. BTW).
De investeringskosten met een kans van 15% overschrijding komen hiermee uit op
€ 1.020.000,-- (excl. BTW).

4.3 Vergelijking van de kosten in voorgaande studies

In de voorgaande studie van de VMR, “Vismigratierivier Afsluitdijk, Technisch Management, Variantestudie, fase 4, rapportnr. GM-0136572, versie D1, d.d. 27 juni 2014”, zijn de volgende kosten genoemd voor de coupure en de openingen in de noordwestelijke strekdam:

Coupure in de Afsluitdijk:	€ 13.200.000,--
Gaten in noordwestelijke strekdam (2x):	€ 1.324.000,--
Totaal:	€ 14.524.000,-- (deterministisch)

Het totaalbedrag voor deze onderdelen, deterministisch, komt nu uit op € 16.520.000,--, een verhoging van bijna € 2.000.000,-- . Deze verhoging is voor een groot deel toe te schrijven aan het wijzigen van de gaten in de noordwestelijke strekdam, die in de voorgaande studie gedacht zijn als niet afsluitbare, gegraven openingen in de dam, en in deze studie zijn gewijzigd in afsluitbare betonnen constructies met een overbrugging.
In de onderhavige studie bedragen de kosten voor de openingen in de dam € 4.200.000,--, alsdus een verhoging van ca. € 2.900.000,--.

Bijlage 1

Programma van Eisen

1.1 Functionele eisen

1.1.1 Functie 1: Bieden aansprekende vismigratiemogelijkheid

Eis-ID	Eistekst
F-1	Er dient een aansprekende vismigratiemogelijkheid te worden gerealiseerd middels een doorlaatmiddel door de Afsluitdijk en twee openingen in de westelijke strekdam van de spuikom, ten westen van de sluizen bij Kornwerderzand.

1.1.2 Functie 1.1: Bieden goed bruikbare vismigratiemogelijkheid voor trekvissen

Eis-ID	Eistekst
F-1.1	Het doorlaatmiddel en de openingen in de strekdam dienen voor trekvissen voldoende goed bruikbaar te zijn.

1.1.3 Functie 1.1.1: Bieden ecologische gebruikswaarde

Eis-ID	Eistekst
F1.1.1a	Het doorlaatmiddel en de openingen in de strekdam dienen geschikt te zijn voor alle diadrome vissoorten en vissen die tussen zoet-zout fourageren en eventueel zelfs uitgespoelde zoetwater vissen.
F1.1.1b	In het doorlaatmiddel dienen schuilmogelijkheden aanwezig te zijn voor alle doelsoorten.

1.1.4 Functie 1.1.2: Bieden technische waarde

Eis-ID	Eistekst
F1.1.2	Het doorlaatmiddel dient zoutindringing vanuit de Waddenzee naar het IJsselmeer tegen te gaan.

1.1.5 Functie 1.2: Bieden icoonfunctie

Eis-ID	Eistekst
F1.2	De vismigratierivier (inclusief doorlaatmiddel) moet een icoonwaarde hebben: *"Waterbouw van de 21e eeuw naast Waterbouwicoon van begin 20e eeuw".*

1.1.6 Functie 1.2.1: Bieden belevingswaarde

Eis-ID	Eistekst
F1.2.1a	De vismigratierivier (inclusief doorlaatmiddel) dient een zelfstandige uitstraling te hebben. Dit betekent dat de vismigratierivier een eigen identiteit heeft en dat de functie van de vismigratierivier 'afleesbaar' is.
F1.2.1b	De vismigratierivier (inclusief doorlaatmiddel) dient passend te zijn bij de Afsluitdijk
F1.2.1c	De vismigratierivier (inclusief doorlaatmiddel) dient 'beleefbaar' te zijn.

1.1.7 Functie 1.2.2: Bieden neven gebruikswaarden

Eis-ID	Eistekst
F1.2.2a	De vismigratievoorziening (inclusief doorlaatmiddel) dient naast vismigratie in neven gebruikswaarden te voorzien.
F1.2.2aa	De vismigratierivier (inclusief doorlaatmiddel) dient aantrekkelijk (toegankelijk en zichtbaar) te zijn voor recreatie en toerisme.

1.2 Aspecteisen

1.2.1 Betrouwbaarheid

Eis-ID	Eistekst
Bet-1	Het doorlaatmiddel en de openingen in de strekdam dienen aangesloten te worden op de geulen in zowel de Waddenzee als op de geulen in de vismigratierivier.
Bet-2	De lokstroom door het doorlaatmiddel dient voldoende groot te zijn om de doelsoorten te laten migreren.
Bet-3	De vismigratierivier dient op twee plaatsen een verbinding te hebben met de spuikom (twee openingen in strekdam Waddenzeezijde).
Bet-3.1	Beide openingen in de strekdam dienen te worden gemaakt als een U-vormige betonnen constructie, voorzien van een afsluitmiddel om de lokstroom goed te kunnen sturen.
Bet-3.2	De zuidelijkste opening in de strekdam dient zo goed als mogelijk aan te sluiten bij de vismigratielimietlijn in de spuikom.
Bet-4	Het doorlaatmiddel en de openingen in de strekdam dienen een technische levensduur van minimaal xxx jaar te hebben.
Bet-5	Nabij de uitgang van het doorlaatmiddel aan de zijde van het IJsselmeer dient een regelwerk aangebracht te worden waarmee het debiet door het doorlaatmiddel geregeld kan worden.

1.2.2 Beschikbaarheid

Eis-ID	Eistekst
Bes-1	Deze stromingssituatie dient dusdanig te zijn dat iedere vissoort uiteindelijk de gehele lengte van de vismigratie rivier kan passeren.
Bes-1.1	Het doorlaatmiddel door de Afsluitdijk dient te bestaan uit twee kokers, één voor de lokstroom en één koker voorzien van vertical slots voor de passage van vissen.
Bes-2	De maximale stroomsnelheid in de vismigratierivier dient 0,5 m/s te bedragen (met uitzondering van de koker voor de lokstroom in het doorlaatmiddel).

1.2.3 Onderhoudbaarheid

Eis-ID	Eistekst
Ond-1	Het doorlaatmiddel en de openingen in de strekdam dienen goed onderhoudbaar te zijn en toegankelijk voor onderhoudswerkzaamheden.
Ond-1.1	De strekdam Waddenzeezijde dient bereikbaar te zijn voor onderhoud met een tractor of een ander 4-wiel aangedreven voertuig door middel van stalen bruggen over de betonnen U-bak constructies.
Ond-1.2	De vertical slots in het doorlaatmiddel door de Afsluitdijk dienen vanaf de bovenzijde bereikbaar te zijn voor onderhoud.
Ond-1.3	De afsluitmiddelen in het doorlaatmiddel dienen middels een toegangsruimte bereikbaar te zijn.

1.2.4 Veiligheid

Eis-ID	Eistekst
Vei-1	De veiligheidsniveau van de primaire kering van de Afsluitdijk dient gehandhaafd te blijven.
Vei-1.1	De doorgang door de Afsluitdijk dient te voldoen aan de leidraad Kunstwerken.
Vei-2	Het doorlaatmiddel en de openingen in de strekdam dienen te voldoen aan de hydraulische en bathymetrische randvoorwaarden genoemd in hoofdstuk 2 van bovenliggend rapport.

1.2.5 Omgevingshinder

Eis-ID	Eistekst
Omg-1	Het verkeer op de Afsluitdijk dient bij realisatie van het doorlaatmiddel te allen tijde doorgang te vinden.

1.2.6 Duurzaamheid

Eis-ID	Eistekst
Duu-1	Het doorlaatmiddel en de openingen in de strekdam dienen ontworpen te worden met aandacht voor klimaatverandering en zeespiegelrijzing.

1.2.7 Vormgeving

Eis-ID	Eistekst
Vor-1	De vismigratierivier dient te passen bij de Afsluitdijk en kan gezien worden als een onderdeel van het hele systeem van dijken, schutsluizen, spuisluizen en havens.
Vor-8	Het doorlaatmiddel door de Afsluitdijk dient gerealiseerd te worden als een coupure om een maximale belevingswaarde te creëren.

1.2.8 Toekomstvastheid

Eis-ID	Eistekst
Toe-1	De schuiven in het doorlaatmiddel en in de twee openingen dienen instelbaar zijn.

1.3 Raakvlakeisen

1.3.1 Raakvlak Vismigratierivier - Afsluitdijk

Eis-ID	Eistekst
Raa-1	De aanleg van het doorlaatmiddel mag geen nadelige gevolgen hebben voor de Afsluitdijk.

1.4 Ontwerprandvoorwaarden

Eis-ID	Eistekst
O-1	De bodem van de rivier dient aan te sluiten op het niveau van de bovenzijde van de vloer van de coupure, te weten NAP – 4,0m.
O-2	De bodem van het doorlaatmiddel dient plaatselijk te worden voorzien van stortsteen om schuilmogelijkheden voor vissen te realiseren.
O-3	Bij de in- en uitstroomopeningen van het doorlaatmiddel dient bodembescherming toegepast te worden.

1.3 Raakvlakeisen

1.3.1 Raakvlak Vismigratierivier - Afsluitdijk

Eis-ID	Eistekst
Raa-1	De aanleg van het doorlaatmiddel mag geen nadelige gevolgen hebben voor de Afsluitdijk.

1.4 Ontwerprandvoorwaarden

Eis-ID	Eistekst
O-1	De bodem van de rivier dient aan te sluiten op het niveau van de bovenzijde van de vloer van de coupure, te weten NAP – 4,0m.
O-2	De bodem van het doorlaatmiddel dient plaatselijk te worden voorzien van stortsteen om schuilmogelijkheden voor vissen te realiseren.
O-3	Bij de in- en uitstroomopeningen van het doorlaatmiddel dient bodembescherming toegepast te worden.

Bijlage 2

Hydraulische berekeningen

Notitie

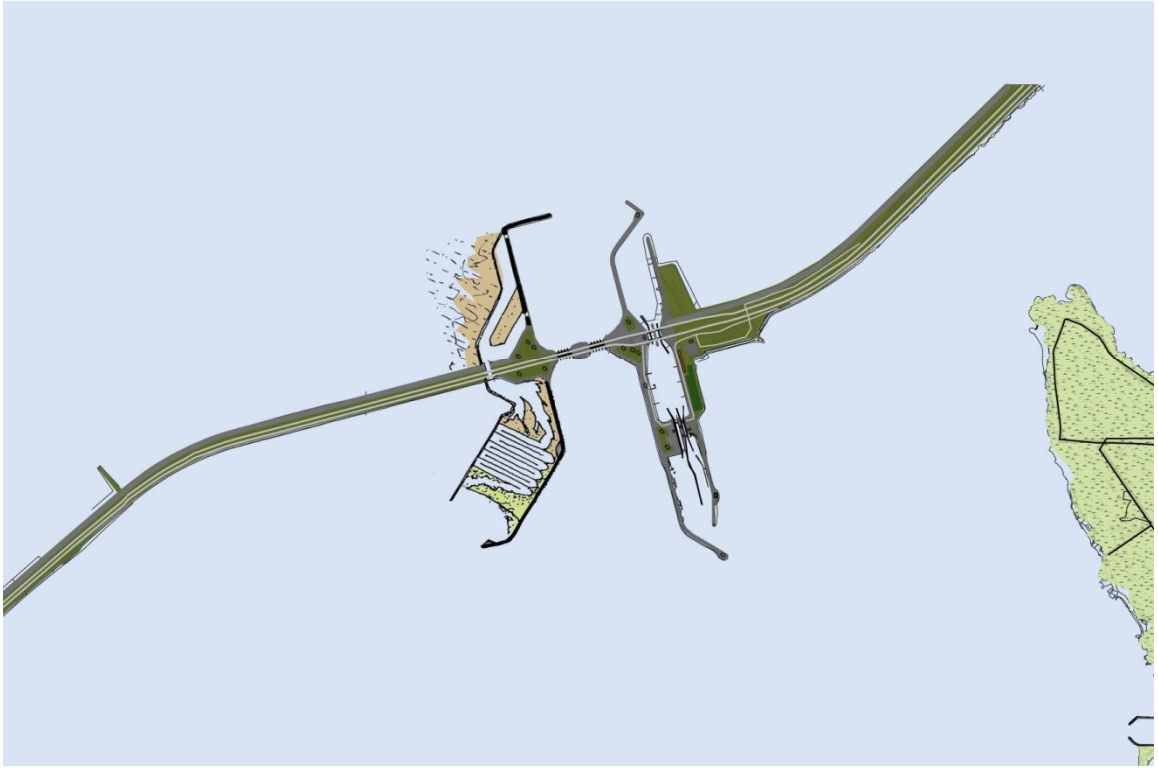
Referentienummer	Datum	Kenmerk
GM-0140683	25 augustus 2014	339261

Betreft
Hydraulische randvoorwaarden doorlaatmiddel vismigratierivier Afsluitdijk

1 Inleiding

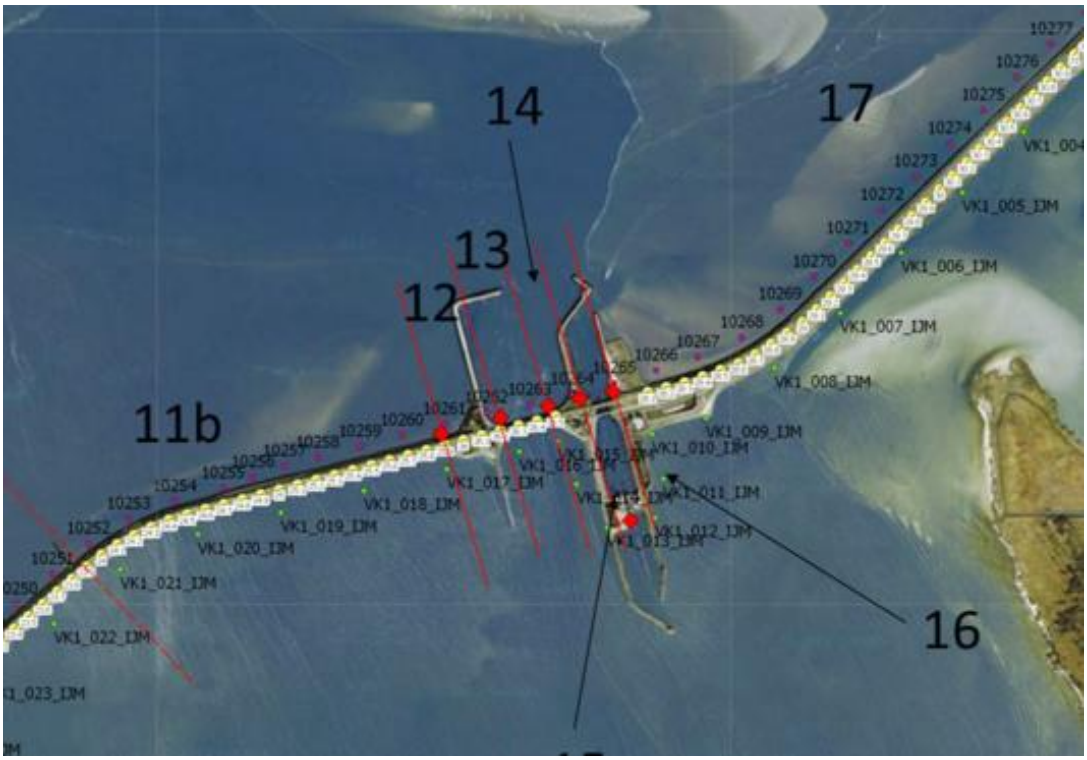
In deze notitie worden de hydraulische randvoorwaarden beschreven voor het doorlaatmiddel van de vismigratierivier ter plaatse van het sluizencomplex bij Kornwerderzand.

In onderstaande figuur is een schets opgenomen van de vismigratierivier. De vismigratierivier is ten westen van de bestaande spuisluis gesitueerd.



Figuur 1-1: Schets vismigratierivier

De vismigratierivier is gelegen in dijkvak 12 conform de legger van de Afsluitdijk (zie figuur 1-2).



Figuur 1-2: Dijkvaknummering nabij vismigratierivier

2 Hydraulische randvoorwaarden zijde Waddenzee

2.1 Waterstanden en golfkarakteristieken

Het huidige toetspeil is NAP +5,20 m en de huidige significante golfhoogte is 2,45 m (HR2006). Het doorlaatmiddel van de vismigratierivier wordt ontworpen met een levensduur van 100 jaar, dit betekent dat de waterstanden van het zichtjaar 2100 uit de rapportage 'Hydraulische randvoorwaarden voor het ontwerp van de versterking van de Afsluitdijk, Deltares, april 2013' worden gehanteerd. In deze waterstanden en golfkarakteristieken zijn onderstaande ontwerpmarges meegenomen:

- robuustheidstoeslag van 10% op maatgevende golfhoogtes H_{m0} (bij alle waterstanden);
- robuustheidstoeslag van 10% op maatgevende golfperiodes $T_{m-1,0}$ en T_p (bij alle waterstanden);
- robuustheidstoeslag van 0,1 m op de maatgevende waterstanden.

Maatgevend hoogwater jaar 2100:	NAP +5,93 m
Significante golfhoogte H_s:	3,57 m
Spectrale golfperiode $T_{m-1,0}$:	6,2 s
Piekperiode T_p:	7,6 s
Golfrichting (t.o.v. Noord):	312 gr. (NW)
Dijknormaal (t.o.v. Noord):	346 gr. (NNW)

Uit bovenstaande golfrichting en de oriëntatie van de dijk is af te leiden dat de golven niet loodrecht op het doorlaatmiddel invallen.

Voor de maatgevende situatie in het ontwerp van het doorlaatmiddel wordt er vanuit gegaan dat de constructie van de vismigratierivier aan de zeezijde al is verdwenen. Dit betekent dat geen

reductie op de golfhoogte wordt toegepast. Voor het doorlaatmiddel is geen fuik aanwezig, zodat hiervoor geen extra toeslag hoeft te worden meegenomen in de golfhoogte.
De golflengte wordt bepaald met onderstaande formules:

$$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi} = \frac{9{,}81 \cdot 6{,}2^2}{2\pi} = 60\,m$$

$$\frac{h}{L_0} = \frac{10}{60} = 0{,}16$$

Aflezen in tabel 2.1 geeft:

$$\frac{h}{L} = 0{,}1917$$

Dus:

$$L = \frac{10}{0{,}1917} = 52\,m$$

Tabel 2.1: Hulpmiddel voor bepaling golflengte

h/L_0	h/L	kh	tanh kh	sinh kh	cosh kh	K_s	n
0	0	0	0	0	1	∞	1
.005	.02836	.1782	.1764	.1791	1.0159	1.692	.9896
.010	.04032	.2533	.2480	.2560	1.0322	1.435	.9792
.015	.04964	.3119	.3022	.3170	1.0490	1.307	.9690
.020	.05763	.3621	.3470	.3701	1.0663	1.226	.9588
.025	.06478	.4070	.3860	.4184	1.0840	1.168	.9488
.030	.07135	.4483	.4205	.4634	1.1021	1.125	.9388
.035	.07748	.4868	.4517	.5064	1.1209	1.092	.9289
.040	.08329	.5233	.4802	.5475	1.1401	1.064	.9192
.045	.08883	.5581	.5066	.5876	1.1599	1.042	.9095
.050	.09416	.5916	.5310	.6267	1.1802	1.023	.8999
.055	.09930	.6239	.5538	.6652	1.2011	1.007	.8905
.060	.1043	.6553	.5753	.7033	1.2225	.9932	.8811
.065	.1092	.6860	.5954	.7411	1.2447	.9815	.8719
.070	.1139	.7157	.6144	.7783	1.2672	.9713	.8627
.075	.1186	.7453	.6324	.8162	1.2908	.9624	.8537
.080	.1232	.7741	.6493	.8538	1.3149	.9548	.8448
.085	.1277	.8026	.6655	.8915	1.3397	.9481	.8360
.090	.1322	.8306	.6808	.9295	1.3653	.9422	.8273
.095	.1366	.8583	.6953	.9677	1.3917	.9371	.8187
.100	.1410	.8858	.7093	1.006	1.4187	.9327	.8103
.110	.1496	.9400	.7352	1.085	1.4752	.9257	.7937
.120	.1581	.9936	.7589	1.165	1.5356	.9204	.7776
.130	.1665	1.046	.7804	1.248	1.5990	.9169	.7621
.140	.1749	1.099	.8002	1.334	1.667	.9146	.7471
.150	.1833	1.152	.8183	1.424	1.740	.9133	.7325
.160	.1917	1.204	.8349	1.517	1.817	.9130	.7184
.170	.2000	1.257	.8501	1.614	1.899	.9134	.7050
.180	.2083	1.309	.8640	1.716	1.986	.9145	.6920
.190	.2167	1.362	.8767	1.823	2.079	.9161	.6796
.200	.2251	1.414	.8884	1.935	2.178	.9181	.6677
.210	.2336	1.468	.8991	2.055	2.285	.9205	.6563
.220	.2421	1.521	.9088	2.178	2.397	.9231	.6456
.230	.2506	1.575	.9178	2.311	2.518	.9261	.6353
.240	.2592	1.629	.9259	2.450	2.647	.9291	.6256
.250	.2679	1.683	.9332	2.599	2.784	.9323	.6164
.260	.2766	1.738	.9400	2.755	2.931	.9356	.6076
.270	.2854	1.793	.9461	2.921	3.088	.9390	.5994
.280	.2942	1.849	.9516	3.097	3.254	.9423	.5917
.290	.3031	1.905	.9567	3.284	3.433	.9456	.5845
.300	.3121	1.961	.9611	3.483	3.624	.9490	.5777
.320	.3302	2.075	.9690	3.919	4.045	.9553	.5655
.340	.3468	2.190	.9753	4.413	4.525	.9613	.5548
.360	.3672	2.307	.9804	4.974	5.072	.9667	.5457
.380	.3860	2.425	.9845	5.609	5.697	.9717	.5380
.400	.4050	2.544	.9877	6.329	6.407	.9761	.5314
.420	.4241	2.665	.9904	7.146	7.215	.9798	.5258
.440	.4434	2.786	.9924	8.075	8.136	.9832	.5212
.460	.4628	2.908	.9941	9.132	9.186	.9860	.5173
.480	.4822	3.030	.9953	10.32	10.37	.9885	.5142
.500	.5018	3.153	.9964	11.68	11.72	.9905	.5115

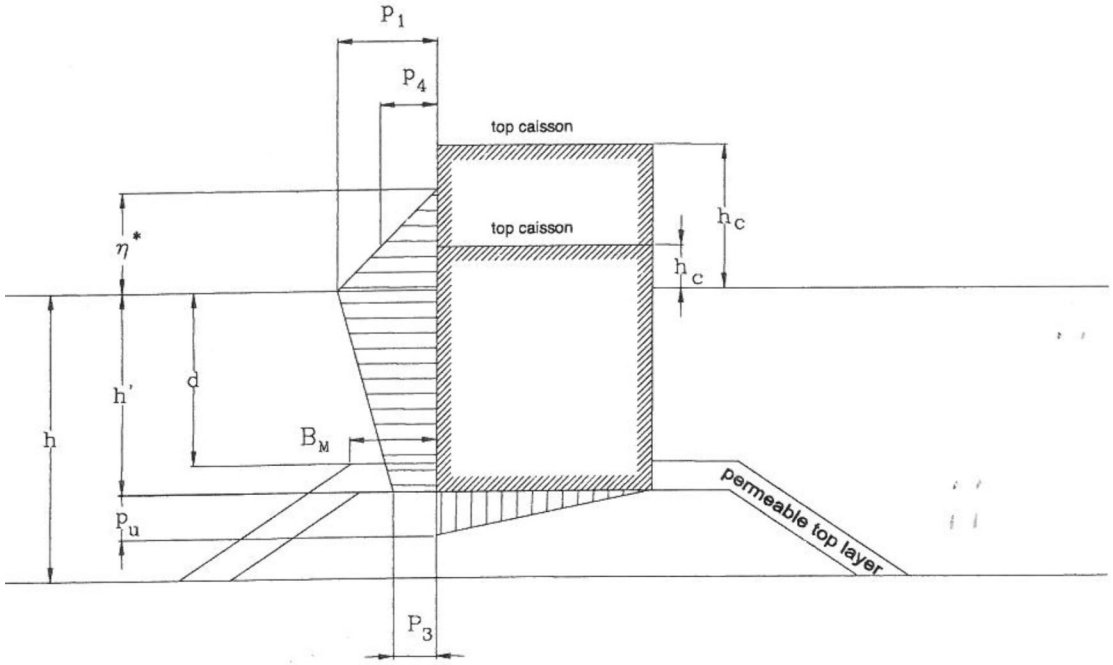
De steilheids- en diepte-effecten geven een maximum aan de golfhoogte. Wanneer de inkomende golf hoger is dan de mogelijke golf, zal de golf breken tot zijn maximum. Voor het bepalen van de maximale ontwerpgolf geldt onderstaande formule voor lopende c.q. staande golven:

$$H_{d,max} = 0{,}14\, resp.\, 0{,}2\, L \cdot tanh\left(\frac{2\pi h}{L}\right) = 0{,}14\, resp.\, 0{,}2 \cdot 52 \cdot \tanh\left(\frac{2\pi \cdot 10}{52}\right) = 6{,}08\, resp.\, 8{,}70\, m$$

Dit betekent dat voor het doorlaatmiddel een staande golf kan ontstaan van H_d = 2,2 *3,57 m = 7,85 m.

2.2 Golfdrukken

De golfdrukken op de constructie worden bepaald met de methode van Goda (zie bijlage 1).



Onderstaande golfdrukken zijn bepaald:

P_1 = 55,25 kN/m^2
P_3 = 31,30 kN/m^2
P_4 = 47,88 kN/m^2
P_U = 31,30 kN/m^2

3 Hydraulische randvoorwaarden zijde IJsselmeer

Het huidige winterpeil op het IJsselmeer bedraagt NAP -0,40 m. In de toekomst zal het peil op het IJsselmeer gaan stijgen, voor het ontwerp van het doorlaatmiddel van de vismigratierivier wordt uitgegaan van het huidige winterpeil op het IJsselmeer in combinatie met hoogwater op de Waddenzee.

Tijdens de hoogwatersituatie op de Waddenzee treedt er een Noordwestelijke wind op die voor afwaaiing langs de Afsluitdijk zorgt.

De effectieve strijklengte bedraagt dan circa 20 km (zie bijlage 2). De maatgevende windsnelheid uit noordwestelijke richting met een frequentie van 1 keer per 10.000 jaar bedraagt 34,5 m/s (meetstation De Kooy).

De afwaaiing in deze situatie bedraagt 2,05 m (zie bijlage 2). Het maatgevende waterpeil op het IJsselmeer is dan NAP -2,45 m.

Verantwoording

Projectnummer	:	333261
Referentienummer	:	GM-0140683
Revisie	:	
Datum	:	25 augustus 2014

Auteur(s)	:	Brenda Donselaar-Gaal
E-mail adres	:	waterbouw@grontmij.nl
Gecontroleerd door	:	Jan Bos
Paraaf gecontroleerd	:	
Goedgekeurd door	:	Jan Hein Poodt
Paraaf goedgekeurd	:	

Referentienummer
GM-0140683

Bijlage 1

Berekening golfdrukken

Golfdrukbelasting volgens GODA

Invoergegevens			
	Teken	Eenheid	Waarde
Ontwerp golfhoogte	Hd	m	7,85
Ontwerp golflengte	Ld	m	52,00
Hoek golfrichting met normaal op vlak van de wand	Beta	rad	0,00
Waterdiepte op de berm	D	m	9,68
Waterdiepte op de berm incl. doorlatende toplaag	h'	m	9,68
Waterdiepte op 5*Hs voor de wand	h	m	9,68
Waterdiepte voor de berm	h	m	9,68
Maat waterspiegel tot bovenkant constructie	hc	m	1,57
Breedte van de berm	Bm	m	0,00
Modificatiefactor lambda 1	lambda 1		1,00
Modificatiefactor lambda 2	lambda 2		1,00
Modificatiefactor lambda 3	lambda 3		1,00

Top golf boven waterspiegel eta *			
Omschrijving	Teken	Eenheid	Waarde
Hoek golfrichting met	Beta	rad	0,00
Modificatiefactor Lambda 1	Lambda	--	1,00
Ontwerp golflhoogte	Hd	m	7,85
Maat eta *			11,775

Golfdrukcoefficient alpha 1			
Omschrijving	Teken	Eenheid	Waarde
Waterdiepte voor de berm	h	m	9,68
Ontwerp golflengte	Ld	m	52,00
Golfdrukcoefficient alpha 1			0,704

Golfdrukcoefficient alpha 2			
Omschrijving	Teken	Eenheid	Waarde
Waterdiepte op berm	D	m	9,68
Waterdiepte op 5*Hs voor de wand	h	m	9,68
Ontwerp golfhoogte	Hd	m	7,85
Golfdrukcoefficient alpha 2			0,000

Golfdrukcoefficient alpha m			
Omschrijving	Teken	Eenheid	Waarde
Waterdiepte op berm	D	m	9,68
Ontwerp golfhoogte	Hd	m	7,85
Golfdrukcoefficient alpha m			0,811

Golfdrukcoefficient alpha n			
Omschrijving	Teken	Eenheid	Waarde
Waterdiepte op berm	D	m	9,68
Waterdiepte voor berm	h	m	9,68
Breedte van de berm voor de wand	Bm	m	0,00
Ontwerp golflengte	Ld	m	52,00
Golfdrukcoefficient alpha n			-0,002

Golfdrukcoefficient *alpha l*			
Omschrijving			Waarde
Golfdrukcoefficient alpha m			0,811
Golfdrukcoefficient alpha n			-0,002
Golfdrukcoefficient *alpha l*			-0,002

Golfdrukcoefficient alpha *			
Omschrijving			Waarde
Golfdrukcoefficient alpha 2			0,000
Golfdrukcoefficient *alpha l*			-0,002
Golfdrukcoefficient alpha *			0,000

Golfdrukcoefficient alpha 3			
Omschrijving	Teken	Eenheid	Waarde
Waterdiepte op berm incl. doorlatende toplaag	h'	m	9,68
Waterdiepte voor berm	h	m	9,68
Ontwerp golflengte	Ld	m	52,00
Golfdrukcoefficient alpha 3			0,567

Golfdrukcoefficient alpha 4			
Omschrijving	Teken	Eenheid	Waarde
Maat waterspiegel tot bovenkant constructie	hc	m	1,57
Maat eta *	eta *	m	11,775
Golfdrukcoefficient alpha 4			0,867

Golfdrukken	niet-brekende golven		
Golfdrukcoefficient alpha*=	alpha2		
Omschrijving	Teken	Eenheid	Waarde
Golfdruk ter hoogte van de waterspiegel	P1	kN/m2	55,25
Golfdruk ter hoogte van de bovenkant van de constructie 1)	P4	kN/m2	47,88
Golfdruk ter hoogte van de onderkant van de constructie	P3	kN/m2	31,30
Golfdruk onder de constructie ter plaatse van de voorzijde	PU	kN/m2	31,30

1) Indien bovenkant constructie zich onder de maat eta * bevindt

Golfdrukken	niet-brekende golven		
Golfdrukcoefficient alpha * = alpha 2			
Omschrijving	Teken	Eenheid	Waarde
Golfdruk ter hoogte van de waterspiegel	P1	kN/m2	55,25
Golfdruk ter hoogte van de bovenkant van de constructie 1)	P4	kN/m2	47,88
Golfdruk ter hoogte van de onderkant van de constructie	P3	kN/m2	31,30
Golfdruk onder de constructie ter plaatse van de voorzijde	PU	kN/m2	31,30

1) Indien bovenkant constructie zich onder de maat eta * bevindt

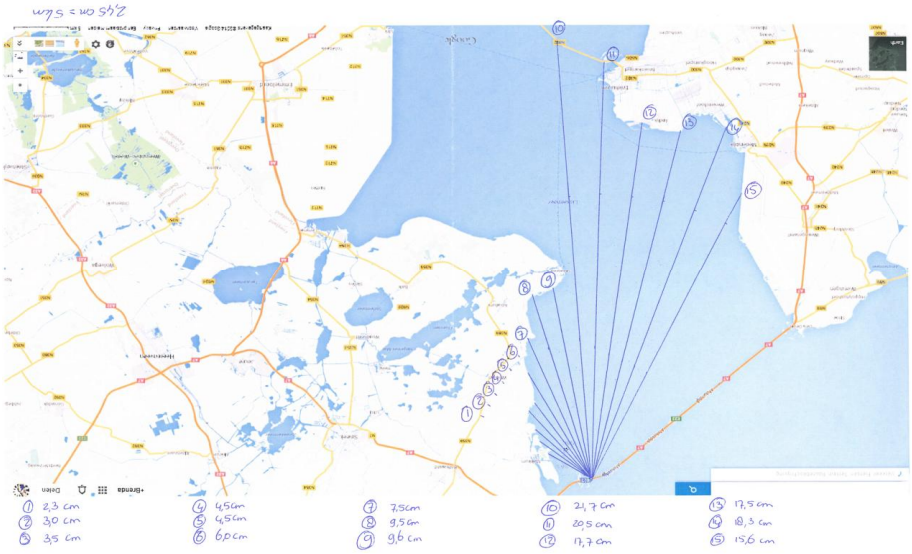
Referentienummer
GM-0140683

Bijlage 2

Effectieve strijklengte en afwaaiing

Strijklengtes

De strijklengtes zijn bepaald aan de hand van goolge earth en leidraad kunstwerken



Strijklengtes

Graden	***Lengte (m)***	***Graden***	***Lengte (m)***
-6,00	15306	*6,00*	19592
-12,00	12245	*12,00*	44286
-18,00	9184	*18,00*	41837
-24,00	9184	*24,00*	36204
-30,00	7143	*30,00*	35714
-36,00	6122	*36,00*	37347
-42,00	4694	*42,00*	31837
0,00	19388		

Effectieve Strijklengte

(Leidraad voor het ontwerp van rivierdijken, Deel 1)

in graden	cos (O)	cos^2 (O)	R(O)	R(O)cos^2(O)
-42	0,743	0,552	15306	8453
-36	0,809	0,655	12245	8014
-30	0,866	0,750	9184	6888
-24	0,914	0,835	9184	7664
-18	0,951	0,905	7143	6461
-12	0,978	0,957	6122	5858
-6	0,995	0,989	4694	4643
0	1,000	1,000	19388	19388
6	0,995	0,989	19592	19378
12	0,978	0,957	44286	42371
18	0,951	0,905	41837	37842
24	0,914	0,835	36204	30215
30	0,866	0,750	35714	26786
36	0,809	0,655	37347	24444
42	0,743	0,552	31837	17582
	13,511			265986

Fe = 19687 [m]

Opwaaiing

(Leidraad voor het ontwerp van rivierdijken)

Invoer

windsnelheid	**u**	35	[m/s]
strijklengte	**F**	19687	[m]
hoek windrichting/lengte-as	**Φ**	0,00	[°]
waterdiepte	**h**	4,00	[m]

Gebruikte formules

$\Delta h = \alpha\ u^2\ F \cos(\Phi) / d$

α = coefficient: $0{,}35 * 10^{-6}$

Uitvoer

Opwaaiing	Δh	2,050	[m]

Bijlage 3

Constructieve berekeningen

Vismigratierivier Doorlaatmiddel

VO berekening doorlaatmiddel

Definitief

In opdracht van:
Dienst Landelijk Gebied

Grontmij Nederland B.V.
De Bilt, 28 augustus 2014

Grontmij

GM-0140919, revisie D1

Verantwoording

Titel	:	Vismigratierivier Doorlaatmiddel
Subtitel	:	VO berekening doorlaatmiddel
Projectnummer	:	339261
Referentienummer	:	GM-0140919
Revisie	:	D1
Datum	:	28 augustus 2014

Auteur(s)	:	ir. J. de Vlieger
E-mail adres	:	waterbouw@grontmij.nl
Gecontroleerd door	:	ing. F. Verschoor
Paraaf gecontroleerd	:	
Goedgekeurd door	:	ing. J.H.P. Poodt
Paraaf goedgekeurd	:	
Contact	:	Grontmij Nederland B.V. De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt Postbus 203 3730 AE De Bilt T +31 30 220 74 44 F +31 30 220 02 94 www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

1 Inleiding 4
1.1 Algemeen 4
1.2 Leeswijzer 5

2 Gegevens en uitgangspunten 6
2.1 Informatiebronnen 6
2.2 Veiligheidsfilosofie 6
2.2.1 Normen en richtlijnen 6
2.2.2 Veiligheidsklasse 6
2.2.3 Partiële factoren 6
2.3 Geotechnische gegevens 7
2.4 Hydraulische randvoorwaarden 7
2.4.1 Waterstanden 7
2.4.2 Grondwaterstand 8
2.5 Belastingen 8
2.6 Vervorming damwanden 8

3 Berekening bouwkuip 9
3.1 Algemeen 9
3.2 Berekening damwand 9
3.3 Berekening onderwaterbetonvloer 10
3.4 Berekening palen 11

4 Berekening doorlaatmiddel 13
4.1 Algemeen 13
4.2 Berekening wanden 13
4.3 Berekening vloer 14
4.4 Verticaal evenwicht 14
4.4.1 Opdrijven 14
4.4.2 Neerwaartse belasting 15

5 Conclusie 16

Bijlage 1: Sonderingen

Bijlage 2: Berekening damwanden

Bijlage 3: Berekening onderwaterbetonvloer

Bijlage 4: Berekening palen

Bijlage 5: Berekening wanden

Bijlage 6: Berekening vloer

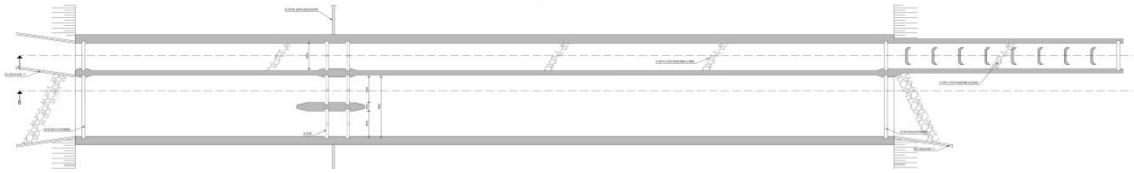
Bijlage 7: Verticaal evenwicht

1 Inleiding

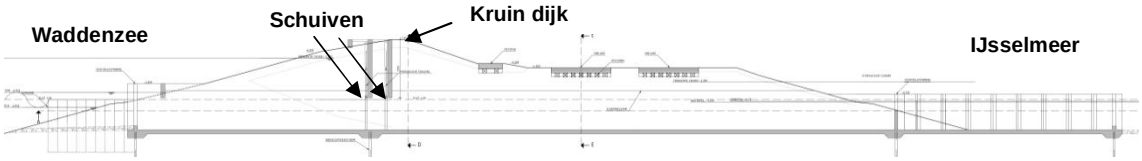
1.1 Algemeen

In de Afsluitdijk naast de Lorentzsluizen wordt onderzoek gedaan naar de mogelijkheid voor vispassage. Een oplossing is een betonnen openkokerconstructie door de Afsluitdijk als doorlaatmiddel die overloopt in een vismigratierivier.

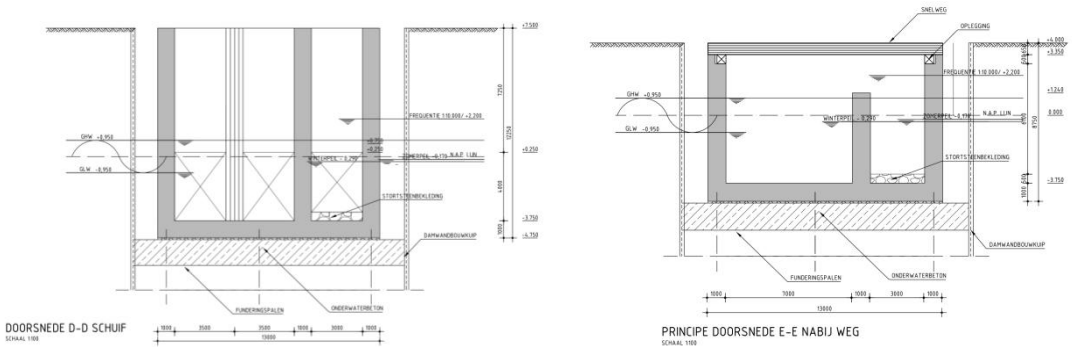
In Figuur 1.1, Figuur 1.2 en Figuur 1.3 worden schetsen van het doorlaatmiddel weergegeven. De figuren zijn ter visualisatie van het type en principe van de constructie.



Figuur 1.1 Schematisering bovenaanzicht doorlaatmiddel



Figuur 1.2 Schematisering langsdoorsnede doorlaatmiddel



Figuur 1.3 Schematisering twee dwarsdoorsneden doorlaatmiddel

De smalle opening van het doorlaatmiddel is de vispassage en de breedteopening is bedoeld voor de lokstroom.

In dit rapport wordt een VO-berekening van het doorlaatmiddel uitgewerkt. Hierbij worden berekeningen van de bouwkuip en constructie voor de maatgevende doorsnede doorgerekend.

1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 1 wordt de inleiding van de berekening beschreven. Hoofdstuk 2 beschrijft de benodigde gegevens en uitgangspunten ten behoeve van de berekening. Hoofdstuk 3 en 4 beschrijven de daadwerkelijke berekeningen van respectievelijk de bouwkuip en de constructie van het doorlaatmiddel.

2 Gegevens en uitgangspunten

2.1 Informatiebronnen

[1] Fugro, Geotechnische schematisatie Afsluitdijk, opdrachtnummer 1207-0127-000, versie 1, d.d. 13-02-2008

[2] Deltares, Hydraulische Randvoorwaarden voor het ontwerp van de versterking van de Afsluitdijk, kenmerk 1207150-000-HYE-0009, versie 2, d.d. april 2013

[2] Deltares, Hydraulische Randvoorwaarden voor het ontwerp van de versterking van de Afsluitdijk, kenmerk 1207150-000-HYE-0009, versie 2, d.d. april 2013

[3] Grontmij, Hydraulische randvoorwaarden doorlaatmiddel vismigratierivier Afsluitijk

2.2 Veiligheidsfilosofie

2.2.1 Normen en richtlijnen

Bij het opstellen van het berekeningsrapport is uitgegaan van de normen en richtlijnen vermeld in Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Normen en richtlijnen

Kenmerk	Titel	Datum
NEN-EN 1990	Grondslagen van het constructief ontwerpen	2011
NEN-EN 1992-1-1	Ontwerp en berekening van betonconstructies	2011
NEN 9997-1	Geotechnisch ontwerp van constructies	2012
CUR 166	Damwandconstructies 6^{e} druk	2012
CUR 77	Rekenregels voor ongewapende onderwaterbetonvloeren	2014
ROK 1.2	Richtlijnen Ontwerp Kunstwerken	2013
TAW Leidraad Kunstwerken	Leidraad Kunstwerken 2003	2003

2.2.2 Veiligheidsklasse

Het doorlaatmiddel van de vismigratierivier is onderdeel van de Afsluitdijk. De Afsluitdijk is een primaire waterkering waarvoor een veiligheidsklasse RC3 geldt.

2.2.3 Partiële factoren

In Tabel 2.2 worden de partiële belastingfactoren die van toepassing zijn op de berekening weergegeven.

Tabel 2.2 Partiële belastingfactoren op betonconstructie

Parameter	STR/GEO			UPL		
	$\gamma_{Gj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf}$	$\gamma_{Q,1}$,$\gamma_{Q,i}$	$\gamma_{Gj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf}$	$\gamma_{Q,1}$,$\gamma_{Q,i}$
Permanent						
Eigen gewicht	1,50	0,90		1,00	0,90	
Gronddruk horizontaal	1,50	0,90		1,00	0,90	
Gronddruk verticaal	1,50	0,90		1,00	0,90	
Grondwaterdruk horizontaal	1,30	0,90		1,00	0,90	
Grondwaterdruk verticaal	1,50	0,90		1,00	0,90	
Waterdruk	1,50	0,90		1,00	0,90	
Veranderlijk						
Verkeersbelasting			1,65			1,50

2.3 Geotechnische gegevens

Voor de bodemopbouw wordt gebruik gemaakt van rapportage [1] en beschikbare sonderingen van het DinoLoket. Op het DinoLoket zijn ter plaatse van de locatie twee sonderingen beschikbaar. De sonderingen worden weergegeven in Bijlage 1. De schematisatie van de bodemopbouw op basis van de sonderingen wordt weergegeven in Tabel 2.3 en Tabel 2.4.

Tabel 2.3 Schematisatie bodemopbouw S10B00040

B.k. laag [m + NAP]	Grondsoort	γ_{dr} [kN/m^3]	γ_n [kN/m^3]	c' [kPa]	ϕ' [^{o}]	δ' [^{o}]	$k_{h;1}$ [kN/m²]	$k_{h;2}$ [kN/m²]	$k_{h;3}$ [kN/m²]
7,50	Klei, matig	17	17	5	17,5	11,7	4.000	2.000	800
6,00	Zand, licht siltig, kleiig	18	20	0	27,5	18,3	12.000	6.000	3.000
-3,00	Klei matig, siltig	18	18	5	22,5	15,0	4.000	2.000	800
-4,00	Veen, matig	13	13	5	15,0	-	2.000	800	500
-5,25	Klei matig, siltig	18	18	5	22,5	15,0	4.000	2.000	800
-10,50	Zand, licht siltig, kleiig	18	20	0	27,5	18,3	12.000	6.000	3.000
-12,25	Klei matig, siltig	18	18	5	22,5	15,0	4.000	2.000	800

Tabel 2.4 Schematisatie bodemopbouw S10B00043

B.k. laag [m + NAP]	Grondsoort	γ_{dr} [kN/m^3]	γ_n [kN/m^3]	c' [kPa]	ϕ' [^{o}]	δ' [^{o}]	$k_{h;1}$ [kN/m²]	$k_{h;2}$ [kN/m²]	$k_{h;3}$ [kN/m²]
7,50	Klei, matig	17	17	5	17,5	11,7	4.000	2.000	800
6,00	Zand, licht siltig, kleiig	18	20	0	27,5	18,3	12.000	6.000	3.000
-2,00	Klei matig, siltig	18	18	5	22,5	15,0	4.000	2.000	800
-7,00	Zand, licht siltig, kleiig	18	20	0	27,5	18,3	12.000	6.000	3.000
-8,00	Klei matig, siltig	18	18	5	22,5	15,0	4.000	2.000	800
-10,25	Zand, licht siltig, kleiig	18	20	0	27,5	18,3	12.000	6.000	3.000
-12,25	Klei matig, siltig	18	18	5	22,5	15,0	4.000	2.000	800
-14,75	Zand, matig	18	20	0	32,5	21,7	20.000	10.000	5.000

waarbij geldt:

γ_d *karakteristieke waarde van het volumegewicht van de grond bij natuurlijk watergehalte;*
γ_n *karakteristieke waarde van het volumegewicht van verzadigde grond;*
c' *karakteristieke waarde van de effectieve cohesie;*
φ' *karakteristieke waarde van de effectieve hoek van inwendige wrijving;*
δ' *karakteristieke waarde wandwrijvingshoek;*
$k_{h;1}$ *horizontale beddingsconstante éérste veertak (tot 50% van grondweerstand);*
$k_{h;2}$ *horizontale beddingsconstante tweede veertak (tot 80% van grondweerstand);*
$k_{h;3}$ *horizontale beddingsconstante derde veertak (tot 100% van grondweerstand).*

Voor het doorlaatmiddel wordt uitgegaan van een grondaanvulling tegen de wanden. Als grond aanvulling wordt uitgegaan van “Zand, licht siltig, kleiig”.

Sondering S10B00043 is de diepste sondering, die gaat tot NAP -16 m. Voor de palen is deze diepte onvoldoende om de draagkracht te kunnen bepalen. Aanvullend grondonderzoek is noodzakelijk om het paaldraagvermogen te bepalen.

Voor berekening van de palen wordt een gelijkwaardige sondering met voldoende diepte verderop in de Afsluitdijk genomen. Sondering S10A00080 gaat tot NAP -24,5 m.

2.4 Hydraulische randvoorwaarden

2.4.1 Waterstanden

Voor het jaar 2100 is het maatgevend hoogwater NAP +5,93 m en de significante golfhoogte 3,57 m met een spectrale golfperiode van 6,2 s.

Het GLW op de Waddenzee ligt op NAP -0,95 m. Het winterpeil op het IJsselmeer bedraagt NAP -0,40 m. Als gevolg van 2,05 m afwaaiing op het IJsselmeer ligt het maatgevend laagwater op NAP -2,45 m.
De maximale waterstand die op kan treden achter de schuiven is NAP +1,88 m op basis van een zomerpeil van NAP -0,17 m en 2,05 m opwaaiing.

2.4.2 Grondwaterstand

Voor de maximale grondwaterstand wordt uitgegaan van NAP +4,00 m. De minimale waterstand wordt gelijk genomen aan het winterpeil op het IJsselmeer van NAP -0,40 m.

2.5 Belastingen

Als belasting wordt uitgegaan van een bovenbelasting conform de Leidraad Kunstwerken van 13,3 kN/m^2 over een breedte van 12 m voor de permanente situatie. Voor de bouwsituatie wordt uitgegaan van 20 kN/m^2.

2.6 Vervorming damwanden

Voor tijdelijke damwanden wordt uitgegaan van een vervorming van 1/100 maal de kerende hoogte met een maximum van 100 mm conform de CUR 166. Voor een kerende hoogte van 13,5 m (NAP 7,5 m – NAP -6,0 m) resulteert dit in een doorbuiging van maximaal 100 mm.

3 Berekening bouwkuip

3.1 Algemeen

Het doorlaatmiddel wordt in situ gebouwd, waarbij de bouwkuip bestaat uit damwanden met stempels en een onderwaterbetonvloer.

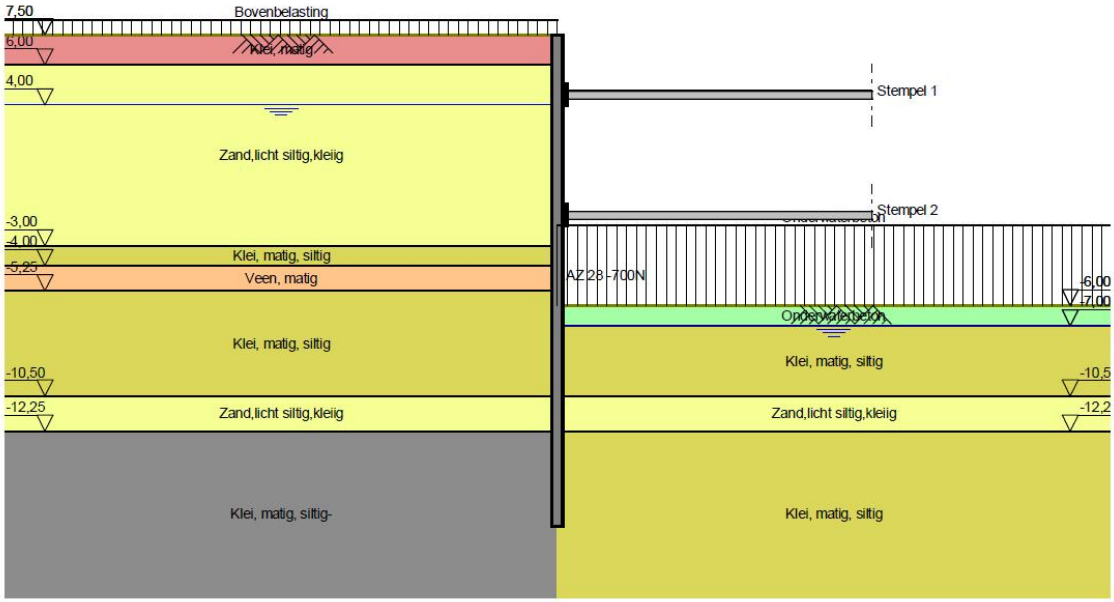
3.2 Berekening damwand

De maatgevende situatie voor de berekening van de damwanden is ter plaatse van de kruin van de dijk. Voor de berekening van de damwanden wordt enkel een snede in de kruin van de dijk doorgerekend.

Gegevens snede:

- Het maaiveld van ligt op NAP +7,5 m.
- Het ontgravingsniveau ligt op NAP -7,0 m. Dit is opgebouwd uit:
  - Bovenkant vloer: NAP -4,0 m.
  - Dikte vloer: 2,0 m.
  - Dikte onderwaterbetonvloer: 1,0 m.

Gezien de kerende hoogte zijn op twee niveaus stempels nodig.



Figuur 3.1 Schematisatie doorsnede damwand - droogzetten bouwkuip

De berekeningen van de damwand zijn uitgevoerd in D-Sheet Piling en worden weergegeven in Bijlage 2.

Horizontaal evenwicht

In de fasering van de damwand wordt rekening gehouden met drie ontgravingsniveaus. Voor elke stempeling wordt een deel ontgraven. In elke fasering dient de damwand stabiel te zijn.

Het volgende type damwandconstructie is berekend:
- Damwand: AZ28-700N (S355).
- 2 lagen stempelramen.
- Puntniveau damwand: NAP -17,0 m.
- 1 m onderwaterbetonvloer.

De berekening levert de volgende resultaten:
- Maximale moment: 834 kNm/m.
- Maximale dwarskracht: 633 kN/m.
- Maximale doorbuiging: 73 mm.

Toetsing:
- Moment: 799 < 932 voldoet (uc = 0,86)
- Dwarskracht: 624 < 6745 voldoet (uc = 0,09)
- Doorbuiging: 61 < 100 voldoet (uc = 0,61)

Verticaal evenwicht
De damwand dient verticaal stabiel te zijn. De verticale component van de actieve zijde dient in evenwicht te zijn met de verticale component van de passieve zijde en het puntdraagvermogen.

Elke fase van de damwand wordt berekend met stap 6.1 t/m 6.5. Niet elke stap zal bij verticaal evenwicht uitkomen op *voldoet*. Het kan zijn dat voor een fase de ene stap voldoet, de ander niet voldoet en de ander opwaarts is. Niet elke stap kan exact op *voldoet* eindigen.
In de berekening wordt gezocht naar een in nagenoeg elke stap en fase optredend verticaal evenwicht.

Het verticaal evenwicht voldoet bij een damwand met punt niveau op NAP -17,0 m.

Stabiliteit grondbreuk
Voor de veiligheidsklasse RC3 geldt een veiligheidsfactor voor grondbreuk van 1,7. Dit komt neer op 59% van de gemobiliseerde weerstand in fase 6.5 van de berekening in D-Sheet Piling. Uit de berekening blijkt dat de maximaal gemobiliseerde weerstand 59% is en hiermee voldoet.

3.3 Berekening onderwaterbetonvloer
De onderwaterbetonvloer wordt berekend conform de CUR77. In de berekening wordt uitgegaan van een onderwaterbetonvloer met de volgende gegevens:
- Breedte onderwaterbetonvloer is 18 m.
- Dikte onderwaterbetonvloer is 1,0 m.
- Geen verbinding onderwaterbeton met damwand (schuivend).
- Onderwaterbetonvloer verankerd met Leeuwankerpalen met een lengte van 16 m.
- De h.o.h. afstand van de palen is in zowel de lengterichting als de dwarsrichting 2,0 m.
- Betonkwaliteit is C30/70

De berekening van de onderwaterbetonvloer wordt weergegeven in Bijlage 3.

In de berekening wordt de normaalkracht in de onderwaterbetonvloer meegenomen. De normaalkracht volgt uit de dwarskracht in damwandberekening. Hierbij is uitgegaan van geen variabele bovenbelasting en stap 6.5. De resultaten van D-Sheet die toegepast worden voor de onderwaterbetonvloer worden weergegeven in de bijlage van de berekening van de onderwaterbetonvloer.

In Scia Engineer wordt de onderwaterbetonvloer gemodelleerd met verende ondersteuningen. De reactiekrachten en interne krachten volgen uit dit model. De resultaten uit Scia Engineer worden weergegeven in de bijlage van de berekening van de onderwaterbetonvloer.

Overzicht toetsingen

Toets	Toets	Omschrijving	Paragraaf	Voldoet	
Vloer, buiging					
A		Dimensionering van de lange richting, BC2	8.1	Voldoet	Voldoet
Vloer, buiging					
B	B1	Bezwijkmechanisme A (ongescheurde buiging)	8.2.1	Voldoet niet	
	B2	Bezwijkmechanisme B (boogwerking) zonder membraamwerking	8.2.1	Voldoet	Voldoet
	B3	Bezwijkmechanisme B (boogwerking) met membraamwerking	8.2.1	Toets vervalt	
Vloer, dwarsracht					
C	C1	Doorsnede op h_{min} met afschuifbuigbreuk (Vmin)	8.2.2	Voldoet	
	C2.a	Doorsnede op 0,5*h_{min} uit de dag ongescheurd	8.2.2	Toets vervalt	Voldoet
	C2.b	Doorsnede op 0,5*h_{min} uit de dag, afschuiftrekbreuk	8.2.2	Toets vervalt	
	C2.c	Doorsnede op 0,5*h_{min} uit de dag, afschuiftrekbreuk	8.2.2	Toets vervalt	
Verbinding keerwand met onderwaterbetonvloer					
F	F1	Zonder speciale voorziening en zonder schuiven keerwand	10.1.1	Voldoet niet	
	F2x	Zonder speciale voorziening en met toelaten schuiven keerwand	10.1.1	Voldoet	Voldoet
	F3	Met speciale voorziening	10.1.2	Toets vervalt	
Verbinding trekelement met onderwaterbeton					
G					
	G1	Glad trekelement	10.2.1	n.v.t.	
	G2	Trekelement met ribbels beton: pons	10.2.2	n.v.t.	
	G3	Trekelement met ribbels staal: pons	10.2.3	n.v.t.	
	G4.a	Trekelement schotelanker: pons	10.2.4	n.v.t.	
	G4.b	Betondrukspanning onder schotel	10.2.4	n.v.t.	
	G4.c	Sterkte anker schotel	10.2.4	n.v.t.	Voldoet
	G4.d	Verbinding tussen schotel en anker	10.2.4	n.v.t.	
	G5.a	Trekelement stalen paal met nok op één niveau: pons	10.2.5	Voldoet	
	G5.b	Betondrukspannong onder nok	10.2.5	Voldoet	
	G5.c	Sterkte nok	10.2.5	UO	
	G5.d	Verbinding tussen nok en stalen paal	10.2.5	UO	

Uit het overzicht van de toetsingen blijkt dat onderwaterbetonvloer voldoet.

3.4 Berekening palen

De palen onder de onderwaterbetonvloer worden na het droogpompen van de bouwkuip op trek belast. In de eindsituatie wanneer de constructie gebouwd is, worden de palen op druk belast.

Voor de berekening van de palen wordt uitgegaan van het volgende type palen:

- Leeuwankerpalen type 850.
- Schroefblad van 350 mm.
- Paalpuntniveau NAP -23 m.
- H.o.h. afstand in x- en y-richting is 2,0 m.

In deze paragraaf worden de palen berekend voor de bouwkuip. De berekening van de palen voor het doorlaatmiddel volgt in paragraaf 4.4.2 Neerwaartse belasting.

De trekbelasting volgt uit de Scia Engineer-berekening van de onderwaterbetonvloer.

- Trekbelasting 273 kN/m
- Paalbelasting 273*2,0 = 546 kN per paal

Het trekdraagvermogen van de palen wordt bepaald met behulp van D-Foundations. Aangezien de palen tot een diepte van NAP -23 m komen, wordt gebruik gemaakt van sondering S10A00080. De sondering is verderop op de Afsluitdijk gemaakt en voldoet hierdoor niet aan de eisen, maar geeft een indicatie van het draagvermogen. Aanvullend grondonderzoek is nodig om het werkelijk paaldraagvermogen te kunnen bepalen.

De berekening van de palen wordt weergegeven in Bijlage 4.

Uit de berekening in D-Foundations volgt een trekdraagvermogen van 587 kN, waarmee de palen op trek voldoen.

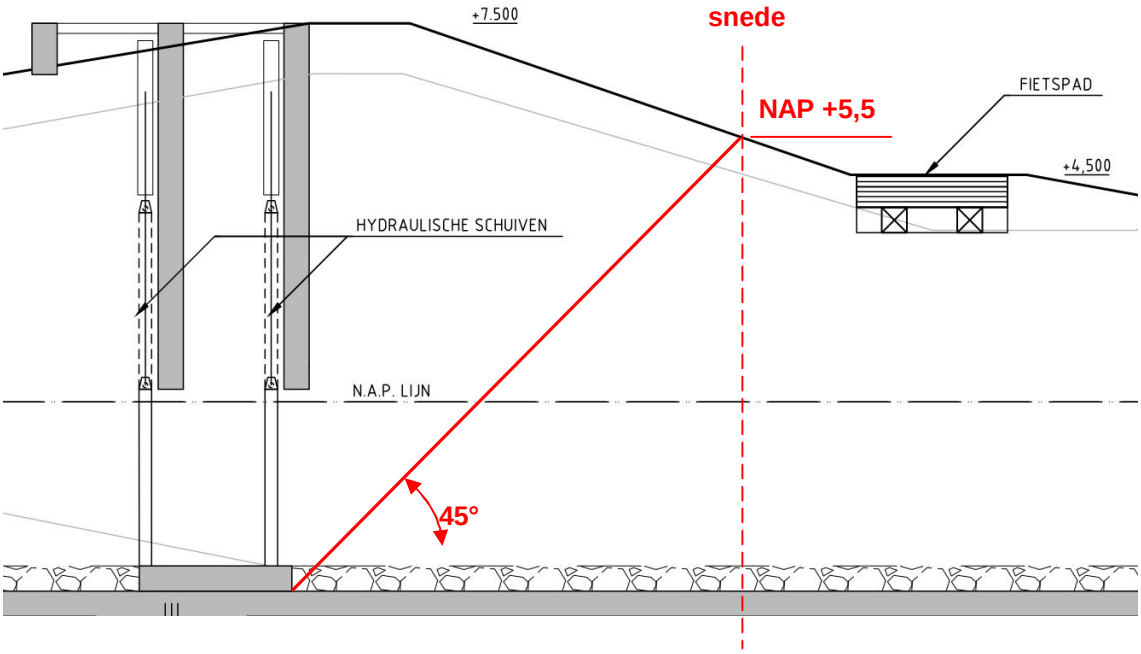
4 Berekening doorlaatmiddel

4.1 Algemeen

Dit hoofdstuk betreft de berekeningen van de constructie van het doorlaatmiddel in de eindsituatie. De berekeningen worden enkel voor de maatgevende doorsnede uitgevoerd.

4.2 Berekening wanden

Ter plaatse van de kruin van de dijk, waar zich de schuiven bevinden, komen dwarswanden. Aangezien de dwarswanden als een stempel fungeren, wordt dit niet gezien als een maatgevende snede voor de berekening van de wanden. Voor de berekening van de wanden wordt uitgegaan van een snede ter plaatse van maaiveldhoogte NAP +5,5 m. De bepaling van deze snede wordt weergegeven in Figuur 4.1.



Figuur 4.1 Bepaling maatgevende snede (langsdoorsnede doorlaatmiddel)

In de berekening wordt rekening gehouden met opspannen van de grond. Voor de opspaneffecten wordt uitgegaan van 5 mm verschilverplaatsing van de wand.

Het moment in de wand wordt bepaald op bovenkant vloerniveau en de dwarskracht wordt bepaald op $0{,}9d_{wand}$ boven bovenkant vloerniveau.

De berekening van de wanden wordt weergegeven in Bijlage 5.

Uit de berekening volgen de volgende resultaten:

- Maximale moment: M_{rep} = 2585 kNm/m.
  M_d = 3774 kNm/m.
- Maximale dwarskracht: V_{rep} = 530 kN/m.
  V_d = 764 kN/m.

De wanden voldoen op dwarskracht bij een dikte van 2,0 m. Hierbij is rekening gehouden met het eigen gewicht (347 kN) als normaalkracht in de wand.
Voor het opnemen van het moment is wapening Ø32-100 nodig.

4.3 Berekening vloer

De belasting die op de vloer optreedt wordt veroorzaakt door de opwaartse en neerwaartse waterdruk en vanuit de wanden. De grootste krachten in de vloer treden op bij lage waterstand en een hoge grondwaterstand, waardoor de grootste belasting vanuit de wanden op de vloer optreedt.

Het moment dat vanuit de wanden op de vloer optreedt wordt bepaald op NAP -5,0 m (middenvloer). De dwarskracht wordt bepaald op basis van de opwaartse waterdruk. Hierbij wordt de vloer geschematiseerd als een ligger op 2 steunpunten.

De berekening van de vloer wordt weergegeven in Bijlage 6.

Uit de berekening volgen de volgende resultaten:

- Maximale moment: M_{rep} = 3389 kNm/m.
  M_d = 4925 kNm/m.
- Maximale dwarskracht: V_{rep} = 190 kN/m.
  V_d = 501 kN/m.
- Normaalkracht: N_{rep} = 879 kN/m.
  N_d = 791 kN/m.

De vloer heeft bij een dikte van 2,0 m een dwarskrachtcapaciteit van 860 kN/m. Voor het opnemen van het moment zijn 2 lagen wapening Ø32-100 en Ø25-100 nodig.

4.4 Verticaal evenwicht

4.4.1 Opdrijven

Voor het opdrijven van de constructie wordt een andere snede uitgerekend dan bij de berekening van de wanden en de vloer. De maximale grondwaterstand is NAP +4,0 m.
De Afsluitdijk heeft 3 horizontale niveaus:

- Kruin op NAP +7,50 m
- Fietspad op NAP +4,50 m
- Snelweg op NAP +4,00 m

Voor de berekening wordt ervan uitgegaan dat de waterstand niet gelijk is aan het maaiveld. De maatgevende snede voor het opdrijven is bij een minimale hoogte van de constructie. Voor de berekening van het opdrijven wordt om die reden een snede genomen bij een maaiveldhoogte van NAP +4,50 m.
De middenwand in het doorlaatmiddel ligt lager op NAP +1,24 m.

Voor de berekening wordt ervan uitgegaan dat de minimale waterstand in de constructie NAP -2,45 m is.

De berekening van het opdrijven wordt weergegeven in Bijlage 7:

De berekening levert de volgende resultaten:

- Neerwaartse belasting eigen gewicht: 1731 kN/m (representatief).
- Neerwaartse belasting waterstand: 155 kN/m (representatief).
- Opwaartse grondwaterdruk: 1500 kN/m (representatief).

- Totaal neerwaarts: 1697 kN/m (rekenwaarde).
- Totaal opwaarts: 1500 kN/m (rekenwaarde).

Uit de berekening blijkt dat de constructie niet zal opdrijven.

4.4.2 Neerwaartse belasting

De situatie van een lage grondwaterstand met een hoge waterstand in de constructie kan ook voorkomen. Hierdoor treedt een maximale neerwaartse belasting op.
In eerste instantie wordt de maximale neerwaartse belasting vergeleken met het gewicht van de verwijderde grond. Indien de neerwaartse belasting groter is dan het gewicht van de verwijderde grond worden de palen onder de onderwaterbetonvloer op druk belast.

Voor de berekening van de maximale neerwaartse belasting wordt een andere snede aangehouden dan voor de opwaartse belasting. Voor de neerwaartse belasting wordt uitgegaan van een snede in de kruin waarbij de wandhoogte het grootst is.

De berekening van de neerwaartse belasting wordt weergegeven in Bijlage 7.

De berekening levert de volgende resultaten:

- Neerwaartse belasting eigen gewicht: 2188 kN/m (representatief).
- Neerwaartse belasting waterstand: 588 kN/m (representatief).
- Opwaartse grondwaterdruk: 840 kN/m (representatief).

- Totaal resulterend neerwaarts: 3407 kN/m (rekenwaarde).
- Totaal gewicht verwijderde grond: 2490 kN/m (rekenwaarde).

De neerwaartse belasting vanuit de constructie is groter dan het gewicht van de verwijderde grond. Hierdoor worden de palen onder de onderwaterbetonvloer belast op een drukbelasting.

Onder de constructie staan 7 leeuwanker palen met een h.o.h. afstand in de lengterichting van 2,0 m. De maximale drukbelasting op de palen is:

- Druk belasting per paal: 974 kN (rekenwaarde).

Voor de palen is het trekdraagvermogen bepaald in paragraaf 3.4 Berekening palen. De berekening hiervan wordt weergegeven in Bijlage 4. Voor het drukdraagvermogen wordt ook een berekening gemaakt in D-Foundations. De resultaten hiervan worden ook weergegeven in Bijlage 4.

Het draagvermogen van de Leeuwankerpalen met een paalpuntniveau op NAP -23,0 m is:

- Drukdraagvermogen per paal: 1677 kN (rekenwaarde).

De palen voldoen hiermee naast de trekbelasting ook op drukbelasting.

5 Conclusie

In de voorgaande hoofdstukken zijn de uitgangspunten en de berekeningen omschreven. De volledige uitwerking van de berekeningen staat in de bijlagen.

Uit de berekeningen volgen in hoofdlijnen de volgende resultaten:

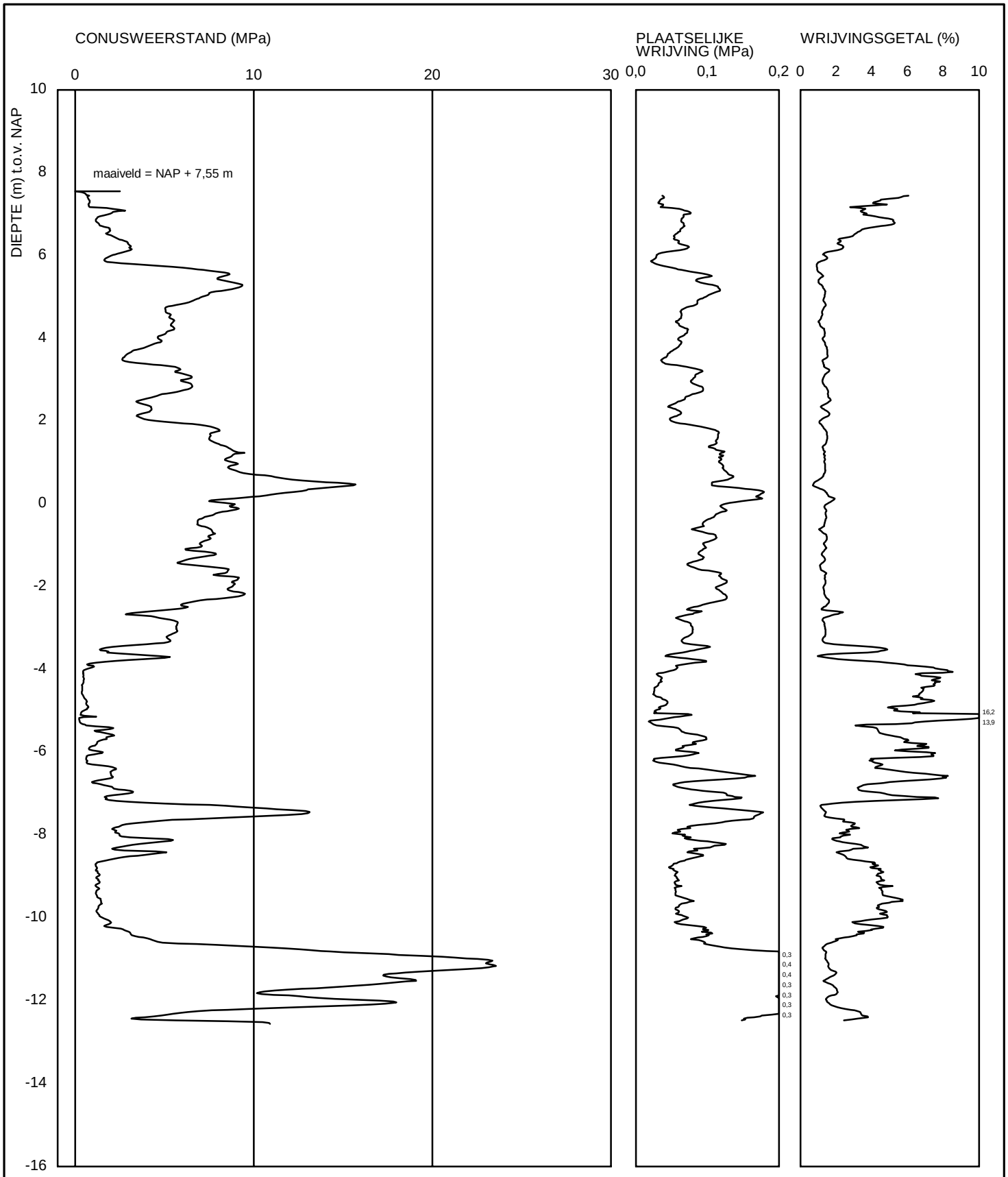
- De damwanden voor de bouwkuip zijn van het type AZ28-700N (S355) met het puntniveau op NAP -17,0 m.
- De damwanden worden gesteund door stempelramen op twee niveaus.
- De onderwaterbetonvloer heeft een dikte van 1,0 m en een breedte van 18,0 m. Bovenkant onderwaterbetonvloer ligt op NAP -6,0 m.
- De palen onder de onderwaterbetonvloer zijn Leeuwankerpalen type 850 met een schroefblad van 350 mm. Het paalpuntniveau is NAP -23,0 m. De palen staan in dwars- en lengte richting h.o.h. 2,0 m.
- De wanden en vloer van het doorlaatmiddel hebben een dikte van 2,0 m. Bovenkant vloer ligt op NAP -4,0 m.

Aandachtspunten

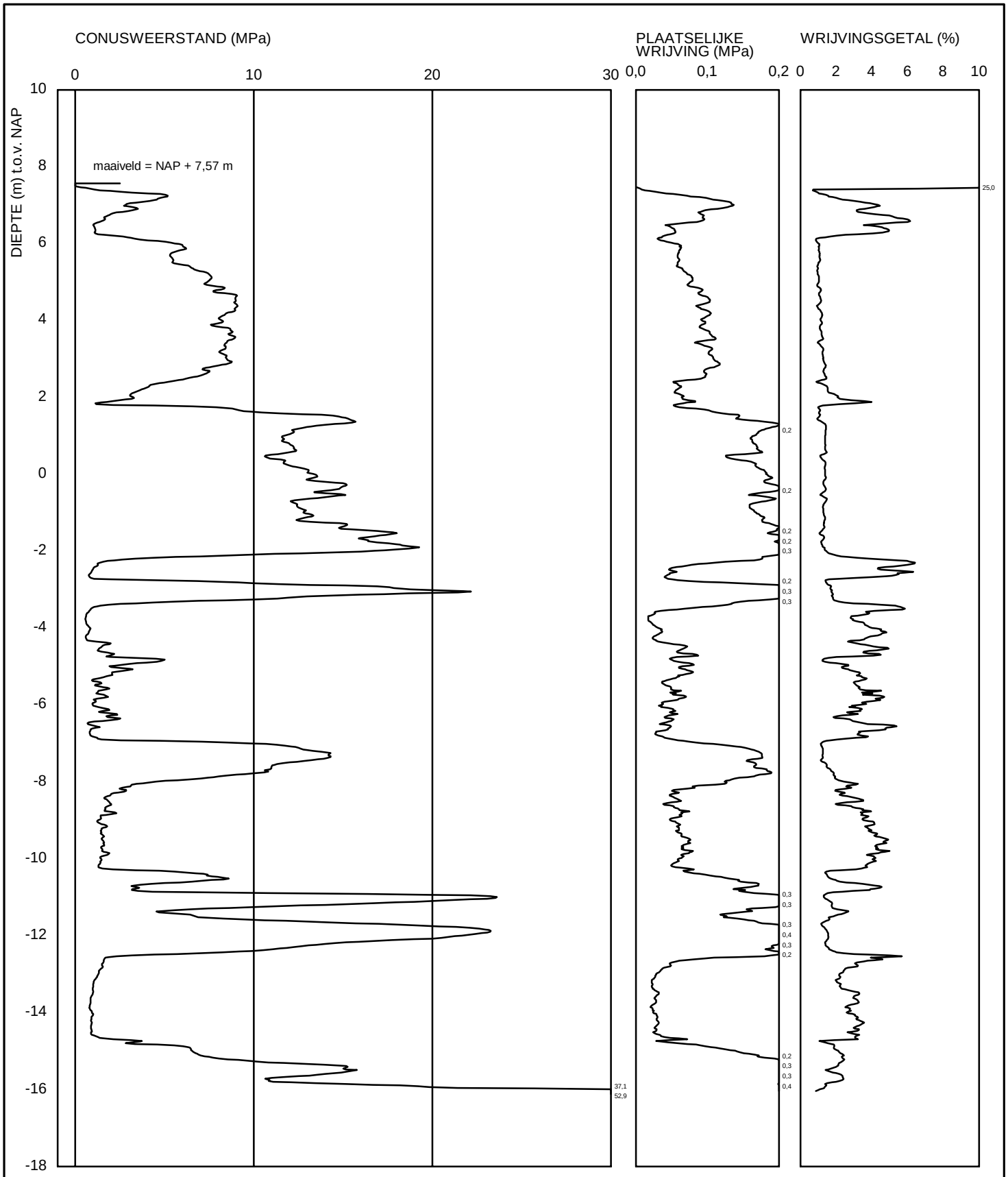
- Het draagvermogen van de palen is een schatting op basis van een sondering van verderop in de Afsluitdijk. Aanvullend grondonderzoek is noodzakelijk om het draagvermogen te bepalen. Palen kunnen hierdoor langer worden dan nu is berekend.
- Bij het opstellen van deze berekening zijn er onvoldoende gegevens wat betreft de grondwaterstand. De maximale grondwaterstand van NAP +4,0 m en de minimale grondwaterstand van NAP -0,40 m zijn een aanname.
- In de berekening is ervan uitgegaan dat het doorlaatmiddel niet droog zal komen te staan.
- Voor de berekening van de palen is groepswerking buiten beschouwing gelaten.
- De betonnen wanden zijn niet gecontroleerd op doorbuiging.

Bijlage 1

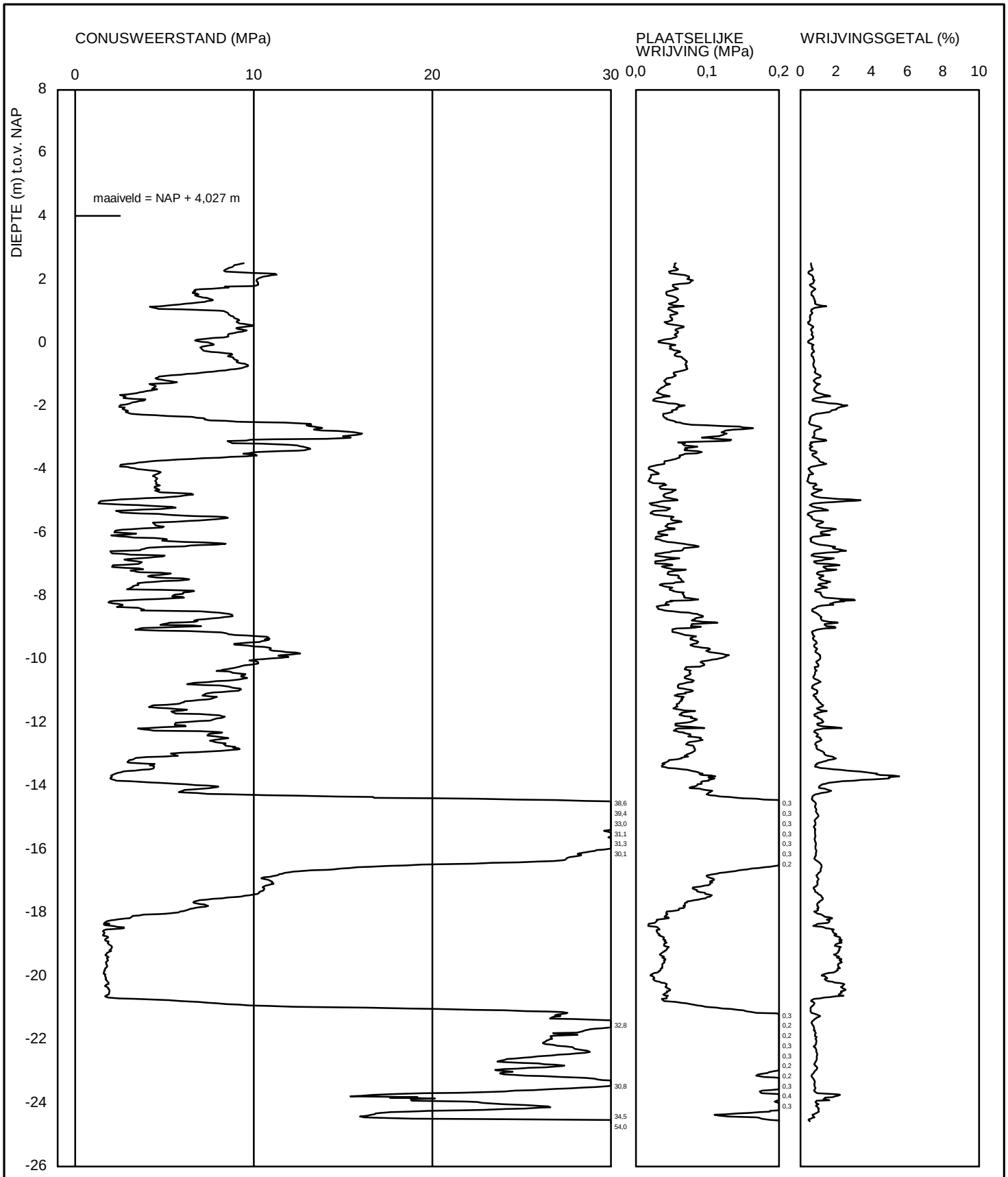
Sonderingen



Grontmij	Telefoon Telefax	datum 2000-11-15	get. -
- -		DINO-CPT-/	gez.
Sondering S10B00040		BIJL. -	form. A4



Grontmij	Telefoon Telefax	datum 2000-11-15	get. -
- -		DINO-CPT-/	gez.
Sondering S10B00043		BIJL. -	form. A4



Grontmij	Telefoon Telefax	datum 2005-12-01	get. -
- -		DINO-CPT-/	gez.
Sondering S10A00080		BIJL. -	A4

Bijlage 2

Berekening damwanden

Report for D-Sheet Piling 9.3

Design of Sheet Pilings
Developed by Deltares

Company:	Grontmij
Date of report:	8/22/2014
Time of report:	11:30:48 AM
Date of calculation:	8/22/2014
Time of calculation:	11:27:51 AM
Filename:	P:\339261\Teamleden\Jochim\Damwand\Damwand bouwkuip S40 C01

Verification according to NEN-EN 9997+C1:2012

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Summary 3
2.1 Overview per Stage and Test 3
2.2 Anchors and Struts 3
2.3 Warnings 4
2.4 CUR Verification Steps 5
3 Input Data for all Stages 6
3.1 General Input Data 6
3.2 Sheet Piling Properties 6
3.3 Calculation Options 6
4 Outline Stage 1: Initiëel 8
5 Step 6.3 Stage 1: Initiëel 9
5.1 Calculation Results 9
5.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 9
6 Step 6.5 Stage 1: Initiëel 10
6.1 Calculation Results 10
6.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 10
7 Outline Stage 2: Ontgraven 1 11
8 Step 6.3 Stage 2: Ontgraven 1 12
8.1 Calculation Results 12
8.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 12
9 Step 6.5 Stage 2: Ontgraven 1 13
9.1 Calculation Results 13
9.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 13
10 Outline Stage 3: Ontgraven 2 14
11 Step 6.3 Stage 3: Ontgraven 2 15
11.1 Calculation Results 15
11.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 15
12 Step 6.5 Stage 3: Ontgraven 2 16
12.1 Calculation Results 16
12.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 16
13 Outline Stage 4: Ontgraven 3 17
14 Step 6.3 Stage 4: Ontgraven 3 18
14.1 Calculation Results 18
14.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 18
15 Step 6.5 Stage 4: Ontgraven 3 19
15.1 Calculation Results 19
15.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 19
16 Outline Stage 5: Onderwaterbeton 20
17 Step 6.3 Stage 5: Onderwaterbeton 21
17.1 Calculation Results 21
17.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 21
18 Step 6.5 Stage 5: Onderwaterbeton 22
18.1 Calculation Results 22
18.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 22
19 Outline Stage 6: Droog zetten zonder bovenbel. 23
20 Step 6.3 Stage 6: Droog zetten zonder bovenbel. 24
20.1 Calculation Results 24
20.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 24
21 Step 6.5 Stage 6: Droog zetten zonder bovenbel. 25
21.1 Calculation Results 25
21.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 25
21.1.2 Moments, Forces and Displacements 25
22 Outline Stage 7: Droog zetten 27
23 Step 6.3 Stage 7: Droog zetten 28
23.1 Calculation Results 28
23.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 28
24 Step 6.5 Stage 7: Droog zetten 29
24.1 Calculation Results 29
24.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 29

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage no.	Verification type	Displace-ment [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.1		0,7	0,5	0,0	22,4	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.2		0,5	0,4	0,0	22,4	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.3		-1,7	-1,2	0,0	22,5	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4		-1,1	0,9	0,0	22,5	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	0,0	0,0	0,0	0,0	15,8	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		0,0	0,0			
2	EC7(NL)-Step 6.1		-415,2	133,9	0,0	36,4	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.2		-407,0	131,2	0,0	36,3	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.3		-432,9	137,4	0,0	37,1	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4		-425,3	139,4	0,0	37,0	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	39,9	-185,8	69,0	0,0	24,0	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-223,0	82,8			
3	EC7(NL)-Step 6.1		494,0	-257,8	51,3	55,4	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.2		-436,2	-301,4	52,2	56,4	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.3		534,4	271,7	52,3	56,5	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.4		449,0	-313,0	**53,2**	57,7	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5	40,5	-257,3	169,7	33,3	36,1	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-308,8	203,6			
4	EC7(NL)-Step 6.1		659,6	428,8	0,0	90,7	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.2		646,0	423,4	0,0	91,1	Not sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.3		-695,8	447,6	0,0	92,3	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.4		683,5	442,6	0,0	**92,7**	Not sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.5	60,0	362,2	251,6	0,0	59,6	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		434,7	302,0			
5	EC7(NL)-Step 6.1		-650,7	426,2	0,0	21,6	Upwards
5	EC7(NL)-Step 6.2		637,7	422,8	0,0	22,8	Upwards
5	EC7(NL)-Step 6.3		-692,8	445,0	0,0	21,9	Upwards
5	EC7(NL)-Step 6.4		675,3	442,1	0,0	23,1	Sufficient
5	EC7(NL)-Step 6.5	59,8	339,6	247,0	0,0	13,4	Upwards
5	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		407,6	296,4			
6	EC7(NL)-Step 6.1		-742,9	583,7	0,0	55,1	Upwards
6	EC7(NL)-Step 6.2		-706,2	567,6	0,0	56,4	Upwards
6	EC7(NL)-Step 6.3		-781,7	597,0	0,0	53,9	Upwards
6	EC7(NL)-Step 6.4		-737,5	581,4	0,0	55,1	Upwards
6	EC7(NL)-Step 6.5	61,5	410,0	385,9	0,0	28,0	Upwards
6	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		492,0	463,1			
7	EC7(NL)-Step 6.1		-760,5	611,0	0,0	59,3	Upwards
7	EC7(NL)-Step 6.2		-719,3	592,5	0,0	60,4	Upwards
7	EC7(NL)-Step 6.3		**-799,3**	**624,3**	0,0	57,9	Upwards
7	EC7(NL)-Step 6.4		-750,6	606,4	0,0	59,0	Upwards
7	EC7(NL)-Step 6.5	**61,6**	415,1	403,9	0,0	30,0	Upwards
7	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		498,2	484,7			
Max		**61,6**	**-799,3**	**624,3**	**53,2**	**92,7**	Not sufficient

2.2 Anchors and Struts

Stage	Verification type	Anchor/strut Stempel 1		Anchor/strut Stempel 2	
		Force [kN]	State	Force [kN]	State
3	Step 6.1	514,56	Elastic	-	
3	Step 6.2	555,18	Elastic	-	
3	Step 6.3	537,44	Elastic	-	

Stage	Verification type	Anchor/strut Stempel 1		Anchor/strut Stempel 2	
		Force [kN]	State	Force [kN]	State
3	Step 6.4	**580,16**	Elastic	-	
3	Step 6.5 * 1,20	399,03	Elastic	-	
4	Step 6.1	449,99	Elastic	747,89	Elastic
4	Step 6.2	548,61	Elastic	766,69	Elastic
4	Step 6.3	469,99	Elastic	790,03	Elastic
4	Step 6.4	572,65	Elastic	809,64	Elastic
4	Step 6.5 * 1,20	363,28	Elastic	484,75	Elastic
5	Step 6.1	450,20	Elastic	744,65	Elastic
5	Step 6.2	548,62	Elastic	765,82	Elastic
5	Step 6.3	470,20	Elastic	786,73	Elastic
5	Step 6.4	572,66	Elastic	808,76	Elastic
5	Step 6.5 * 1,20	363,74	Elastic	477,89	Elastic
6	Step 6.1	335,20	Elastic	974,41	Elastic
6	Step 6.2	402,42	Elastic	964,97	Elastic
6	Step 6.3	347,07	Elastic	1005,89	Elastic
6	Step 6.4	417,43	Elastic	998,88	Elastic
6	Step 6.5 * 1,20	307,20	Elastic	729,52	Elastic
7	Step 6.1	409,97	Elastic	1024,72	Elastic
7	Step 6.2	452,03	Elastic	1006,27	Elastic
7	Step 6.3	421,83	Elastic	**1056,21**	Elastic
7	Step 6.4	467,04	Elastic	1040,19	Elastic
7	Step 6.5 * 1,20	360,21	Elastic	769,05	Elastic
Max		**580,16**		**1056,21**	

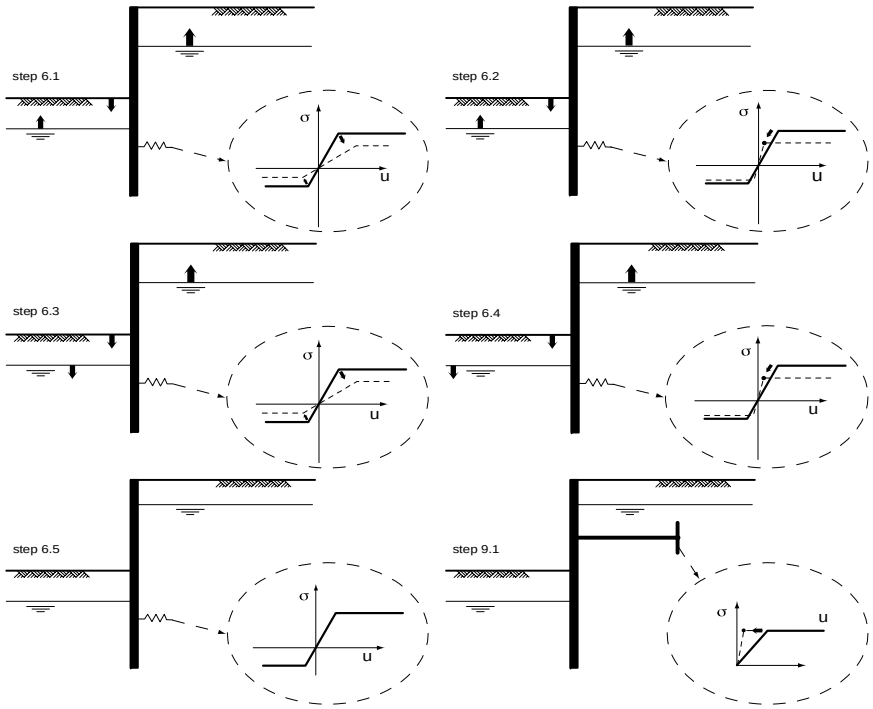
Due to multiplication of the representative value a Force bigger than Yield or Buckling Force may be present

2.3 Warnings

Stage	Warning
5	Uplift might occur
6	Uplift might occur
7	Uplift might occur

Warning
In the profile(s) below, the difference between the highest and lowest phi in the materials is more then 15 degrees. According to Cur-166 article 4.5.8 a Culmann calculation with straight slip surfaces is not allowed. Either reduce your phi's or try a Ka, Ko, Kp calculation.
Profile(s):
- 40 Onderwaterbeton
In a verification the Ka, Ko and Kp are recalculated with reduced phi and delta's. This was impossible with the next material(s) while they have a manual given Ka, Ko and Kp.
Onderwaterbeton

2.4 CUR Verification Steps



3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

Verification according to NEN-EN 9997+C1:2012

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	7
Unit weight of water	9,81 kN/m³
Number of curves on spring characteristic	3
Unloading curve on spring characteristic	No

3.2 Sheet Piling Properties

Length	24,50 m
Level top side	7,50 m
Number of sections	1
Pr;max;point	1,00 MPa
Xi factor	0,72

Section name	From [m]	To [m]	Stiffness EI [kNm²/m']	Acting width [m]	Maximum moment [kNm/m']
AZ 28 -700N	-17,00	7,50	1,3377E+05	1,00	982,00

Section name	From [m]	To [m]	Red. factor EI [-]	Red. factor max. moment [-]	Note to reduction factor
AZ 28 -700N	-17,00	7,50	1,00	1,00	

Section name	From [m]	To [m]	Corrected stiffness EI [kNm²]	Corrected max. moment [kNm]
AZ 28 -700N	-17,00	7,50	1,3380E+05	982,00

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m²/m² wall]	Section area [cm²/m']
AZ 28 -700N	-17,00	7,50	461,00	1,37	190,00

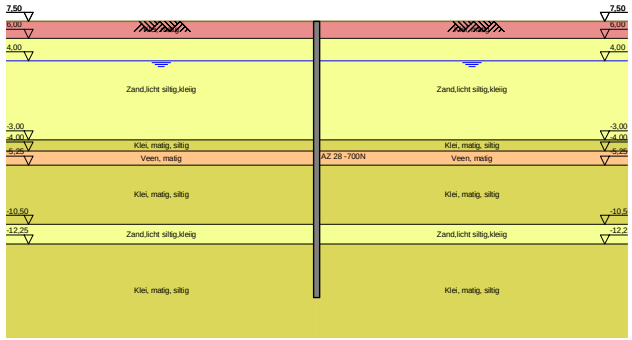
3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL method A: Partial factors (design values) in all stages Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 3
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,25
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,40
- Tangent phi	1,20

- Delta (wall friction angle)	1,20
- Modulus of subgrade reactions	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Vertical balance factors	
- Gamma m:b4	1,20

4 Outline Stage 1: Initiëel

Outline - Stage 1: Initiëel

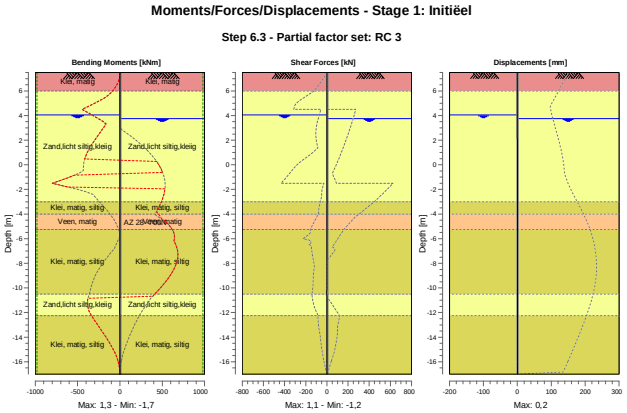


5 Step 6.3 Stage 1: Initiëel

5.1 Calculation Results

Number of iterations: 2

5.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

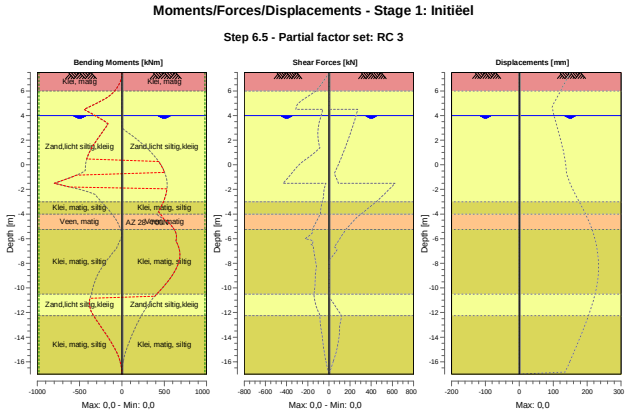


6 Step 6.5 Stage 1: Initiëel

6.1 Calculation Results

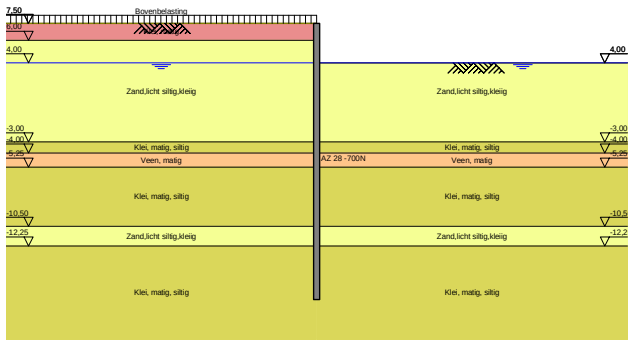
Number of iterations: 2

6.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



7 Outline Stage 2: Ontgraven 1

Outline - Stage 2: Ontgraven 1



8 Step 6.3 Stage 2: Ontgraven 1

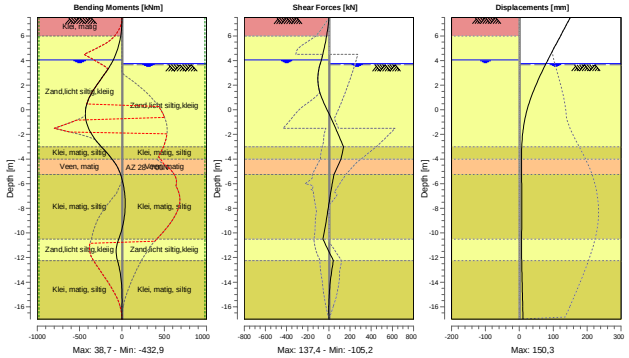
8.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

8.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 2: Ontgraven 1

Step 6.3 - Partial factor set: RC 3

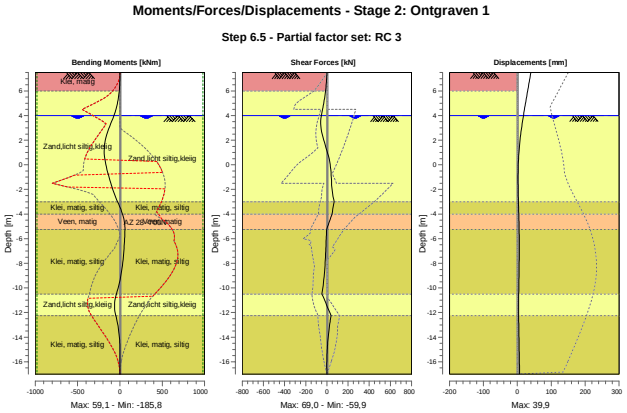


9 Step 6.5 Stage 2: Ontgraven 1

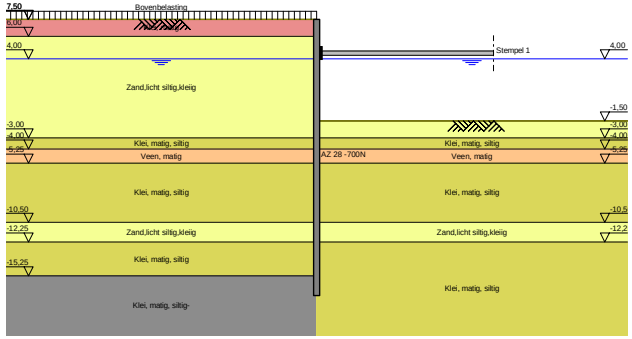
9.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

9.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



10 Outline Stage 3: Ontgraven 2

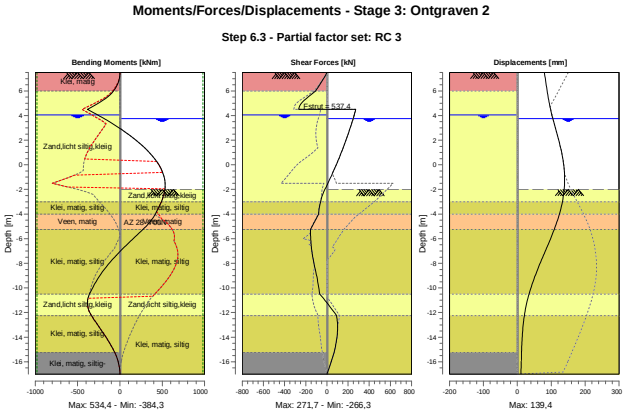


11 Step 6.3 Stage 3: Ontgraven 2

11.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

11.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

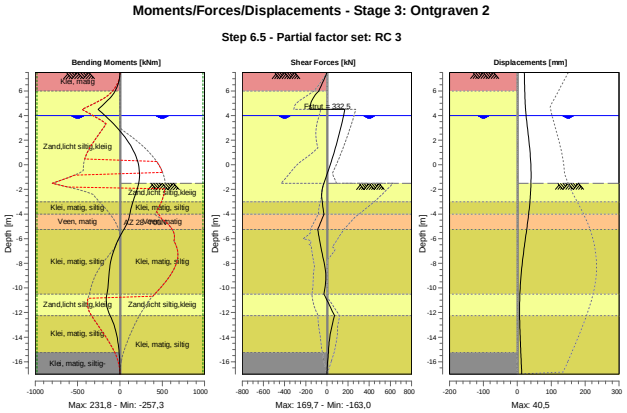


12 Step 6.5 Stage 3: Ontgraven 2

12.1 Calculation Results

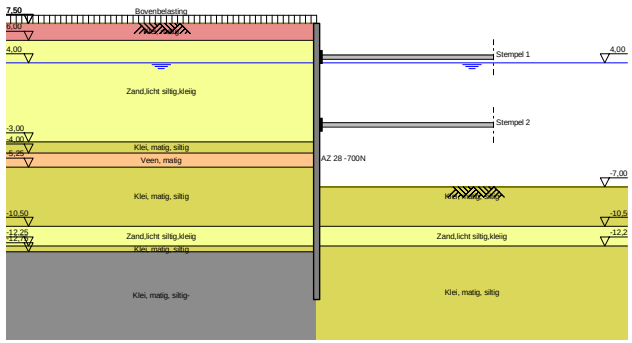
Number of iterations: 5

12.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



13 Outline Stage 4: Ontgraven 3

Outline - Stage 4: Ontgraven 3



14 Step 6.3 Stage 4: Ontgraven 3

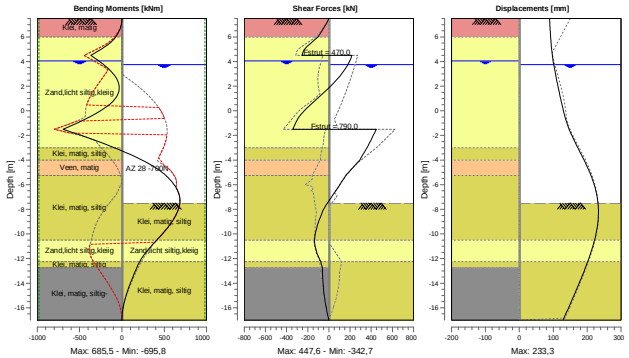
14.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

14.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 4: Ontgraven 3

Step 6.3 - Partial factor set: RC 3

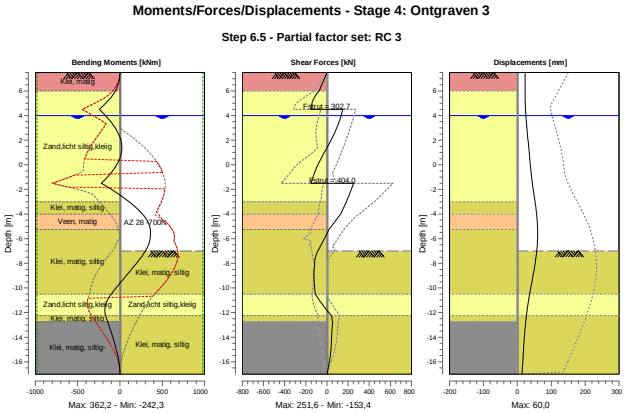


15 Step 6.5 Stage 4: Ontgraven 3

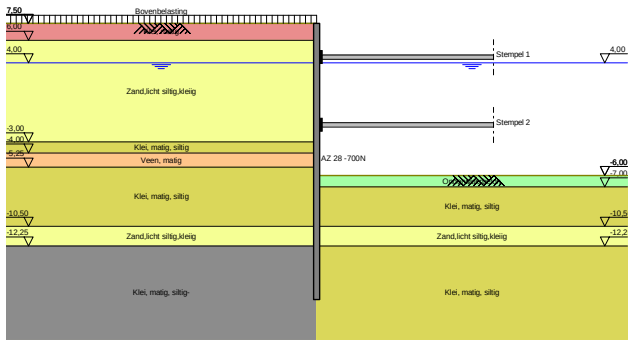
15.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

15.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



16 Outline Stage 5: Onderwaterbeton

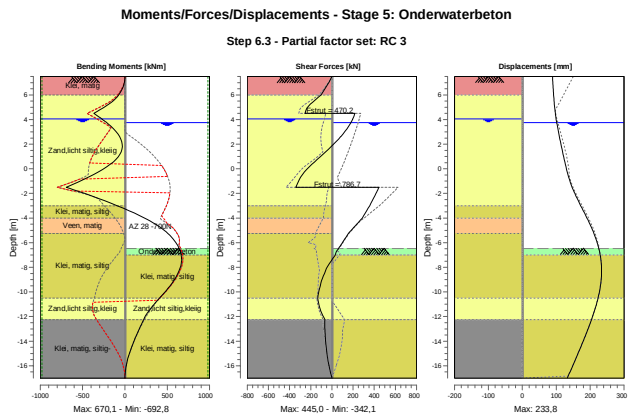


17 Step 6.3 Stage 5: Onderwaterbeton

17.1 Calculation Results

Number of iterations: 3

17.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

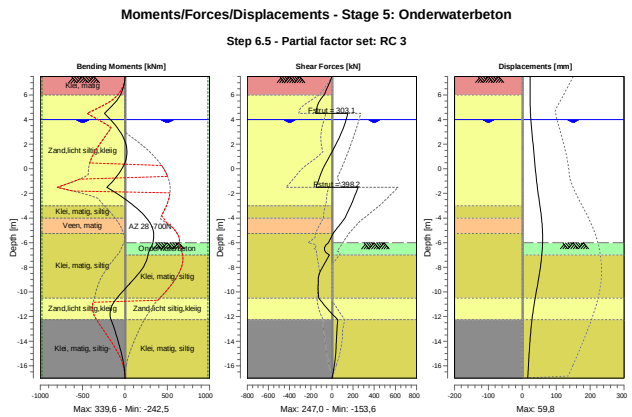


18 Step 6.5 Stage 5: Onderwaterbeton

18.1 Calculation Results

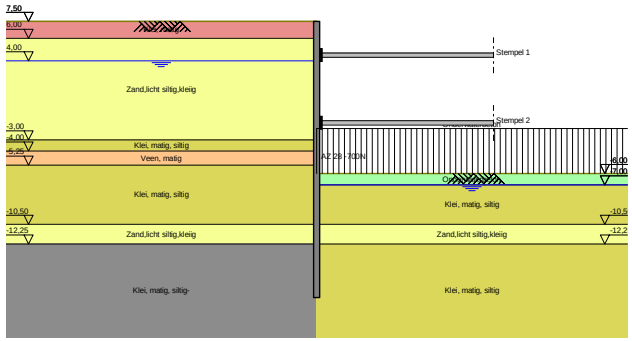
Number of iterations: 2

18.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



19 Outline Stage 6: Droog zetten zonder bovenbel.

Outline - Stage 6: Droog zetten zonder bovenbel.



20 Step 6.3 Stage 6: Droog zetten zonder bovenbel.

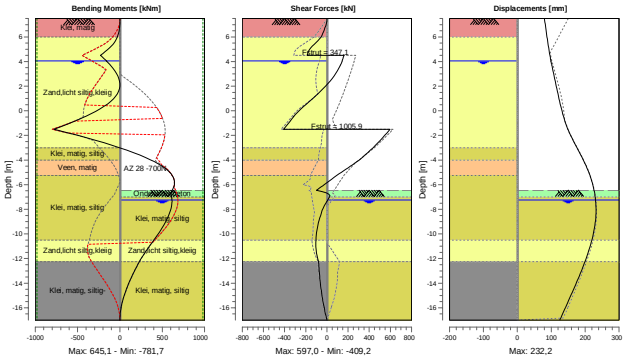
20.1 Calculation Results

Number of iterations: 3

20.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 6: Droog zetten zonder bovenbel.

Step 6.3 - Partial factor set: RC 3

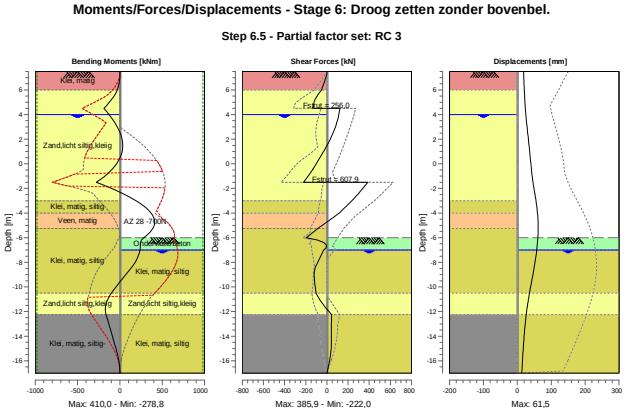


21 Step 6.5 Stage 6: Droog zetten zonder bovenbel.

21.1 Calculation Results

Number of iterations: 10

21.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



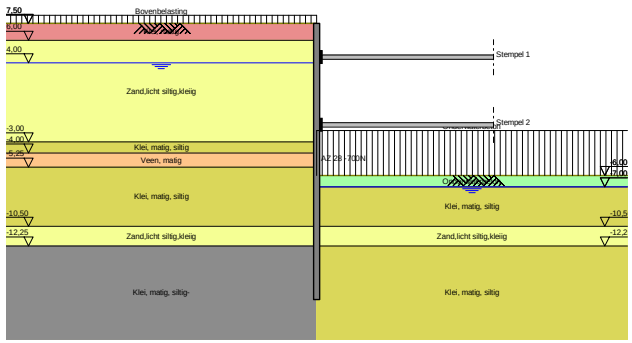
21.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	7,50	0,0	0,0	18,3
1	6,75	-5,7	-20,7	19,4
2	6,75	-5,7	-20,7	19,4
2	6,00	-32,7	-51,1	20,6
3	6,00	-32,7	-51,4	20,6
3	5,25	-95,3	-110,6	21,8
4	5,25	-95,4	-110,4	21,8
4	4,50	-187,9	-132,7	23,5
5	4,50	-187,9	123,5	23,5
5	4,00	-128,9	112,3	25,0
6	4,00	-128,9	112,3	25,0
6	2,90	-23,5	75,9	29,1
7	2,90	-23,5	76,0	29,1
7	1,80	30,7	19,4	33,3
8	1,80	30,7	19,4	33,3
8	0,70	13,4	-52,7	37,4
9	0,70	13,4	-52,6	37,4
9	-0,40	-86,6	-130,5	41,4
10	-0,40	-86,6	-130,2	41,4
10	-1,50	-278,8	-222,0	46,2
11	-1,50	-278,8	**385,9**	46,2
11	-2,25	-15,8	314,4	50,6
12	-2,25	-15,8	314,4	50,6

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-3,00	190,9	235,6	55,0
13	-3,00	190,9	235,6	55,0
13	-4,00	367,5	115,4	59,5
14	-4,00	367,5	115,5	59,5
14	-4,63	**409,1**	17,1	61,1
15	-4,63	**409,1**	17,1	61,1
15	-5,25	387,9	-85,9	**61,4**
16	-5,25	387,9	-85,9	**61,4**
16	-6,00	283,0	-194,9	60,4
17	-6,00	283,2	-196,0	60,4
17	-7,00	237,7	-29,0	57,2
18	-7,00	237,5	-29,9	57,2
18	-8,17	164,0	-97,2	51,3
19	-8,17	164,0	-97,1	51,3
19	-9,33	29,9	-117,4	43,7
20	-9,33	29,9	-117,4	43,7
20	-10,50	-100,1	-102,0	35,9
21	-10,50	-100,1	-102,0	35,9
21	-11,38	-164,4	-39,7	30,6
22	-11,38	-164,4	-39,7	30,6
22	-12,25	-163,6	43,9	26,2
23	-12,25	-163,6	43,9	26,2
23	-12,75	-141,9	43,0	24,1
24	-12,75	-141,9	43,0	24,1
24	-13,58	-106,6	42,1	21,2
25	-13,58	-106,6	42,1	21,2
25	-14,42	-71,6	42,5	18,8
26	-14,42	-71,6	42,6	18,8
26	-15,25	-37,0	38,0	16,8
27	-15,25	-37,0	38,0	16,8
27	-16,13	-10,2	22,3	15,0
28	-16,13	-10,2	22,3	15,0
28	-17,00	0,0	0,0	13,2
Max		**409,1**	**385,9**	**61,4**
Max, minor nodes incl.		410,0	385,9	61,5

22 Outline Stage 7: Droog zetten

Outline - Stage 7: Droog zetten



23 Step 6.3 Stage 7: Droog zetten

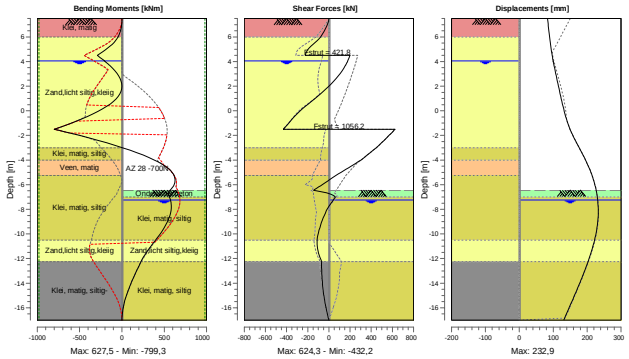
23.1 Calculation Results

Number of iterations: 3

23.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 7: Droog zetten

Step 6.3 - Partial factor set: RC 3

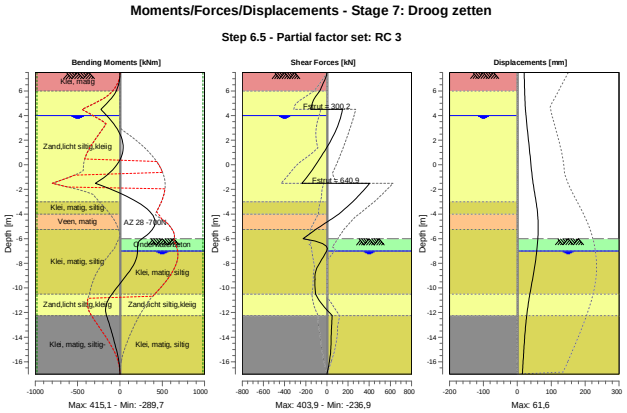


24 Step 6.5 Stage 7: Droog zetten

24.1 Calculation Results

Number of iterations: 3

24.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



End of Report

Report for D-Sheet Piling 9.3

Design of Sheet Pilings
Developed by Deltares

Company:	Grontmij
Date of report:	8/22/2014
Time of report:	11:37:26 AM
Date of calculation:	8/22/2014
Time of calculation:	11:35:14 AM
Filename:	P:\339261\Teamleden\Jochim\Damwand\Damwand bouwkuip S43 C01

Verification according to NEN-EN 9997+C1:2012

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Summary 3
2.1 Overview per Stage and Test 3
2.2 Anchors and Struts 3
2.3 Warnings 4
2.4 CUR Verification Steps 5
3 Input Data for all Stages 6
3.1 General Input Data 6
3.2 Sheet Piling Properties 6
3.3 Calculation Options 6
4 Outline Stage 1: Initiëel 8
5 Step 6.3 Stage 1: Initiëel 9
5.1 Calculation Results 9
5.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 9
6 Step 6.5 Stage 1: Initiëel 10
6.1 Calculation Results 10
6.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 10
7 Outline Stage 2: Ontgraven 1 11
8 Step 6.3 Stage 2: Ontgraven 1 12
8.1 Calculation Results 12
8.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 12
9 Step 6.5 Stage 2: Ontgraven 1 13
9.1 Calculation Results 13
9.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 13
10 Outline Stage 3: Ontgraven 2 14
11 Step 6.3 Stage 3: Ontgraven 2 15
11.1 Calculation Results 15
11.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 15
12 Step 6.5 Stage 3: Ontgraven 2 16
12.1 Calculation Results 16
12.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 16
13 Outline Stage 4: Ontgraven 3 17
14 Step 6.3 Stage 4: Ontgraven 3 18
14.1 Calculation Results 18
14.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 18
15 Step 6.5 Stage 4: Ontgraven 3 19
15.1 Calculation Results 19
15.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 19
16 Outline Stage 5: Onderwaterbeton 20
17 Step 6.3 Stage 5: Onderwaterbeton 21
17.1 Calculation Results 21
17.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 21
18 Step 6.5 Stage 5: Onderwaterbeton 22
18.1 Calculation Results 22
18.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 22
19 Outline Stage 6: Droog zetten zonder bovenbel. 23
20 Step 6.3 Stage 6: Droog zetten zonder bovenbel. 24
20.1 Calculation Results 24
20.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 24
21 Step 6.5 Stage 6: Droog zetten zonder bovenbel. 25
21.1 Calculation Results 25
21.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 25
21.1.2 Moments, Forces and Displacements 25
22 Outline Stage 7: Droog zetten 27
23 Step 6.3 Stage 7: Droog zetten 28
23.1 Calculation Results 28
23.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 28
24 Step 6.5 Stage 7: Droog zetten 29
24.1 Calculation Results 29
24.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 29

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage no.	Verification type	Displace-ment [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.1		-0,5	-0,4	0,0	18,6	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.2		-0,3	-0,4	0,0	18,6	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.3		1,1	1,0	0,0	18,7	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4		0,7	0,8	0,0	18,7	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	0,0	0,0	0,0	0,0	13,2	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		0,0	0,0			
2	EC7(NL)-Step 6.1		-412,0	106,5	0,0	28,8	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.2		-406,5	128,6	0,0	29,0	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.3		-430,0	106,1	0,0	29,3	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4		-425,0	128,5	0,0	29,5	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	39,8	-184,9	68,7	0,0	19,3	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-221,8	82,4			
3	EC7(NL)-Step 6.1		367,8	-231,3	36,2	41,1	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.2		-401,3	-270,9	36,3	41,4	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.3		399,5	243,5	37,0	42,0	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.4		-413,5	-281,2	**37,1**	42,4	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5	32,1	-226,7	156,6	23,9	27,1	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-272,0	188,0			
4	EC7(NL)-Step 6.1		604,1	384,1	0,0	62,7	Not sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.2		-548,2	374,2	0,0	66,6	Sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.3		641,7	401,5	0,0	64,1	Not sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.4		-574,6	391,6	0,0	**68,2**	Sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.5	47,8	318,8	241,0	0,0	40,5	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		382,5	289,3			
5	EC7(NL)-Step 6.1		603,3	383,7	0,0	17,6	Not sufficient
5	EC7(NL)-Step 6.2		-548,0	374,0	0,0	18,9	Sufficient
5	EC7(NL)-Step 6.3		641,1	401,1	0,0	17,8	Not sufficient
5	EC7(NL)-Step 6.4		-574,4	391,4	0,0	19,2	Sufficient
5	EC7(NL)-Step 6.5	47,7	303,9	238,1	0,0	10,7	Sufficient
5	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		364,7	285,7			
6	EC7(NL)-Step 6.1		-618,6	542,8	0,0	42,7	Upwards
6	EC7(NL)-Step 6.2		-619,6	520,0	0,0	46,7	Upwards
6	EC7(NL)-Step 6.3		-635,6	553,8	0,0	41,9	Upwards
6	EC7(NL)-Step 6.4		-643,3	531,5	0,0	45,8	Upwards
6	EC7(NL)-Step 6.5	49,4	356,8	379,3	0,0	21,5	Upwards
6	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		428,2	455,1			
7	EC7(NL)-Step 6.1		-636,1	572,6	0,0	46,8	Sufficient
7	EC7(NL)-Step 6.2		-632,1	545,8	0,0	50,2	Sufficient
7	EC7(NL)-Step 6.3		-653,0	**583,6**	0,0	45,8	Sufficient
7	EC7(NL)-Step 6.4		**-655,8**	557,3	0,0	49,2	Upwards
7	EC7(NL)-Step 6.5	**49,5**	359,6	399,5	0,0	23,3	Upwards
7	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		431,5	479,4			
Max		**49,5**	**-655,8**	**583,6**	**37,1**	**68,2**	Not sufficient

2.2 Anchors and Struts

Stage	Verification type	Anchor/strut Stempel 1		Anchor/strut Stempel 2	
		Force [kN]	State	Force [kN]	State
3	Step 6.1	461,31	Elastic	-	
3	Step 6.2	498,73	Elastic	-	
3	Step 6.3	482,73	Elastic	-	

Stage	Verification type	Anchor/strut Stempel 1		Anchor/strut Stempel 2	
		Force [kN]	State	Force [kN]	State
3	Step 6.4	**521,91**	Elastic	-	
3	Step 6.5 * 1,20	357,91	Elastic	-	
4	Step 6.1	406,45	Elastic	652,02	Elastic
4	Step 6.2	488,26	Elastic	667,60	Elastic
4	Step 6.3	426,05	Elastic	684,65	Elastic
4	Step 6.4	512,74	Elastic	704,17	Elastic
4	Step 6.5 * 1,20	321,74	Elastic	480,91	Elastic
5	Step 6.1	406,48	Elastic	651,56	Elastic
5	Step 6.2	488,26	Elastic	667,37	Elastic
5	Step 6.3	426,07	Elastic	684,20	Elastic
5	Step 6.4	512,74	Elastic	703,94	Elastic
5	Step 6.5 * 1,20	322,01	Elastic	476,75	Elastic
6	Step 6.1	306,03	Elastic	883,06	Elastic
6	Step 6.2	367,89	Elastic	869,47	Elastic
6	Step 6.3	318,39	Elastic	904,37	Elastic
6	Step 6.4	383,37	Elastic	895,97	Elastic
6	Step 6.5 * 1,20	271,59	Elastic	731,59	Elastic
7	Step 6.1	379,71	Elastic	935,59	Elastic
7	Step 6.2	416,05	Elastic	911,82	Elastic
7	Step 6.3	392,78	Elastic	**956,91**	Elastic
7	Step 6.4	432,94	Elastic	938,27	Elastic
7	Step 6.5 * 1,20	323,15	Elastic	773,65	Elastic
Max		**521,91**		**956,91**	

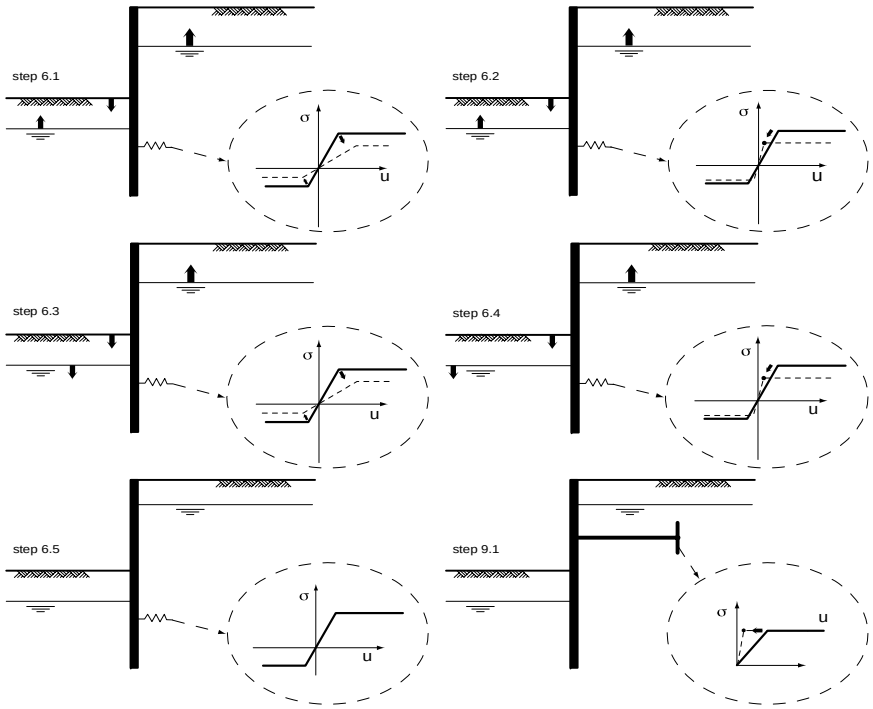
Due to multiplication of the representative value a Force bigger than Yield or Buckling Force may be present

2.3 Warnings

Stage	Warning
5	Uplift might occur
6	Uplift might occur
7	Uplift might occur

Warning
In the profile(s) below, the difference between the highest and lowest phi in the materials is more then 15 degrees. According to Cur-166 article 4.5.8 a Culmann calculation with straight slip surfaces is not allowed. Either reduce your phi's or try a Ka, Ko, Kp calculation.
Profile(s):
- 43 Onderwaterbeton
In a verification the Ka, Ko and Kp are recalculated with reduced phi and delta's. This was impossible with the next material(s) while they have a manual given Ka, Ko and Kp.
Onderwaterbeton

2.4 CUR Verification Steps



3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

Verification according to NEN-EN 9997+C1:2012

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	7
Unit weight of water	9,81 kN/m³
Number of curves on spring characteristic	3
Unloading curve on spring characteristic	No

3.2 Sheet Piling Properties

Length	24,50 m
Level top side	7,50 m
Number of sections	1
Pr;max;point	2,00 MPa
Xi factor	0,72

Section name	From [m]	To [m]	Stiffness EI [kNm²/m']	Acting width [m]	Maximum moment [kNm/m']
AZ 28 -700N	-17,00	7,50	1,3377E+05	1,00	982,00

Section name	From [m]	To [m]	Red. factor EI [-]	Red. factor max. moment [-]	Note to reduction factor
AZ 28 -700N	-17,00	7,50	1,00	1,00	

Section name	From [m]	To [m]	Corrected stiffness EI [kNm²]	Corrected max. moment [kNm]
AZ 28 -700N	-17,00	7,50	1,3380E+05	982,00

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m²/m² wall]	Section area [cm²/m']
AZ 28 -700N	-17,00	7,50	461,00	1,37	190,00

3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL method A: Partial factors (design values) in all stages Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 3
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,25
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,40
- Tangent phi	1,20

- Delta (wall friction angle)	1,20
- Modulus of subgrade reactions	1,30

Geometry modification

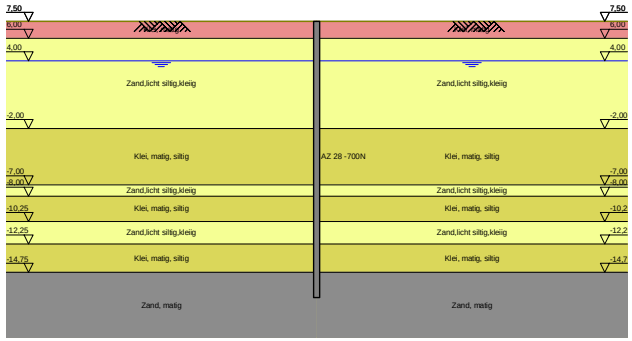
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m

Vertical balance factors

- Gamma m:b4	1,20

4 Outline Stage 1: Initiëel

Outline - Stage 1: Initiëel

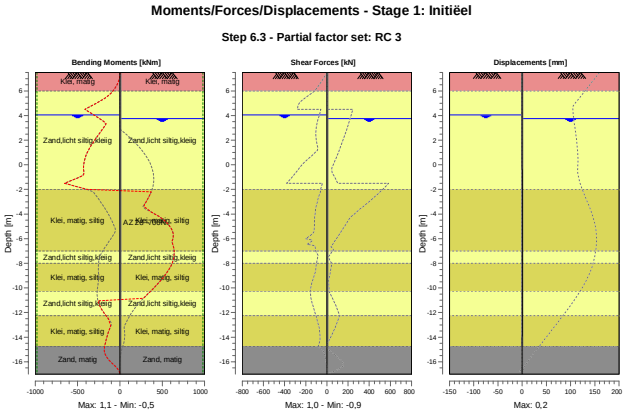


5 Step 6.3 Stage 1: Initiëel

5.1 Calculation Results

Number of iterations: 2

5.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

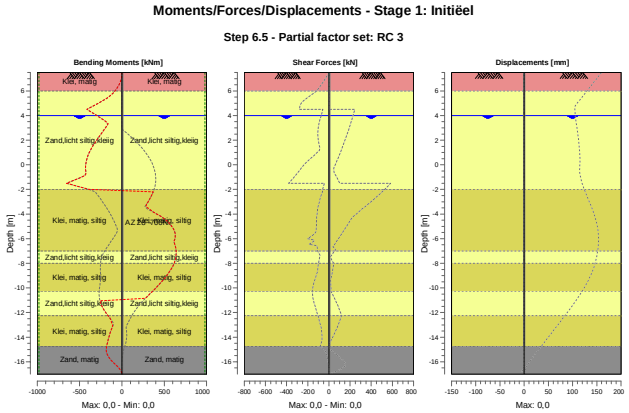


6 Step 6.5 Stage 1: Initiëel

6.1 Calculation Results

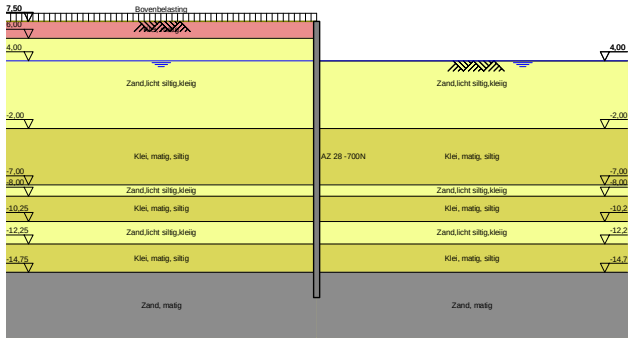
Number of iterations: 2

6.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



7 Outline Stage 2: Ontgraven 1

Outline - Stage 2: Ontgraven 1



8 Step 6.3 Stage 2: Ontgraven 1

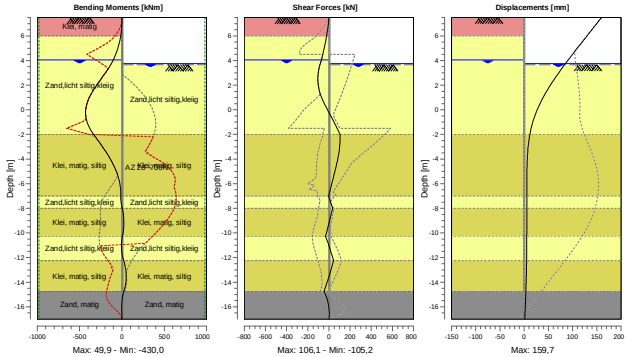
8.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

8.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 2: Ontgraven 1

Step 6.3 - Partial factor set: RC 3

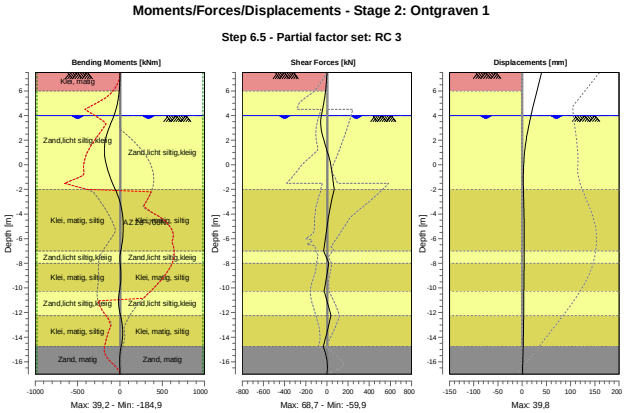


9 Step 6.5 Stage 2: Ontgraven 1

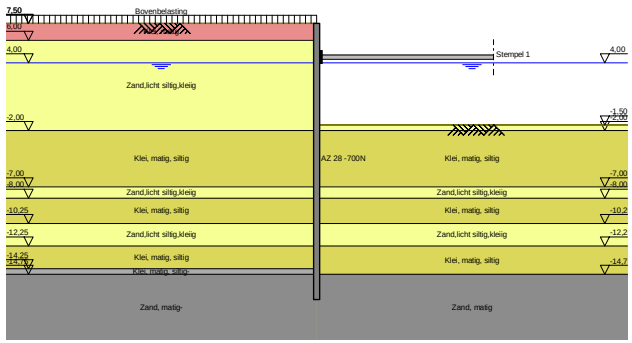
9.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

9.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



10 Outline Stage 3: Ontgraven 2

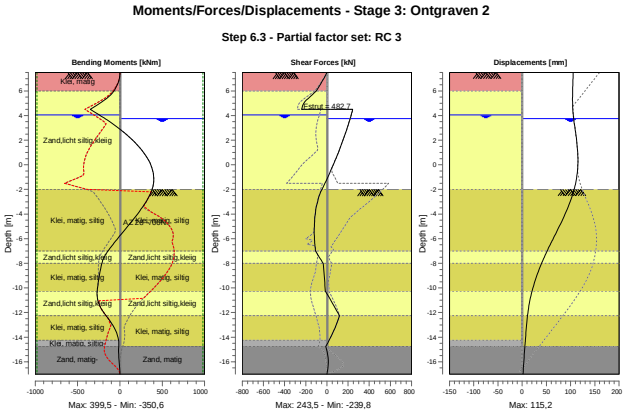


11 Step 6.3 Stage 3: Ontgraven 2

11.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

11.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

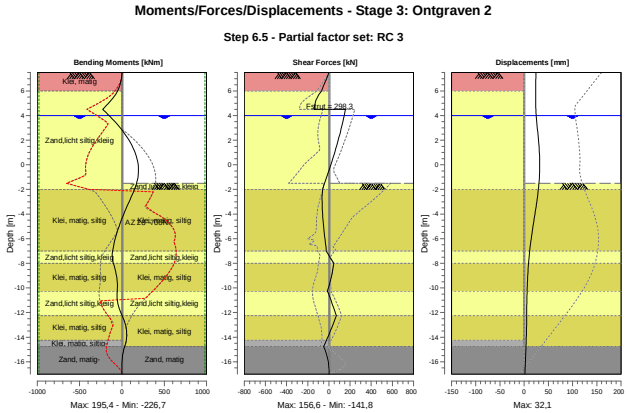


12 Step 6.5 Stage 3: Ontgraven 2

12.1 Calculation Results

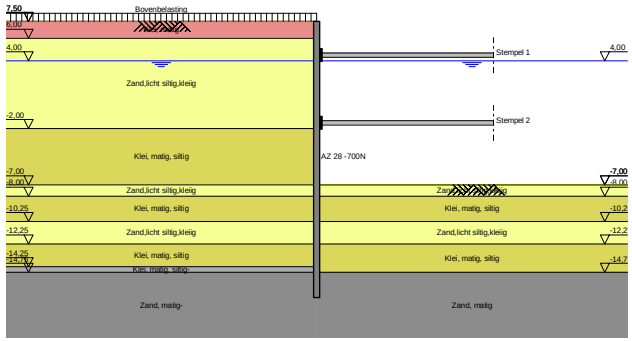
Number of iterations: 5

12.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



13 Outline Stage 4: Ontgraven 3

Outline - Stage 4: Ontgraven 3



14 Step 6.3 Stage 4: Ontgraven 3

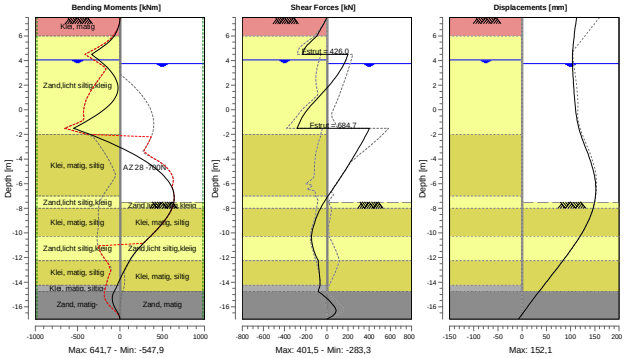
14.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

14.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 4: Ontgraven 3

Step 6.3 - Partial factor set: RC 3

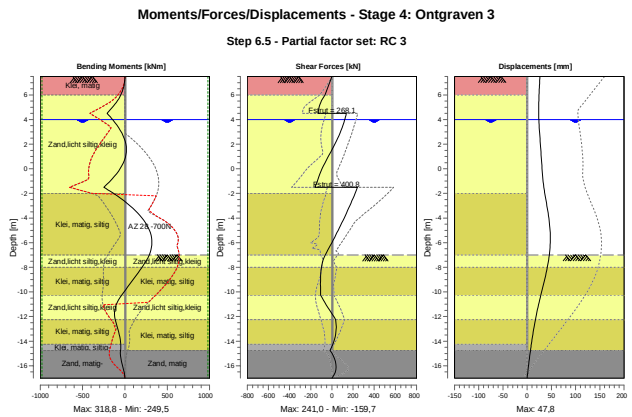


15 Step 6.5 Stage 4: Ontgraven 3

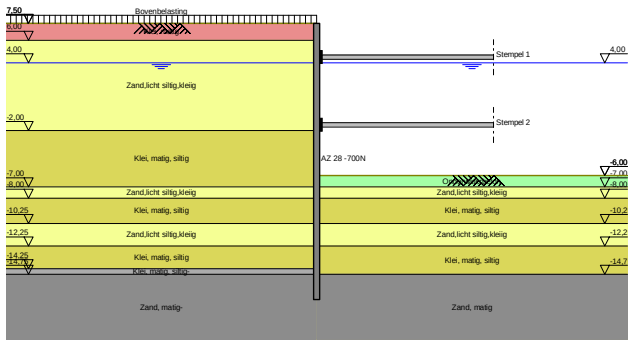
15.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

15.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



16 Outline Stage 5: Onderwaterbeton

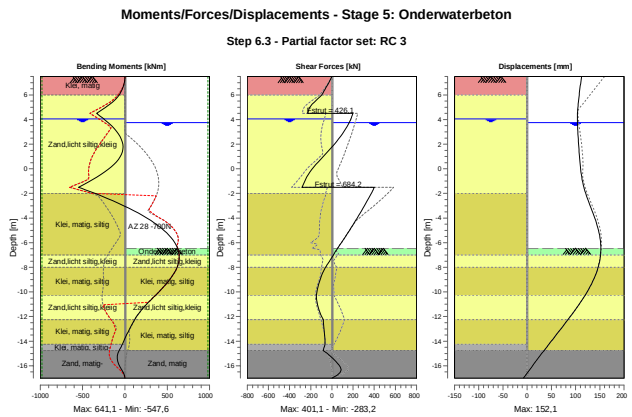


17 Step 6.3 Stage 5: Onderwaterbeton

17.1 Calculation Results

Number of iterations: 3

17.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

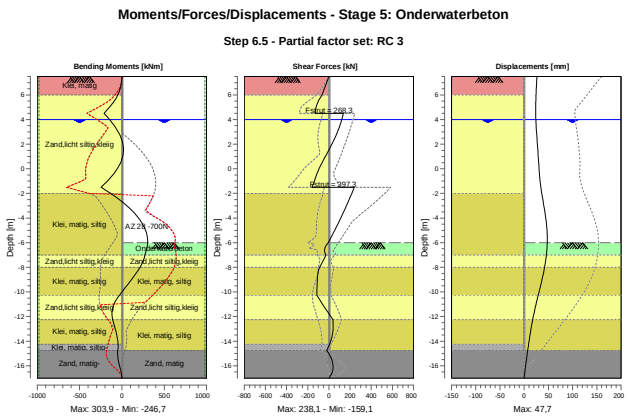


18 Step 6.5 Stage 5: Onderwaterbeton

18.1 Calculation Results

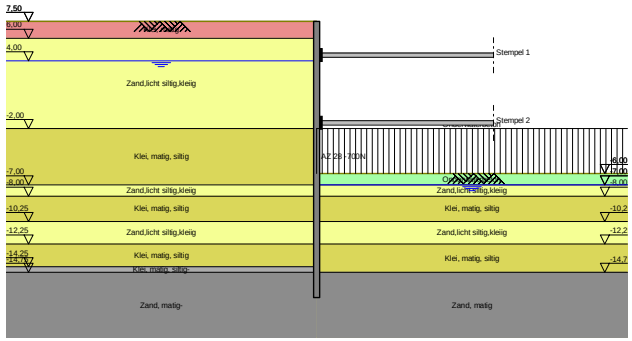
Number of iterations: 3

18.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



19 Outline Stage 6: Droog zetten zonder bovenbel.

Outline - Stage 6: Droog zetten zonder bovenbel.



20 Step 6.3 Stage 6: Droog zetten zonder bovenbel.

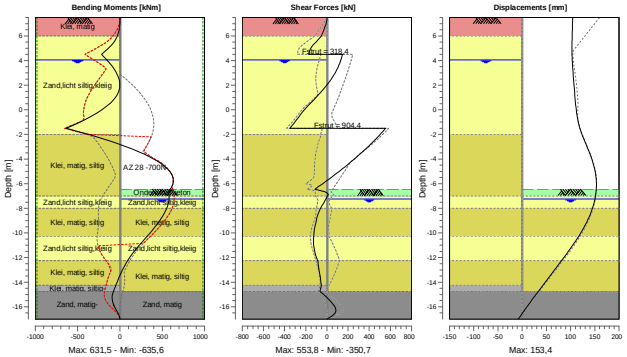
20.1 Calculation Results

Number of iterations: 3

20.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 6: Droog zetten zonder bovenbel.

Step 6.3 - Partial factor set: RC 3

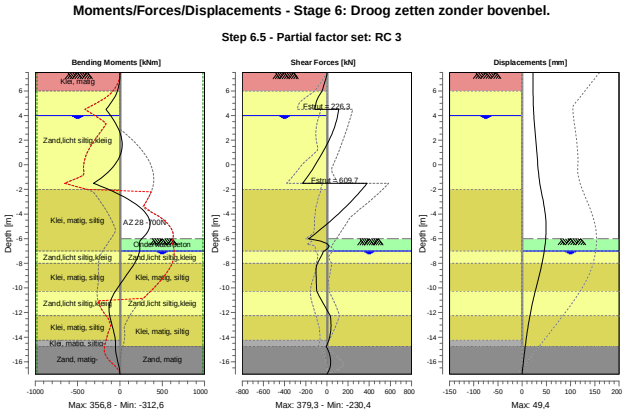


21 Step 6.5 Stage 6: Droog zetten zonder bovenbel.

21.1 Calculation Results

Number of iterations: 3

21.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



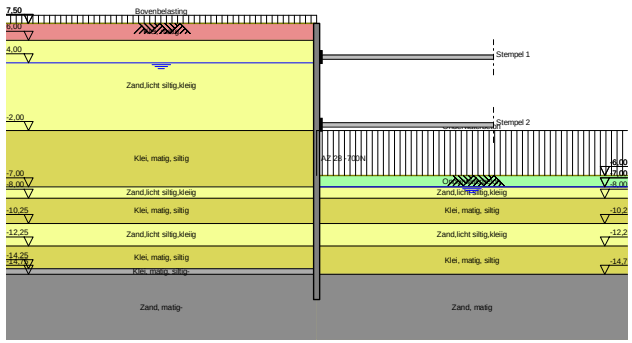
21.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	7,50	0,0	0,0	22,4
1	6,75	-5,5	-19,3	22,4
2	6,75	-5,5	-19,4	22,4
2	6,00	-29,8	-45,2	22,5
3	6,00	-29,8	-45,3	22,5
3	5,25	-84,0	-94,7	22,8
4	5,25	-84,0	-94,6	22,8
4	4,50	-163,3	-114,4	23,4
5	4,50	-163,3	112,0	23,4
5	4,00	-109,9	101,1	24,1
6	4,00	-109,9	101,1	24,1
6	2,90	-16,7	65,2	26,3
7	2,90	-16,7	65,2	26,3
7	1,80	26,1	9,3	28,7
8	1,80	26,1	9,3	28,7
8	0,70	-1,7	-61,6	30,9
9	0,70	-1,7	-61,5	30,9
9	-0,40	-111,0	-138,8	33,1
10	-0,40	-111,0	-138,7	33,1
10	-1,50	-312,6	-230,4	36,5
11	-1,50	-312,6	**379,3**	36,5
11	-2,00	-134,5	332,4	38,7
12	-2,00	-134,5	332,4	38,7

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-3,00	145,7	225,9	43,7
13	-3,00	145,7	226,0	43,7
13	-4,00	313,0	106,6	47,6
14	-4,00	313,0	106,6	47,6
14	-5,00	**354,4**	-25,8	**49,3**
15	-5,00	**354,4**	-25,8	**49,3**
15	-6,00	257,0	-171,2	48,5
16	-6,00	257,2	-172,2	48,5
16	-7,00	233,8	-24,8	45,6
17	-7,00	233,1	-31,8	45,6
17	-8,00	173,4	-89,2	41,0
18	-8,00	173,4	-89,2	41,0
18	-9,13	60,2	-101,7	34,4
19	-9,13	60,2	-101,7	34,4
19	-10,25	-52,0	-96,4	27,2
20	-10,25	-52,0	-96,4	27,2
20	-11,25	-119,3	-35,0	21,2
21	-11,25	-119,3	-35,0	21,2
21	-12,25	-120,9	31,2	16,0
22	-12,25	-120,9	31,4	16,0
22	-13,25	-84,4	38,0	11,7
23	-13,25	-84,4	38,0	11,7
23	-14,25	-54,3	17,4	8,0
24	-14,25	-54,3	17,4	8,0
24	-14,75	-51,3	-5,7	6,3
25	-14,75	-51,3	-5,8	6,3
25	-15,88	-28,9	34,5	2,9
26	-15,88	-29,0	34,8	2,9
26	-17,00	0,0	-0,1	-0,3
Max		**354,4**	**379,3**	**49,3**
Max, minor nodes incl.		356,8	379,3	49,4

22 Outline Stage 7: Droog zetten

Outline - Stage 7: Droog zetten



23 Step 6.3 Stage 7: Droog zetten

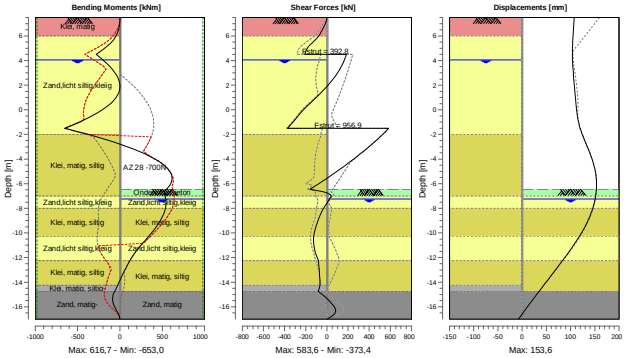
23.1 Calculation Results

Number of iterations: 3

23.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 7: Droog zetten

Step 6.3 - Partial factor set: RC 3

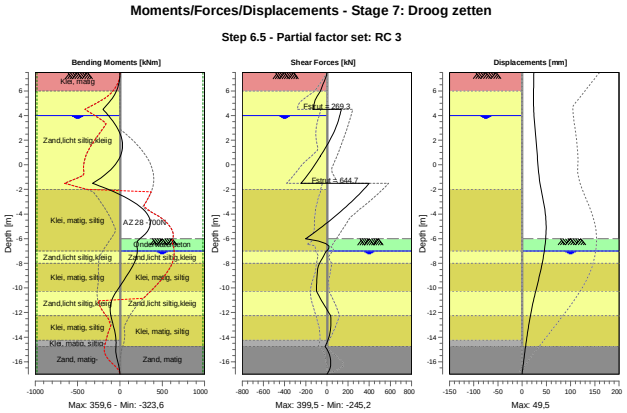


24 Step 6.5 Stage 7: Droog zetten

24.1 Calculation Results

Number of iterations: 3

24.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



End of Report

Bijlage 3

Berekening onderwaterbetonvloer

Onderwaterbetonvloer

conform CUR-aanbeveling 77

Project : Vismigratierivier Doorlaatmiddel
Onderdeel: Onderwaterbetonvloer bouwput
Projectnummer: 339261
Opgesteld door: J. de Vlieger
Datum: 22-8-2014

Gegevens

Gemiddelde dikte onderwaterbetonvloer	h_{gem}	=	1000	mm	
Tolerantie onder	tol_{onder}	=	150	mm	
Tolerantie boven	tol_{boven}	=	75	mm	
Minimale dikte onderwaterbetonvloer	h_{min}	=	832	mm	
Tolerantie verankering	$tol_{verankering}$	=	100	mm	
Bovenkant OWB	$h_{bk,owb}$	=	-6,00	m NAP	
Onderkant OWB	$h_{ok,owb}$	=	-7,00	m NAP	
Grondwaterstand	h_{gws}	=	4,00	m NAP	
Soortelijk gewicht onderwaterbeton	γ_{beton}	=	23	kN/m^3	
Soortelijk gewicht water	γ_{water}	=	10,3	kN/m^3	
Horizontale stempeldruk	$F_{stempel,k}$	=	278	kN/m	
Veiligheidsklasse			RC3		
Betonsterkteklasse			C30/37		
Karakteristieke cilinderdruksterkte	f_{ck}	=	30	N/mm^2	
Betontreksterkte	$f_{ctd,pl}$	=	1,07	N/mm^2	
Betondruksterkte	$f_{cd,pl}$	=	16,0	N/mm^2	
Elasticiteitsmodulus gereduceerd	E_{cm}	=	31000	N/mm^2	
H.o.h. verankering lange richting	L_y	=	2	m	
H.o.h. verankering korte richting	L_x	=	2	m	
Afstand dag keerwand tot hart eerste verankering	L_{x1}	=	1,5	m	
Type verankering	Trekelement met verankering op één niveau				
Lengte van de verankering	$L_{verankering}$	=	16	m	
Verankering diameter / vierkant	D	=	350	mm	
Omtrek verankering	$O_{verankering}$	=	1100	mm	
Beton doorsnede oppervlak verankering	A_b	=	92711	mm^2	
Elasticiteitsmodulus beton verankering	E_b	=	31000	N/mm^2	
Staal doorsnede oppervlak verankering	A_{st}	=	3500	mm^2	
Elasticiteitsmodulus staal verankering	E_{st}	=	210000	N/mm^2	
Dikte vloer boven verankering	x_{boven}	=	200	mm	
Ribbelafstand	a_r	=	0	mm	
Afstand b.k. vloer tot onderkant ankerplaat	p	=	300	mm	$175 \leq p \leq 500$
Lengte keerwand	L_{wand}	=	10	m	
Omtrek keerwand	$O_{verankering}$	=	2740	mm/m	
Doorsnede oppervlak keerwand	A_b	=	19000	mm^2/m	
Elasticiteitsmodulus keerwand	E_b	=	210000	N/mm^2	

CUR 77 4 Eisen en bepalingsmethoden

4.1 Draagvermogen

CUR 77 4.1.3 Uiterste grenstoestand

Bezwijkmechanisme A:

Bezwijken treedt op doordat de betontreksterkte wordt overschreden en de doorsnede scheurt; de normaaldrukkracht is zo klein dat het drukbogensysteem na scheuren een lagere bezwijkbelasting heeft dan de belasting waarbij scheuren is opgetreden.

Bezwijkmechanisme B:

Bezwijken treedt op doordat de betondruksterkte in het drukbogensysteem dat na scheuren is ontstaan, wordt overschreden.

CUR 77 4.1.4 Belastingen en belastingcombinaties

Belastinggeval 1 (BG1): eigen gewicht onderwaterbetonvloer

$q_{g,k}$ = $h_{gem} * \gamma_{beton}$ = 23 kN/m^2

Belastinggeval 2 (BG2): opwaartse waterdruk

$q_{w,k}$ = $(h_{gws} - h_{ok,owb}) * \gamma_{water}$ = 113 kN/m^2

Belastinggeval 3 (BG3): horizontale stempeldruk

$F_{stempel,k}$ = uit keerwand berekening = 278 kN/m

Belastinggeval 4 (BG4): opwaartse zwelbelasting

$q_{z,k}$ = conservatieve methode Bijlage B2 = 0 kN/m^2

Belastingcombinatie 1 ($BC1_b$): onderwaterbetonvloer

$BC1_b$: 0,90*BG1+ 1,35*BG2+ 0,90*BG3+ 1,50*BG4

q_{Ed} = 132 kN/m^2

Belastingcombinatie 1 ($BC1_t$): trekelementen

$BC1_t$: 0,90*BG1+ 1,35*BG2+ 0,90*BG3+ 1,50*BG4

q_{Ed} = 132 kN/m^2

CUR 77 4.2 Spanningsbeperking lange richting

4.2.3 Grenstoestand

Als grenstoestand voor de onderwaterbetonvloer geldt het bereiken van de buigtrekspanning ter grootte van 1,25 $f_{ctd,pl}$.

CUR 77 4.2.4 Belastingen en belastingcombinaties

Belastingcombinatie 2 (BC2): BGT - belastingcombinatie

BC2 : 1,00*BG1+ 1,00*BG2+ 1,00*BG3+ 1,00*BG4

q = 90 kN/m^2

CUR 77 7 Schematisering en krachtsverdeling

CUR 77 7.1 Uitgangspunten voor schematisering

Het aangrijpingspunt van de stempelkracht aan de rand wordt op ¼ van de hoogte vanaf bovenkant onderwaterbetonvloer aangenomen. Alléén indien wordt getoetst of verbindingsmiddelen tussen de keerwand en de onderwaterbetonvloer achterwege mogen blijven, dient dat aangrijpingspunt in het hart van de vloer te worden aangenomen. Immers, alleen bij deze toets wordt de verbinding tussen vloer en keerwand in verticale zin slippend aangenomen, met een bepaalde vaste wrijvingskracht

CUR 77 7.4 Te onderzoeken krachtsverdelingen

Indien in de korte richting is aangetoond dat bezwijkmechanisme A voldoet (toetst B1 van 8.2.1) is het niet nodig om de krachtsverdeling in de lange richting in het randstoringsgebied te bepalen en te toetsen als aan de voorwaarden (i) en (ii) wordt voldaan:

(i) de verticale stijfheid van de keerwand bij de berekening van de krachtsverdeling in het storingsgebied in de lange richting is niet groter dan die van de keerwand bij de berekening in de korte richting;

(ii) de normaalkracht in het storingsgebied in de lange richting is niet kleiner dan in de korte richting.

Indien in de korte richting is aangetoond dat bezwijkmechanisme B voldoet (toetst B2 of B3 van 8.2.1) is het niet nodig om de krachtsverdeling in de lange richting in het randstoringsgebied te bepalen en te toetsen als aan de voorwaarden (iii) en (iv) wordt voldaan:

(iii) de tussenafstanden van de trekelementen in de lange richting zijn niet groter dan in de korte richting;

(iv) de normaalkracht in het storingsgebied in de lange richting is niet kleiner dan in de korte richting.

In alle andere gevallen moet de krachtsverdeling in de lange richting in het randstoringsgebied worden bepaald en getoetst zoals beschreven voor de korte richting.

CUR 77 7.4.1 Krachtsverdeling in de lange richting

Maatgevende moment

$M = q * L_y^2 / 8 = 45$ kNm/m

CUR 77 7.4.2 Krachtsverdeling in de korte richting

Bezwijkmechanisme A

Is de onderwaterbetonvloer met de keerwand verbonden doormiddel van verbindingsmiddelen? Nee

Excentriciteit stempelkracht e = 0 mm

$N_{Ed} = 0{,}9 * F_{stempel,k} - \Delta N_{Ed} = 250$ kN/m

$\Delta N_{Ed} = 0$ kN/m

M = uit berekening = 517 kNm/m

$M_{Ed} = M - N_{Ed} * e = 517$ kNm/m

$N_{Ed} * e = 0$ kN/m

Bezwijkmechanisme B

$M_{Ed} = q_{Ed} * L_x^2 / 8 = 66$ kNm/m

CUR 77 8 Dimensionering en toetsing van de vloer

CUR 77 8.1 Dimensionering en toetsing voor de lange richting

σ_{ct} ≤ $1{,}25 * f_{ctd,pl}$ (Toets A)

σ_{ct} = $6 * M / h_{min}^2$ = 0,39 N/mm^2

0,39 ≤ 1,34 Voldoet

Indien voldaan wordt aan 7.4, hoeft het randstoringsgebied in de lange richting niet getoetst te worden.
Wordt er voldaan aan 7.4? Ja

CUR 77 8.2 Dimensionering en toetsing voor de korte richting

CUR 77 8.2.1 Buiging en normaalkracht

Bezwijkmechanisme A

σ_{Ed} ≤ $f_{ctd,pl}$ (Toets B1)

σ_{Ed} = $6 * M_{Ed} / h_{min}^2 - N_{Ed} / h_{min}$ = 4,18 N/mm^2

4,18 ≤ 1,07 Voldoet niet

Bezwijkmechanisme B zonder membraanwerking

Indien, bijzwijkmechanisme A niet voldoet:

M_{Ed} ≤ M_{Rd} (Toets B2)

M_{Rd} = $z * N_{Ed}$ = 106 kNm/m

z = 422 mm Trekelement met verankering op één niveau

66 ≤ 106 Voldoet

CUR 77 8.2.2 Dwarskracht

De toetsing bestaat uit maximaal 3 stappen. Als aan de toets in stap 1 wordt voldaan voldoet de vloer op dwarskracht en mogen stappen 2 en 3 achterwege blijven.
Voldoet de toets in stap 1 niet dan moeten alle toetsen in stap 2 en 3 wel voldoen, anders voldoet de vloer niet op dwarskracht.

Stap 1: Toets gebaseerd op de afschuifbuigbreuk (volgens v_{min})

V_{Ed}	≤	$V_{Rd,c}$				(Toets C1)
V_{Ed}	=	uit berekening op h_{min} uit de dag		=	190	kN/m
$V_{Rd,c}$	=	$(v_{min} + k_1 * \sigma_{cp}) * h_{min}$		=	328	kN/m
	v_{min}	=	0,349 N/mm^2			
	k	=	1,49			
	k_1	=	0,15			
	σ_{cp}	=	0,30 N/mm^2			
190	≤	328	Voldoet			

CUR 77 10 Dimensionering en toetsing van verbindingen

CUR 77 10.1 Verbinding van keerwand met onderwaterbetonvloer

CUR 77 10.1.1 Verbinding zonder speciale voorzieningen

F_{Rd} ≥ $1{,}00 * F_{Ed}$ (Toets F1)

F_{Rd} = $\mu * F_{stempel;Ed;min}$ = 75 kN/m

μ = 0,3

$F_{stempel;Ed;min}$ = 250 kN/m

F_{Ed} = uit berekening = 264 kN/m

75 ≥ 264 Voldoet niet

Indien aan alle overige eisen wordt voldaan, dan hoeft niet voldaan te worden aan toets F1 onder de voorwaarde dat wordt aangetoond dat de onderwaterbetonvloer zonder speciale voorzieningen voor de verbinding met de keerwand, aan alle andere criteria voldoet bij een aangepaste rekenschema en daardoor gewijzigde krachtsverdeling. Dat aangepaste schema bestaat uit een schuivende verbinding in het vlak tussen keerwand en onderwaterbetonvloer waarbij een verticale kracht van $\mu \cdot F_{stempel;Ed;min}$ wordt overgedragen, en een centrisch aangrijpende stempelkracht. (Toets F2x)

Het is echter niet toegestaan om op deze wijze de verbinding zonder speciale voorzieningen te toetsen indien het eindveld groter is dan de overige velden.

Met nadruk wordt vermeld dat het rekenen met schuiven van de vloer langs de keerwand alléén is toegestaan om te onderzoeken of verbindingsmiddelen achterwege zouden kunnen blijven. Bij alle andere toetsen dan toets F1 is het uitgangspunt dat er géén schuiven optreedt.

L_x ≥ L_{x1} (Eindveld dient kleiner te zijn dan de overige verlden.)

2 ≥ 1,5 Voldoet

M_{Ed} ≥ $\max\{q_{Ed} * L_{x1}^2 / 2 - F_{Rd} * L_{x1};0\}$ (Moment van het eindveld dient kleiner te zijn dan de overige verlden.)

66 ≥ 36 Voldoet

CUR 77 10.2 Verbinding van trekelement met onderwaterbetonvloer

V_{Rd} ≥ $1{,}25 * V_{Ed}$

V_{Ed} = uit berekening t.p.v. trekelement = 273 kN/m

CUR 77 10.2.5 Stalen paal met opgelaste nokken op één niveau

Ponstoets

V_{Rd} = $k_r * v_{min} * d_{min} * u_1 / L_y$ = 564 kN/m

k_r = 0,90

v_{min} = 0,41 N/mm^2

d_{min} = 450 mm

u_1 = 6754 mm

D = diameter nok = 350 mm

V_{Rd} ≥ $1{,}25 * V_{Ed}$ (Toets G5.a)

564 ≥ 341 Voldoet

Betondrukspanning onder de nok

V_{Rd} = $1{,}7 * f_{cd,pl} * A / L_y$ = 1198 kN/m

A = 88104 mm^2

V_{Rd} ≥ $1{,}25 * V_{Ed}$ (Toets G5.b)

1198 ≥ 341 Voldoet

Nokken

UO-toetsing (Toets G5.c)

Verbinding tussen nokken en stalen paal

UO-toetsing (Toets G5.d)

Overzicht toetsingen

Toets	Toets	Omschrijving	Paragraaf	Voldoet	
Vloer, buiging					
A		Dimensionering van de lange richting, BC2	8.1	Voldoet	Voldoet
Vloer, buiging					
B	B1	Bezwijkmechanisme A (ongescheurde buiging)	8.2.1	Voldoet niet	
	B2	Bezwijkmechanisme B (boogwerking) zonder membraamwerking	8.2.1	Voldoet	Voldoet
	B3	Bezwijkmechanisme B (boogwerking) met membraamwerking	8.2.1	Toets vervalt	
Vloer, dwarsracht					
C	C1	Doorsnede op h_{min} met afschuifbuigbreuk (Vmin)	8.2.2	Voldoet	
	C2.a	Doorsnede op 0,5*h_{min} uit de dag ongescheurd	8.2.2	Toets vervalt	Voldoet
	C2.b	Doorsnede op 0,5*h_{min} uit de dag, afschuiftrekbreuk	8.2.2	Toets vervalt	
	C2.c	Doorsnede op 0,5*h_{min} uit de dag, afschuiftrekbreuk	8.2.2	Toets vervalt	
Verbinding keerwand met onderwaterbetonvloer					
F	F1	Zonder speciale voorziening en zonder schuiven keerwand	10.1.1	Voldoet niet	
	F2x	Zonder speciale voorziening en met toelaten schuiven keerwand	10.1.1	Voldoet	Voldoet
	F3	Met speciale voorziening	10.1.2	Toets vervalt	
Verbinding trekelement met onderwaterbeton					
G					
	G1	Glad trekelement	10.2.1	n.v.t.	
	G2	Trekelement met ribbels beton: pons	10.2.2	n.v.t.	
	G3	Trekelement met ribbels staal: pons	10.2.3	n.v.t.	
	G4.a	Trekelement schotelanker: pons	10.2.4	n.v.t.	
	G4.b	Betondrukspanning onder schotel	10.2.4	n.v.t.	
	G4.c	Sterkte anker schotel	10.2.4	n.v.t.	Voldoet
	G4.d	Verbinding tussen schotel en anker	10.2.4	n.v.t.	
	G5.a	Trekelement stalen paal met nok op één niveau: pons	10.2.5	Voldoet	
	G5.b	Betondrukspannong onder nok	10.2.5	Voldoet	
	G5.c	Sterkte nok	10.2.5	UO	
	G5.d	Verbinding tussen nok en stalen paal	10.2.5	UO	

CUR 77 B3 Axiale veerstijfheid trekelementen

Verankering

k_{axiaal}	=	$1 / (1/k_{schacht} + 1/k_{elast} + 1/k_{ondergrond})$		=	82748	1/m
$k_{schacht}$	=	120	$R_{s;cal;max;i}$	=	101335	1/m
	Type	Ankerpalen				
	$R_{s;cal;max;i}$	=	$(L-L_1)*O*q_{c,z}*f_1*f_2*\alpha_t$	=	844	kN/ paal
	$q_{c,z}$	=	6	MPa		
	f_2	=	1			
	f_2	=	1			
	α_t	=	0,008			
k_{elast}	=	$EA / (L_1 + 0,5 * (L - L_1)$		=	451131	1/m
	L_1	=	0	m		
$k_{ondergrond}$	=			=	1E+100	1/m

Keerwand

k_{axiaal}	=	$1 / (1/k_{schacht} + 1/k_{elast} + 1/k_{ondergrond})$		=	82541	1/m
$k_{schacht}$	=	140	$R_{s;cal;max;i}$	=	92064	1/m
	Type	Damwand				
	$R_{s;cal;max;i}$	=	$(L-L_1)*O*q_{c,z}*f_1*f_2*\alpha_t$	=	658	kN/m
	$q_{c,z}$	=	6	MPa		
	f_2	=	1			
	f_2	=	1			
	α_t	=	0,004			
k_{elast}	=	$EA / (L_1 + 0,5 * (L_{keerwand} - L_1)$		=	798000	1/m
	L_1	=	0	m		
$k_{ondergrond}$	=			=	1E+100	1/m

Veerstijfheid trekelementen

	per eenheid van breedte		
	rep.	laag	hoog
	[kN/m/m]	[kN/m/m]	[kN/m/m]
Verankering	41374	29256	58512
Keerwand	82541	58366	116731

Report for D-Sheet Piling 9.3

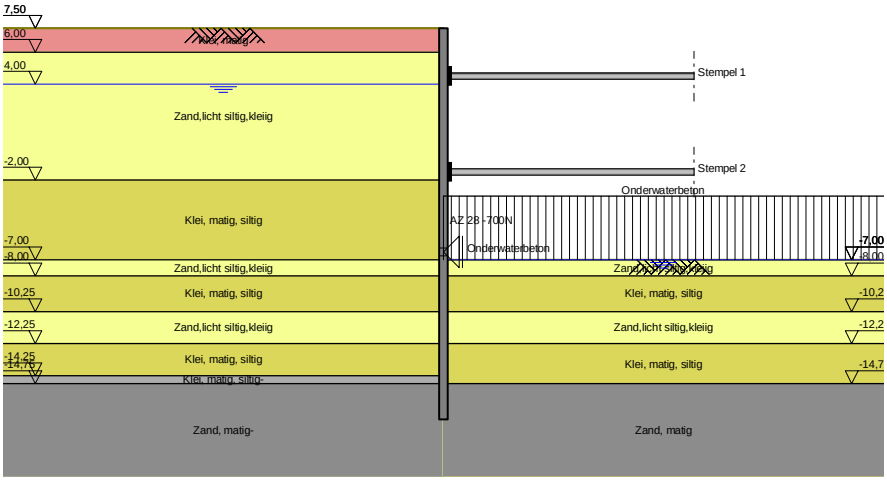
Design of Sheet Pilings
Developed by Deltares

Company:	Grontmij
Date of report:	8/22/2014
Time of report:	11:58:27 AM
Date of calculation:	8/22/2014
Time of calculation:	11:55:18 AM
Filename:	P:\..\Damwand\Damwand bouwkuip S43 normaalkracht onderwaterbeton C01

Verification according to NEN-EN 9997+C1:2012

1 Outline Stage 6: Droog zetten zonder bovenbel.

Outline - Stage 6: Droog zetten zonder bovenbel.

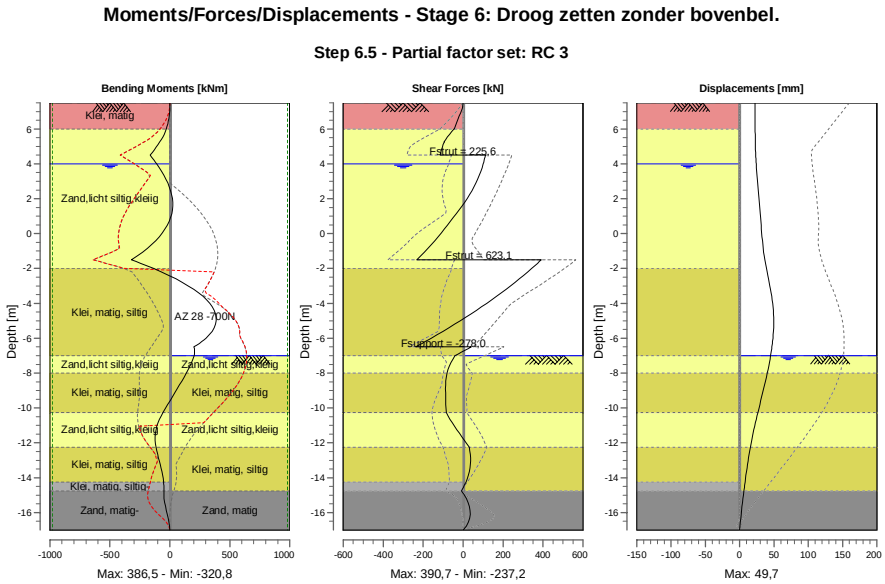


2 Step 6.5 Stage 6: Droog zetten zonder bovenbel.

2.1 Calculation Results

Number of iterations: 3

2.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



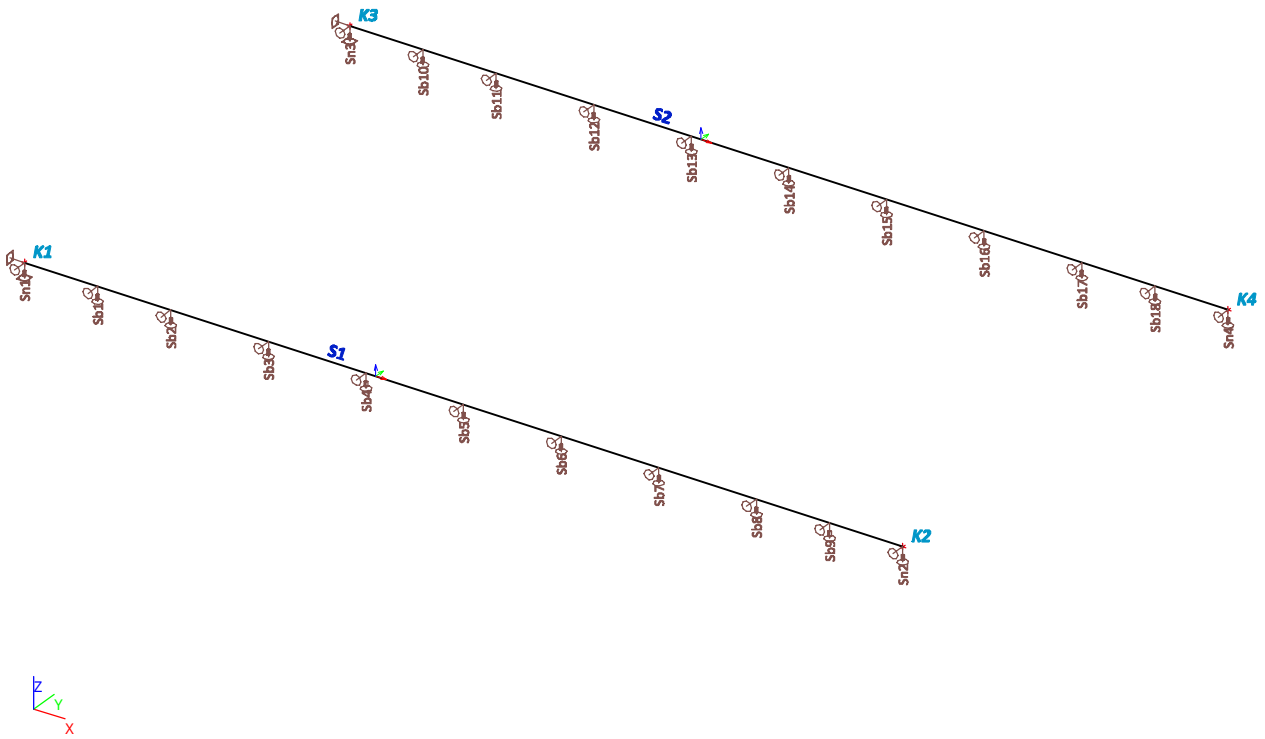
End of Report

1. Project

Licentienaam	Grontmij N.V.
Project	Vismigratie Afsluitdijk
Onderdeel	Onderwaterbetonvloer bouwput doorlaatmiddel
Omschrijving	-
Auteur	-
Datum	22. 08. 2014
Constructie	Algemeen XYZ
Aantal knopen :	4
Aantal staven :	2
Aantal platen :	0
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	1
Aantal belastingsgevallen :	1
Aantal gebruikte materialen :	1
Gravitatieversnelling [m/s^2]	9,810
Nationale norm	EC - EN

2. Constructie

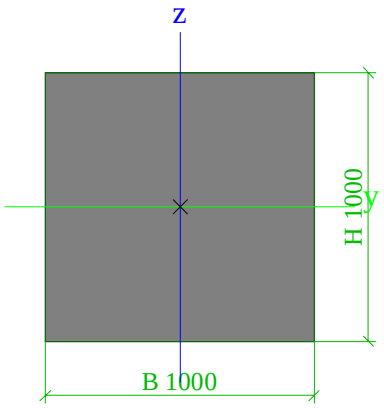
2.1. Rekenmodel



2.2. Doorsneden

CS1		
Type	Rechthoek	
Uitgebreid	1000; 1000	
Vorm type	Dikke wanden	
Onderdeelmateriaal	C30/37	
Bouwwijze	beton	
A [m^2]	1,0000e+00	
Ay [m^2], Az [m^2]	8,3333e-01	8,3333e-01
AL [m^2/m], AD [m^2/m]	4,0000e+00	4,0000e+00
cYUCS [mm], cZUCS [mm]	500	500
α [deg]	0,00	
Iy [m^4], Iz [m^4]	8,3333e-02	8,3333e-02
iy [mm], iz [mm]	289	289
Wely [m^3], Welz [m^3]	1,6667e-01	1,6667e-01
Wply [m^3], Wplz [m^3]	0,0000e+00	0,0000e+00
Mply+ [Nm], Mply- [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
Mplz+ [Nm], Mplz- [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
dy [mm], dz [mm]	0	0
It [m^4], Iw [m^6]	1,4073e-01	0,0000e+00
β y [mm], β z [mm]	0	0

Afbeelding



Verklaring van symbolen	
A	Gebied
Ay	Afschuifoppervlak in hoofd y-richting
Az	Afschuifoppervlak in hoofd z-richting
AL	Omtrek per eenheidslengte
AD	Uithardingsoppervlakte per eenheidslengte
cYUCS	Zwaartepunt coordinaten in Y-richting van het invoer assen systeem
cZUCS	Zwaartepunt coordinaten in Z-richting van het invoer assen systeem
IYLCS	Tweede moment van het gebied rond de YLCS as
IZLCS	Tweede moment van het gebied rond de ZLCS as
IYZLCS	Product moment van het gebied in het LCS systeem
α	Rotatiehoek van het hoofd assen systeem
Iy	Tweede moment van het gebied rond de hoofd y-as
Iz	Tweede moment van het gebied rond de hoofd z-as
iy	Traagheidsstraal rond de hoofd y-as
iz	Traagheidsstraal rond de hoofd z-as

Verklaring van symbolen	
Wely	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
Welz	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
Wply	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
Wplz	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
Mply+	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een positief My moment
Mply-	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een negatief My moment
Mplz+	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een positief Mz moment
Mplz-	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een negatief Mz moment
dy	Afschuif middencoordinaat in hoofd y-richting gemeten vanaf het zwaartepunt - Niet berekend of vereenvoudigd
dz	Afschuif middencoordinaat in hoofd z-richting gemeten vanaf het zwaartepunt - Niet berekend of vereenvoudigd
It	Torsie constante - Niet berekend of vereenvoudigd
Iw	Welvings constante - Niet berekend of vereenvoudigd
β y	Mono-symmetrische constante rond de hoofd y-as
β z	Mono-symmetrische constante rond de hoofd z-as

2.3. Materialen

Beton EC2

Naam	Type	Massa eenheid [kg/m³]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	Thermisch uitz. [m/mK]	Karakteristieke cylinderdruksterkte fck(28) [MPa]
C30/37	Beton	2500,0	3,2800e+04	0.2	0,00	30,00

2.4. Knopen

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K1	0,000	0,000	0,000
K2	18,000	0,000	0,000
K3	0,000	10,000	0,000
K4	18,000	10,000	0,000

2.5. Staven

Naam	Doorsnede	Laag	Lengte [m]	Vorm	Beginknoop	Type
					Eindknoop	EEM-type
S1	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	Laag1	18,000	Lijn	K1	Balk (80)
					K2	standaard

Naam	Doorsnede	Laag	Lengte [m]	Vorm	Beginknoop	Type
					Eindknoop	EEM-type
S2	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	Laag1	18,000	Lijn	K3	Balk (80)
					K4	standaard

2.6. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Stijfheid Z [MN/m]	Rx	Ry	Rz
Sn1	K1	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	1,1670e+02	Vast	Vrij	Vast
Sn2	K2	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Verend	1,1670e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn3	K3	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	5,8400e+01	Vast	Vrij	Vast
Sn4	K4	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Verend	5,8400e+01	Vrij	Vrij	Vrij

2.7. Puntondersteuningen op staaf

Naam	Type	Coör	Pos x [m]	dx [m]	X	Y	Z	Stijfheid Z [MN/m]	Rx	Ry	Rz
		Systeem	Oors	Herh (n)							
Sb1	Standaard	Abso	1,500		Vrij	Vast	Verend	2,9300e+01	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	Vanaf begin	1							
Sb2	Standaard	Abso	3,000		Vrij	Vast	Verend	2,9300e+01	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	Vanaf begin	1							
Sb3	Standaard	Abso	5,000		Vrij	Vast	Verend	2,9300e+01	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	Vanaf begin	1							
Sb4	Standaard	Abso	7,000		Vrij	Vast	Verend	2,9300e+01	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	Vanaf begin	1							
Sb5	Standaard	Abso	9,000		Vrij	Vast	Verend	2,9300e+01	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	Vanaf begin	1							
Sb6	Standaard	Abso	11,000		Vrij	Vast	Verend	2,9300e+01	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	Vanaf begin	1							
Sb7	Standaard	Abso	13,000		Vrij	Vast	Verend	2,9300e+01	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	Vanaf begin	1							
Sb8	Standaard	Abso	15,000		Vrij	Vast	Verend	2,9300e+01	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	Vanaf begin	1							
Sb9	Standaard	Abso	16,500		Vrij	Vast	Verend	2,9300e+01	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	Vanaf begin	1							
Sb10	Standaard	Abso	1,500		Vrij	Vast	Verend	5,8500e+01	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	Vanaf begin	1							
Sb11	Standaard	Abso	3,000		Vrij	Vast	Verend	5,8500e+01	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	Vanaf begin	1							
Sb12	Standaard	Abso	5,000		Vrij	Vast	Verend	5,8500e+01	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	Vanaf begin	1							
Sb13	Standaard	Abso	7,000		Vrij	Vast	Verend	5,8500e+01	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	Vanaf begin	1							
Sb14	Standaard	Abso	9,000		Vrij	Vast	Verend	5,8500e+01	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	Vanaf begin	1							
Sb15	Standaard	Abso	11,000		Vrij	Vast	Verend	5,8500e+01	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	Vanaf begin	1							
Sb16	Standaard	Abso	13,000		Vrij	Vast	Verend	5,8500e+01	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	Vanaf begin	1							
Sb17	Standaard	Abso	15,000		Vrij	Vast	Verend	5,8500e+01	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	Vanaf begin	1							
Sb18	Standaard	Abso	16,500		Vrij	Vast	Verend	5,8500e+01	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	Vanaf begin	1							

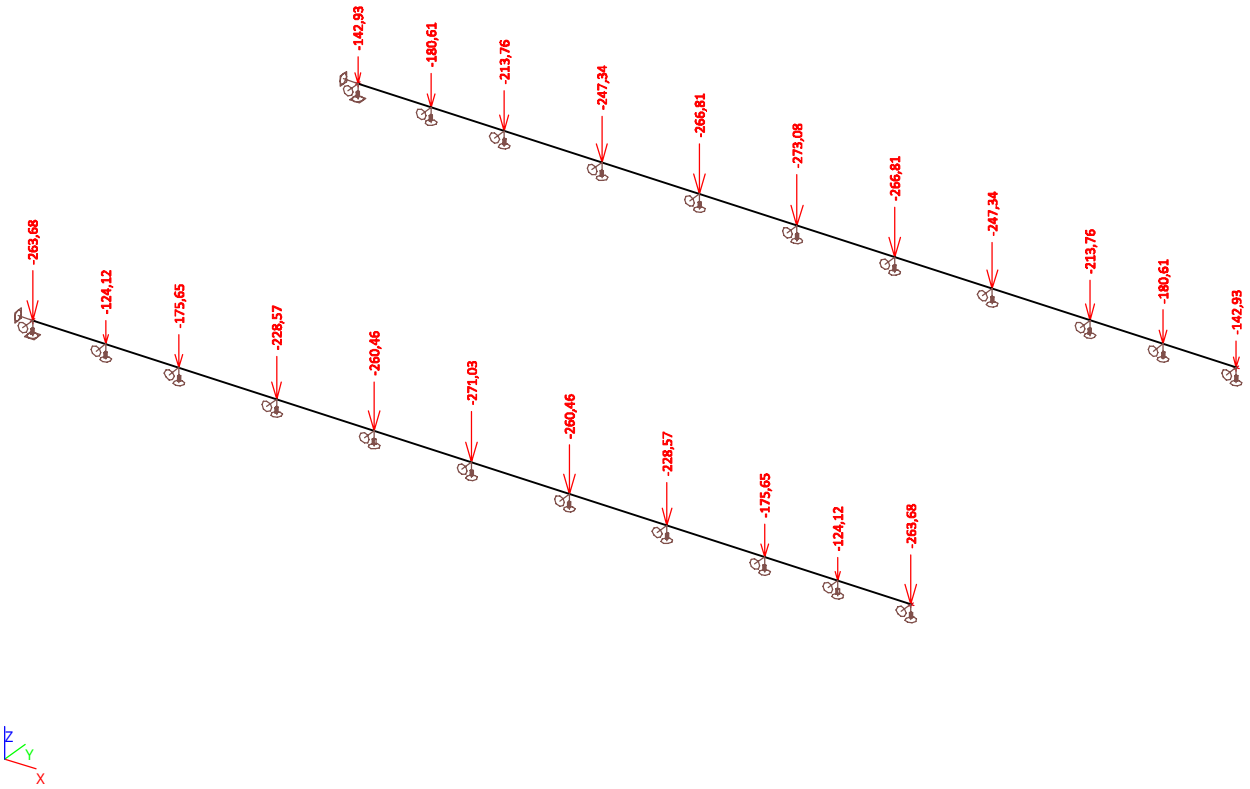
3. Belastingen

3.1. Lijnlast

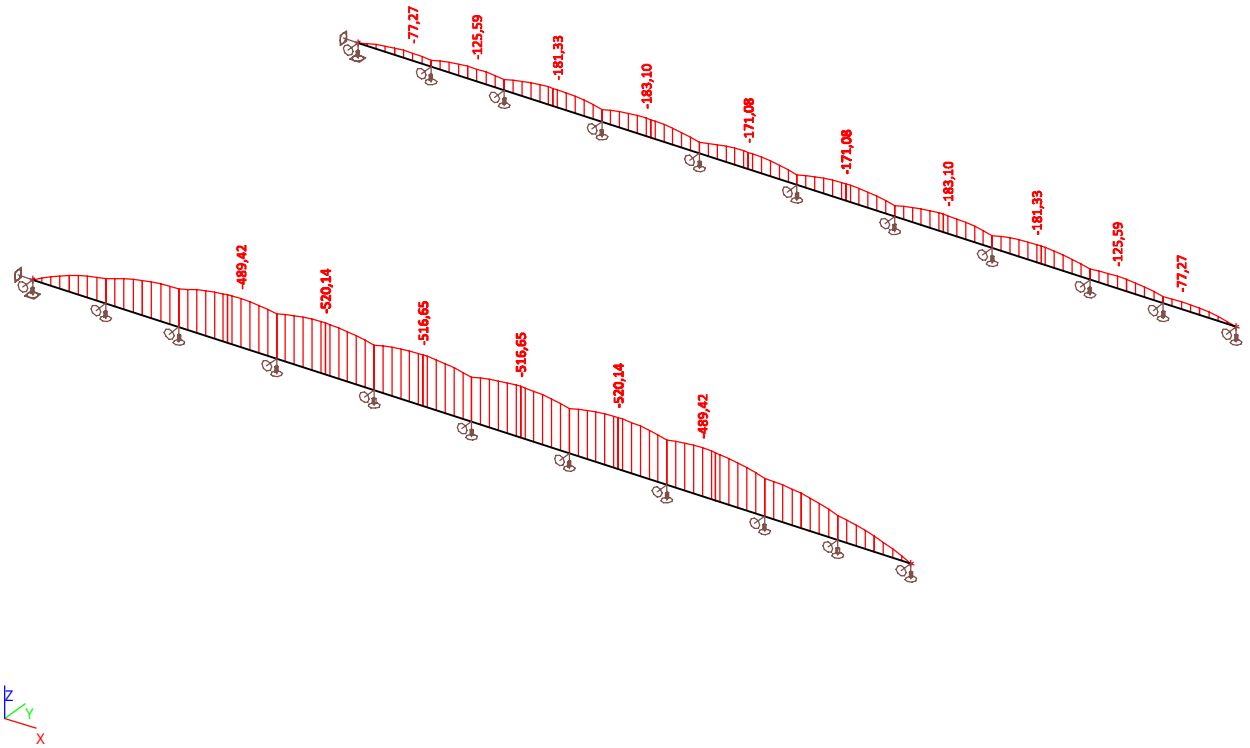
Naam	Staaf	Type	Rich	Waarde - P_1 [kN/m]	Pos x_1	Coör	Oors	Exc ey [m]
	Belastingsgeval	Systeem	Verdeling	Waarde - P_2 [kN/m]	Pos x_2	Loc		Exc ez [m]
Lijnlast1	S1	Kracht	Z	132,00	0.000	Rela	Vanaf begin	0,000
	BG1	LCS	Gelijkmatig		1.000	Lengte		0,000
Lijnlast3	S2	Kracht	Z	132,00	0.000	Rela	Vanaf begin	0,000
	BG1	LCS	Gelijkmatig		1.000	Lengte		0,000

4. Resultaten

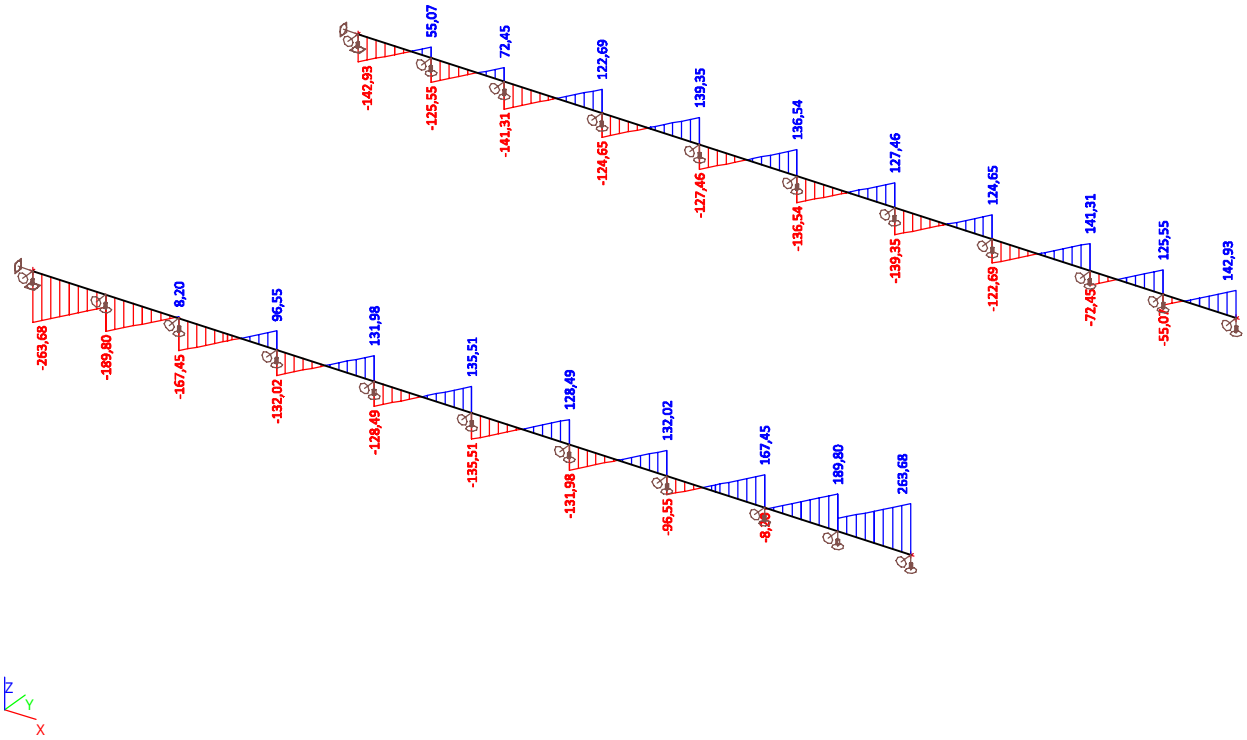
4.1. Reacties; Rz



4.2. Interne krachten in staaf; My



4.3. Interne krachten in staaf; Vz



Bijlage 4

Berekening palen

Palen onderwaterbetonvloer

Project :	Vismigratierivier Doorlaatmiddel
Onderdeel:	Palen onderwaterbetonvloer
Projectnummer:	339261
Opgesteld door:	J. de Vlieger
Datum:	21-8-2014

Toetsing palen

Paaltype

Leeuwankerpalen				
Groutdiameter	d	=	350	mm
Paalpuntniveau		NAP	-23,00	m

Trekbelastingen

De trekbelastingen in de palen treden op na het droogzetten van de bouwkuip. In de eindsituatie treedt geen trekbelasting op. De neerwaartse belasting van de constructie is groter dan de opwaartse waterdruk.

Trekbelasting	V_{Ed}	=	273	kN/m
H.o.h. afstand palen in lengte richting			2,00	m
Paalbelasting	$F_{t,d}$	=	546	kN

Drukbelasting

De drukbelasting treedt op na een hoge waterstand in de constructie en een lage grondwaterstand.
De drukbelasting volgt uit de berekening van het verticaal evenwicht

Paalbelasting	$F_{c,d}$	=	974	kN

Draagvermogen palen

Met behulp van D-Foundations is het trek- en drukdraagvermogen van de palen bepaald.

Trekdraagvermogen	$R_{t,d}$	=	587	kN
Drukdraagvermogen	$R_{c,d}$	=	1677	kN

Toetsing palen

Trekdraagvermogen

$F_{t,d}$	≤	$R_{t,d}$	
546	≤	587	Voldoet

Drukdraagvermogen

$F_{c,d}$	≤	$R_{c,d}$	
974	≤	1677	Voldoet

Rapport voor D-Foundations 8.2

Ontwerp en Verificatie volgens Eurocode 7 van Strook- en Paalfunderingen
Ontwikkeld door Deltares

Bedrijfsnaam:	Grontmij
Datum van rapport:	8/20/2014
Tijd van rapport:	2:41:35 PM
Datum van berekening:	8/20/2014
Tijd van berekening:	2:33:29 PM
Bestandsnaam:	P:\339261\Teamleden\Jochim\Trek Leeuwankerpalen
Projectbeschrijving:	
	D-Foundations Trek Leeuwankerpalen

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave 2
2 Invoergegevens 3
2.1 Algemene Invoergegevens 3
2.2 Rapportage Gegevens 3
2.3 Toepassingsgebied Model Tension Piles (NEN-EN) 3
2.4 Algemene Sondeergegevens 3
2.4.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan 3
2.5 Grondgegevens 4
2.5.1 Grondprofiel S10A00080 4
2.6 Paaltypen 7
2.6.1 Paaltype : Round 350 7
2.7 Funderingsplan 7
2.7.1 Overzicht Funderingsplan 8
2.8 Ontgravingsgegevens 8
2.9 Optionele Parameters 9
2.10 Opgegeven Parameters 9
2.11 Rekenopties 9
2.12 Model Opties 9
3 Tension Piles (EC7-NL): Indicatie draagkracht 10
3.1 Fouten en waarschuwingen 10
3.2 Opmerkingen 10
3.3 Rekenparameters 10
3.3.1 Factoren Paal 10
3.3.2 Paaltype : Round 350 10
3.4 Resultaten voor alle sonderingen 10
3.4.1 Overzicht bij paaltype : Round 350 10
3.4.1.1 Paalgroep 1 10
3.5 TER INDICATIE: Resultaten bij gebruik Ksi3 11
3.5.1 Overzicht bij paaltype : Round 350 11
3.5.1.1 Paalgroep 1 11

2 Invoergegevens

2.1 Algemene Invoergegevens

Model Tension Piles (EC7-NL)

2.2 Rapportage Gegevens

Geotechnisch adviseur :
Constructeur bovenbouw :
Opdrachtgever :
Titel 1 :
Titel 2 :
Titel 3 : D-Foundations Trek Leeuwankerpalen
Nummer project :
Locatie project :

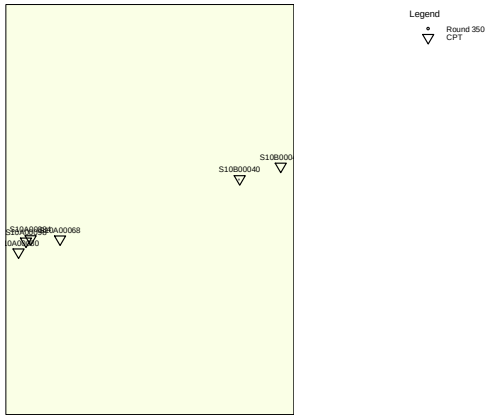
2.3 Toepassingsgebied Model Tension Piles (NEN-EN)

De berekeningen uitgevoerd door het model TENSION PILES (NEN-EN) van D-FOUNDATIONS hebben betrekking op paalfunderingen waarop statische of quasi-statische belastingen werken die trekkrachten in de palen veroorzaken met dien verstande dat de berekening van de paalkrachten is gebaseerd op sonderingen. De paalkrachten zijn gebaseerd op de NEN-EN 1997-1, hoofdstuk 7.Ook paal- en veiligheidsfactoren zijn gebaseerd op NEN-EN 1997-1. Met horizontale verplaatsingen van de palen wordt geen rekening gehouden. Verticale verplaatsingen worden niet berekend. De geldigheid van de NEN-EN 1997-1 is beperkt tot palen met een lengte tussen de 7 en 50 m en een minimale lengte/diameter verhouding van 13.5.

2.4 Algemene Sondeergegevens

Aantal sonderingen : 1
Tijdstip sonderingen : Sondering - Ontgraving - Installatie

2.4.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan



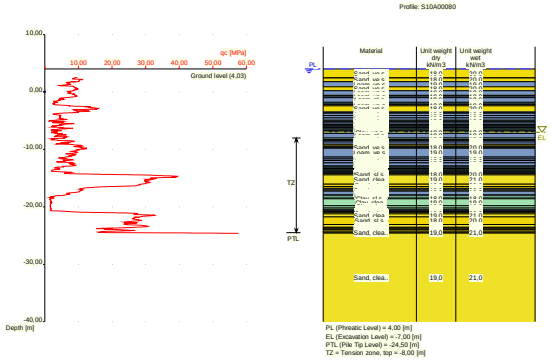
Nummer/naam sondering	X-coor-dinaat [m]	Y-coor-dinaat [m]
1: S10A00080	148944,00	564499,00

2.5 Grondgegevens

Aantal grondprofielen (= aantal sonderingen) : 1

2.5.1 Grondprofiel S10A00080

Behorende bij sondering S10A00080
Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] : 4,03
Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] : 4,00
Bovenkant trekzone [m. t.o.v. referentie niveau]: -8,00
Paalpuntniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] : -24,50
Aantal lagen in profiel : 85



Nummer laag	Bovenkant laag [m R.L.]	Grond-soort	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Min. Void Ratio [%]	Max. Void Ratio [%]	Mediaan [mm]	Max. Sond. waarde [kPa]	Type Max. Sond. waarde
1	4,027	Zand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
2	2,527	Zand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
3	2,427	Zand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
4	1,808	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
5	0,908	Zand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
6	0,208	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
7	-0,592	Zand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
8	-0,692	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
9	-0,992	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
10	-1,792	Klei	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
11	-1,992	Klei	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
12	-2,092	Klei	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
13	-2,192	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
14	-2,292	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
15	-2,392	Zand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...

Nummer laag	Bovenkant laag [m R.L.]	Grond-soort	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Min. Void Ratio [%]	Max. Void Ratio [%]	Mediaan [mm]	Max. Sond. waarde [kPa]	Type Max. Sond. waarde
16	-3,492	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
17	-3,692	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
18	-4,092	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
19	-4,492	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
20	-4,892	Klei	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
21	-5,092	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
22	-5,392	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
23	-5,692	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
24	-5,892	Klei	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
25	-6,093	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
26	-6,193	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
27	-6,293	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
28	-6,493	Klei	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
29	-6,712	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
30	-6,912	Klei	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
31	-7,212	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
32	-8,012	Klei	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
33	-8,312	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
34	-8,412	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
35	-8,712	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
36	-9,112	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
37	-9,212	Zand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
38	-9,512	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
39	-9,612	Zand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
40	-9,812	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
41	-11,331	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
42	-11,631	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
43	-11,931	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
44	-12,331	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
45	-12,850	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
46	-13,050	Klei	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
47	-13,250	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
48	-13,350	Klei	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
49	-13,450	Klei	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
50	-13,550	Klei	15,00	15,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
51	-13,750	Klei	14,00	14,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
52	-13,850	Klei	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
53	-13,950	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
54	-14,150	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
55	-14,250	Zand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
56	-14,350	Zand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
57	-14,450	Zand	19,00	21,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
58	-16,069	Zand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
59	-16,469	Zand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
60	-16,769	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
61	-17,069	Zand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
62	-17,269	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
63	-17,888	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
64	-18,088	Klei	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
65	-18,488	Klei	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
66	-18,588	Klei	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
67	-19,807	Klei	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
68	-20,226	Klei	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
69	-20,526	Klei	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
70	-20,626	Klei	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
71	-20,726	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
72	-20,826	Zand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
73	-21,026	Zand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
74	-21,226	Zand	19,00	21,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
75	-21,745	Zand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
76	-23,064	Zand	19,00	21,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
77	-23,564	Zand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
78	-23,664	Zand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...

Nummer laag	Bovenkant laag [m R.L.]	Grond-soort	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Min. Void Ratio [%]	Max. Void Ratio [%]	Mediaan [mm]	Max. Sond. waarde [kPa]	Type Max. Sond. waarde
79	-23,764	Leem	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
80	-23,864	Zand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
81	-23,964	Zand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
82	-24,264	Zand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
83	-24,364	Zand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
84	-24,464	Zand	19,00	21,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
85	-24,564	Zand	19,00	21,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...

Nummer laag	Bovenkant laag [m R.N.]	Grond-soort	Phi [deg]	Extra WS bovenin [kN/m2]	Extra WS onderin [kN/m2]	OCR waarde [-]	Gebruik laag in berek.
1	4,027	Zand	25,00	0,00	0,00	1,000	Wel
2	2,527	Zand	25,00	0,00	0,00	1,000	Wel
3	2,427	Zand	25,00	0,00	0,00	1,000	Wel
4	1,808	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
5	0,908	Zand	25,00	0,00	0,00	1,000	Wel
6	0,208	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
7	-0,592	Zand	25,00	0,00	0,00	1,000	Wel
8	-0,692	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
9	-0,992	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
10	-1,792	Klei	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
11	-1,992	Klei	22,50	0,00	0,00	1,000	Wel
12	-2,092	Klei	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
13	-2,192	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
14	-2,292	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
15	-2,392	Zand	25,00	0,00	0,00	1,000	Wel
16	-3,492	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
17	-3,692	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
18	-4,092	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
19	-4,492	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
20	-4,892	Klei	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
21	-5,092	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
22	-5,392	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
23	-5,692	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
24	-5,892	Klei	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
25	-6,093	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
26	-6,193	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
27	-6,293	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
28	-6,493	Klei	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
29	-6,712	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
30	-6,912	Klei	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
31	-7,212	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
32	-8,012	Klei	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
33	-8,312	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
34	-8,412	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
35	-8,712	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
36	-9,112	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
37	-9,212	Zand	25,00	0,00	0,00	1,000	Wel
38	-9,512	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
39	-9,612	Zand	25,00	0,00	0,00	1,000	Wel
40	-9,812	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
41	-11,331	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
42	-11,631	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
43	-11,931	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
44	-12,331	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
45	-12,850	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
46	-13,050	Klei	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
47	-13,250	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
48	-13,350	Klei	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
49	-13,450	Klei	22,50	0,00	0,00	1,000	Wel
50	-13,550	Klei	15,00	0,00	0,00	1,000	Wel
51	-13,750	Klei	17,50	0,00	0,00	1,000	Wel
52	-13,850	Klei	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel

Nummer laag	Bovenkant laag [m R.N.]	Grond-soort	Phi [deg]	Extra WS bovenin [kN/m2]	Extra WS onderin [kN/m2]	OCR waarde [-]	Gebruik laag in berek.
53	-13,950	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
54	-14,150	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
55	-14,250	Zand	25,00	0,00	0,00	1,000	Wel
56	-14,350	Zand	27,00	0,00	0,00	1,000	Wel
57	-14,450	Zand	35,00	0,00	0,00	1,000	Wel
58	-16,069	Zand	27,00	0,00	0,00	1,000	Wel
59	-16,469	Zand	25,00	0,00	0,00	1,000	Wel
60	-16,769	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
61	-17,069	Zand	25,00	0,00	0,00	1,000	Wel
62	-17,269	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
63	-17,888	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
64	-18,088	Klei	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
65	-18,488	Klei	22,50	0,00	0,00	1,000	Wel
66	-18,588	Klei	17,50	0,00	0,00	1,000	Wel
67	-19,807	Klei	22,50	0,00	0,00	1,000	Wel
68	-20,226	Klei	17,50	0,00	0,00	1,000	Wel
69	-20,526	Klei	22,50	0,00	0,00	1,000	Wel
70	-20,626	Klei	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
71	-20,726	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
72	-20,826	Zand	25,00	0,00	0,00	1,000	Wel
73	-21,026	Zand	27,00	0,00	0,00	1,000	Wel
74	-21,226	Zand	35,00	0,00	0,00	1,000	Wel
75	-21,745	Zand	27,00	0,00	0,00	1,000	Wel
76	-23,064	Zand	35,00	0,00	0,00	1,000	Wel
77	-23,564	Zand	27,00	0,00	0,00	1,000	Wel
78	-23,664	Zand	25,00	0,00	0,00	1,000	Wel
79	-23,764	Leem	27,50	0,00	0,00	1,000	Wel
80	-23,864	Zand	25,00	0,00	0,00	1,000	Wel
81	-23,964	Zand	27,00	0,00	0,00	1,000	Wel
82	-24,264	Zand	25,00	0,00	0,00	1,000	Wel
83	-24,364	Zand	27,00	0,00	0,00	1,000	Wel
84	-24,464	Zand	35,00	0,00	0,00	1,000	Wel
85	-24,564	Zand	35,00	0,00	0,00	1,000	Wel

2.6 Paaltypen

N.B. : indien alpha;t niet door de gebruiker is opgegeven geldt:
- alpha;t volgens tabel 7.g en tabel 7.h van NEN 9097-1
- voor klei geldt: alpha;t is afhankelijk van relatieve diepte en sondeerwaarde
- voor veen geldt: alpha;t = 0
- voor zand/grind geldt: alpha;t is mede afhankelijk van de mediaan

Aantal paaltypen : 1

2.6.1 Paaltype : Round 350

Paaltype voor uitvoeringsfactor (alpha;t) zand/grind/leem : Micro paal, anker, geschroefd

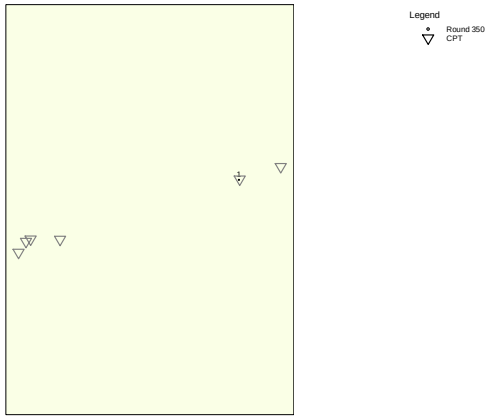
Paaltype voor uitvoeringsfactor (alpha;t) klei : Volgens NEN 9097-1
Materiaaltype paal : Beton
Paalvorm : Ronde paal

Paalafmetingen :
Diameter [m] : 0,350
N.B. : dit paaltype wordt beschouwd als een trillingsarme paal. Reductie i.v.m. installatie na ontgraving vindt plaats volgens NEN 9997-1.

2.7 Funderingsplan

Aantal palen : 1
Aantal samenwerkende palen* : 1
* : 0 = niet ingevoerd, 1 = slappe bovenbouw, >1 = stijve bovenbouw

2.7.1 Overzicht Funderingsplan

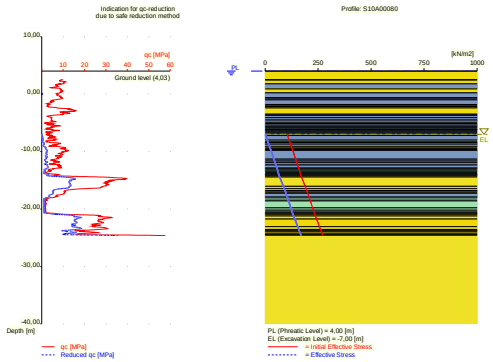


Paal nr./code	X-coor-dinaat [m]	Y-coor-dinaat [m]	Maximale belasting [kN]	Minimale belasting [kN]	Paalkop-niveau [m R.N.]	Gebruik wissel. belasting	Factor Gamma;var
1: 1	150530,00	565021,00	0,00	0,00	-6,00	Niet	1.00

N.B. : trekbelastingen zijn positief, drukbelastingen zijn negatief

2.8 Ontgravingsgegevens

Niveau ontgraving in [m. t.o.v. referentie niveau] : -7,00
Reductie model : Safe (NEN)



2.9 Optionele Parameters

Volume gewicht water [kN/m3] : 9,81
Bovenbelasting [kN/m2] : 0,00

2.10 Opgegeven Parameters

Alle parameters volgens de standaard.

2.11 Rekenopties

Onderdruk verdichting
Het gebruik van verdichting dient volgens NEN 9097-1 te worden onderbouwd met behulp van na-sonderingen.
Gebruik de invloed van ontgravingen (standaard).
Onderdruk waterover-/onderspanning

2.12 Model Opties

Geselecteerde paaltypen :
-Round 350

Geselecteerde profielen :
-S10A00080
Traject
-begin [m] : -8,00
-eind [m] : -24,00
-interval [m] : 0,50

3 Tension Piles (EC7-NL): Indicatie draagkracht

3.1 Fouten en waarschuwingen

Bij paaltype Round 350 :
Vanwege het gebruik van een trillingsarm paaltype vindt de reductie van de conusweerstand in verband met ontgraven plaats volgens NEN 9097-1.

Bij paaltype Round 350 :
De lengte / (equivalente) diameter verhouding van de paal is kleiner dan de vereiste minimum waarde van 13.5.

De lengte van de (kortste) paal is kleiner dan de minimaal voorgeschreven waarde van 7 meter.

Bij het bekijken van de hierna gegeven resulten dient er met de bovenstaande waarschuwingen rekening te worden gehouden.

3.2 Opmerkingen

Bij de berekening van het kluitgewicht wordt de tophoek bepaald volgens NEN 9097-1.

3.3 Rekenparameters

3.3.1 Factoren Paal

ksi3 (NEN-EN 1997-1:2005, bijlage A, tabel 10a, bij N = 1) : 1,39
ksi4 (NEN-EN 1997-1:2005, bijlage A, tabel 10a, bij N = 1) : 1,39
Voor waarden gamma;var, zie PALENPLAN tabel
gamma;st factor volgens NEN-EN 1997-1 bijlage A.3.3.2 [-] 1,350
gamma;gamma factor volgens NEN-EN 1997-1 bijlage A.3 tabel A2 [-]
Boven het ontgravingsniveau 1,0
Beneden het ontgravingsniveau 1,1

3.3.2 Paaltype : Round 350

Paaltype voor uitvoeringsfactor (alpha;t) zand/grind/leem : Micro paal, anker, geschroefd

Paaltype voor uitvoeringsfactor (alpha;t) klei : Volgens NEN 9097-1
Materiaaltype paal : Beton
Paalvorm : Ronde paal

Paalafmetingen :
Diameter [m] : 0,350
N.B. : dit paaltype wordt beschouwd als een trillingsarme paal. Reductie i.v.m. installatie na ontgraving vindt plaats volgens NEN 9997-1.

3.4 Resultaten voor alle sonderingen

3.4.1 Overzicht bij paaltype : Round 350

3.4.1.1 Paalgroep 1

Aantal palen in deze paalgroep : 1
Paalnamen in deze paalgroep
1

PPN [m R.N.]	Rt;d min [kN]	Rt;d gem [kN]	Rt;d [kN]	Gebruikte Ksi [-]
-8,00	2,31	2,31	2,31	Ksi4
-8,50	13,35	13,35	13,35	Ksi4

PPN [m R.N.]	Rt;d min [kN]	Rt;d gem [kN]	Rt;d [kN]	Gebruikte Ksi [-]
-9,00	22,90	22,90	22,90	Ksi4
-9,50	33,02	33,02	33,02	Ksi4
-10,00	48,87	48,87	48,87	Ksi4
-10,50	65,42	65,42	65,42	Ksi4
-11,00	81,41	81,41	81,41	Ksi4
-11,50	94,31	94,31	94,31	Ksi4
-12,00	108,22	108,22	108,22	Ksi4
-12,50	122,23	122,23	122,23	Ksi4
-13,00	139,35	139,35	139,35	Ksi4
-13,50	154,47	154,47	154,47	Ksi4
-14,00	167,31	167,31	167,31	Ksi4
-14,50	189,47	189,47	189,47	Ksi4
-15,00	225,21	225,21	225,21	Ksi4
-15,50	260,94	260,94	260,94	Ksi4
-16,00	296,68	296,68	296,68	Ksi4
-16,50	331,42	331,42	331,42	Ksi4
-17,00	356,76	356,76	356,76	Ksi4
-17,50	379,70	379,70	379,70	Ksi4
-18,00	397,64	397,64	397,64	Ksi4
-18,50	406,87	406,87	406,87	Ksi4
-19,00	412,46	412,46	412,46	Ksi4
-19,50	418,52	418,52	418,52	Ksi4
-20,00	424,04	424,04	424,04	Ksi4
-20,50	429,89	429,89	429,89	Ksi4
-21,00	444,17	444,17	444,17	Ksi4
-21,50	479,82	479,82	479,82	Ksi4
-22,00	515,56	515,56	515,56	Ksi4
-22,50	551,29	551,29	551,29	Ksi4
-23,00	587,03	587,03	587,03	Ksi4
-23,50	622,76	622,76	622,76	Ksi4
-24,00	657,22	657,22	657,22	Ksi4

3.5 TER INDICATIE: Resultaten bij gebruik Ksi3

3.5.1 Overzicht bij paaltype : Round 350

3.5.1.1 Paalgroep 1

Aantal palen in deze paalgroep : 1
Paalnamen in deze paalgroep
1

Sondering	PPN [m R.N.]	Rt;d Indicatief [kN]	Rt;kluit;d [kN]	Paal gewicht [kN]	Aandeel van klei in de trekkracht [%]
S10A00080	-8,00	2,31	7,02	2,31	0,00
S10A00080	-8,50	13,35	16,36	2,89	78,78
S10A00080	-9,00	22,90	32,48	3,47	42,41
S10A00080	-9,50	33,02	57,39	4,04	28,45
S10A00080	-10,00	48,87	93,23	4,62	18,63
S10A00080	-10,50	65,42	141,98	5,20	13,69
S10A00080	-11,00	81,41	205,59	5,78	10,90
S10A00080	-11,50	94,31	286,02	6,35	9,37
S10A00080	-12,00	108,22	385,20	6,93	8,14
S10A00080	-12,50	122,23	505,10	7,51	7,19
S10A00080	-13,00	139,35	647,67	8,09	6,28
S10A00080	-13,50	154,47	814,79	8,66	13,93
S10A00080	-14,00	167,31	1007,94	9,24	19,13
S10A00080	-14,50	189,47	1228,68	9,82	16,83
S10A00080	-15,00	225,21	1479,43	10,40	14,08
S10A00080	-15,50	260,94	1762,68	10,98	12,10
S10A00080	-16,00	296,68	2080,85	11,55	10,61

Sondering	PPN [m R.N.]	Rt;d Indicatief [kN]	Rt;kluit;d [kN]	Paal gewicht [kN]	Aandeel van klei in de trekkracht [%]
S10A00080	-16,50	331,42	2436,30	12,13	9,47
S10A00080	-17,00	356,76	2831,14	12,71	8,79
S10A00080	-17,50	379,70	3267,43	13,29	8,25
S10A00080	-18,00	397,64	3747,16	13,86	7,88
S10A00080	-18,50	406,87	4272,17	14,44	9,54
S10A00080	-19,00	412,46	4844,25	15,02	10,68
S10A00080	-19,50	418,52	5465,36	15,60	11,90
S10A00080	-20,00	424,04	6137,46	16,18	12,97
S10A00080	-20,50	429,89	6862,31	16,75	14,08
S10A00080	-21,00	444,17	7641,80	17,33	14,35
S10A00080	-21,50	479,82	8478,06	17,91	13,26
S10A00080	-22,00	515,56	9373,55	18,49	12,32
S10A00080	-22,50	551,29	10330,50	19,06	11,50
S10A00080	-23,00	587,03	11351,00	19,64	10,79
S10A00080	-23,50	622,76	12437,40	20,22	10,16
S10A00080	-24,00	657,22	13592,10	20,80	9,62

NB: Volgens NEN 9097-1, art (a) moet de trekdraagkracht grotendeels ontleend zijn aan zandlagen. Bij klei-percentages van 50 % of hoger wordt hieraan niet voldaan.

Sondering	Alpha t gem. totaal	Alpha t gem. zand/grind/leem	Alpha t gem. klei/veen
S10A00080	0,0105	0,0102	0,0117

Einde Rapport

Rapport voor D-Foundations 8.2

Ontwerp en Verificatie volgens Eurocode 7 van Strook- en Paalfunderingen
Ontwikkeld door Deltares

Bedrijfsnaam:	Grontmij
Datum van rapport:	8/20/2014
Tijd van rapport:	2:42:08 PM
Datum van berekening:	8/20/2014
Tijd van berekening:	2:35:43 PM
Bestandsnaam:	P:\339261\Teamleden\Jochim\Druk Leeuwankerpalen
Projectbeschrijving:	
	D-Foundations Druk Leeuwankerpalen

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave 2
2 Invoergegevens 3
2.1 Algemene Invoergegevens 3
2.2 Rapportage Gegevens 3
2.3 Toepassingsgebied Model Bearing Piles 3
2.4 Bovenbouw 3
2.5 Algemene Sondeergegevens 3
2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan 3
2.6 Grondgegevens 4
2.6.1 Grondprofiel S10A00080 4
2.7 Paaltypen 6
2.7.1 Paaltype : Round 350 6
2.8 Funderingsplan 6
2.8.1 Overzicht Funderingsplan 6
2.9 Ontgravingsgegevens 7
2.10 Opgegeven Parameters 7
2.11 Rekenopties 7
2.12 Model Opties 7
3 Bearing Piles (EC7-NL): Resultaten van de Optie Voorontwerp-Indicatie Draagkracht 8
3.1 Opmerkingen 8
3.2 Rekenparameters 8
3.2.1 Factoren Paal 8
3.2.2 Paaltype : Round 350 8
3.3 Overzicht Draagkracht bij Paaltype : Round 350 8
3.4 Samenvatting Rekenwaarde Draagkracht in kN 9

2 Invoergegevens

2.1 Algemene Invoergegevens

Model Bearing Piles (EC7-NL)

2.2 Rapportage Gegevens

Geotechnisch adviseur :
Constructeur bovenbouw :
Opdrachtgever :
Titel 1 :
Titel 2 :
Titel 3 : D-Foundations Druk Leeuwankerpalen
Nummer project :
Locatie project :

2.3 Toepassingsgebied Model Bearing Piles

De toetsingen uitgevoerd door het model BEARING PILES van D-FOUNDATIONS hebben betrekking op paalfunderingen waarop statische of quasi-statische belastingen werken die drukkrachten in de palen veroorzaken met dien verstande dat de berekening van de paalkrachten en de vervormingen is gebaseerd op sonderingen. Eventuele rijzing van (trek-)palen en mogelijke horizontale verplaatsingen van palen zijn niet in deze toetsingen opgenomen.

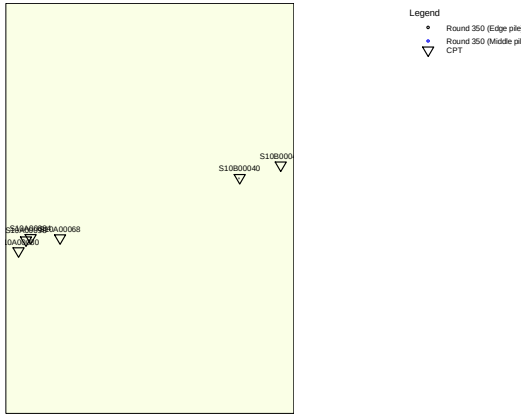
2.4 Bovenbouw

Stijfheidskarakteristiek : Slap

2.5 Algemene Sondeergegevens

Aantal sonderingen : 1
Tijdstip sonderingen : Sondering - Ontgraving - Installatie

2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan



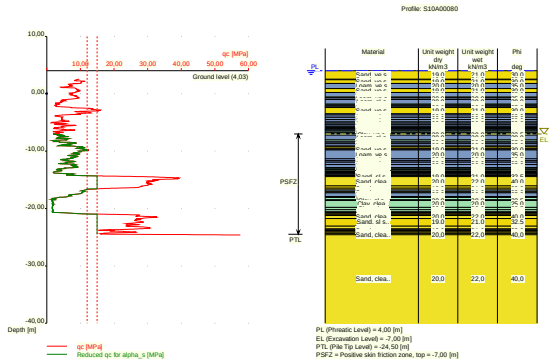
Nummer/naam sondering	Paalpunt-niveau [m R.N.]	Bovenkant pos. kleefzone [m R.N.]	Onderkant neg. kleefzone [m R.N.]	X-coor-dinaat [m]	Y-coor-dinaat [m]
1: S10A00080	-24,50	-7,00	-7,00	148944,00	564499,00

2.6 Grondgegevens

Aantal grondprofielen (= aantal sonderingen) : 1

2.6.1 Grondprofiel S10A00080

Behorende bij sondering S10A00080
Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] : 4,03
Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] : 4,00
Paalpuntniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] : -24,50
Bovenkant positieve kleefzone in [m. t.o.v. referentie niveau] : -7,00
Onderkant negatieve kleefzone in [m. t.o.v. referentie niveau] : -7,00
OCR-waarde draagkrachtige laag : 1,00
Verwachte maaiveldzakking in [m] : 0,00
Aantal lagen in profiel : 85



Nummer laag	Bovenkant laag [m R.N.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Grond-soort	Mediaan (Zand/Grind) [mm]
1	4,027	19,00	21,00	30,00	Zand	0,200
2	2,527	19,00	21,00	30,00	Zand	0,200
3	2,427	19,00	21,00	30,00	Zand	0,200
4	1,808	20,00	20,00	35,00	Leem	--
5	0,908	19,00	21,00	30,00	Zand	0,200
6	0,208	20,00	20,00	35,00	Leem	--
7	-0,592	19,00	21,00	30,00	Zand	0,200
8	-0,692	20,00	20,00	35,00	Leem	--
9	-0,992	20,00	20,00	30,00	Leem	--
10	-1,792	20,00	20,00	32,50	Klei	--
11	-1,992	20,00	20,00	22,50	Klei	--
12	-2,092	20,00	20,00	32,50	Klei	--

Nummer laag	Bovenkant laag [m R.N.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Grond-soort	Mediaan (Zand/Grind) [mm]
13	-2,192	20,00	20,00	30,00	Leem	--
14	-2,292	20,00	20,00	35,00	Leem	--
15	-2,392	19,00	21,00	30,00	Zand	0,200
16	-3,492	20,00	20,00	35,00	Leem	--
17	-3,692	20,00	20,00	30,00	Leem	--
18	-4,092	20,00	20,00	35,00	Leem	--
19	-4,492	20,00	20,00	30,00	Leem	--
20	-4,892	20,00	20,00	32,50	Klei	--
21	-5,092	20,00	20,00	30,00	Leem	--
22	-5,392	20,00	20,00	35,00	Leem	--
23	-5,692	20,00	20,00	30,00	Leem	--
24	-5,892	20,00	20,00	32,50	Klei	--
25	-6,093	20,00	20,00	30,00	Leem	--
26	-6,193	20,00	20,00	35,00	Leem	--
27	-6,293	20,00	20,00	30,00	Leem	--
28	-6,493	20,00	20,00	32,50	Klei	--
29	-6,712	20,00	20,00	30,00	Leem	--
30	-6,912	20,00	20,00	32,50	Klei	--
31	-7,212	20,00	20,00	30,00	Leem	--
32	-8,012	20,00	20,00	32,50	Klei	--
33	-8,312	20,00	20,00	30,00	Leem	--
34	-8,412	20,00	20,00	35,00	Leem	--
35	-8,712	20,00	20,00	30,00	Leem	--
36	-9,112	20,00	20,00	35,00	Leem	--
37	-9,212	19,00	21,00	30,00	Zand	0,200
38	-9,512	20,00	20,00	35,00	Leem	--
39	-9,612	19,00	21,00	30,00	Zand	0,200
40	-9,812	20,00	20,00	35,00	Leem	--
41	-11,331	20,00	20,00	30,00	Leem	--
42	-11,631	20,00	20,00	35,00	Leem	--
43	-11,931	20,00	20,00	30,00	Leem	--
44	-12,331	20,00	20,00	35,00	Leem	--
45	-12,850	20,00	20,00	30,00	Leem	--
46	-13,050	20,00	20,00	32,50	Klei	--
47	-13,250	20,00	20,00	30,00	Leem	--
48	-13,350	20,00	20,00	32,50	Klei	--
49	-13,450	20,00	20,00	22,50	Klei	--
50	-13,550	16,00	16,00	15,00	Klei	--
51	-13,750	17,00	17,00	17,50	Klei	--
52	-13,850	20,00	20,00	32,50	Klei	--
53	-13,950	20,00	20,00	30,00	Leem	--
54	-14,150	20,00	20,00	35,00	Leem	--
55	-14,250	19,00	21,00	30,00	Zand	0,200
56	-14,350	19,00	21,00	32,50	Zand	0,200
57	-14,450	20,00	22,00	40,00	Zand	0,200
58	-16,069	19,00	21,00	32,50	Zand	0,200
59	-16,469	19,00	21,00	30,00	Zand	0,200
60	-16,769	20,00	20,00	35,00	Leem	--
61	-17,069	19,00	21,00	30,00	Zand	0,200
62	-17,269	20,00	20,00	35,00	Leem	--
63	-17,888	20,00	20,00	30,00	Leem	--
64	-18,088	20,00	20,00	32,50	Klei	--
65	-18,488	20,00	20,00	22,50	Klei	--
66	-18,588	20,00	20,00	25,00	Klei	--
67	-19,807	20,00	20,00	22,50	Klei	--
68	-20,226	20,00	20,00	25,00	Klei	--
69	-20,526	20,00	20,00	22,50	Klei	--
70	-20,626	20,00	20,00	32,50	Klei	--
71	-20,726	20,00	20,00	30,00	Leem	--
72	-20,826	19,00	21,00	30,00	Zand	0,200
73	-21,026	19,00	21,00	32,50	Zand	0,200
74	-21,226	20,00	22,00	40,00	Zand	0,200
75	-21,745	19,00	21,00	32,50	Zand	0,200

Nummer laag	Bovenkant laag [m R.N.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Grond-soort	Mediaan (Zand/Grind) [mm]
76	-23,064	20,00	22,00	40,00	Zand	0,200
77	-23,564	19,00	21,00	32,50	Zand	0,200
78	-23,664	19,00	21,00	30,00	Zand	0,200
79	-23,764	20,00	20,00	35,00	Leem	--
80	-23,864	19,00	21,00	30,00	Zand	0,200
81	-23,964	19,00	21,00	32,50	Zand	0,200
82	-24,264	19,00	21,00	30,00	Zand	0,200
83	-24,364	19,00	21,00	32,50	Zand	0,200
84	-24,464	20,00	22,00	40,00	Zand	0,200
85	-24,564	20,00	22,00	40,00	Zand	0,200

2.7 Paaltypen

2.7.1 Paaltype : Round 350

Paaltype : Micro paal, anker, geschroefd

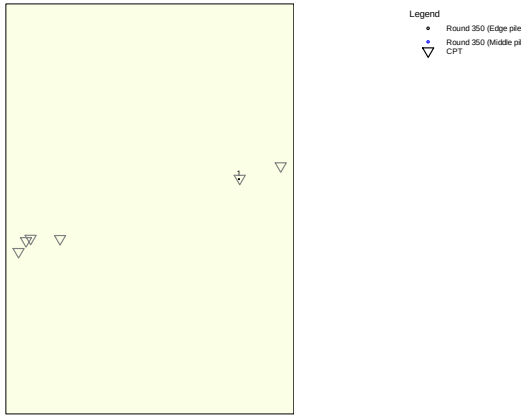
Materiaaltype paal : Beton
Gladheidsbehandeling voor paal : Geen gladheidsbehandeling
Paalvorm : Ronde paal
beta (Paalvoetvormfactor) conform figuur 7i, NEN-EN 1997-1:2005.
s (factor voor de invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) conform NEN-EN 1997-1:2005.

Paalafmetingen :
Diameter [m] : 0,350

2.8 Funderingsplan

Aantal palen : 1
Aantal samenwerkende palen* : 1
* : 0 = niet ingevoerd, 1 = slappe bovenbouw, >1 = stijve bovenbouw

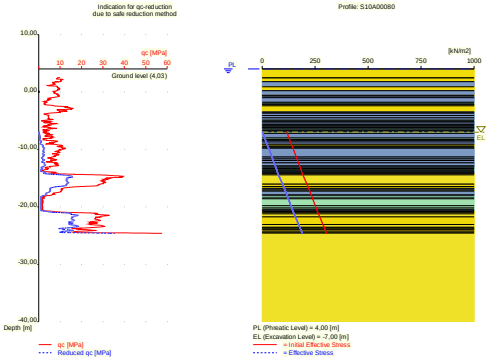
2.8.1 Overzicht Funderingsplan



Paal nr/naam	X-coor-dinaat [m]	Y-coor-dinaat [m]	Fc;d (EQU/GEO) [kN]	Fc;d (BGT) [kN]	P0 [kN/m2]	Paalkop-niveau [m R.N.]
1: 1	150530,00	565021,00	974,00	553,00	0,00	-7,00

2.9 Ontgravingsgegevens

Niveau ontgraving in [m. t.o.v. referentie niveau] : -7,00
Reductie model : Safe (NEN)



2.10 Opgegeven Parameters

Alle parameters volgens de standaard.

2.11 Rekenopties

Gebruik paalgroep bij negatieve kleef (standaard)
Geen gebruik tussenresultatenfile
Pas reductie toe bij avegaar (standaard)
Gebruik de invloed van ontgravingen (standaard).

2.12 Model Opties

Geselecteerde paaltypen :
-Round 350

Geselecteerde profielen :
-S10A00080

Traject
-begin [m] : -9,00
-eind [m] : -23,00
-interval [m] : 0,50

3 Bearing Piles (EC7-NL): Resultaten van de Optie Voorontwerp-Indicatie Draagkracht

3.1 Opmerkingen

Het programma gaat bij de controle van het grondonderzoek, volgens NEN 9097-1 art 3.2.3 lid (e), uit van het opgegeven testniveau. Het houdt geen rekening met eventueel verschillende paalpuntniveau's. Bij gebruikmaking van verschillende paalpuntniveau's dient de gebruiker zelf eventueel benodigd extra onderzoek te beoordelen.

N.B. : De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van een alleenstaande paal voor grenstoestand EQU/GEO (= uiterste grenstoestand).
Bij het voorontwerp wordt namelijk altijd uitgegaan van een enkele paal. Een eventueel ingevoerd palenplan wordt niet meegenomen bij deze optie. Er wordt dus uitgegaan van een slappe constructie waarbij geen paalgroepeffecten optreden.

3.2 Rekenparameters

3.2.1 Factoren Paal

gamma;b (NEN-EN 1997-1:2005, bijlage A.6 A.7 A.8, Grenstoestand EQU/GEO) : 1,20
gamma;b (NEN-EN 1997-1:2005, bijlage A.6 A.7 A.8, de Bruikbaarheidsgrenstoestand) : 1,00
gamma;s (NEN-EN 1997-1:2005, bijlage A.6 A.7 A.8, Grenstoestand EQU/GEO) : 1,20
gamma;s (NEN-EN 1997-1:2005, bijlage A.6 A.7 A.8, de Bruikbaarheidsgrenstoestand) : 1,00
ksi3 (NEN-EN 1997-1:2005, bijlage A, tabel 10a, bij N = 1) : 1,39
ksi4 (NEN-EN 1997-1:2005, bijlage A, tabel 10a, bij N = 1) : 1,39

3.2.2 Paaltype : Round 350

Paaltype : Micro paal, anker, geschroefd

Materiaaltype paal : Beton
Gladheidsbehandeling voor paal : Geen gladheidsbehandeling
Paalvorm : Ronde paal
beta (Paalvoetvormfactor; figuur 7i, NEN-EN 1997 1:2005 par. 7.6.2.3(g): NEN 9097-1) : 1,00
s (NEN-EN 1997 1:2005 par. 7.6.2.3(h), NEN 9097-1 : factor voor invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) : 1,00

Paalafmetingen :
Diameter [m] : 0,350

Sondering	Alpha_s Zand/ Grind	Alpha_s Klei/Leem Veen	Alpha_p
S10A00080	0,0080	0,0245	0,5000

3.3 Overzicht Draagkracht bij Paaltype : Round 350

Sondering	PPN [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]	Rc;net;d [kN]
S10A00080	-9.00	165	273	438	263	0	0	263
S10A00080	-9.50	202	321	523	314	0	0	314
S10A00080	-10.00	241	413	654	392	0	0	392
S10A00080	-10.50	219	541	760	456	0	0	456
S10A00080	-11.00	200	657	857	514	0	0	514
S10A00080	-11.50	200	747	947	568	0	0	568
S10A00080	-12.00	190	839	1029	617	0	0	617

Sondering	PPN [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]	Rc;net;d [kN]
S10A00080	-12.50	131	928	1059	635	0	0	635
S10A00080	-13.00	110	1035	1145	686	0	0	686
S10A00080	-13.50	97	1096	1193	715	0	0	715
S10A00080	-14.00	208	1147	1355	812	0	0	812
S10A00080	-14.50	574	1220	1794	1076	0	0	1076
S10A00080	-15.00	577	1286	1863	1117	0	0	1117
S10A00080	-15.50	417	1352	1769	1061	0	0	1061
S10A00080	-16.00	380	1418	1798	1078	0	0	1078
S10A00080	-16.50	325	1482	1807	1083	0	0	1083
S10A00080	-17.00	135	1573	1708	1024	0	0	1024
S10A00080	-17.50	102	1669	1771	1062	0	0	1062
S10A00080	-18.00	81	1763	1844	1106	0	0	1106
S10A00080	-18.50	75	1799	1874	1124	0	0	1124
S10A00080	-19.00	78	1818	1896	1137	0	0	1137
S10A00080	-19.50	77	1838	1915	1148	0	0	1148
S10A00080	-20.00	79	1857	1936	1161	0	0	1161
S10A00080	-20.50	94	1877	1971	1182	0	0	1182
S10A00080	-21.00	505	1919	2424	1453	0	0	1453
S10A00080	-21.50	590	1985	2575	1544	0	0	1544
S10A00080	-22.00	651	2051	2702	1620	0	0	1620
S10A00080	-22.50	580	2117	2697	1617	0	0	1617
S10A00080	-23.00	615	2183	2798	1677	0	0	1677

* Rc;net;d = Rc;d - Fnk;d

3.4 Samenvatting Rekenwaarde Draagkracht in kN

Sondering	Maaiveld [m R.N.]	PPN [m R.N.]	Round 350 Rc;net;d [kN]
S10A00080	4,03	-9,00	263,00
S10A00080	4,03	-9,50	314,00
S10A00080	4,03	-10,00	392,00
S10A00080	4,03	-10,50	456,00
S10A00080	4,03	-11,00	514,00
S10A00080	4,03	-11,50	568,00
S10A00080	4,03	-12,00	617,00
S10A00080	4,03	-12,50	635,00
S10A00080	4,03	-13,00	686,00
S10A00080	4,03	-13,50	715,00
S10A00080	4,03	-14,00	812,00
S10A00080	4,03	-14,50	1076,00
S10A00080	4,03	-15,00	1117,00
S10A00080	4,03	-15,50	1061,00
S10A00080	4,03	-16,00	1078,00
S10A00080	4,03	-16,50	1083,00
S10A00080	4,03	-17,00	1024,00
S10A00080	4,03	-17,50	1062,00
S10A00080	4,03	-18,00	1106,00
S10A00080	4,03	-18,50	1124,00
S10A00080	4,03	-19,00	1137,00
S10A00080	4,03	-19,50	1148,00
S10A00080	4,03	-20,00	1161,00
S10A00080	4,03	-20,50	1182,00
S10A00080	4,03	-21,00	1453,00
S10A00080	4,03	-21,50	1544,00
S10A00080	4,03	-22,00	1620,00
S10A00080	4,03	-22,50	1617,00
S10A00080	4,03	-23,00	1677,00

* Rc;net;d = Rc;d - Fnk;d

Einde Rapport

Bijlage 5

Berekening wanden

Horizontale belastingen - Snede kruindijk

Inputgegevens

Bovenkant wand	NAP	5,50	m
Bovenkant vloer	NAP	-4,00	m
Onderkant vloer	NAP	-6,00	m
Maaiveld	NAP	5,50	m
Grondwaterstand	NAP	4,00	m
Binnenwaterstand	NAP	-2,45	m
Onderzijde binnenwaterstand	NAP	-4,00	m

Bodemopbouw

		Laag	Hoogte	γ_{dr}	γ_{sat}	φ'_k
Aantal lagen	3	[-]	NAP [m]	[N/mm^2]	[N/mm^2]	[°]
Aanvulling		1	5,50	18	20	28
Bovenkant vloer		2	-4,00	18	20	28
Midden vloer		3	-5,00	18	20	28

Gewicht water		γ_w	=	10,00	kN/m^3
Bovenbelasting A	Uniform	Q_A	=	0,00	kN/m^2
Bovenbelasting B		Q_B	=	13,30	kN/m^2
Werkende breedte Bovenbelasting B		a_B	=	12,00	m

Belastingfactoren / Materiaalfactoren Veiligheidsklasse: RC3

$\gamma_{grond,verticaal}$	$\gamma_{grond, horizontaal}$	$\gamma_{grondwaterdruk}$	$\gamma_{waterdruk}$	$\gamma_{bovenbelasting}$
1,50	1,50	1,30	0,90	1,65

Hoek van inwendige wrijving	$\gamma_{j'}$	=	1,00
Volumieke gewicht	γ_g	=	1,00

Opspaneffecten Wel van toepassing

Temperatuursverschil	ΔT	=	0	ºC
Thermische uitzettingscoëfficiënt	α	=	1,E-05	
Parameter afhankelijk van de pakking van het zand	a	=	0,03	
Dikte wand	d_{wand}	=	1,80	m
Verschilverplaatsing door temperatuur representatief	$\Delta v_{T,rep}$	=	0,0	mm
Verschilverplaatsing door belastingen representatief	$\Delta v_{bel,rep}$	=	5,0	mm
Totale verschilverplaatsing representatief	$\Delta v_{tot,rep}$	=	5	mm
Totale verschilverplaatsing rekenwaarde	$\Delta v_{tot,d}$	=	5	mm

Resultaten

Resultaten op hoogte:	*Representatief*			*Rekenwaarde*		
NAP -2,38 m	Kracht	Positie	Moment	Kracht	Positie	Moment
b.k. vloer + 0,9*d_{wand}	[kN]	NAP [m]	[kNm]	[kN]	NAP [m]	[kNm]
Korreldruk	260	0,80	827	390	0,80	1241
Waterdruk	204	-0,25	433	265	-0,25	563
Bovenbelasting	66	2,26	306	109	2,26	505
Totaal	530	0,58	1566	764	0,64	2309

Resultaten b.k. vloer:	*Representatief*			*Rekenwaarde*		
NAP -4,00 m	Kracht	Positie	Moment	Kracht	Positie	Moment
	[kN]	NAP [m]	[kNm]	[kN]	NAP [m]	[kNm]
Korreldruk	350	-0,23	1320	525	-0,23	1979
Waterdruk	308	-1,25	847	405	-1,28	1104
Bovenbelasting	72	1,78	419	120	1,78	691
Totaal	730	-0,46	2585	1049	-0,40	3774

Resultaten midden vloer:	*Representatief*			*Rekenwaarde*		
NAP -5,00 m	Kracht	Positie	Moment	Kracht	Positie	Moment
	[kN]	NAP [m]	[kNm]	[kN]	NAP [m]	[kNm]
Korreldruk	411	-0,86	1699	616	-0,86	2549
Waterdruk	393	-1,95	1196	515	-1,97	1563
Bovenbelasting	76	1,51	493	125	1,51	813
Totaal	879	-1,15	3389	1257	-1,08	4925

Resultaten o.k. vloer:	*Representatief*			*Rekenwaarde*		
NAP -6,00 m	Kracht	Positie	Moment	Kracht	Positie	Moment
	[kN]	NAP [m]	[kNm]	[kN]	NAP [m]	[kNm]
Korreldruk	477	-1,51	2143	715	-0,86	3674
Waterdruk	488	-2,65	1636	639	-1,97	2576
Bovenbelasting	79	1,26	570	130	1,51	973
Totaal	1043	-1,83	4349	1484	-1,08	7299

Horizontale gronddrukcoëfficiënten

Horizontale gronddrukcoëffiënt representatief

Hoogte	z	v	$k_{0,k}$		$k_{p,k}$		$k_{p,mob,k}$	
NAP [m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
5,50	0,00	0,0050	0,00	0,54	0,00	4,70	0,00	4,70
5,50	0,00	0,0050	0,54	0,54	4,70	4,70	4,70	4,70
4,00	1,50	0,0043	0,54	0,54	4,70	4,70	0,90	0,90
-2,38	7,88	0,0016	0,54	0,54	4,70	4,70	0,57	0,57
-4,00	9,50	0,0009	0,54	0,54	4,70	4,70	0,55	0,55
-5,00	10,50	0,0004	0,54	0,54	4,70	4,70	0,54	0,54
-6,00	11,50	0,0000	0,54	0,54	4,70	4,70	0,54	0,54

Horizontale gronddrukcoëffiënt rekenwaarde

Hoogte	z	v	$k_{0,d}$		$k_{p,d}$		$k_{p,mob,d}$	
NAP [m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
5,50	0,00	0,0050	0,00	0,54	0,00	4,70	0,00	4,70
5,50	0,00	0,0050	0,54	0,54	4,70	4,70	4,70	4,70
4,00	1,50	0,0043	0,54	0,54	4,70	4,70	0,90	0,90
-2,38	7,88	0,0016	0,54	0,54	4,70	4,70	0,57	0,57
-4,00	9,50	0,0009	0,54	0,54	4,70	4,70	0,55	0,55
-5,00	10,50	0,0004	0,54	0,54	4,70	4,70	0,54	0,54
-6,00	11,50	0,0000	0,54	0,54	4,70	4,70	0,54	0,54

Tussenresultaten spanningen

Spanningen representatief

Hoogte NAP [m]	$s_{bov,rep}$ [kN/m^2]	$s_{g,rep}$ [kN/m^2]	$s_{w,rep}$ [kN/m^2]	$s_{v,eff,rep}$ [kN/m^2]	$s_{h,eff,rep}$ [kN/m^2]	[kN/m^2]
5,50	13,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,50	13,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,00	11,20	27,00	0,00	27,00	24,43	24,43
-2,38	4,50	154,60	63,80	90,80	51,37	51,37
-4,00	3,51	187,00	80,00	107,00	58,95	58,95
-5,00	3,02	207,00	90,00	117,00	63,65	63,65
-6,00	2,60	227,00	100,00	127,00	68,36	68,36

Spanningen rekenwaarde

Hoogte NAP [m]	$s_{bov,d}$ [kN/m^2]	$s_{g,d}$ [kN/m^2]	$s_{w,d}$ [kN/m^2]	$s_{v,eff,d}$ [kN/m^2]	$s_{h,eff,d}$ [kN/m^2]	[kN/m^2]
5,50	21,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,50	21,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,00	18,49	35,10	0,00	35,10	36,64	36,64
-2,38	7,42	200,98	82,94	118,04	77,06	77,06
-4,00	5,79	243,10	104,00	139,10	88,42	88,42
-5,00	4,98	269,10	117,00	152,10	95,47	95,47
-6,00	4,29	295,10	130,00	165,10	102,54	102,54

Tussenresultaten horizontale belastingen

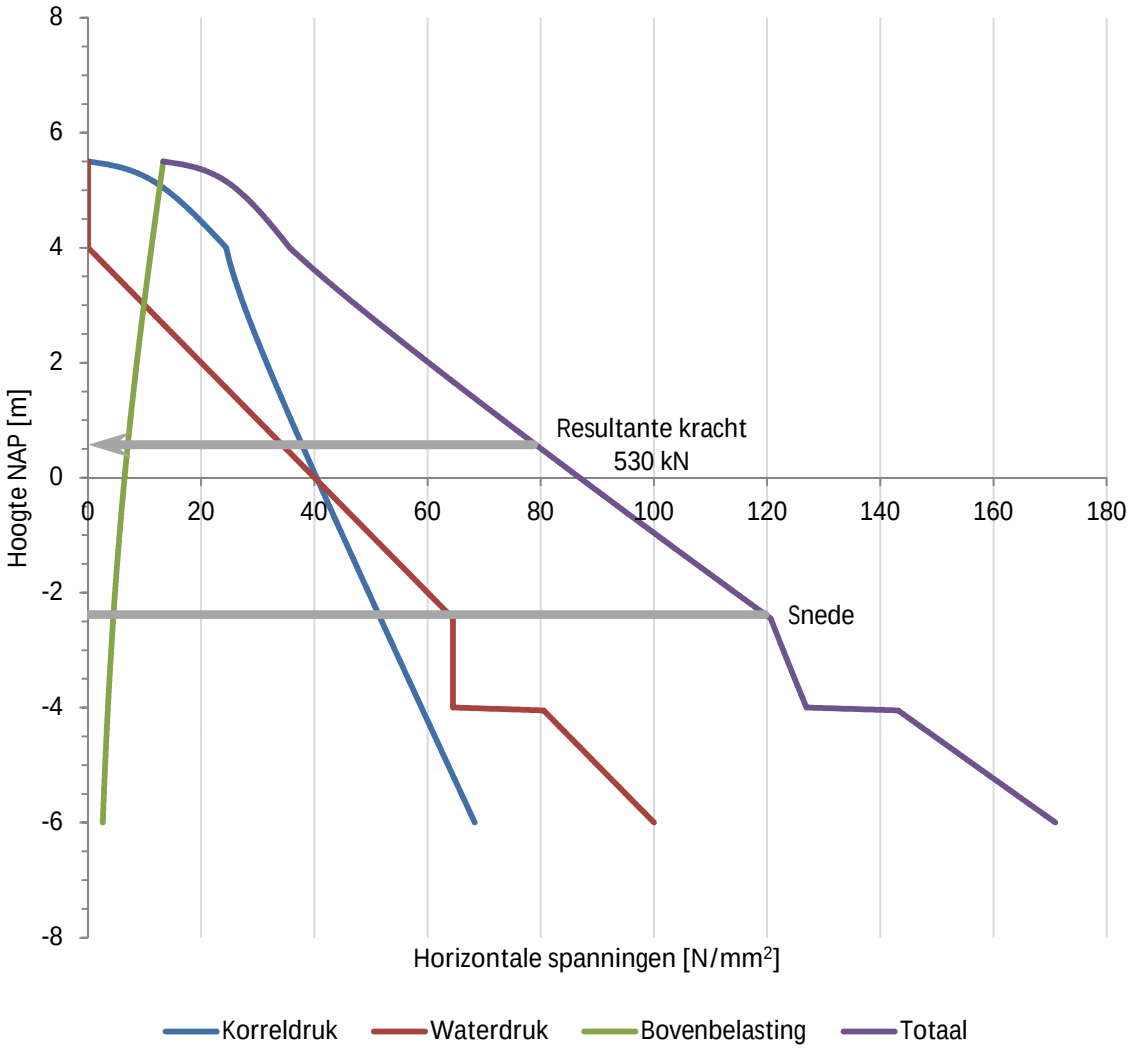
Horizontale belastingen representatief

			Korreldruk		Waterdruk		Bovenbelasting		Totaal	
	b.k. Deel i	o.k. Deel i	Σkracht	Positie	Σkracht	Positie	Σkracht	Positie	Σkracht	Positie
	NAP [m]	NAP [m]	[kN]	NAP [m]	[kN]	NAP [m]	[kN]	NAP [m]	[kN]	NAP [m]
Deel 1	5,50	5,50	0,00	5,50	-	-	0,00	5,50	0,00	5,50
Deel 2	5,50	4,00	23,94	4,59	-	-	18,37	4,77	42,31	4,67
Deel 3	4,00	-2,38	260,33	0,80	203,52	-0,25	66,04	2,26	529,89	0,58
Deel 4	-2,38	-4,00	349,68	-0,23	307,99	-1,25	72,49	1,78	730,15	-0,46
Deel 5	-4,00	-5,00	410,97	-0,86	392,60	-1,95	75,74	1,51	879,32	-1,15
Deel 6	-5,00	-6,00	476,97	-1,51	487,60	-2,65	78,55	1,26	1043,12	-1,83

Horizontale belastingen rekenwaarde

			Korreldruk		Waterdruk		Bovenbelasting		Totaal	
	b.k. Deel i	o.k. Deel i	Σkracht	Positie	Σkracht	Positie	Σkracht	Positie	Σkracht	Positie
	NAP [m]	NAP [m]	[kN]	NAP [m]	[kN]	NAP [m]	[kN]	NAP [m]	[kN]	NAP [m]
Deel 1	5,50	5,50	0,00	5,50	-	-	-	-	0,00	5,50
Deel 2	5,50	4,00	35,91	4,59	-	-	30,31	4,77	66,22	4,68
Deel 3	4,00	-2,38	390,49	0,80	264,58	-0,25	108,96	2,26	764,03	0,64
Deel 4	-2,38	-4,00	524,51	-0,23	405,19	-1,28	119,60	1,78	1049,31	-0,40
Deel 5	-4,00	-5,00	616,46	-0,86	515,34	-1,97	124,98	1,51	1256,77	-1,08
Deel 6	-5,00	-6,00	715,46	-1,51	638,84	-2,65	129,60	1,26	1483,90	-1,76

Grafiek spanningen representatief



Dwarskracht en wringing conform NEN-EN 1992-1-1 (LET OP: betreft verticale beugels)

Project :	**Vismigratierivier Doorlaatmiddel**	Datum	**21-8-2014**	Versie:	1.9
Onderwerp:	**Dwarskracht wanden**			Datum:	15-1-2014

Materiaalgegevens:

Sterkteklasse beton:		C30/37	f_{ck}	=	30	N/mm²	f_{cm}	=	38	N/mm²	γ_c	=	1,5
Wapening:		B500 (FeB 500)	E_{cm}	=	32837	N/mm²	f_{ctm}	=	2,90	N/mm²	γ_s	=	1,15
							f_{cd}	=	20,0	N/mm²			
							$f_{ctk;0,05}$	=	2,028	N/mm²	α_{ct}	=	**1,00**
Gegevens betonconstructie:							f_{ctd}	=	1,35	N/mm²	α_l	=	**1,00**
Type constructie:		**plaat**	f_{yk}	=	500	N/mm²	f_{yd}	=	435	N/mm²	α_{cw}	=	1,01
b	=	**1000** mm	E_s	=	**200000**	N/mm²							
h	=	**2000** mm											
c_{nom}	=	**50** mm	I_x	=	666667	$*10^6$ mm^4							
c_{toeg}	=	**50** mm	S	=	500000	$*10^3$ mm³	k_1	=	**0,15**				*6.2.2(1)/NB*
drsn dwarswapening ø	=	**20** mm	d	=	1914	mm	k	=	1,32				*6.2.2(6.2a/b)*
drsn hoofdwapening ø	=	**32** mm	z (= 0,9d)	=	1723	mm							*6.2.3*
ρ_l	=	**0,005**	(doorsnede trekwapening >= (l_{bd} + d) voorbij beschouwde doorsnede)										
lasttype		**tijdelijk/blijvend**	$C_{Rd,c}$	=	0,12	-	*6.2.2(6.2a/b)/NB*						

Helling drukdiagonalen: begrenzing: 21,8º ≤ θ ≤ 45º *6.2.3(2)/NB* Verschuiving momentenlijn:

θ = **25** º = 0,436 rad a_l = 3694 mm

Voor $V_{Ed} = V_{Rd,max}$ θ = 2,1 º (optimalisatie hoek betondiagonaal bij nadering V_{Ed} tot $V_{Rd;max}$)

Dwarskracht:

V_{Ed}	=	**765** kN		ν	=	0,528	-	ν_1	=	0,600	-		*6.2.3(3)/NB*
N_{Ed}	=	**347** kN	(druk = +)	σ_{cp}	=	0,2	N/mm²						
				v_{Ed}	=	0,40	N/mm²	***geen beugels benodigd***					*6.2.2(6.2a/b)/NB*
				v_{min}	=	0,29	N/mm²						
$V_{Rd,c}$	=	798 kN	*(6.2a/6.2b)*	$v_{Rd,c}$	=	0,42	N/mm²						
$V_{Rd,max}$	=	7984 kN	*(6.9)*	$v_{Rd,max}$	=	4,17	N/mm²	$\rho_{w;min}$	=	0,00000	-		*9.2.2(9.5N)/NB*
$V_{Rd,s}$	=	2321 kN	*(6.8)*	$v_{Rd,s}$	=	1,21	N/mm²	$A_{w,min}$	=	0	mm²/m		

Aanhouden V_{Rd}	=	2321 kN	(6.8/6.9)	*6.2.3(6.8 en 6.9)*
ΔF_{td}	=	820 kN	(Bijkomende trekkracht in langswapening t.g.v. dwarskracht)	*6.2.3(6.18)*
$V_{Rd,c;ongesch}$	=	1911 kN	begrenzing dwarskrachtweerstand als f_{ctd} <= $\frac{\alpha_{ct} * f_{ctk;0,05}}{\gamma_c}$ = 1,35 N/mm²	*6.2.2 (6.4)*

↓

(**Let op:** alleen van toepassing bij vrij opgelegde voorgespannen elementen zonder dwarskrachtwapening; dan α_l handmatig aanpassen

($M_{toel;d} = {}^1/_6 * b * h^2 * (\sigma_{cp} + f_{ctk;0.05} / \gamma_c)$)

Wringing: (bij plaat niet van toepassing)

T_{Ed}	=	**0** kNm						
A	=	2000 $*10^3$ mm²						
u	=	6000 mm	u_k	=	4667	mm		*6.3.2(6.27-6.28)*
$t_{ef,i}$	=	333 mm	b_1	=	880	mm		
A_k	=	1111 $*10^3$ mm²	h_1	=	1880	mm		
$T_{Rd,c}$	=	##### kNm						
$T_{Rd,max}$	=	2996 kNm						*6.3.2(6.30)*

Dwarskracht i.c.m. wringing: *niet van toepassing*

Toets T + V:

Betondrukdiagonalen: $\frac{0,0 * 10^6}{2996,1 * 10^6} + \frac{765 * 10^3}{7984,1 * 10^3} = 0,000 + 0,096 = 0,096 < 1$ *6.3.2(4)*

betondrukdiagonalen voldoen

Beugelwapening: $\frac{0,0 * 10^6}{1001,2 * 10^6} + \frac{765 * 10^3}{797,8 * 10^3} = 0,000 + 0,959 = 0,959 < 1$ *6.3.2(5)*

praktische beugelwapening voldoet

Beugelwapening:

Dwarskracht:

$A_{sw,ben,bgl,V}$	=	476 mm²/m		
$A_{sw,toeg,bgl,V}$	=	1571 mm²/m	**voldoet**	
		(4-snedig)		
$\sigma_{w,d}$	=	132 N/mm²	<	$0,8f_{yk}$

Wringing

$A_{sw,ben,bgl,T}$	=	0 mm²/m	**n.v.t**	
$A_{sw,toeg,bgl;T}$	=	393 mm²/m	**n.v.t**	

Dwarskracht i.c.m. wringing

$A_{sw,toeg,bgl,V}$	=	1571 mm²/m	**n.v.t**	
		(4-snedig)		

($A_{sw,toeg,bgl,V} = A_{sw,toeg,tot} - 2 * A_{sw,ben,bgl,T}$)

kies beugels:

H.o.h. afstanden:

dwarsrichting

beugelbenen $s_{t,max}$: n.v.t mm → min. 2-snedig *9.2.2(9.8N)/NB*

langsrichting

h.o.h. maximaal: 300 mm *9.2.2(9.6N)/NB*

9.2.3(3)/NB

Let op torsiemoment = 0

aantal sneden (T +V):	2	**ø 10**	h.o.h.	**200**	mm
aantal sneden (V):	**2**	**ø 10**	h.o.h.	**200**	mm

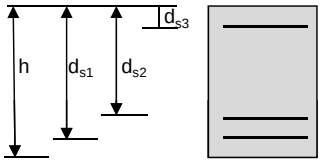
Langswapening t.b.v. wringing (betonbalken)

$A_{s,ben,langs,T}$ = n.v.t. mm² = n.v.t. mm²/zijde **6** ø **12** per zijde **n.v.t**

Wapening in rechthoekige doorsnede bij moment en normaalkracht (NEN-EN 1992-1-1)

Project: **Vismigratierivier Doorlaatmiddel** versie: 1,12 datum: 21-8-2014
Onderdeel: **Buiging wanden**

Geometrie		**Plaat**					
Breedte	b	**1000**	mm				
Hoogte	h	**2000**	mm				
Betondekking trekzone	c_1	**50**	mm	d_{s1}	1934	mm	
H.o.h. afstand $Ø_{1;max}$ - $Ø_2$	a_{1-2}	**100**	mm	d_{s2}	0	mm	
Betondekking drukzone	c_3	**50**	mm	d_{s3}	63	mm	
Nominale dekking	c_{nom}	**50**	mm				



Wapening		aantal	diameter				h.o.h		tussen	
Wapening (extra dekking)	$Ø_{hw}$			mm			afstand		afstand	
- trekzone 1e laag	$Ø_1$ basis	**10**	**Ø 32**	A_{s1}	8042	mm^2	100	mm	68	mm
	$Ø_1$ extra									
- trekzone 2e laag	$Ø_2$			A_{s2}	0	mm^2	Nvt	mm	Nvt	mm
- drukzone	$Ø_3$	**10**	**Ø 25**	A_{s3}	4909	mm^2	100	mm	75	mm

Materiaalgegevens										
Betonsterkteklasse	f_{ck}	**C30/37**		f_{cd}	20,0	N/mm^2		$f_{cd(t)}$	20,0	N/mm^2
Ouderdom beton	t		dagen	f_{ctm}	2,90	N/mm^2		$f_{ctm(t)}$	2,90	N/mm^2
Cement sterkteklasse (t<28 dagen)			Nvt	s	Nvt					
Kruipfactor	φ	**1**		E_{cm}	32837	N/mm^2		$E_{cm(t)}$	32837	N/mm^2
Staalkwaliteit	f_{yk}	**500**	N/mm^2	f_{yd}	434,8	N/mm^2	factor beton	γ_c	**1,5**	
Elasticiteitsmodulus	E_s	**200000**	N/mm^2	ε_{yd}	0,00217	[-]	factor staal	γ_s	**1,15**	
Wapeningsprofiel		**Geribd**								
Milieuklasse		**XD3**	Chloride geen zeewater: Wisselend nat en droog							
Grenswaarde scheurwijdte	w_{max}	**0,20**	mm	$w_{max;tabel}*k_x$	0,20	mm	-			
				k_x	1,00	[-]				

Belastingen		**Langdurend**					
Moment BGT	M_{Erep}	**2600**	kNm				
Moment UGT	M_{Ed}	**3800**	kNm				
Normaalkracht BGT	N_{Erep}	**-394**	kN	**Drukkracht**	Werklijn normaalkrachten	**Midden**	
Normaalkracht UGT	N_{Ed}	**-355**	kN	**Drukkracht**			

Melding: **Invoer OK**

Resultaten UGT								
Factor voor ber. x en M_{Rd}	f_1	**1**		$A_s * f_1$	8042	mm^2	-	
Hoogte betondrukzone	x	134,3	mm ≤	x_{umax}	1034,5	mm	**Voldoet**	
Bezwijkmoment	M_{Rd}	6897,3	kNm ≥	M_{Ed}	3800	kNm	**Voldoet**	

Rek en spanningen	ε		σ		N	
Trekzone A_{s1}	0,04690	[-]	434,8	N/mm^2	3496,7	kN
Trekzone A_{s2}	0,00000	[-]	0,0	N/mm^2	0,0	kN
Drukzone A_{s3}	-0,00187	[-]	-374,2	N/mm^2	-1836,9	kN
Drukzone bovenvezel	-0,00350	[-]	-20,0	N/mm^2	-2014,4	kN

Minimum wapening	$M_{Rd,min}$	6399,5	kNm ≥	$M_{E,min}$	1993,0	kNm	**Voldoet**	
Factor voor ber. $A_{s,min1}$	f_2	**1**		$N_{E,min}$	186,2	kN		
Kleinste waarde van	- $A_{s,min1} = A_s * f_2$	8042	mm^2	- $A_{s,min2} = 1.25* A_s * f_1$	10053	mm^2		
	$A_{s,min}$	8042	mm^2 ≤	$A_s = A_{s1}+A_{s2}$	8042	mm^2	**Voldoet**	
Maximum wapening	$A_{s,max}$	80000	mm^2				**Voldoet**	

Conclusie : **UGT voldoet**

Resultaten BGT				
Hoogte betondrukzone	x	537,1	mm	-

Rek en spanningen	ε		σ		N	
Trekzone ondervezel	0,00083	[-]	0,0	N/mm^2	-	kN
Trekzone A_{s1}	0,00080	[-]	159,1	N/mm^2	1279,5	kN
Trekzone A_{s2}	0,00000	[-]	0,0	N/mm^2	0,0	kN
Drukzone A_{s3}	-0,00027	[-]	-54,1	N/mm^2	-265,3	kN
Drukzone bovenvezel	-0,00031	[-]	-5,2	N/mm^2	-1408,2	kN

Spanningsbeperking art 7.2 (2)		**nee**		$\sigma_{c,toelaatbaar}$	-30,0	N/mm^2	**Voldoet**	
-								
Minimum wapening	$A_{s,min}$	1378	mm^2 ≤	$A_{s;totaal}$	8042	mm^2	**Voldoet**	
	$Ø_{eq}$	32,0	mm	$s_{r,max}$	282	mm		
				$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$	0,606	$*10^{-3}$ [-]		
Scheurwijdte	w_k	0,17	mm	≤	0,20	mm	**Voldoet**	

Conclusie: **BGT voldoet**

Bijlage 6

Berekening vloer

Vloer doorlaatmiddel

Project :	Vismigratierivier Doorlaatmiddel
Onderdeel:	Vloer doorlaatmiddel
Projectnummer:	339261
Opgesteld door:	J. de Vlieger
Datum:	21-8-2014

Interne krachten vloer

Afmeting vloer

B.k. vloer	NAP	-4,00	m	
O.k. vloer	NAP	-6,00	m	
Dikte		2,00	m	
Breedte		1,00	m	
Lengte (dagmaat)		11,00	m	*(inclusief middenwand)*
Volume		22,00	m^3	

Waterdruk

Binnenwaterstand		NAP	-2,45	m
B.k. vloer		NAP	-4,00	m
Lengte	L	=	10,00	m
Breedte	B	=	1,00	m
Soortelijk gewicht beton	γ_{water}	=	10,00	kN/m^3
Waterdruk neerwaarts	q_{water}	=	15,50	kN/m

Eigen gewicht

Soortelijk gewicht beton	γ_{beton}	=	25,00	kN/m^3
Eigen gewicht	q_{Eg}	=	50,00	kN/m

Grondwaterdruk

Grondwaterstand		NAP	4,00	m
O.k. vloer		NAP	-6,00	m
Lengte	L	=	15,00	m
Breedte	B	=	1,00	m
Volume waterverplaatsing	V	=	150,00	m^3
Soortelijk gewicht water	γ_{water}	=	10,00	kN/m^3
Waterdruk	$q_{grondwater}$	=	100	kN/m

Belasting vanuit wanden

Normaalkracht	N_{wand}	=	879	kN
	$N_{wand,d}$	=	1257	kN
Moment	M_{wand}	=	3389	kNm
	$M_{wand,d}$	=	4925	kNm

Interne krachten

Belastingfactor	ongunstig	$\gamma_{G,dst}$	=	1,50	
	gunstig	$\gamma_{G,std}$	=	0,90	
Resulterende belasting		q_{res}	=	34,50	kN/m
		$q_{res,d}$	=	91,05	kN/m
Dwarskracht (dag van de wand)		V	=	190	kN
		V_{Ed}	=	501	kN
Maximale moment		M	=	3389	kNm
		M_{Ed}	=	4925	kNm
Normaalkracht		N	=	879	kN
		N_{Ed}	=	791	kN

Dwarskracht en wringing conform NEN-EN 1992-1-1 (LET OP: betreft verticale beugels)

Project :	**Vismigratierivier Doorlaatmiddel**	Datum	**21-8-2014**	Versie:	1.9
Onderwerp:	**Dwarskracht vloer**			Datum:	15-1-2014

Materiaalgegevens:

Sterkteklasse beton:		C30/37	f_{ck}	=	30	N/mm²	f_{cm}	=	38	N/mm²	γ_c	=	1,5
Wapening:		B500 (FeB 500)	E_{cm}	=	32837	N/mm²	f_{ctm}	=	2,90	N/mm²	γ_s	=	1,15
							f_{cd}	=	20,0	N/mm²			
							$f_{ctk;0,05}$	=	2,028	N/mm²	α_{ct}	=	**1,00**
Gegevens betonconstructie:							f_{ctd}	=	1,35	N/mm²	α_l	=	**1,00**
Type constructie:		**plaat**	f_{yk}	=	500	N/mm²	f_{yd}	=	435	N/mm²	α_{cw}	=	1,02
b	=	**1000** mm	E_s	=	**200000**	N/mm²							
h	=	**2000** mm											
c_{nom}	=	**50** mm	I_x	=	666667	$*10^6$ mm^4							
c_{toeg}	=	**50** mm	S	=	500000	$*10^3$ mm³	k_1	=	**0,15**				*6.2.2(1)/NB*
drsn dwarswapening ø	=	**20** mm	d	=	1914	mm	k	=	1,32				*6.2.2(6.2a/b)*
drsn hoofdwapening ø	=	**32** mm	z (= 0,9d)	=	1723	mm							*6.2.3*
ρ_l	=	**0,005**	(doorsnede trekwapening >= (l_{bd} + d) voorbij beschouwde doorsnede)										
lasttype		**tijdelijk/blijvend**	$C_{Rd,c}$	=	0,12	-	*6.2.2(6.2a/b)/NB*						

Helling drukdiagonalen: begrenzing: 21,8° ≤ θ ≤ 45° *6.2.3(2)/NB* Verschuiving momentenlijn:

θ = **25** ° = 0,436 rad a_l = 3694 mm

Voor $V_{Ed} = V_{Rd,max}$ θ = 1,4 ° (optimalisatie hoek betondiagonaal bij nadering V_{Ed} tot $V_{Rd;max}$)

Dwarskracht:

V_{Ed}	=	**501** kN		ν	=	0,528	-	ν_1	=	0,600	-		*6.2.3(3)/NB*
N_{Ed}	=	**791** kN	(druk = +)	σ_{cp}	=	0,4	N/mm²						
				v_{Ed}	=	0,26	N/mm²	***geen beugels benodigd***					*6.2.2(6.2a/b)/NB*
				v_{min}	=	0,29	N/mm²						
$V_{Rd,c}$	=	860 kN	*(6.2a/6.2b)*	$v_{Rd,c}$	=	0,45	N/mm²						
$V_{Rd,max}$	=	8069 kN	*(6.9)*	$v_{Rd,max}$	=	4,22	N/mm²	$\rho_{w;min}$	=	0,00000	-		*9.2.2(9.5N)/NB*
$V_{Rd,s}$	=	2321 kN	*(6.8)*	$v_{Rd,s}$	=	1,21	N/mm²	$A_{w,min}$	=	0	mm²/m		

Aanhouden V_{Rd}	=	2321 kN	(6.8/6.9)	*6.2.3(6.8 en 6.9)*
ΔF_{td}	=	537 kN	(Bijkomende trekkracht in langswapening t.g.v. dwarskracht)	*6.2.3(6.18)*
$V_{Rd,c;ongesch}$	=	2042 kN	begrenzing dwarskrachtweerstand als f_{ctd} <= $\frac{\alpha_{ct} * f_{ctk;0,05}}{\gamma_c}$ = 1,35 N/mm²	*6.2.2 (6.4)*

↓

(**Let op:** alleen van toepassing bij vrij opgelegde voorgespannen elementen zonder dwarskrachtwapening; dan α_l handmatig aanpassen

($M_{toel;d} = {}^1/_6 * b * h^2 * (\sigma_{cp} + f_{ctk;0.05} / \gamma_c)$)

Wringing: (bij plaat niet van toepassing)

T_{Ed}	=	**0** kNm						
A	=	2000 $*10^3$ mm²						
u	=	6000 mm	u_k	=	4667	mm		*6.3.2(6.27-6.28)*
$t_{ef,i}$	=	333 mm	b_1	=	880	mm		
A_k	=	1111 $*10^3$ mm²	h_1	=	1880	mm		
$T_{Rd,c}$	=	##### kNm						
$T_{Rd,max}$	=	2996 kNm						*6.3.2(6.30)*

Dwarskracht i.c.m. wringing: *niet van toepassing*

Toets T + V:

Betondrukdiagonalen: $\frac{0,0 * 10^6}{2996,1 * 10^6} + \frac{501 * 10^3}{8069,5 * 10^3} = 0,000 + 0,062 = 0,062 < 1$ *6.3.2(4)*

betondrukdiagonalen voldoen

Beugelwapening: $\frac{0,0 * 10^6}{1001,2 * 10^6} + \frac{501 * 10^3}{859,7 * 10^3} = 0,000 + 0,583 = 0,583 < 1$ *6.3.2(5)*

praktische beugelwapening voldoet

Beugelwapening:

Dwarskracht:

$A_{sw,ben,bgl,V}$	=	312 mm²/m		
$A_{sw,toeg,bgl,V}$	=	1571 mm²/m	**voldoet**	
		(4-snedig)		
$\sigma_{w,d}$	=	86 N/mm²	<	$0,8f_{yk}$

Wringing

$A_{sw,ben,bgl,T}$	=	0 mm²/m	**n.v.t**	
$A_{sw,toeg,bgl;T}$	=	393 mm²/m	**n.v.t**	

Dwarskracht i.c.m. wringing

$A_{sw,toeg,bgl,V}$	=	1571 mm²/m	**n.v.t**	
		(4-snedig)		

($A_{sw,toeg,bgl,V} = A_{sw,toeg,tot} - 2 * A_{sw,ben,bgl,T}$)

Langswapening t.b.v. wringing (betonbalken)

$A_{s,ben,langs,T}$ = n.v.t. mm² = n.v.t. mm²/zijde **6** ø **12** per zijde **n.v.t**

kies beugels:

H.o.h. afstanden:

dwarsrichting

beugelbenen $s_{t,max}$: n.v.t mm → min. 2-snedig *9.2.2(9.8N)/NB*

langsrichting

h.o.h. maximaal: 300 mm *9.2.2(9.6N)/NB*

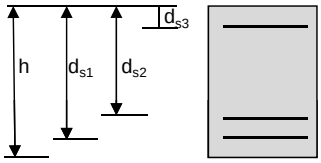
9.2.3(3)/NB

Let op torsiemoment = 0

aantal sneden (T +V):	2	**ø 10**	h.o.h.	**200**	mm
aantal sneden (V):	**2**	**ø 10**	h.o.h.	**200**	mm

Wapening in rechthoekige doorsnede bij moment en normaalkracht (NEN-EN 1992-1-1)

Project: **Vismigratierivier** versie: 1,12 datum: 21-8-2014
Onderdeel: **Buiging vloer**



Geometrie		**Plaat**							
Breedte	b	**1000**	mm						
Hoogte	h	**2000**	mm						
Betondekking trekzone	c_1	**50**	mm	d_{s1}	1938	mm			
H.o.h. afstand $Ø_{1;max}$ - $Ø_2$	a_{1-2}	**100**	mm	d_{s2}	1838	mm			
Betondekking drukzone	c_3	**50**	mm	d_{s3}	63	mm			
Nominale dekking	c_{nom}	**50**	mm						
Wapening		aantal	diameter				h.o.h		tussen
Wapening (extra dekking)	$Ø_{hw}$			mm			afstand		afstand
- trekzone 1e laag	$Ø_1$ basis	**10**	**Ø 25**	A_{s1}	4909	mm^2	100	mm	75 mm
	$Ø_1$ extra								
- trekzone 2e laag	$Ø_2$	**10**	**Ø 25**	A_{s2}	4909	mm^2	100	mm	75 mm
- drukzone	$Ø_3$	**10**	**Ø 25**	A_{s3}	4909	mm^2	100	mm	75 mm

Materiaalgegevens										
Betonsterkteklasse	f_{ck}	**C30/37**		f_{cd}	20,0	N/mm^2		$f_{cd(t)}$	20,0	N/mm^2
Ouderdom beton	t		dagen	f_{ctm}	2,90	N/mm^2		$f_{ctm(t)}$	2,90	N/mm^2
Cement sterkteklasse (t<28 dagen)			Nvt	s	Nvt					
Kruipfactor	φ	**1**		E_{cm}	32837	N/mm^2		$E_{cm(t)}$	32837	N/mm^2
Staalkwaliteit	f_{yk}	**500**	N/mm^2	f_{yd}	434,8	N/mm^2	factor beton	γ_c	**1,5**	
Elasticiteitsmodulus	E_s	**200000**	N/mm^2	ε_{yd}	0,00217	[-]	factor staal	γ_s	**1,15**	
Wapeningsprofiel		**Geribd**								
Milieuklasse		**XD3**	Chloride geen zeewater: Wisselend nat en droog							
Grenswaarde scheurwijdte	w_{max}	**0,20**	mm	$w_{max;tabel}*k_x$	0,20	mm		-		
				k_x	1,00	[-]				

Belastingen		**Langdurend**				
Moment BGT	M_{Erep}	**3400**	kNm			
Moment UGT	M_{Ed}	**5000**	kNm			
Normaalkracht BGT	N_{Erep}	**-880**	kN	**Drukkracht**	Werklijn normaalkrachten	**Midden**
Normaalkracht UGT	N_{Ed}	**-792**	kN	**Drukkracht**		

Melding: **Invoer OK**

Resultaten UGT								
Factor voor ber. x en M_{Rd}	f_1	**1**		$A_s * f_1$	9817	mm^2	-	
Hoogte betondrukzone	x	195,1	mm ≤	x_{umax}	1009,6	mm	**Voldoet**	
Bezwijkmoment	M_{Rd}	8493,1	kNm ≥	M_{Ed}	5000	kNm	**Voldoet**	

Rek en spanningen	ε		σ		N	
Trekzone A_{s1}	0,03126	[-]	434,8	N/mm^2	2134,2	kN
Trekzone A_{s2}	0,02947	[-]	434,8	N/mm^2	2134,2	kN
Drukzone A_{s3}	-0,00238	[-]	-434,8	N/mm^2	-2134,2	kN
Drukzone bovenvezel	-0,00350	[-]	-20,0	N/mm^2	-2925,9	kN

Minimum wapening	$M_{Rd,min}$	7505,5	kNm ≥	$M_{E,min}$	2038,6	kNm	**Voldoet**	
Factor voor ber. $A_{s,min1}$	f_2	**1**		$N_{E,min}$	322,9	kN		
Kleinste waarde van	- $A_{s,min1} = A_s * f_2$	9817	mm^2	- $A_{s,min2} = 1.25* A_s * f_1$	12272	mm^2		
	$A_{s,min}$	9817	mm^2 ≤	$A_s = A_{s1}+A_{s2}$	9817	mm^2	**Voldoet**	
Maximum wapening	$A_{s,max}$	80000	mm^2				**Voldoet**	

Conclusie : **UGT voldoet**

Resultaten BGT							
Hoogte betondrukzone	x	622,4	mm	-			

Rek en spanningen	ε		σ		N	
Trekzone ondervezel	0,00087	[-]	0,0	N/mm^2	-	kN
Trekzone A_{s1}	0,00083	[-]	166,9	N/mm^2	819,5	kN
Trekzone A_{s2}	0,00077	[-]	154,3	N/mm^2	757,2	kN
Drukzone A_{s3}	-0,00036	[-]	-71,1	N/mm^2	-348,9	kN
Drukzone bovenvezel	-0,00040	[-]	-6,8	N/mm^2	-2107,7	kN

Spanningsbeperking art 7.2 (2)		**nee**		$\sigma_{c,toelaatbaar}$	-30,0	N/mm^2	**Voldoet**	
-								
Minimum wapening	$A_{s,min}$	1241	mm^2 ≤	$A_{s;totaal}$	9817	mm^2	**Voldoet**	
	$Ø_{eq}$	25,0	mm	$s_{r,max}$	292	mm		
				$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$	0,598	$*10^{-3}$ [-]		
Scheurwijdte	w_k	0,17	mm	≤	0,20	mm	**Voldoet**	

Conclusie: **BGT voldoet**

Bijlage 7

Verticaal evenwicht

Verticaal evenwicht

Project :	Vismigratierivier Doorlaatmiddel
Onderdeel:	Verticaal evenwicht doorlaatmiddel
Projectnummer:	339261
Opgesteld door:	J. de Vlieger
Datum:	22-8-2014

Toetsing opdrijven

Afmeting vloer

B.k. vloer	NAP	-4,00	m
Dikte		2,00	m
Breedte		1,00	m
Lengte (dagmaat)		10,00	m
Volume		20,00	m^3

Afmeting wanden

Afmetingen bovenkant vloer tot onderkant dak.

Buitenwand 1				Buitenwand 2			
B.k. wand	NAP	4,50	m	B.k. wand	NAP	4,50	m
O.k. vloer	NAP	-6,00	m	O.k. vloer	NAP	-6,00	m
Hoogte		10,50	m	Hoogte		10,50	m
Breedte		1,00	m	Breedte		1,00	m
Dikte		2,00	m	Dikte		2,00	m
Volume		21,00	m^3	Volume		21,00	m^3

Middenwand

B.k. wand	NAP	1,24	m
O.k. vloer	NAP	-6,00	m
Hoogte		7,24	m
Breedte		1,00	m
Dikte		1,00	m
Volume		7,24	m^3

Waterdruk

Binnenwaterstand		NAP	-2,45	m
B.k. vloer		NAP	-4,00	m
Lengte (dagmaat)	L	=	10,00	m
Breedte	B	=	1,00	m
Volume	V_{water}	=	15,50	m^3

Belasting neerwaarts

Volume eigen gewicht	V_{eg}	=	69,24	m^3
Soortelijk gewicht beton	γ_{beton}	=	25,00	kN/m^3
Eigen gewicht	F_{Eg}	=	1731	kN
Volume water	V_{water}	=	15,50	m^3
Soortelijk gewicht water	γ_{water}	=	10,00	kN/m^3
Waterdruk	F_{water}	=	155	kN

Belasting opwaarts

Grondwaterstand		NAP	4,00	m
O.k. vloer		NAP	-6,00	m
Lengte	L	=	15,00	m
Breedte	B	=	1,00	m
Volume waterverplaatsing	V	=	150,00	m^3
Soortelijk gewicht water	γ_{water}	=	10,00	kN/m^3
Waterdruk	$F_{grondwater}$	=	1500	kN

Toetsing opdrijven UPL

Belastingfactor	ongunstig	$\gamma_{G,dst}$	=	1,00
	gunstig	$\gamma_{G,std}$	=	0,90

$$\gamma_{G,dst} * F_{grondwater} \leq \gamma_{G,std} * F_{eg} + \gamma_{G,std} * F_{water}$$

1500 ≤ 1697 Voldoet

Maximale neerwaartse belasting

Afmeting vloer

B.k. vloer NAP	-4,00	m
Dikte	2,00	m
Breedte	1,00	m
Lengte (dagmaat)	10,00	m
Volume	20,00	m^3

Afmeting wanden

Afmetingen bovenkant vloer tot onderkant dak.

Buitenwand 1			Buitenwand 2		
B.k. wand NAP	7,50	m	B.k. wand NAP	7,50	m
O.k. vloer NAP	-6,00	m	O.k. vloer NAP	-6,00	m
Hoogte	13,50	m	Hoogte	13,50	m
Breedte	1,00	m	Breedte	1,00	m
Dikte	2,00	m	Dikte	2,00	m
Volume	27,00	m^3	Volume	27,00	m^3

Middenwand

B.k. wand NAP	7,50	m
O.k. vloer NAP	-6,00	m
Hoogte	13,50	m
Breedte	1,00	m
Dikte	1,00	m
Volume	13,50	m^3

Waterdruk

Binnenwaterstand		NAP	1,88	m
B.k. vloer		NAP	-4,00	m
Lengte (dagmaat)	L	=	10,00	m
Breedte	B	=	1,00	m
Volume	V_{water}	=	58,80	m^3

Belasting neerwaarts

Volume eigen gewicht	V_{eg}	=	87,50	m^3
Soortelijk gewicht beton	γ_{beton}	=	25,00	kN/m^3
Eigen gewicht	F_{Eg}	=	2188	kN
Volume water	V_{water}	=	58,80	m^3
Soortelijk gewicht water	γ_{water}	=	10,00	kN/m^3
Waterdruk	F_{water}	=	588	kN

Belasting opwaarts

Grondwaterstand		NAP	-0,40	m
O.k. vloer		NAP	-6,00	m
Lengte	L	=	15,00	m
Breedte	B	=	1,00	m
Volume waterverplaatsing	V	=	84,00	m^3
Soortelijk gewicht water	γ_{water}	=	10,00	kN/m^3
Waterdruk	$F_{grondwater}$	=	840	kN

Resulterende belasting op onderwaterbetonvloer

Belastingfactor	ongunstig	$\gamma_{G,dst}$	=	1,50
	gunstig	$\gamma_{G,std}$	=	0,90

$F_{res,rep}$ = $\gamma_{G,dst} * F_{eg} + \gamma_{G,dst} * F_{water} - \gamma_{G,std} * F_{grondwater}$

$F_{res,d}$ = $\gamma_{G,dst} * F_{eg} + \gamma_{G,dst} * F_{water} - \gamma_{G,std} * F_{grondwater}$

Resulterende neerwaartse belasting	$F_{res,rep}$	=	1936	kN/m
	$F_{res,d}$	=	3407	kN/m

Gewicht verwijderde grond

Bodem opbouw

	b.k. laag NAP [m]	γ_{dr} [kN/m^3]	γ_n [kN/m^3]
Klei, matig	7,50	17	17
Zand, licht siltig kleiig	6,00	18	20
Klei, matig, siltig	-3,00	18	18
Veen, matig	-4,00	13	13
Klei, matig, siltig	-5,25	18	18

Grondwaterstand			NAP	-0,40	m
Belastingfactor	gunstig	$\gamma_{G,std}$	=	0,90	

Totale gewicht verwijderde grond	$F_{grond,rep}$	=	2767	kN/m
	$F_{grond,d}$	=	2490	kN/m

Vergelijking ontgraven grond - constructie

$F_{res,d}$	≤	$F_{grond,d}$	
3407	≤	2490	Voldoet niet

Paalbelasting

Aantal palen	n	=	7	stk.
h.o.h. lengterichting			2,00	m
Paalbelasting	$F_{paal,rep}$	=	553	kN
	$F_{paal,d}$	=	974	kN

Bijlage 4

Migratie-eisen vissen

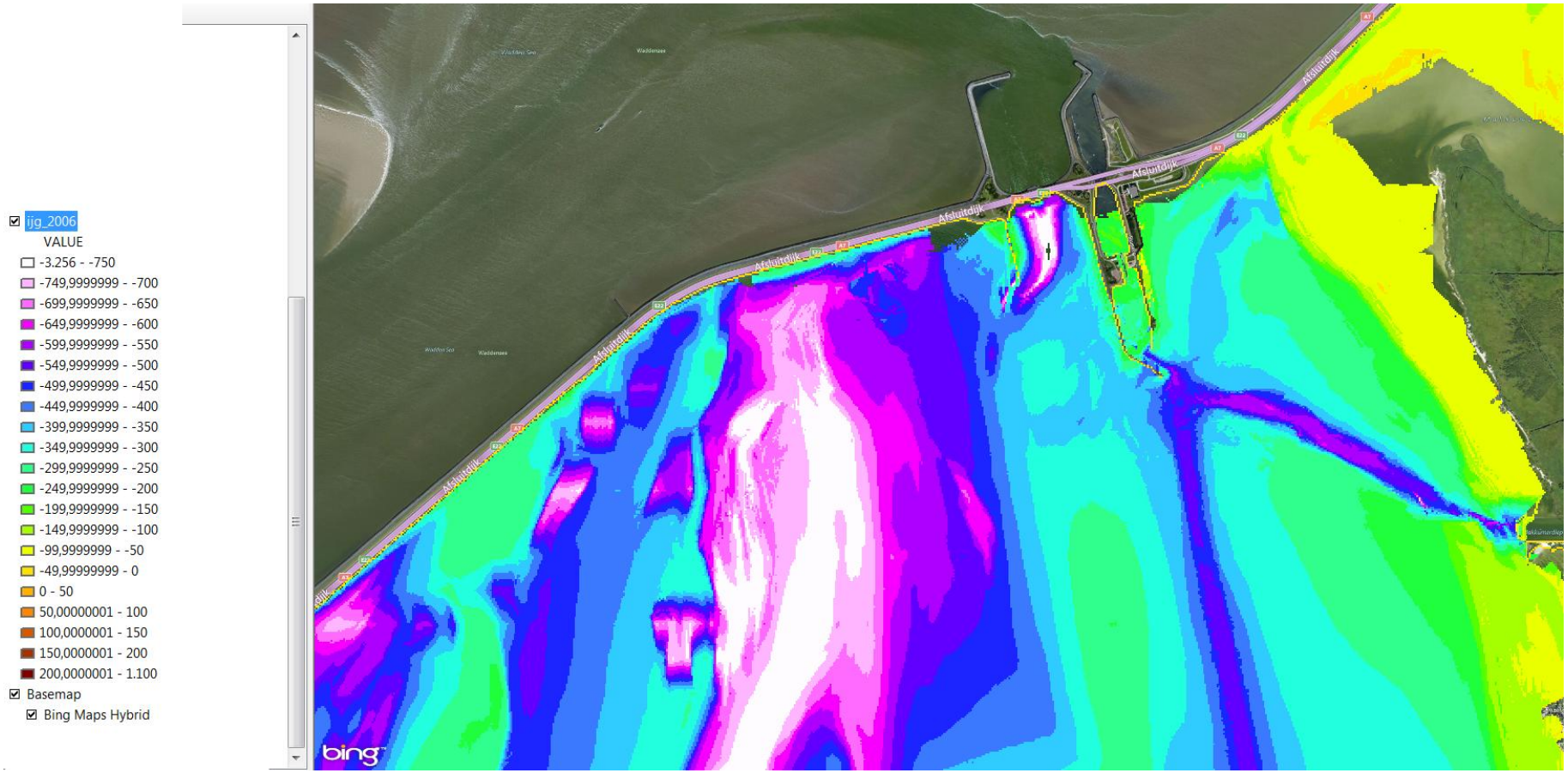
	gegevens voor formule (Winter en Densen 2001)					temperatuur intrek periode (°C)			lengte intrek periode (cm)			Berekende Sprintcapaciteit (m/s)		
Nederlandse naam	**maand**	**S**	**Fxy**	**x**	**y**	**min**	**max**	**gem**	**min**	**Max**	**gem**	**min**	**max**	**gem**
atlantische steur	6-7	onbekend				12.1	23	17.6	145	300	223	Onbekend, maar > 1-2 m/s		
atlantische zalm	6-11	0.7	25	9	15	2	23	14.6	60	100	80	2.1	8.6	5.1
bot	4-6	0.5	20	8	15	6	21	12.7	3	4	4	0.2	0.6	0.3
driedoornige stekelbaars	3-4	0.5	25	9	15	1.5	11.5	6.8	4	9	7	0.2	0.9	0.5
elft	5	0.7	20	8	15	9	20	12.8	50	70	60	2.6	5.8	3.5
europese aal	3-5	0.5	15	7	15	1.5	20	8.8	7	8	8	0.2	0.8	0.4
fint	4-5	0.7	20	8	15	6	20	10.7	40	55	48	1.9	5.7	2.8
houting	11	0.7	20	8	15	2	10	6.9	40	61	51	1.5	2.9	2.2
rivierprik	12	0.5	15	7	15	1.6	6	3.8	33	42	38	0.7	1.0	0.8
spiering	3-4	0.7	20	8	15	1.5	11.5	6.8	15	25	20	0.7	2.2	1.3
zeeforel	6-11	0.7	25	9	15	2	23	14.6	50	100	75	2.0	8.6	5.1
zeeprik	4-5	0.5	15	7	15	6	20	10.7	80	100	90	1.2	2.9	1.6

Nederlandse naam	categorie	Motivatie
Atlantische steur	sterk	Intrek door subadulten en met name adulte steuren: sprintsnelheden > 2 m/s, duurzwemvermogen U_{crit} verwante Acipenser soorten: 1.2-1.9 m/s.
Atlantische zalm	sterk	Intrek door volwassen zalm, sprintsnelheden 2-10 m/s, U_{crit} 0.6-0.9 m/s.
bot	zwak	Intrek met name via botlarven. Zeer beperkte zwemcapaciteit en grotendeels afhankelijk van selectief getijdetransport, U_{crit}. 0-0.3 m/s.
driedoornige stekelbaars	zwak	Intrek als volwassen stekelbaars, door beperkte lengte lage sprintsnelheid tot ca. 0.7 m/s voor anadrome stekelbaars, U_{crit} ca. 0.2 m/s.
elft	sterk	Intrek als volwassen elft van 50-70 cm. Sprintcapaciteit minimaal 1.5-2.1m/s, mogelijk tot 5.8 m/s. U_{crit} ca. 0.5-0.7 m/s.
aal	zwak	Glasaal is deels afhankelijk van selectief getijdetranspor, kan geringe stroomsnelheden actief zwemmend passeren: sprint capaciteit 0.3-0.5 m/s, duurzwemvermogen U_{crit} ca. 0.2 m/s.
fint	sterk	Intrek als volwassen fint van 40-55 cm. Sprintcapaciteit minimaal 1.2-1.7m/s, duurzwemvermogen U_{crit} ca. 0.4-0.5 m/s.
houting	sterk	Intrek als volwassen houting van 40-61 cm. Sprintcapaciteit ca. 1.5-2.9 m/s, duurzwemvermogen U_{crit} ca. 0.3-0.7 m/s.
rivierprik	matig/sterk	Intrek als volwassen rivierprik. Deze hebben geen borstvinnen en maakt hen gevoeliger voor turbulentie, echter is hun overall passeervermogen afhankelijk in hoeverre zij gebruik kunnen maken van substraat om met hun zuigbek toch efficiënt om barrières te passeren. Sprintcapaciteit 1.1-1.7 (2.1) m/s.
spiering	zwak/matig	Intrek als volwassen spiering 15-25 cm voor anadrome in. Jonge of uitgespoelde spiering veel kleine. Voor grote spiering bedraagt sprintzwemheid 0.7-2.2 m/s, duurzwemvermogen Ucrit ca. 0.3-0.5 m/s.
zeeforel	sterk	Intrek door volwassen zeeforel, sprintsnelheden 2-9 m/s, U_{crit} 0.4-1.5 m/s.
zeeprik	matig/sterk	Intrek als volwassen zeeprik. Deze hebben geen borstvinnen en maakt hen gevoeliger voor turbulentie, echter is hun overall passeervermogen afhankelijk in hoeverre zij gebruik kunnen maken van substraat om met hun zuigbek toch efficiënt om barrières te passeren. Sprintcapaciteit 1.2-2.9 m/s. Ucrit ~0.8 m/s

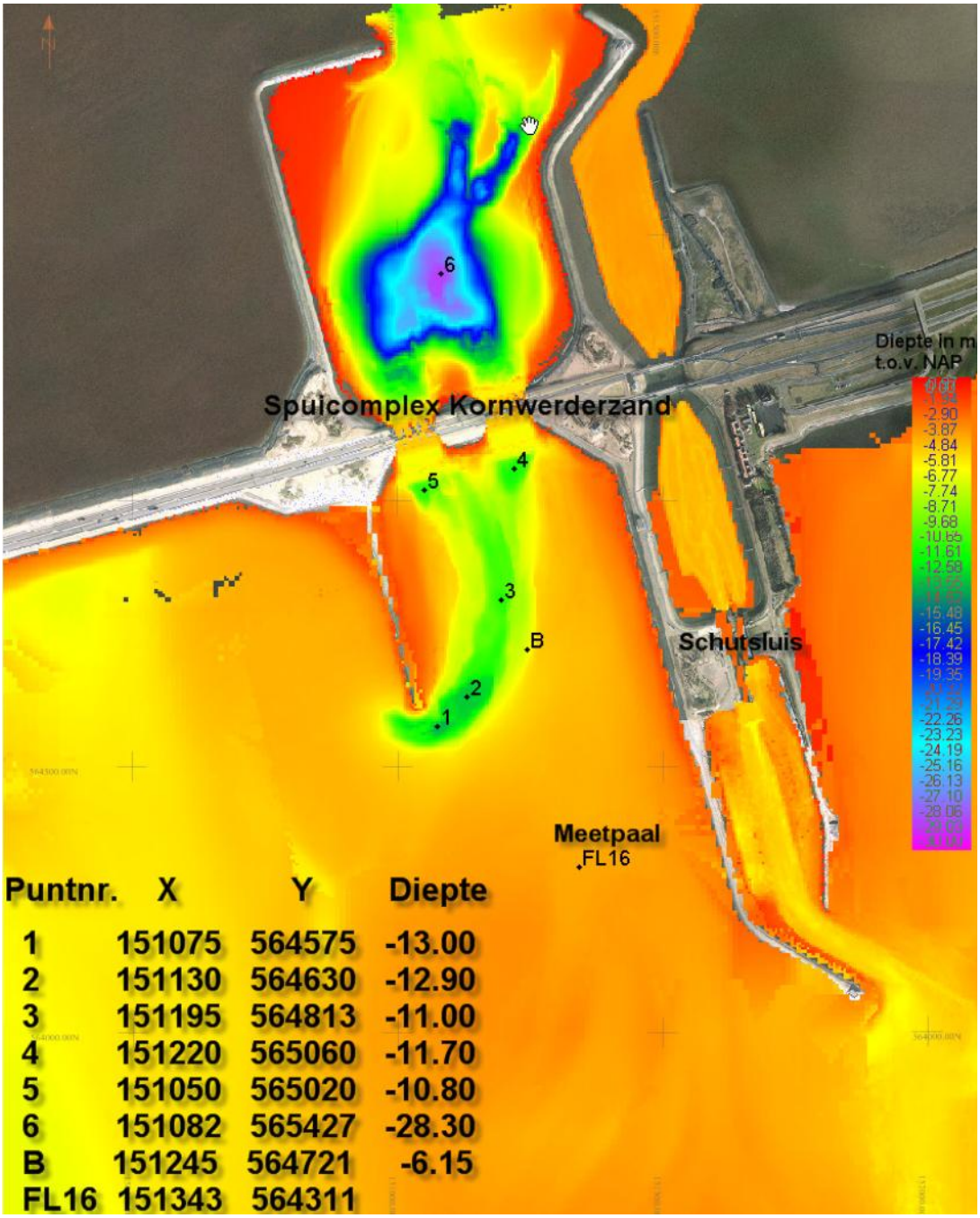
Bijlage 5

Dieptekaarten

Dieptekaart IJsselmeer ter plaatse van Kornwerderzand:



Dieptekaart spuikom Kornwerderzand:



Puntnr.	X	Y	Diepte
1	151075	564575	-13.00
2	151130	564630	-12.90
3	151195	564813	-11.00
4	151220	565060	-11.70
5	151050	565020	-10.80
6	151082	565427	-28.30
B	151245	564721	-6.15
FL16	151343	564311	