



Dijkversterking Stad Tiel

Voorlopig ontwerp langsconstructie deeltraject 5A- maatwerk Bellevue

Dijkversterking Stad Tiel

Voorlopig ontwerp langsconstructie deeltraject 5A- maatwerk
Bellevue

Opdrachtgever: Waterschap Rivierenland

Referentie: INFR200121-R07

Revisie: 1

Datum: 18 december 2020

Iv-Infra b.v.

Ingenieursbureau met Passie voor Techniek

Titel document: Dijkversterking Stad Tiel

Ondertitel document: Voorlopig ontwerp langsconstructie deeltraject 5A- maatwerk Bellevue

Referentie: INFR200121-R07

Revisie: 1

Datum: 18 december 2020

Opdrachtgever: Waterschap Rivierenland

Projectnummer opdrachtgever: INFR200121

Project: INFR200121

| Revisie | Status | Datum | Auteur(s) | Gecontroleerd | Goedgekeurd | Omschrijving |
|---------|---------|------------|-------------|---------------|--------------|-------------------------|
| 0 | Concept | 17-10-2020 | N. den Adel | H.J. Wolters | H.J. Wolters | Ter bespreking met WSRL |
| 1 | Concept | 18-12-2020 | N. den Adel | H.J. Wolters | H.J. Wolters | Ter bespreking met WSRL |
| | | | | | | |

Inhoudsopgave

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Inleiding | 6 |
| 1.1. | Aanleiding | 6 |
| 1.2. | Doel | 7 |
| 1.3. | Revisiebeheer | 8 |
| 1.4. | Leeswijzer | 8 |
| 1.5. | Referenties | 8 |
| 2 | Uitgangspunten | 10 |
| 2.1. | Bestaande situatie | 10 |
| 2.2. | Nieuwe situatie | 11 |
| 2.3. | Geometrie | 11 |
| 2.4. | Geotechnische uitgangspunten | 11 |
| 2.4.1. | Bodemopbouw | 12 |
| 2.4.2. | Stijfheid zandlagen | 13 |
| 2.4.3. | Impactanalyse labonderzoek | 13 |
| 2.5. | Hydraulische randvoorwaarden | 15 |
| 2.6. | Omgang pand Bellevue | 15 |
| 2.7. | Modellering | 16 |
| 3 | Ontwerpresultaten | 18 |
| 3.1. | Ontwerp langsconstructie | 18 |
| 3.2. | Ontwerpkeuzes | 19 |
| 3.3. | Verificatierapport | 20 |
| 3.4. | Risico's | 20 |
| 3.5. | Raakvlakken | 21 |
| 3.6. | Veiligheid, gezondheid en milieu | 21 |
| 3.6.1. | Uitvoeringsfase | 21 |
| 3.6.2. | Gebruiksfase | 21 |
| 3.7. | Duurzaamheid | 22 |
| 3.7.1. | Materiaalkeuze en hergebruik | 22 |
| 3.7.2. | Beperking uitstoot (CO ₂ , NO ₂ , etc.) | 22 |
| 3.8. | Beheer en onderhoud | 22 |
| 4 | Uitvoering | 23 |
| 4.1. | Fasering | 23 |
| 4.2. | Installeerbaarheid | 23 |
| 4.2.1. | Schadevrij installeren damwand | 23 |
| 4.2.2. | Trillingspredictie | 24 |
| 4.2.3. | Materieel | 24 |
| 4.3. | Aandachtspunten uitvoering | 25 |

| | | |
|-----------------|---|-----------|
| 4.4. | Monitoring | 25 |
| 5 | Ontwerptoetsingen | 26 |
| 5.1. | Samenvatting rekenresultaten | 26 |
| 5.2. | Ontwerptoetsingen | 26 |
| 5.2.1. | GEO-1: Stabiliteit binnenwaarts | 26 |
| 5.2.2. | STR-1: Toetsing damwand/combiwand | 27 |
| 5.2.3. | STR-2 en SSI-2: Sterkte en houdkracht verankering | 28 |
| 5.2.4. | STR-2: Sterkte gording | 30 |
| 5.2.5. | SSI-1: Lengte langsconstructie | 30 |
| 5.2.6. | Vervormingen constructie en dijklichaam | 31 |
| 6 | Overdracht DO-fase | 32 |
| 6.1. | Nader te detailleren | 32 |
| 6.2. | Risico's | 32 |
| 6.3. | Raakvlakken | 33 |
| 6.4. | Afgeleide eisen | 33 |
| 6.5. | Risicoreservering DO-fase | 34 |
| BIJLAGEN | | 35 |
| A. | Ontwerptoetsingen | 35 |
| A.1. | Doorsnede toetsing damwand | 35 |
| A.2. | Sterkte verankering | 36 |
| A.3. | Sterkte gording | 37 |
| A.4. | Verticaal draagvermogen | 38 |
| B. | Archieftekening Bellevue | 39 |
| C. | Bepaling stijghoogte | 40 |
| D. | Benodigde drukcapaciteit | 41 |
| E. | Rekenresultaten | 42 |
| F. | Review revisie 0 | 43 |

1 Inleiding

1.1. Aanleiding

Een groot deel van de waterkering bij Tiel is in de derde toetsronde afgekeurd. Een deel van dit traject is recent versterkt binnen het project Fluvia Tiel. De versterking van de overige waterkeringen rondom Tiel wordt op orde gebracht met de dijkversterking Stad Tiel. Deze dijkversterking is opgenomen in het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). Een overzicht van het projectgebied is opgenomen in Figuur 1-1.

Waterschap Rivierenland (WSRL) heeft voor de waterkering binnen het projectgebied van de dijkversterking Stad Tiel een nadere veiligheidsanalyse uitgevoerd waarbij de scope is vastgelegd met inachtneming van de nieuwe norm uit de Waterwet en de laatste rekenregels uit het Ontwerpinstrumentarium 2014 (OI2014).

In 2019 heeft Tauw, met partners H+N+S en Iv-Infra, de verkenningsfase voor deze dijkversterking doorlopen. Hieruit is het voorkeursalternatief (VKA) van de versterking vastgesteld. In de huidige fase van het project wordt het VKA verder uitgewerkt tot een voorlopig ontwerp (VO), met als doel de benodigde vergunningen, zoals Projectplan Waterwet, monumentenvergunning, etc. aan te vragen.

Voorliggende rapportage betreft de VO-rapportage van de langsconstructie ter plaatse van hotel Bellevue. De keuze voor deze oplossing is onderbouwd in [16]. De langsconstructie is een maatwerkoplossing als onderdeel van deeltraject 5A. Omdat het hotel vrijwel het gehele binnentalud beslaat, is hiervoor een separate oplossing uitgewerkt. De maatwerkoplossing bevindt zich tussen TG000+15 en TG000+80. In Figuur 1-1 is dit aangegeven met de rode pijl.



Figuur 1-1: Bovenaanzicht projectgebied dijkversterking Stad Tiel

1.2. Doel

Het doel van deze ontwerprapportage is het beschrijven van het ontwerp van de langsconstructie ter plaatse van hotel Bellevue en het vastleggen van de gemaakte ontwerpkeuzes. Het ontwerp is uitgewerkt op het niveau van een voorlopig ontwerp (VO). In opvolging van het VO wordt nog de fase definitief ontwerp (DO) en de contractfase doorlopen. Het doel van het VO is het maken van keuzes m.b.t. principeoplossingen en het vaststellen van de hoofdconstructie onderdelen voor een representatieve doorsnede in het deeltraject, dit zijn:

- Damwandtype en planklengte;
- Indicatie verankeringstype en dimensies;
- Indicatie anker Gording.

In de navolgende fase (DO) worden de verbindingen tussen de onderdelen en de aansluitingen op de naastgelegen deeltrajecten uitgewerkt.

Deze rapportage behandelt uitsluitend het ontwerp van de langsconstructie. Voor het integrale ontwerp van de dijkversterking in dijktraject 5A en het maatwerk nabij hotel Bellevue en de beoordeling van overige faalmechanismen wordt verwezen naar [18] en [19].

1.3. Revisiebeheer

De huidige revisie (revisie 1) is een conceptversie ter bespreking met Waterschap Rivierenland.

Tabel 1-1: Revisietabel

| Revisie document | Omschrijving |
|------------------|---|
| 0 | Conceptversie ter controle |
| 1 | Conceptversie, waarin opmerkingen WSRL op revisie 0 zijn verwerkt. Een overzicht van de opmerkingen en de verwerking is opgenomen in bijlage E. |

1.4. Leeswijzer

In paragraaf 1.5 worden de gebruikte documenten en normen aangegeven. Hoofdstuk 2 beschrijft de locatie specifieke uitgangspunten of uitgangspunten die afwijken van de algemene Technische Uitgangspuntennota TUN [16]. De ontwerpresultaten zijn beschreven in hoofdstuk 3. In dit hoofdstuk zijn de ontwerpkeuzes, aandachtspunten ten aanzien van veiligheid, gezondheid, milieu, duurzaamheid en beheer en onderhoud opgenomen. Uitgangspunten voor de uitvoeringsfase zijn beschreven in hoofdstuk 4. De ontwerpvoetsingen zijn opgenomen in hoofdstuk 5. Als laatste hoofdstuk 6, waarin aandachtspunten voor de volgende fases zijn beschreven.

1.5. Referenties

De gehanteerde referenties zijn onderstaand opgenomen.

Normen en Richtlijnen

- [1] Deltares, POV-M Publicatie Stabiliteitsverhogende langsconstructies in primaire waterkeringen, maart 2020
- [2] Deltares, POV-M Publicatie Eindige Elementen Methode, maart 2020
- [3] CUR-publicatie 166, Damwandconstructies, 6^e herziene druk, 2012
- [4] Rijkswaterstaat, Afronding onderzoek vermindering corrosietoetslag damwanden, 2 december 2015
- [5] Kennisplatform Risicobenadering, KPR Factsheet werkwijze macrostabiliteit i.c.m. golfoverslag OI2014v4, 8 maart 2018.
- [6] SBRCURnet, Trillingsrichtlijn A: Schade aan bouwwerken, 2017
- [7] SBRCURnet, Omgevingsbeïnvloeding inbrengen en trekken van damwanden, 2017
- [8] NEN-EN 1993-5:2008/NB:2012, Nationale bijlage bij Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 5: Palen en damwanden
- [9] EN 1997-1+C2+A1/NB, Nationale bijlage bij NEN-EN 1997-1 Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp – Deel 1: Algemene regels, 2016.
- [10] CUR-publicatie 236; Ankerpalen, november 2011

Informatie waterschap Rivierenland

- [11] Waterschap Rivierenland, Peilbesluit Alblasserwaard, 13 juli 2018
- [12] Waterschap Rivierenland, Geotechnische parameterset 18 mei 2020

- [13] Waterschap Rivierenland, Memo: Modelling dijksmateriaal voorstel uniforme beschrijving in materiaalgedrag, en waterspanningen bij macrostabiliteit binnen- en buitenwaarts, 20 november 2019
- [14] Waterschap Rivierenland, Dijkversterking: Veiligheid tijdens de uitvoering en werken in het gesloten seizoen, 19 augustus 2014.

Overige referenties

- [15] Tauw, Dijkversterking Stad Tiel, Technische Achtergrondrapportage verkenningfase, 27 februari 2020
- [16] Tauw, Nota voorkeursvariant (Nota VKV) Dijkversterking Stad Tiel, kenmerk R005-1274666DGL, 18 december 2020
- [17] Tauw, Technische uitgangspuntennotitie VO-fase, kenmerk R007-1274666NPL, 18 december 2020
- [18] Tauw, Dijkversterking Stad Tiel: Ontwerpnota VO, kenmerk R006-1274666DGL, 18 december 2020
- [19] Tauw, Technische achtergrondrapportage Waterveiligheid VO-fase, kenmerk R008-1274666NPL, 18 december 2020
- [20] Tauw, 1274666-TE-CIV-VO-00-SIT-0010 blad 1 t/m 8, status concept, 18 december 2020
- [21] Sterk, <https://www.sterk.eu/nl/materieel/drukstellingen/> geraadpleegd op 01-10-2020
- [22] Dieseko Group, Product range Piling Rigs, Woltman 90DR
- [23] ArcelorMittal Sheet Piling, Durability 3.5.2, juli 2017.
- [24] Iv-Infra b.v., Dijkversterking Stad Tiel, Geotechnisch Lengteprofiel tekeningnr 601, versie 00, 25-09-2020
- [25] MOS grondmechanica, Resultaten grondonderzoek en labonderzoek project "Dijkversterking deeltraject stad Tiel", Definitieve rapportage, R1701863-06, 13 december 2017
- [26] Wiertsema en partners, Geotechnisch onderzoek 2020 (concept).
- [27] Wevers & van Luipen, Bellevue Tiel Bestaande situatie, 12-12-2019
- [28] Iv-Infra, Dijkversterking Stad Tiel, Voorlopig ontwerp langconstructie deeltraject 5A, INFR200121-R04, revisie 1, 18-12-2020.

2 Uitgangspunten

De uitgangspunten voor het ontwerpen van de langsconstructies zijn opgenomen in [16]. In dit hoofdstuk zijn alleen de afwijkingen, aanvullingen of locatie specifieke uitgangspunten beschreven.

2.1. Bestaande situatie

De dijk ter plaatse van de maatwerkoplossing is een kleidijk. De kern van de dijk is opgebouwd uit klei. Het buitentalud is voorzien van basaltton bekleding. In het binnentalud is het pand Bellevue aanwezig. Het pand wordt gebruikt als een hotel en restaurant. Een tekening van het pand is opgenomen in bijlage B. Voor het pand langs loopt een fiets/voetpad. Op de kruin is een terras aanwezig. Een bovenaanzicht van het vak is weergegeven in Figuur 2-1.

De volgende aandachtspunten gelden voor de bestaande situatie:

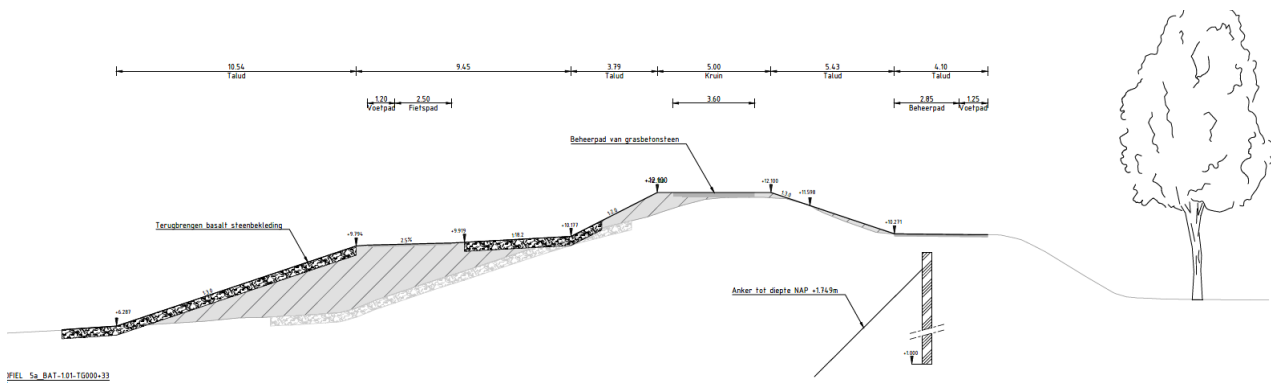
- Het aanwezige pand omvat het gehele binnentalud.
- Op de kruin is een op betonpoeren gefundeerd terras aanwezig.
- Direct naast het pand is een trapconstructie in het binnentalud aanwezig.
- Ter plaatse van coupure Bellevue bevindt zich een achterloopsheidscherm in de kruin, zie de oranje lijn in Figuur 2-1.
- Onder het fietspand direct voor het pand zijn twee elektriciteit middenspanning en één laagspanningskabel kabels aanwezig.



Figuur 2-1: Bovenaanzicht maatwerklocatie Bellevue

2.2. Nieuwe situatie

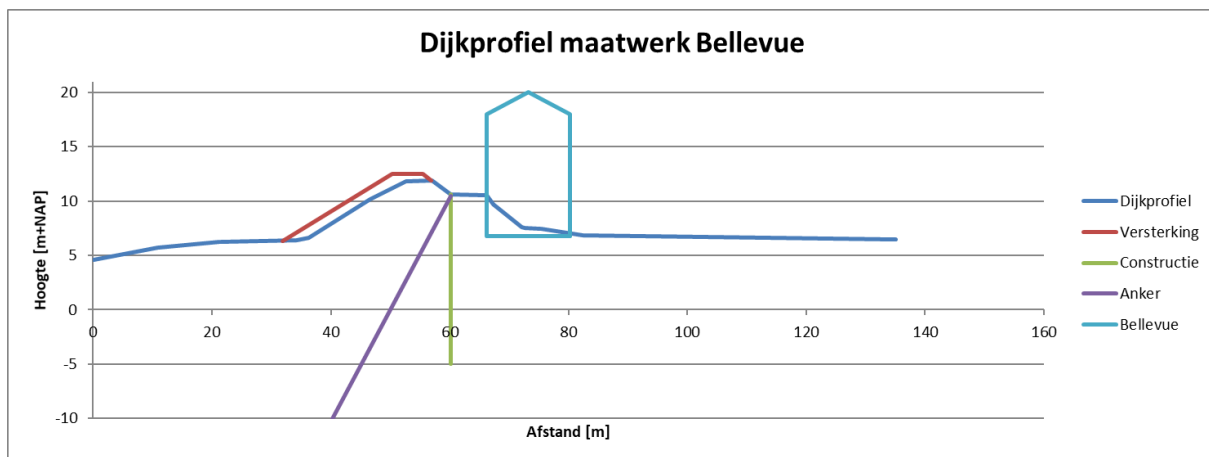
In de nieuwe situatie wordt de kruin van de dijk opgehoogd. Gezien de beperkte ruimte aan de binnenzijde wordt de kruin richting de buitenzijde opgehoogd. Hierbij wordt het aanwezige fiets/voetpad, dat nu voor het hotel langs loopt, verlegd naar het buitentalud. In het binnentalud wordt een verankerde damwandconstructie aangebracht ten behoeve van stabiliteit en piping. De langsconstructie wordt onder maaiveld afgewerkt. In Figuur 2-2 is een doorsnede van de nieuwe situatie weergegeven.



Figuur 2-2: Doorsnede nieuwe situatie met buitendijks fietspad

2.3. Geometrie

Omdat het een relatief korte strekking betreft is er weinig variatie in geometrie. Er is een snede gekozen door het aanwezige pand. Het profiel van de dijk, inclusief versterking en de locatie van het pand, is weergegeven in Figuur 2-3. De verlegging van het fietspad naar het buitentalud is in het figuur niet weergegeven. In de berekening is deze buitendijkse berm ook niet meegenomen. Omdat deze berm geheel buitendijks aangelegd wordt heeft dit geen invloed op de berekening van de langsconstructie.



Figuur 2-3: Dijkprofiel maatwerk Bellevue

2.4. Geotechnische uitgangspunten

2.4.1. Bodemopbouw

De representatieve bodemopbouw in het deeltraject bestaat uit kleilig dijksmateriaal tot ca. NAP+4,00 m. Daaronder is er afwisselend siltige tot humeuze klei aanwezig. Vanaf een niveau van ca. NAP-1,50 m wordt het pleistocene zand aangetroffen. De bodemopbouw is bepaald op basis van [21] en [22], de beschikbare onderzoekspunten zijn opgenomen in Figuur 2-3.



Figuur 2-4: Grondonderzoekspunten deeltraject 5A

De aangehouden grondopbouw is weergegeven in Tabel 2-1. Er is uitgegaan van de volgende sonderingen en boringen:

- Kruin: 75629_DKMP039_(TG000.+078_DKMP2_BIK) & TG000.+036_B_KR
De gehanteerde sonderingen bevindt zich net buiten de strekking van de maatwerklocatie. In deze sonderingen worden echter hogere wrijvingsgetallen gemeten. Dit duidt op meer humeuze klei waardoor deze sondering als maatgevend is verondersteld.
- Achterland: TG000.+054_DKMP_BIT & TG000.+054_B_BIT
- Voorland: 75629_DKMP040-A_(TG000.+094_DKMP2_BUT)

Tabel 2-1: Gehanteerde grondopbouw

| Grondopbouw kruin | Grondopbouw achterland |
|-------------------|------------------------|
|-------------------|------------------------|

| | | | |
|-----------------------------|--|-------------------|--|
| B.k. laag [m+NAP] | Grondsoort | B.k. laag [m+NAP] | Grondsoort |
| Maaiveld | Dijkmateriaal | Maaiveld | Dijkmateriaal |
| 5,0 | Klei siltig zandig 17,5 kN/m ³ | 5,5 | Klei siltig zandig 17,5 kN/m ³ |
| 3,0 | Klei siltig humeus 14-16 kN/m ³ | 3,0 | Klei siltig humeus 14-16 kN/m ³ |
| -1,5 | Zand, pleistoceen | -1,5 | Zand, pleistoceen |
| Grondopbouw voorland | | | |
| B.k. laag [m+NAP] | Grondsoort | | |
| Maaiveld | Dijkmateriaal | | |
| 5,5 | Klei siltig humeus 14-16 kN/m ³ | | |
| 2,0 | Zand Holoceen | | |
| 1,0 | Klei siltig 16-17,5 kN/m ³ | | |
| -4,0 | Zand, pleistoceen | | |

2.4.2. Stijfheid zandlagen

In de TUN [16] is opgenomen dat de stijfheidswaarden van de zandlagen afgeleid worden op basis van de lokaal gemeten conusweerstand. In sondering “75629_DKMP039_(TG000.+075_DKMP2_BIK)” is in de bovenste 1,5 m van het pleistocene pakket een gemiddelde conusweerstand van 7 MPa gemeten.

Daaronder wordt een gemiddelde conusweerstand van 16 MPa gemeten.

Daarnaast bevindt zich een holocene zandlaag in het buitentalud. De gemiddelde conusweerstand van deze laag bedraagt 4 MPa. Voor verankerde langsconstructies wordt gerekend met alleen de lage karakteristieke stijfheid. De volgende stijfheidsparameters zijn bepaald:

Tabel 2-2: Gehanteerde stijfheidsparameters zandlagen

| Laag | Q _c gemiddeld | E _{oed,gem} | E _{oed,kar;laag} | E ₅₀ | E _{oed} | E _{ur} |
|---------------------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Pleistoceen (NAP-1,50 tot NAP-3,00 m) | 7 | 28 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 56 |
| Pleistoceen vanaf (NAP-3,00 m) | 16 | 52 | 34,6 | 34,6 | 34,6 | 104 |
| Holoceen (buitentalud) | 4 | 16 | 10,6 | 10,6 | 10,6 | 32 |

2.4.3. Impactanalyse labonderzoek

In het geotechnisch onderzoek [22] is labonderzoek uitgevoerd. De resultaten van dit onderzoek zijn beschikbaar gekomen gedurende het opstellen van het VO. Er is gekozen om deze resultaten nog niet direct te verwerken in het VO, maar wel de invloed op het VO te onderzoeken. In het DO worden de resultaten van het labonderzoek verwerkt in het ontwerp. Ter plaatse van de maatwerkoplossing is labonderzoek uitgevoerd op de monsters in deze boring: 75629_MB109_(TG000.+023_B_BIB)-C1. De volumieke gewichten lijken de gehanteerde bodemopbouw grotendeels te bevestigen. Het voornaamste verschil is aanwezig in de zone tussen NAP+3,00 en NAP-3,00 m. In de berekening is nu uitgegaan van klei-siltig-humeus in deze zone. Op basis van het labonderzoek is deze zone vrijwel volledige klei-siltig en is de zone tussen NAP+0,00 m en NAP-1,00 m humeus of sterk organisch. Daarnaast lijkt in deze boring de bovenzijde van de pleistocene zandlaag zich op een lager niveau te bevinden. De zandlaag wordt in deze boring pas vanaf NAP-3,00 m aangetroffen met daarboven klei-siltig-zandig. Dit lagere niveau van de pleistocene zandlaag lijkt lokaal te zijn. In de overige onderzoekspunten is een hoger niveau aanwezig.

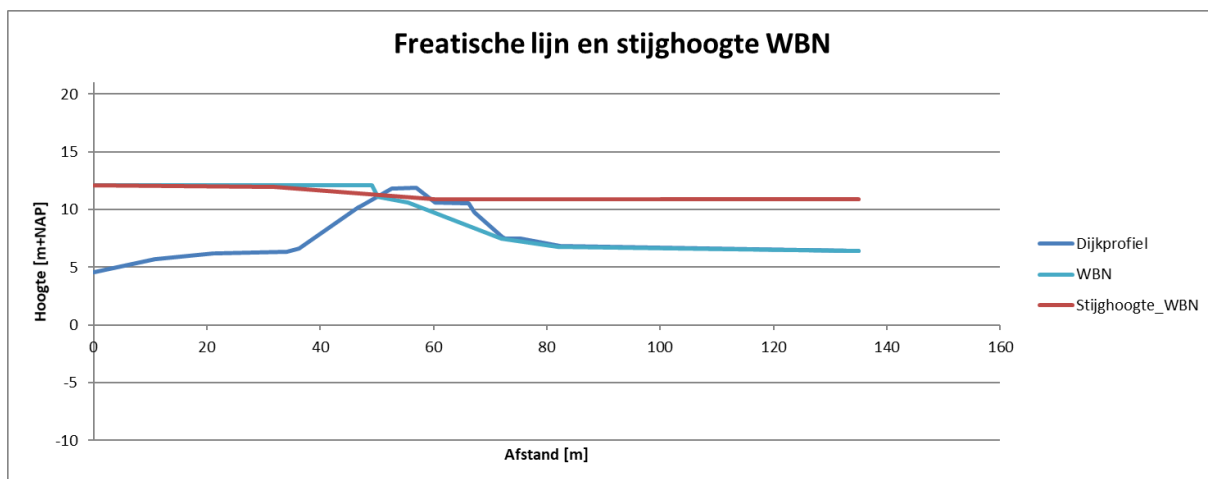
Samenvattend is de bodemopbouw op basis van het labonderzoek is voor wat betreft de classificatie van de klei-siltig/klei-humeus lagen (beperkt) gunstiger dan nu gehanteerd is. Een mogelijk nadelige invloed is het lokaal diepere niveau van het pleistocene zand.

2.5. Hydraulische randvoorwaarden

De volgende hydraulische randvoorwaarden zijn van toepassing voor deeltraject 3:

- WBN NAP+12,14 m (zichtjaar 2125)
- WBN significante overslag NAP+12,14 m (zichtjaar 2125)
- Dagelijkse waterstand NAP+4,15 m

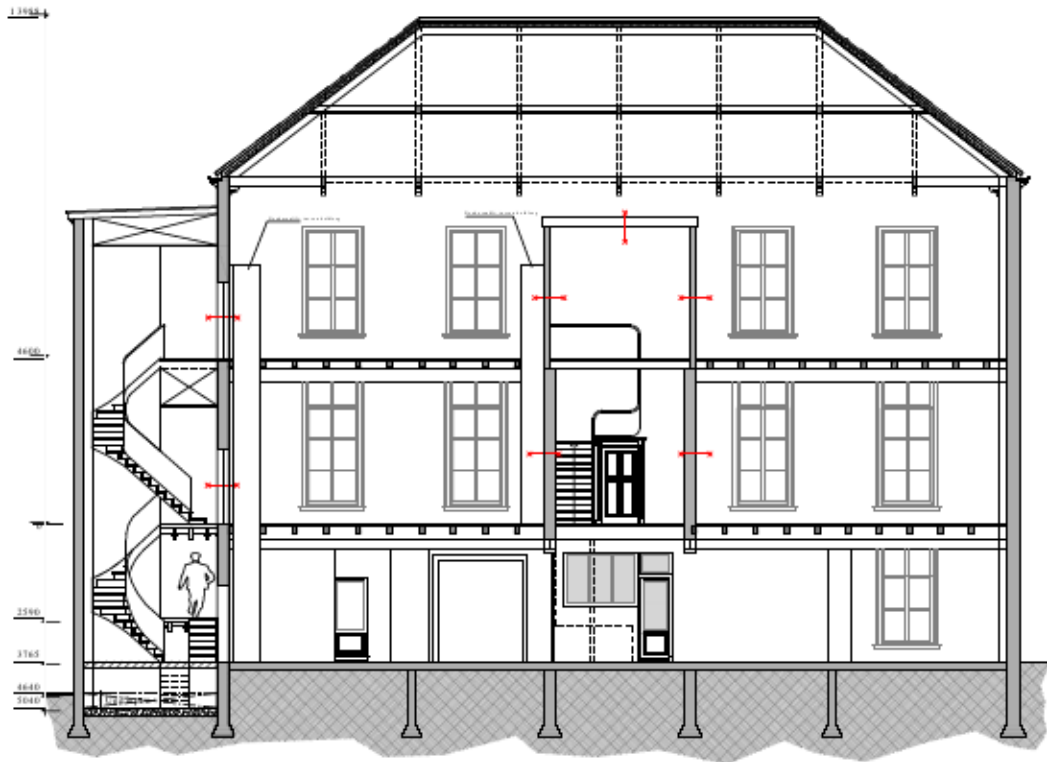
De modellering van de freatische lijn en stijghoogte is conform de TUN [16]. De modellering voor is weergegeven in Figuur 2-2. De bepaling van de stijghoogte is opgenomen in bijlage C. I.v.m. opdrijven in het achterland is de stijghoogte verlaagd zodanig dat de effectieve verticale korrelspanningen in de opdrijfzone kleiner zijn dan 2 kN/m².



Figuur 2-5: Freatische lijn en stijghoogte bij WBN

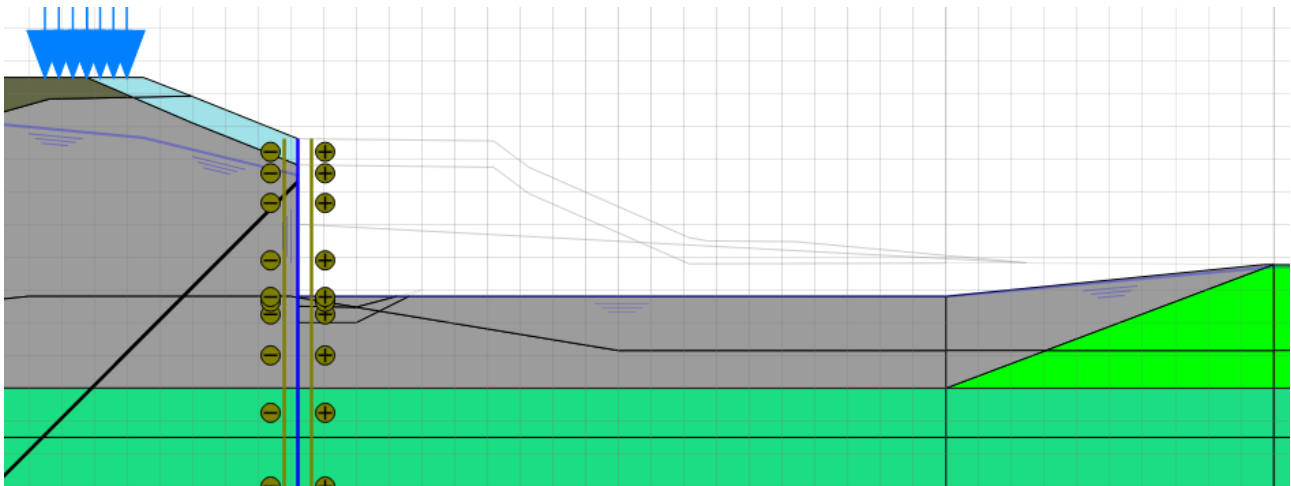
2.6. Omgang pand Bellevue

Het pand Bellevue wordt gezien als een niet-waterkerend-object (NWO). Het bezwijken of verwijderen van het pand mag geen invloed hebben op de stabiliteit van de waterkering. Op basis van archiefinformatie is achterhaald dat het pand op staal gefundeerd is, zie Figuur 2-5 [23]. De onderste bouwlaag bevindt zich op het niveau van het achterliggende maaiveld. De fundering bevindt zich ca. 100 cm onder maaiveld. Er is geen kelder aanwezig. In de modellering is ter plaatse van het pand een 'hap' uit de waterkering gemodelleerd. De onderkant van deze hap bevindt zich op het niveau van de onderkant van de fundering van het pand. In Figuur 2-5 is de modellering weergegeven. De freatische lijn is verlaagd tot de onderzijde van het funderingsniveau. Deze modellering geldt voor de fases met hoogwater omstandigheden (zowel met significante overslag als met beperkte overslag).



Doorsnede B-B

Figuur 2-6: Archiefinformatie fundering pand Bellevue (grote versie is opgenomen in bijlage B)



Figuur 2-7: Modelling pand Bellevue

2.7. Modelling

De volgende aanvullende modelleringskeuzes zijn gemaakt t.o.v. de TUN [16]:

- Het rekenkundig aangrijpingsniveau van de verankering is aangehouden op 1,3 m onder maaiveld. Voor deze langconstructie betreft dit een niveau van NAP+9,60 m. Het rekenkundig aangrijpingsniveau van de

verankering betreft het niveau tussen het hart van de gording en het hart van het werkelijke aangrijpniveau van het anker in de damwand.

- De schadefactor voor de toetsing op significant overslag is onderstaand bepaald:

- Faalkanseis voor macro-instabiliteit gegeven significante overslag:
- Faalkanseis voor macro-instabiliteit gegeven significante overslag:

$$P_{T,eis,LC,q} = P_{eis,i;LC}/P(q \geq 1l/m/s) = \frac{1}{23.965.500} / \frac{1}{10.536} = \frac{1}{2275}$$

- Bijbehorende betrouwbaarheidsindex:

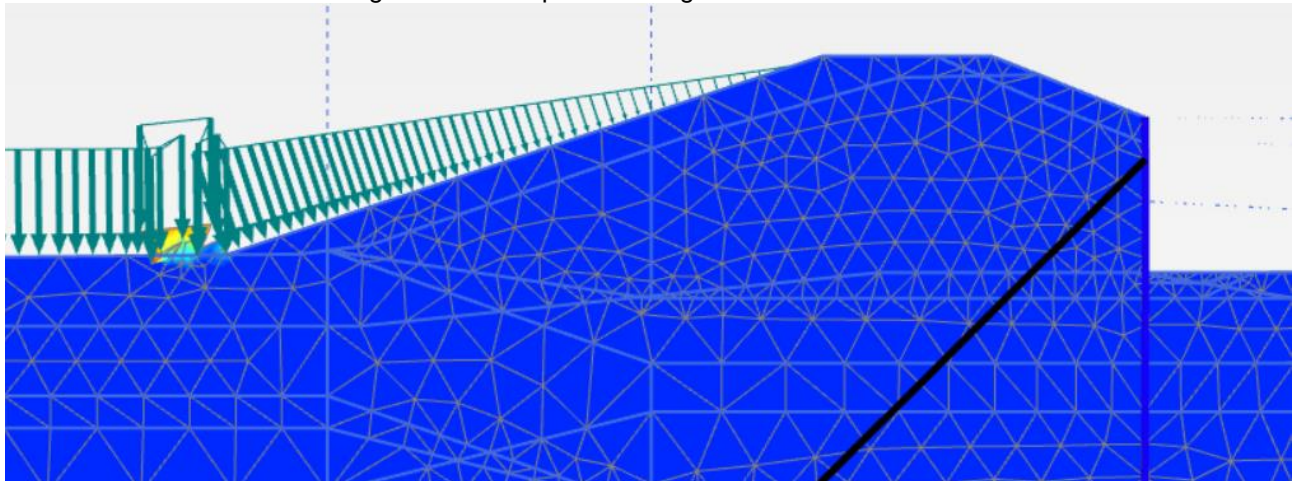
$$\beta_{T,eis,LC,q} = -\Phi^{-1}(P_{T,eis,LC,q}) = 3,33$$

- De bijbehorende schadefactor is:

$$\gamma_{T,n;LC,q} = 0,15 \cdot \beta_{T,eis,LC,q} + 0,41 = 0,91$$

Omdat het product van de schadefactor (0,91) met de modelfactor (1,06) kleiner is dan 1,00, is uitgegaan van een partiele factor van 1,00 voor de toetsing significante overslag.

- In het ontwerp is de knik conform EC3 [8] maatgevend voor de sterkte van het damwandprofiel. Uit de controle conform EC3 volgt dat de 2^e orde effecten niet verwaarloosbaar zijn. De 2^e orde effecten op de buigende momenten zijn daarom bepaald met de methode beschreven in de PPL [1]. Hiervoor is in de berekening met beperkte overslag gerekend met de optie 'Updated Mesh'. Deze optie is actief in de fases 4a t/m 6a. Als gevolg van deze optie treedt er in het buitentalud een lokale numerieke instabiliteit op. Om deze instabiliteit te voorkomen is de stijfheid van dit cluster verhoogd. Omdat het cluster in het buitentalud bevindt heeft deze geen invloed op de toetsingen voor binnenwaartse stabiliteit.



Figuur 2-8: Numerieke instabiliteit bij gebruik Updated Mesh

3 Ontwerpresultaten

3.1. Ontwerp langsconstructie

De aan te brengen langsconstructie bestaat uit een AZ26-700 damwand profiel. De damwand wordt aangebracht in het binnentalud op een afstand van ca. 5,0 m vanaf de voorgevel van Bellevue [20]. Iedere 2,80 m wordt de damwand verankerd door schroefinjectieankers. Om de belasting vanuit de damwand gelijkmatig over de verankering te verdelen wordt een gording HE 340 B toegepast. De kop van de damwand wordt op 0,8 m onder het maaiveld afgewerkt. De eigenschappen van damwand, verankering en gording zijn opgenomen in Tabel 3-1, Tabel 3-2 en Tabel 3-3.

Naast het aanbrengen van een constructie wordt ook de kruin verhoogd. Aansluitend op het deeltraject 5A waar gekozen is voor partiele versterking [28], wordt ook t.p.v. deze maatwerkoplossing partiel versterkt. De kruinverhoging wordt in twee stappen uitgevoerd. In de eerste stap wordt de langsconstructie aangebracht en de kruin verhoogd naar NAP+12,10 m. Deze kruinverhoging wordt naar buiten toe ingepast. In de tweede stap wordt de kruin verhoogd naar NAP+12,26 m dit is de vereiste kruinhoogte voor het zichtjaar 2075. De kruinophoging wordt ook naar buiten toe ingepast.

In het ontwerp van de langsconstructie is rekening gehouden met toekomstige uitbreidingen. Voor de controle op sterkte en stabiliteit is rekening gehouden met de randvoorwaarden voor het zichtjaar 2125. De kruinhoogte kan hierdoor na 2075 evt. nog verhoogd worden tot NAP+12,48 m. Deze kruinverhoging dient buitenwaarts aangebracht te worden.

Het voorlopig ontwerp van de langsconstructie is opgenomen op de tekeningen met referentie: [20].

Op het moment van schrijven van dit rapport is het nog onduidelijk hoe de buitendijkse situatie er in de toekomst exact uit gaat zien. Mogelijk wordt hier een nieuw fietspad aangelegd om het bestaande fietspad tussen het terras en het pand Bellevue te ontzien. Dergelijke ingrepen in het verloop van het buitentalud hebben echter beperkte invloed op de langsconstructie aan de binnenzijde van de kruin. De exacte situatie wordt in het DO gemodelleerd.

Tabel 3-1: Eigenschappen damwand

| Damwand | |
|--------------------------|--------------------------|
| Type | AZ26-700 |
| Staalkwaliteit | S355 GP |
| Niveau bovenkant damwand | ca. NAP+10 m (variabel)* |
| Niveau teen damwand | NAP-6,50 m |
| Planklengte | ca 16,5 m |

* Bovenkant damwand is een variabel niveau, de kop wordt aangebracht op ca. 80 cm onder huidig maaiveld.

Tabel 3-2: Eigenschappen verankering (ongecorrodeerd)

| Verankering | |
|---|--------------------|
| Ankerstang (buitendiameter x wanddikte) | 101,6 mm x 22,2 mm |
| Hart-op-Hart afstand | 2,80 m |
| Aangrijpniveau verankering | NAP+9,15 m |
| Staalkwaliteit | E-470 |
| Ankerhoek (met horizontaal) | 45 graden |
| Totale ankerlengte (incl. groutlichaam) | ca. 29 m |
| Niveau bovenkant groutlichaam | NAP-2,50 m* |
| Diameter groutlichaam | 380 mm |
| Lengte groutlichaam | 12,0 m* |

* Niveaus en lengte zijn minimaal benodigd voor de vereiste houdkracht. Ter voorkoming van kwel wordt een langer groutlichaam toegepast tot 1,0 m in het holoceen.

Tabel 3-3: Eigenschappen toegepast gordingprofiel

| Gording | |
|---------------------|------------|
| Type | HE 340 B |
| Niveau hart gording | NAP+9,45 m |
| Staalkwaliteit | S355 |

3.2. Ontwerpkeuzes

In het VO zijn de volgende keuzes gemaakt:

- Uit de trillingspredictie [24] volgt dat hoogfrequent trillen niet als installatiemethode toelaatbaar is. In het ontwerp is daarom uitgegaan dat de planken zowel trillend als drukkend installeerbaar zijn.
- Omdat de reikwijdte van drukstellingen (quattro piler) beperkt is, is de locaties van de damwand zo gekozen dat deze bereikbaar is. Om zoveel mogelijk afstand van het pand Bellevue te bewaren is uitgegaan van het uitvoeren vanaf de kruin. Hierbij dient een werkplateau gemaakt te worden ter plaatse van het huidige terras.
- Om beïnvloeding van de dagelijkse geohydrologische situatie te voorkomen wordt de damwand op het niveau van de dagelijkse freatische lijn waterdoorlatend gemaakt. Dit detail wordt in het DO-nader uitgewerkt.
- De damwand wordt uit het zicht (onder het maaiveld) afgewerkt. De dekking boven de damwand bedraagt 80 cm. Deze dekking is voldoende ruim om te voorkomen dat de damwand zichtbaar wordt tijdens de levensduur. De bovenzijde van de damwand wordt daarom niet afgewerkt met een deksloof.
- Om de invloed van zettingen op de ankerstaven zoveel mogelijk te beperken, worden de ankerkoppen scharnierend aan de damwand bevestigd. Het detail voor deze bevestiging is nader uit te werken. Daarnaast dient er in het detail waar de ankerstaaf door de damwand wordt gevoerd, voldoende bewegingsruimte zijn voor de ankerstaaf
- Om de verticale kracht in de damwandconstructie te verspreiden over de damwandplanken worden alle niet-geponste sloten afgelast. De laslengte en lasdikte wordt in het DO bepaald.
- Om kwel langs de ankerbuis te voorkomen, wordt het groutlichaam aangebracht tot 1,0 m in de holocene lagen.

3.3. Verificatierapport

Het ontwerp van de langsconstructies dient te voldoen aan de Klant Eisen Specificatie (KES). Deze verificatie is uitgevoerd in [18].

3.4. Risico's

De belangrijkste technische risico's met betrekking tot de realisatie en het ontwerp van de langsconstructie zijn opgenomen in onderstaande tabel. Per risico is aangegeven hoe deze meegenomen is in het huidige ontwerp en/of hoe deze wordt meegenomen in de vervolgfase(n).

Tabel 3-4: Risicotabel langsconstructie

| Nr. | Risico | Oorzaak | Gevolg | Omgang met risico |
|-----|--|---|---|--|
| 1 | Obstakels in ondergrond De Voor deze maatwerkoplossing geldt een verhoogd risico. De twee meest nabije sonderingen zijn beide afgebroken door ofwel obstakel of te hoge zandweerstand. | 1) Archiefinformatie niet volledig 2) Onvoorziene obstakels | Damwanden of ankers komen niet op diepte | 1) Voorprikken of damwand tracé / positie ankers aanpassen 2) Doorboren van obstakels met behulp van speciale boorkop 3) Obstakel opgraven (ondiepe obstakels) 4) obstakel overkluisen (aandachtspunt is controle op heave) |
| 2 | Te hoge weerstand in zandlaag | Grondopbouw wijkt af van het beschikbare onderzoek | Damwanden niet op diepte | 1) Analyse m.b.t. inbrengbaarheid van de damwandplanken 2) Fluideren* |
| 3 | Houdkracht ankers niet voldoende na controleproef | 1) Grondopbouw wijkt af van het beschikbare onderzoek 2) Obstakel geraakt | Anker onbruikbaar of onvoldoende belastbaar | 1) Aanvullend grondonderzoek uitvoeren voorafgaand aan uitvoering 2) Nieuw anker plaatsen |
| 4 | Binnentalud instabiel tijdens aanbrengen damwand | 1) Te hoge wateroverspanningen tijdens trillend installeren 2) Te zwaar materieel op de dijk / ondeugdelijke kraanopstelling | 1) Bezijken talud 2) Schade aan omgeving en materieel 3) Slachtoffers | 1) Analyse mbt installeerbaarheid uitvoeren 2) Stabiliteit dijklichaam met materieel toetsen (evt. maatregelen nemen om belasting te spreiden) |

* In het VO is nog geen rekening gehouden met de effecten van fluideren op het ontwerp. In het DO wordt onderzocht wat de impact hiervan is op het ontwerp.

3.5. Raakvlakken

De geïnventariseerde raakvlakken zijn onderstaand weergegeven. Per raakvlak is aangegeven hoe deze is verwerkt in het huidige ontwerp en/of hoe dit raakvlak in de vervolgfases verwerkt wordt.

Tabel 3-5: Raakvlakken Langsconstructie

| Nr. | Raakvlakobject | Omschrijving | Omgang met raakvlak |
|-----|---------------------------------|--|--|
| 1 | Terras op kruin | Op de kruin is het terras van het restaurant gevestigd. | Het uitgangspunt is dat het terras tijdelijk verwijderd wordt. |
| 2 | Kabels en leidingen | De aanwezige kabels en leidingen zijn benoemd in paragraaf 2.1 | De omgang met de kabels en leidingen wordt bepaald in het DO. |
| 3 | Trapconstructies | In het binnentalud bevindt zich een trapconstructie | De verwachting is dat deze gedurende de uitvoering aanwezig kan blijven. Dit dient nader onderzocht te worden. |
| 4 | Aansluiting op deeltraject 5A | Ter plaatse van TG001 sluit de maatwerkoplossing op de reguliere versterking in deeltraject 5A. In dit deeltraject wordt een verankerde damwand aangebracht in het binnentalud | De aansluiting of overgang tussen deze twee constructie types wordt in het DO uitgewerkt. Er geldt dat vanwege piping/heave de schermen op elkaar aangesloten dienen te worden (in het slot). Dit betekent dat het bestaande fietspad gekruist moet worden. E.e.a. afhankelijk van de verdere inrichting van het gebied. |
| 5 | Aansluiting op coupure Bellevue | Ter plaatse van TG001 sluit de constructie aan op coupure Bellevue. | De aansluiting op het kunstwerk is nader uit te werken in het DO. |

3.6. Veiligheid, gezondheid en milieu

3.6.1. Uitvoeringsfase

De aspecten ten aanzien van veiligheid, gezondheid en milieu (VGM) gedurende de uitvoeringsfases worden nader uitgewerkt in vervolgfases. Aspecten waar in ieder geval rekening mee gehouden wordt:

- Beperking hinder voor omgeving (op het gebied van verkeer, trillingen en geluid)
- Val- en struikelgevaar voorkomen door hoogteverschillen duidelijk zichtbaar te maken, bij grote hoogteverschillen een hekwerk plaatsen.

In de uitvoeringsfase dient rekening gehouden te worden dat fietsers en voetgangers tijdelijk geen gebruik kunnen maken van de Ophemertsedijk.

3.6.2. Gebruiksfase

Doordat de damwand volledig onder de grond afgewerkt wordt, zijn er geen obstakels in het binnentalud aanwezig in de eindfase. Ten aanzien van VGM worden er geen nadelige effecten t.o.v. de huidige situatie verwacht.

3.7. Duurzaamheid

3.7.1. Materiaalkeuze en hergebruik

In de keuze voor de toegepaste materialen wordt rekening gehouden met een levensduur van 100 jaar.

3.7.2. Beperking uitstoot (CO₂, NO₂, etc.)

Om gedurende de uitvoeringsfase de uitstoot zoveel mogelijk te beperken kan in bij de inkoop en realisatie gedacht worden onderstaande maatregelen:

- Bij de keuze voor het toe te passen materieel rekening houden met de uitstoot van het betreffende materieel.
- Grote hoeveelheden materiaal aan te voeren over het water en realisatie van een of meerdere loslocaties;
- Tijdelijke opslag van materialen zoveel mogelijk op een depot in of nabij het projectgebied
- Vervoerbeweging (bijvoorbeeld materiaal van- en naar opslag) zo veel als mogelijk te beperken.

3.8. Beheer en onderhoud

Voor de langsconstructie geldt dat deze vrijwel onderhoudsvrij is. Aandachtspunt tijdens de visuele inspecties van de waterkering is om alert te zijn op 'kuilen' of scheurvorming in de zone rondom de langsconstructie. Indien dergelijke schadevormen aangetroffen worden is het aan te bevelen om lokaal de constructie op te graven en te inspecteren.

4 Uitvoering

4.1. Fasering

In de VO-fase wordt uitgegaan van de volgende indicatieve fasering:

- 1 Verwijderen terras op de kruin en aanbrengen buitenwaarts kruinverhoging
- 2 Werkplateau maken op de kruin (mogelijk dient de kruin verlaagd te worden om meer ruimte te creëren voor materieel)
- 3 Graven heisleuf in binnentalud
- 4 Aanbrengen damwand (drukkend) vanaf de kruin
- 5 Aanbrengen verankering (vanaf de kruin, eventueel kan het fiets/voetpad ook gebruikt worden)
- 6 Aanbrengen gording
- 7 Afspannen ankers (afspankracht bedraagt 125 kN per anker)
- 8 Herstellen fiets/voetpad

4.2. Installeerbaarheid

In deze paragraaf worden de volgende aspecten beschouwd:

- Schadevrij installeren damwand
- Trillingspredictie
- Indicatie benodigd materieel

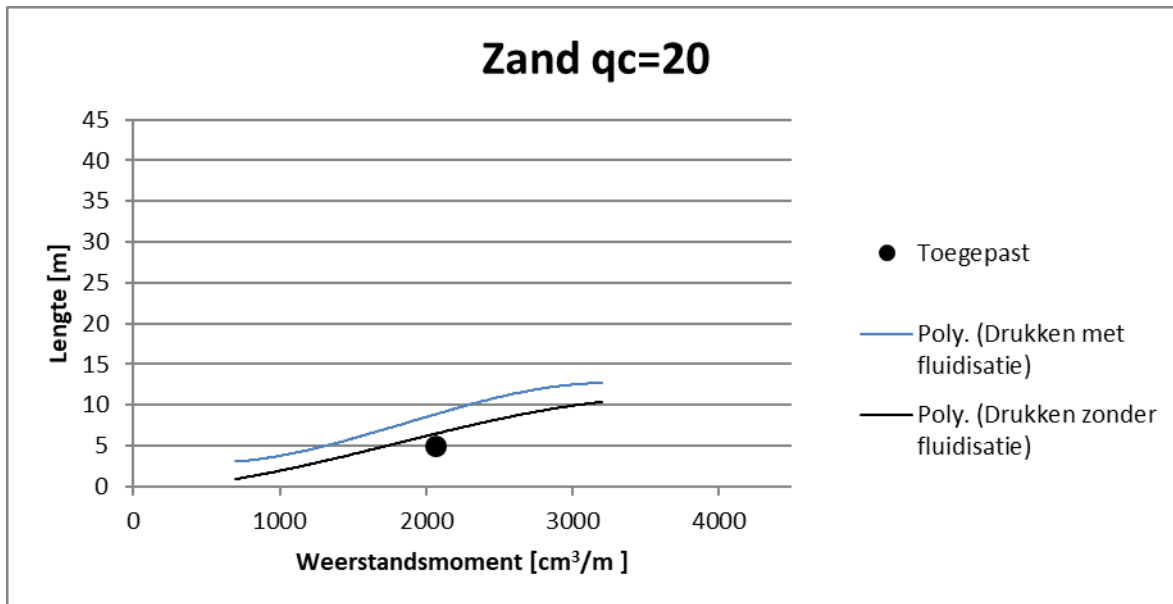
4.2.1. Schadevrij installeren damwand

Voor de bepaling van het schadevrij installeren zijn de CUR NVAF-PSD [3] schadeverwachting grafieken gehanteerd. De maatgevende sondering is 75629_DKMP039-A_(TG000.+078_DKMP2_BIK). Hierbij zijn conusweerstand met een gemiddelde tussen de 10 en 20 MPa gemeten met uitschieters naar 30 MPa. Voor wat betreft het schadevrij installeren is 'drukkend installeren' maatgevend voor de damwanden. Voor de controle van de inbrengbaarheid is onderstaande grafiek toegepast:

- Grafiek 20 in bijlage B van CUR166 deel 1, Drukkend installeren in zand van 20 MPa, installatiediepte bedraagt 5,0 m.

De CUR-grafieken zijn gebaseerd op planken van 600 mm breed. Een AZ26-700 profiel is 700 mm breed, het weerstandsmoment van het profiel is hierdoor t.b.v. controle met de grafieken gecorrigeerd met een factor 0,8¹. Conform de grafiek, zie Figuur 4-1 zijn de planken schadevrij te installeren, zonder te fluïderen. In de grafieken is met de zwarte stip het AZ26-700 profiel. De damwand blijft hier onder de lijn voor schadeverwachting.

¹ Correctiefactor bedraagt $\left(\frac{600}{700}\right)^{1,5} = 0,8$



Figuur 4-1: Schadeverwachting drukkend installeren in zand (20 MPa)

4.2.2. Trillingspredictie

In [24] is een indicatieve trillingspredictie uitgevoerd. Op basis van deze predictie is het aannemelijk dat hoogfrequent trillen van de damwanden niet toegestaan is ter plaatse van Bellevue. Voor de maatwerkoplossing is daarom uitgegaan van een trillingsvrije installatiemethode.

4.2.3. Materieel

De voornaamste beperkende factor voor het aanbrengen van de damwanden is de vereiste drukcapaciteit. In de controle op het vereiste materieel wordt daarom vooral ingegaan op dit aspect. In bijlage D is op basis van CUR166 deel 2 paragraaf 5.3.7 een indicatieve berekening uitgevoerd om de benodigde drukcapaciteit te bepalen. De maatgevende sonderingen bijbehorende drukcapaciteiten zijn :

- 75629_DKMP038-A_(TG000.+025_DKMP2_BIB) benodigde drukcapaciteit 173 ton
- 75629_DKMP039-A_(TG000.+078_DKMP2_BIK) benodigde drukcapaciteit 158 ton

De vereiste drukcapaciteit is relatief hoog. Gangbare drukcapaciteit van een Quattro Piler is ca. 160 ton [17]. De berekende vereiste drukcapaciteit overschrijdt deze gangbare capaciteit. In het ontwerp dient daarom rekening gehouden te worden met maatregelen om de weerstand te verlagen. Hierbij kan gedacht worden aan:

- Toepassen bitumineuze slotvulling om de wrijving in het slot te verminderen
- Fluïderen
- Voorboren

De invloed van bovenstaande maatregelen op het ontwerp en de maakbaarheid wordt in het DO onderzocht. Om zoveel mogelijk afstand van het pand Bellevue te bewaren is uitgegaan van het uitvoeren vanaf de kruin. Hierbij dient een werkplateau gemaakt te worden ter plaatse van het huidige terras. De huidige kruinbreedte

bedraagt ca. 5,0 m. Om voldoende ruimte voor het materieel te creëren dient de kruin verlaagd te worden. Daarnaast ook om de locatie van de damwand te bereiken.

Aandachtspunten om te controleren in de vervolgfase:

- De beschikbare kruinbreedte voor het aan- en afvoeren van materieel.
- De stabiliteit van het dijklichaam gedurende de uitvoeringsfase .

4.3. Aandachtspunten uitvoering

De onderstaande aandachtspunten zijn er voor de uitvoeringsfase:

- Op alle ankers dient een controleproef uitgevoerd te worden en op minimaal 5% van alle ankers een geschiktheidsproef.
- De afspankracht van de ankers bedraagt 125 kN.
- Tijdens de uitvoering dient er voldaan te worden aan de eisen opgenomen in [14].

4.4. Monitoring

Het wordt aanbevolen om voorafgaand aan de uitvoering een bouwkundige opnamen van de panden uit te voeren. In het DO wordt nader bepaald voor welke panden dit noodzakelijk is en of er meer aspecten gemonitord dienen te worden.

5 Ontwerptoetsingen

5.1. Samenvatting rekenresultaten

In Tabel 5-1 is een samenvatting gegeven van de rekenresultaten. De volledige berekeningsresultaten zijn opgenomen in Bijlage E, in paragraaf 5.2 zijn de ontwerptoetsingen per onderdeel beschreven.

Tabel 5-1: Overzicht rekenresultaten (exclusief schematiseringsfactor of belastingeffectfactor)

| Rekenresultaat | Eenheid | Waarde | Maatgevende rekenfase |
|---|---------|--------|-----------------------|
| Stabiliteitsfactor | [-] | 1,11 | 6b |
| Moment | [kNm/m] | 487 | 6a |
| Dwarskracht | [kN/m] | 226 | 6a |
| Normaalkracht | [kN/m] | 325 | 5 |
| Ankerkracht | [kN/m] | 409 | 6a |
| Horizontale vervorming constructie | [mm] | 49 | 7c |
| Horizontale verschilvervorming binnentebuitentent | [mm] | 44 | 7c |
| Verticale vervorming kruin | [mm] | 28 | 7c |

De volgende toetsingen zijn uitgevoerd:

- GEO-1: Stabiliteit binnenwaarts paragraaf 5.2.1
- STR-1: Toetsing voorwand (sterkte) paragraaf 5.2.2
- STR-2 en SSI-2 Sterkte en houdkracht verankering paragraaf 5.2.3
- STR-2: Sterkte gording paragraaf 5.2.4
- SSI-1 Lengte langconstructie (incl. verticaal draagvermogen) paragraaf 5.2.5
- Vervormingen constructie en dijklichaam paragraaf 5.2.6

Omdat er doorgaande constructies toegepast worden is snijden van grond (GEO-2) geen relevant faalmechanisme, dit mechanisme is daarom niet getoetst.

5.2. Ontwerptoetsingen

5.2.1. GEO-1: Stabiliteit binnenwaarts

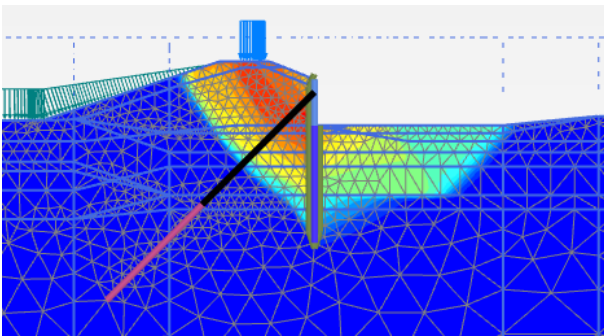
De stabiliteit binnenwaarts is getoetst in de situaties met en zonder significante overslag.

Het maatgevende glijvlak per faalmechanisme is weergegeven in de figuren Figuur 5-1 en Figuur 5-2.

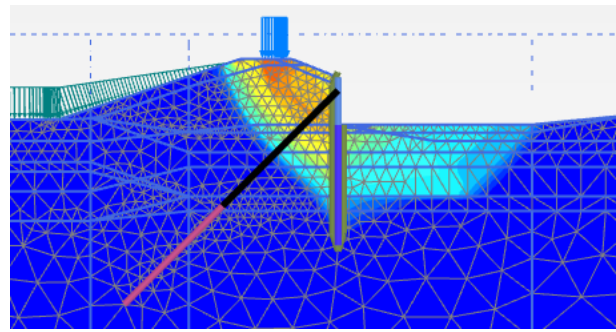
Het verloop van de C-Phi reductie per mechanisme is weergegeven in Figuur 5-3. De berekende stabiliteitsfactoren zijn:

- Geen significant overslag : 1,11
- Significant overslag 1,36

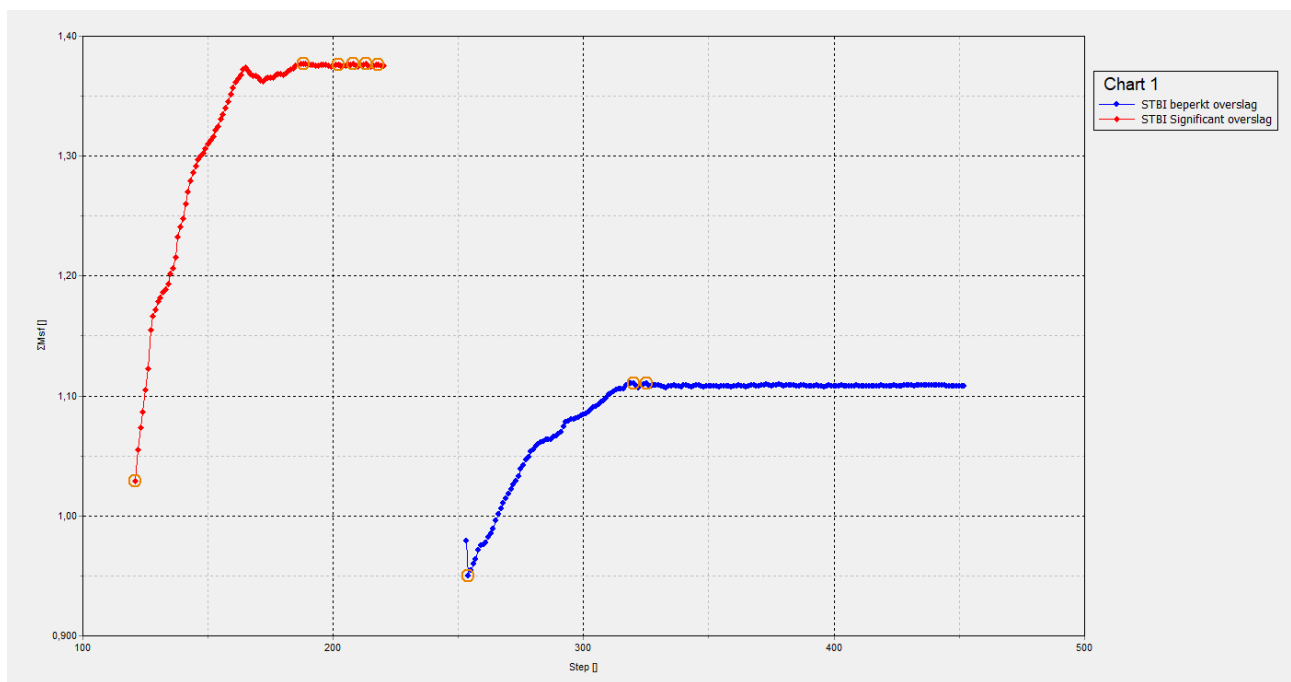
Deze waarde dienen getoetst te worden aan de nog te bepalen schematiseringsfactor. In het VO is het uitgangspunten een schematiseringsfactor kleiner of gelijk aan 1,1 [16]. In de DO-fases wordt de schematiseringsfactor bepaald. Omdat alle stabiliteitsfactor groter zijn dan 1,10, voldoet de binnenwaartse stabiliteit aan deze schematiseringsfactor.



Figuur 5-1: Maatgevend glijvlak zonder overslag



Figuur 5-2: Maatgevend glijvlak met significant overslag



Figuur 5-3: Berekende geotechnische stabiliteitsfactor

5.2.2. STR-1: Toetsing damwand/combiwand

De sterkte van de voorwand is getoetst in bijlage A.1. Hierbij is rekening gehouden met het verschil in corrosiesnelheden in de zone tot onder de dagelijkse grondwaterstand en de zone daaronder. De reductiefactor voor de sterkte van het profiel is bepaald in durability [19]. Voor de twee zones resulteert dit in de volgende reductiefactoren:

- Zone A boven en rondom de dagelijkse grondwaterstand $\frac{w_{gecorrodeerd}}{w_{ongecorrodeerd}} = \frac{1815}{2600} = 0,70$

- Zone B permanent onder de grondwaterstand

$$\frac{w_{\text{gecorrodeerd}}}{w_{\text{ongecorrodeerd}}} = \frac{2175}{2600} = 0,83$$

Er is getoetst aan de volgende krachten (i.c.m. $\gamma_{M0}=1,1$)

- Moment
 - Zone A: $M_{\text{ed}} = 435 * 1,1 = 479$ kNm/m Maximum in fase 6a
 - Zone B: $M_{\text{ed}} = 487 * 1,1 = 536$ kNm/m Maximum in fase 6a
 - $\Delta M_{\text{ini}} = 30$ kNm/m toeslag initiële imperfecties, beide zones gelijk, zie onderstaand)
- Dwarskracht (gelijk in zone A en B) $V_{\text{ed}} = 226 * 1,1 = 249$ kN/m Maximum in fase 6a,
- Normaalkracht (gelijk in zone A en B) $N_{\text{ed}} = 325 * 1,1 = 358$ kN/m: Maximum fase 5

Omdat uit de toetsing conform EC3 blijkt dat 2^e orde effecten niet verwaarloosbaar zijn², zijn de 2^e orde effecten bepaald conform de PPL. Er is gerekend met de optie 'Updated Mesh'. De berekende snedekrachten zijn hiermee inclusief deze 2^e orde effecten. Aanvullend wordt de invloed van initiale imperfecties in rekening gebracht. Hiervoor is een additioneel moment (ΔM_{ini}) berekend:

- $\Delta M_{\text{ini}} = 0,005 * N_{s;d} * l_{\text{knik}}$
 - $N_{s;d}$ = De rekenwaarde van de normaalkracht, deze bedraagt 358 kN/m
 - l_{knik} = De kniklengte bedraagt de afstand tussen het aangrijpingsniveau van het anker (NAP+9,30) en de teen van de damwand (NAP-6,50 m), de kniklengte bedraagt 15,8 m.
$$\Delta M_{\text{ini}} = 0,005 * N_{s;d} * l_{\text{knik}} = 0,005 * 358 * 15,8 = 28 \text{ kNm}$$

Deze gewijzigde aanpak voor het in rekening brengen van de imperfecties en 2^e orde effecten is toepasbaar mits voldaan is aan de onderstaande voorwaarden.

- 1 De maximale horizontale uitbuiging is groter dan 0,2% van de kniklengte
De berekende vervorming bedraagt: 0,15 m
De kniklengte bedraagt 15,8 m. (0,2% bedraagt 0,0316 m)
Controle: 0,0316 m < 0,15 m, er is voldaan aan deze voorwaarde.
- 2 De rekenwaarde van de normaalkracht in de damwand is kleiner dan 20% van de knikkracht.
De rekenwaarde van de normaalkracht bedraagt: 358 kN/m
De knikkracht bedraagt: 8399 kN/m (bepaald conform [8])
Controle: 358/8399=0,04. De rekenwaarde van de normaalkracht bedraagt ca. 4% van de knikkracht, hiermee is voldaan aan de voorwaarde.

Bovenstaand is aangetoond dat aan beide voorwaarden is voldaan.

5.2.3. STR-2 en SSI-2: Sterkte en houdkracht verankering

De verankering is getoetst in bijlage A.2 Er is gerekend met de volgende maatgevende ankerkrachten:

- $P_{\text{max}} = 409 * 1,1 = 450$ kN/m berekend in fase 6a (ULS situatie)
- P_{max} voor ankeruitval = $310 * 1,1 = 341$ kN/m berekend in fase 4c

² In bijlage A.1 is een doorsnede toets van het damwandprofiel met de kniktoetsing conform EC3 opgenomen.

De maatgevende sondering is de sondering “75629_DKMP039-A_(TG000.+078_DKMP2_BIK)”. Er is een gemiddelde conusweerstand van ca. 10 MPa in de zone van het groutlichaam bepaald. De bepaling van de gemiddelde conusweerstand is opgenomen in bijlage A.2. In de bepaling van de gemiddelde conusweerstand zijn de gemeten conusweerstand groter dan 15 MPa afgesneden op 15 MPa, conform [10] voor schroefinjectieankers. Daarnaast is de conusweerstand (voorafgaand aan afsnuiting) als gevolg van de hoge grondwaterstand onder extreme omstandigheden gereduceerd. Deze reductie bedraagt 17%. De reductie is als volgt bepaald:

- $\gamma_{qc} = \sqrt{\frac{\sigma'_d}{\sigma'_i}}$, waarin:
 - γ_{qc} de correctiefactor voor conusweerstand qc [-]
 - σ'_i de initiële effectieve spanning [kN/m²]
 - σ'_i is bepaald in Plaxis. Hiervoor is uitgegaan van de effectieve spanning ter plaatse van bovenkant groutlichaam in fase 2a. De freatische lijn en stijghoogte zijn hier overeenkomstig met ‘dagelijkse omstandigheden’.
 - $\sigma'_i = 157$ kN/m²
 - σ'_d de effectieve spanning onder extreme omstandigheden [kN/m²]
 - σ'_d is bepaald in Plaxis. Hiervoor is uitgegaan van de effectieve spanning ter plaatse van bovenkant groutlichaam in fase 4a. De freatische lijn en stijghoogte zijn hier overeenkomstig met de WBN-situatie.
 - $\sigma'_d = 108$ kN/m²
- $\gamma_{qc} = \sqrt{\frac{\sigma'_d}{\sigma'_i}} = \sqrt{\frac{108}{157}} = 0,83$

De unity checks zijn kleiner dan 1,0 waarmee de verankering voldoet.

In de bovenstaande berekende maximale ankerkracht is het effect van zakkende grond op de ankerstangen in rekening gebracht. De toename van de ankerkracht is berekend conform de methode uit CUR166 [3] met de aanpassingen zoals beschreven in de TUN [16]. De berekening van de ankerkracht toename is opgenomen in bijlage A.2. Er is een berekende toeslag ten gevolge van zakkende grond van 129 kN/anker³ bepaald. Daarnaast is ten gevolge van kruip een toeslag van 125 kN per anker bepaald (= ankerkracht in fase 3a). De totale toename bedraagt: 129+125=254 kN per anker. Als voorspanning in fase 3b in Plaxis is 275 kN/anker (inclusief modelfactor 1,25) ingevoerd.

Een aantal van de uitgangspunten die de grootste invloed hebben op de berekening is onderstaand benoemd:

- De ongecorrodeerde doorsnede van de ankerbuis.
- De horizontale beddingsconstante voor het materiaal achter de damwand is conservatief hoog ingeschat. Er is uitgegaan van een waarde gelijk aan 10.000 kN/m³/m, dit komt overeen met ‘vaste klei’.
- De inrekening gebrachte zakking bedraagt 0,03 m. Dit is de verwachte zakking ten gevolge van autonome bodemdaling. Deze zakking is conservatief nog niet omgerekend naar een loodrechte zakking op de ankerbuis en is over gehele lengte van de ankerstang constant verondersteld.

³ Toeslag is inclusief modelfactor $\gamma_{zb} = 1,25$.

5.2.4. STR-2: Sterkte gording

In het VO is het ontwerp van de gording gebaseerd op basis van vereenvoudigde formules. Het gordingprofiel is daarmee indicatief. In het DO wordt een gedetailleerder ontwerp van de gording en verbindingen gemaakt. De gordingberekening is opgenomen in bijlage A.3. Er is getoetst aan de volgende krachten:

- $P_{\max}=409*1,1=450$ kN/m berekend in fase 6a (ULS situatie)
- P_{\max} voor ankeruitval= $310*1,1=341$ kN/m berekend in fase 4c

De unity checks zijn kleiner dan 1,0 waarmee de gording voldoet.

5.2.5. SSI-1: Lengte langsconstructie

De lengte van de langsconstructie is bepaald op basis van de maximale waarde van:

- 1 Teenniveau 2 m in het pleistocene zand
- 2 Teenniveau o.b.v. heave criterium
- 3 Teenniveau o.b.v. toetsing verticaal draagvermogen

- 1 Teenniveau 2 m in het pleistocene zand

De bovenzijde van het pleistoceen bevindt zich in het traject op een niveau van NAP-1,50 m (sondering "75629_DKMP039_(TG000.+075_DKMP2_BIK)") of hoger. Met het teenniveau van NAP-6,50 m, is voldaan aan de eis om de constructie 2,0 m in het pleistocene zand te plaatsen.

- 2 Teenniveau o.b.v. heave criterium

Het vereiste teenniveau o.b.v. het heave criterium is bepaald in [19] en bedraagt NAP-4,73 m. Met het teenniveau van NAP-6,50 m, wordt voldaan aan het heave criterium.

- 3 Teenniveau o.b.v. toetsing verticaal draagvermogen

Het verticaal draagvermogen is getoetst in D-Foundations, de resultaten zijn opgenomen in bijlage A.4. De maatgevende sondering is "75629_DKMP039-A_(TG000.+078_DKMP2_BIK)". Het berekende draagvermogen op het niveau van NAP-6,50 m bedraagt 409 kN/m. Er is getoetst aan de waarde van de normaalkracht net onder de anker Gording. De maximale waarde op dit niveau bedraagt 279 kN/m en is berekend in fase 5. Het verticaal draagvermogen voldoet hiermee op het teenniveau van NAP-6,50 m.

In de toetsing van het verticaal draagvermogen is rekening gehouden met de volgende reducties:

- 30% reductie van de conusweerstand ten gevolge van het trillend installeren van de damwanden (in principe wordt uitgegaan van drukkend installeren, in de toetsing op draagvermogen is echter rekening gehouden met de situatie dat de laatste meters van de damwand getrild worden)
- reductie van de conusweerstand als gevolg van de hoge grondwaterstand onder extreme omstandigheden. Deze reductie bedraagt 9%. De reductie is als volgt bepaald:

$$\gamma_{qc} = \sqrt{\frac{\sigma_d}{\sigma_i}} \text{ waarin:}$$

- γ_{qc} de correctiefactor voor conusweerstand q_c [-]

- σ'_i de initiële effectieve spanning [kN/m²]
 σ'_i is bepaald in Plaxis. Hiervoor is uitgegaan van de effectieve spanning ter plaatse van de teen van de damwand in fase 2b. De freatische lijn en stijghoogte zijn hier overeenkomstig met 'dagelijkse omstandigheden'.

$$\sigma'_i = 198 \text{ kN/m}^2$$

- σ'_d de effectieve spanning onder extreme omstandigheden [kN/m²]
 σ'_d is bepaald in Plaxis. Hiervoor is uitgegaan van de effectieve spanning ter plaatse van de teen van de damwand in fase 4a. De freatische lijn en stijghoogte zijn hier overeenkomstig met de WBN-situatie incl. restprofiel.

$$\sigma'_d = 164 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_{qc} = \sqrt{\frac{\sigma'_d}{\sigma'_i}} = \sqrt{\frac{164}{198}} = 0,91$$

De totale reductie op de conusweerstand bedraagt $(1 - 0,7 \cdot 0,91) \cdot 100\% = 36\%$

Met het teenniveau van NAP-6,50 m is aan alle bovenstaande criteria voldaan. Opgemerkt wordt dat aan alle eisen ten aanzien van de lengte ruim voldaan wordt. Voor deze langsconstructie geldt dat de vereiste lengte voor stabiliteit maatgevend is t.o.v. de bovenstaande toetsingen.

5.2.6. Vervormingen constructie en dijklichaam

Conform de PPL dient er aan de volgende eisen voldaan te worden:

- 1 De kruindaling mag niet meer dan 0,1 m bedragen;
- 2 De horizontale vervorming van de binnenteen t.o.v. de buitenteen mag niet meer dan 0,1 m bedragen;
- 3 De horizontale vervorming van de constructie mag niet meer dan 0,1 m bedragen;

In de toetsing van de vervormingseisen dient gerekend te worden met een schematiseringsfactor van 1,3 [1]. Onderstaand wordt per eis aangegeven of hier aan voldaan is.

- De berekende verticale vervorming van de kruin in fase 7c bedraagt 0,03 m. Inclusief schematiseringsfactor bedraagt dit 0,04 m. Hiermee is voldaan aan eis 1.
- De berekende verschilvervorming tussen de binnenteen en buitenteen in fase 7c bedraagt 0,04 m. Inclusief schematiseringsfactor bedraagt dit 0,06 m. Hiermee is voldaan aan eis 2.
- De berekende horizontale vervorming van de constructie in fase 7c bedraagt 0,05 m, inclusief schematiseringsfactor is dit 0,07 m. Hiermee is voldaan aan eis 3.

6 Overdracht DO-fase

6.1. Nader te detailleren

De volgende punten dienen in de DO-fase nader uitgewerkt te worden:

- Het ontwerpen van de anker Gording en de verbinding tussen damwand en Gording.
- De lasverbinding van de niet geponste damwand sloten.
- De constructieve en geotechnische schematiseringsfactor dient afgeleid te worden.
- De aansluiting van de langsconstructie op versterking in deeltraject 5A en op de coupure Bellevue.
- Controleren van de uitvoeringsstabiliteit van het dijklichaam
- Het verwerken van de uitkomsten van het geotechnisch labonderzoek in het ontwerp..
- Bepalen welke aspecten gemonitord dienen te worden (bouwkundige opname, etc)
- Het detail om beïnvloeding van de damwand op de dagelijkse geohydrologische situatie te voorkomen.
- Modelcontroles uit de PPL[1] en PPE [2] uitvoeren in DO;
 - Gekozen meshfijnheid controleren
 - Controle: vergelijking glijvlakberekening en eindige-elementenberekening
 - Toegepaste tolerantie controleren
 - Invloed modelgrenzen controleren

6.2. Risico's

Voor de vervolgfase gelden de volgende niet beheerste risico's :

| Nr. | Risico | Oorzaak | Gevolg | Omgang met risico |
|-----|--|--|---|--|
| 1 | Obstakels in ondergrond De Voor deze maatwerkoplossing geldt een verhoogd risico. De twee meest nabije sonderingen zijn beide afgebroken door ofwel obstakel of te hoge zandweerstand. | 1) Archiefinformatie niet volledig 2) Onvoorziene obstakels | Damwanden of ankers komen niet op diepte | 1) Voorprikken of damwand tracé / positie ankers aanpassen 2) Doorboren van obstakels met behulp van speciale boorkop 3) Obstakel opgraven (ondiepe obstakels) 4) obstakel overkluisen (aandachtspunt is controle op heave) |
| 2 | Te hoge weerstand in zandlaag | Grondopbouw wijkt af van het beschikbare onderzoek | Damwanden niet op diepte | 1) Analyse m.b.t. inbrengbaarheid van de damwandplanken 2) Fluideren* |
| 3 | Houdkracht ankers niet voldoende na controleproef | 1) Grondopbouw wijkt af van het beschikbare onderzoek | Anker onbruikbaar of onvoldoende belastbaar | 1) Aanvullend grondonderzoek uitvoeren voorafgaand aan uitvoering |

| Nr. | Risico | Oorzaak | Gevolg | Omgang met risico |
|-----|--|--|---|--|
| 4 | Binnentalud instabiel tijdens aanbrengen damwand | 2) Obstakel geraakt 1) Te hoge wateroverspanningen tijdens trillend installeren 2) Te zwaar materieel op de dijk / ondeugdelijke kraanopstelling | 1) Bezijken talud 2) Schade aan omgeving en materieel 3) Slachtoffers | 2) Nieuw anker plaatsen 1) Analyse mbt installeerbaarheid uitvoeren 2) Stabiliteit dijklichaam met materieel toetsen (evt. maatregelen nemen om belasting te spreiden) |

* In het VO is nog geen rekening gehouden met de effecten van fluideren op het ontwerp. In het DO wordt onderzocht wat de impact hiervan is op het ontwerp.

6.3. Raakvlakken

Voor de vervolgfase gelden de volgende openstaande raakvlakken:

| Nr. | Raakvlakobject | Omschrijving | Omgang met raakvlak |
|-----|---------------------------------|--|--|
| 1 | Terras op kruin | Op de kruin is het terras van het restaurant gevestigd. | Het uitgangspunt is dat het terras tijdelijk verwijderd wordt. |
| 2 | Kabels en leidingen | De aanwezige kabels en leidingen zijn benoemd in paragraaf 2.1 | De omgang met de kabels en leidingen wordt bepaald in het DO. |
| 3 | Trapconstructies | In het binnentalud bevindt zich een trapconstructie | De verwachting is dat deze gedurende de uitvoering aanwezig kan blijven. Dit dient nader onderzocht te worden. |
| 4 | Aansluiting op deeltraject 5A | Ter plaatse van TG001 sluit de maatwerkoplossing op de reguliere versterking in deeltraject 5A. In dit deeltraject wordt een verankerde damwand aangebracht in het binnentalud | De aansluiting of overgang tussen deze twee constructie types wordt in het DO uitgewerkt. Er geldt dat vanwege piping/heave de schermen op elkaar aangesloten dienen te worden (in het slot). Dit betekent dat het bestaande fietspad gekruist moet worden. E.e.a. afhankelijk van de verdere inrichting van het gebied. |
| 5 | Aansluiting op coupure Bellevue | Ter plaatse van TG001 sluit de constructie aan op coupure Bellevue. | De aansluiting op het kunstwerk is nader uit te werken in het DO. |

6.4. Afgeleide eisen

- Op alle ankers dient een controleproef uitgevoerd te worden en op minimaal 5% van alle ankers een geschiktheidsproef.
- De afspankracht van de ankers bedraagt 125 kN.
- Tijdens de uitvoering dient er voldaan te worden aan de eisen opgenomen in [14].

6.5. Risicoreservering DO-fase

In de voorliggende rapportage en bijbehorende berekeningen is nog geen rekening gehouden met het toepassen van maatregelen (bijvoorbeeld voorbereiden of fluïderen) t.b.v. het installeren van de damwand. De invloed van deze maatregelen op ontwerp van de langsconstructie wordt in de DO-fase onderzocht. Er is een risico dat de damwand hierdoor zwaarder en/of langer uitgevoerd moeten worden. Om dit risico te ondervangen wordt voorgesteld om uit te gaan van het volgende damwandprofiel in de VO-raming:

- AZ28-700 S355GP, lengte 18,5 m.

BIJLAGEN

A. Ontwerptoetsingen

A.1. *Doorsnede toetsing damwand*

Controle doorsnede damwand

conform NEN-EN 1993-5:2008 + NB:2012 (sheet alleen toepasbaar voor klasse 1, 2 en 3 profielen)



Project Dijkversterking Stad Tiel
Opdrachtgever Waterschap Rivierenland
Projectnummer Iv-Infra INFR200121
Onderdeel Dijkvak 5a Bellevue
Revisie 1
Datum 18-12-2020

INVOER

Invoer: gegevens damwand

damwandprofiel AZ26-700
 type damwandprofiel Z-plank
 staalsoort S 355 GP
 Toelaatbare staalspanning f_y 355 N/mm²
 elasticiteitsmodulus E 2.10E+05 N/mm²
 kniklengte (NEN-EN 1993-5 fig 5-2)* I 1.00 m
 factor scheve buiging (weerstandsmoment)** β_B 1.0
 factor scheve buiging (traagheidsmoment)** β_D 1.0

Definitie zones damwand

| Zone | |
|------|-----------------------------|
| A | Boven dagelijkse waterstand |
| B | Onder dagelijkse waterstand |
| | |
| | |

* zie tabblad controles (3) voor betreffende figuur/tabel. Indien knik niet van toepassing is vul in: n.v.t.

** bepaald aan de hand van CUR166 (2012)

Invoer: corrosie

Boven dagelijkse waterstand 0 mm
 Onder dagelijkse waterstand 0 mm
 permanent onder water 0 mm
 grond 0.0 mm

Handmatig opgeven corrosiefactor****

corrosiefactor Zone A 0.70
 corrosiefactor Zone B 0.83
 corrosiefactor Zone C 1.00
 corrosiefactor Zone D 1.00

ja

*** nee: corrosiefactor = flensdikte gecorrodeerd / flensdikte ongecorrodeerd

ja: gebruik maken van rekensheet / rekenprogramma en factor handmatig invullen

Invoer: snedekrachten

| | | Zone A | Zone B | Zone C | Zone D |
|--------------------------|----------|--------|--------|--------|---------|
| optredend moment | M_{ed} | 506.5 | 564 | 0 | 0 kNm/m |
| optredende normaalkracht | N_{ed} | 357.5 | 357.5 | 0 | 0 kN/m |
| optredende dwarskracht | V_{ed} | 248.6 | 248.6 | 0 | 0 kN/m |

Invoer: partiële veiligheidsfactoren (o.b.v. NB)

γ_{M0} 1.10
 γ_{M1} 1.10
 γ_{M2} 1.25

SAMENVATTING TOETSING DOORSNEDE

| | | Zone A | Zone B | Zone C | Zone D |
|--------------------------------------|------|--------|--------|--------|--------|
| Moment | U.C. | 0.86 | 0.69 | 0.00 | 0.00 |
| Dwarskracht | U.C. | 0.35 | 0.29 | 0.00 | 0.00 |
| Normaalkracht | U.C. | 0.08 | 0.07 | 0.00 | 0.00 |
| Moment + Dwarskracht | U.C. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| Moment + Normaalkracht | U.C. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| Moment + Normaalkracht + Dwarskracht | U.C. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| Plooi | U.C. | 0.38 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| Knik | U.C. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |

voldoet aan norm

voldoet niet aan norm

niet van toepassing

Controle doorsnede damwand

conform NEN-EN 1993-5:2008 + NB:2012 (sheet alleen toepasbaar voor klasse 1, 2 en 3 profielen)



Project Dijkversterking Stad Tiel
Opdrachtgever Waterschap Rivierenland
Projectnummer Iv-Infra INFR200121
Onderdeel Dijkvak 5a Bellevue
Revisie 1
Datum 18-12-2020

INVOER

Invoer: gegevens damwand

damwandprofiel AZ26-700
 type damwandprofiel Z-plank
 staalsoort S 355 GP
 Toelaatbare staalspanning f_y 355 N/mm²
 elasticiteitsmodulus E 2.10E+05 N/mm²
 kniklengte (NEN-EN 1993-5 fig 5-2)* I 11.06 m
 factor scheve buiging (weerstandsmoment)** β_B 1.0
 factor scheve buiging (traagheidsmoment)** β_D 1.0

Definitie zones damwand

| Zone | |
|------|-----------------------------|
| A | Boven dagelijkse waterstand |
| B | Onder dagelijkse waterstand |
| | |
| | |

* zie tabblad controles (3) voor betreffende figuur/tabel. Indien knik niet van toepassing is vul in: n.v.t.

** bepaald aan de hand van CUR166 (2012)

Invoer: corrosie

Boven dagelijkse waterstand 0 mm
 Onder dagelijkse waterstand 0 mm
 permanent onder water 0 mm
 grond 0.0 mm

Handmatig opgeven corrosiefactor****

corrosiefactor Zone A 0.70
 corrosiefactor Zone B 0.83
 corrosiefactor Zone C 1.00
 corrosiefactor Zone D 1.00

ja

*** nee: corrosiefactor = flensdikte gecorrodeerd / flensdikte ongecorrodeerd

ja: gebruik maken van rekensheet / rekenprogramma en factor handmatig invullen

Invoer: snedekrachten

| | | Zone A | Zone B | Zone C | Zone D |
|--------------------------|----------|--------|--------|--------|---------|
| optredende moment | M_{ed} | 478.5 | 536 | 0 | 0 kNm/m |
| optredende normaalkracht | N_{ed} | 357.5 | 357.5 | 0 | 0 kN/m |
| optredende dwarskracht | V_{ed} | 248.6 | 248.6 | 0 | 0 kN/m |

Invoer: partiële veiligheidsfactoren (o.b.v. NB)

γ_{M0} 1.10
 γ_{M1} 1.10
 γ_{M2} 1.25

SAMENVATTING TOETSING DOORSNEDE

| | | Zone A | Zone B | Zone C | Zone D |
|--------------------------------------|------|--------|--------|--------|--------|
| Moment | U.C. | 0.81 | 0.65 | 0.00 | 0.00 |
| Dwarskracht | U.C. | 0.35 | 0.29 | 0.00 | 0.00 |
| Normaalkracht | U.C. | 0.08 | 0.07 | 0.00 | 0.00 |
| Moment + Dwarskracht | U.C. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| Moment + Normaalkracht | U.C. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| Moment + Normaalkracht + Dwarskracht | U.C. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| Plooi | U.C. | 0.38 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| Knik | U.C. | 1.08 | 0.87 | n.v.t. | n.v.t. |

voldoet aan norm

voldoet niet aan norm

niet van toepassing

A.2. Sterkte verankering

Bijlage X**Controle zelfborende ankers en schroefinjectieankers**

bron: CUR166 (2012), Damwandconstructies - 6e herziene druk, deel 2 paragraaf 4.9.5 en 4.9.6 en NEN 9997-1+C2:2017 NL

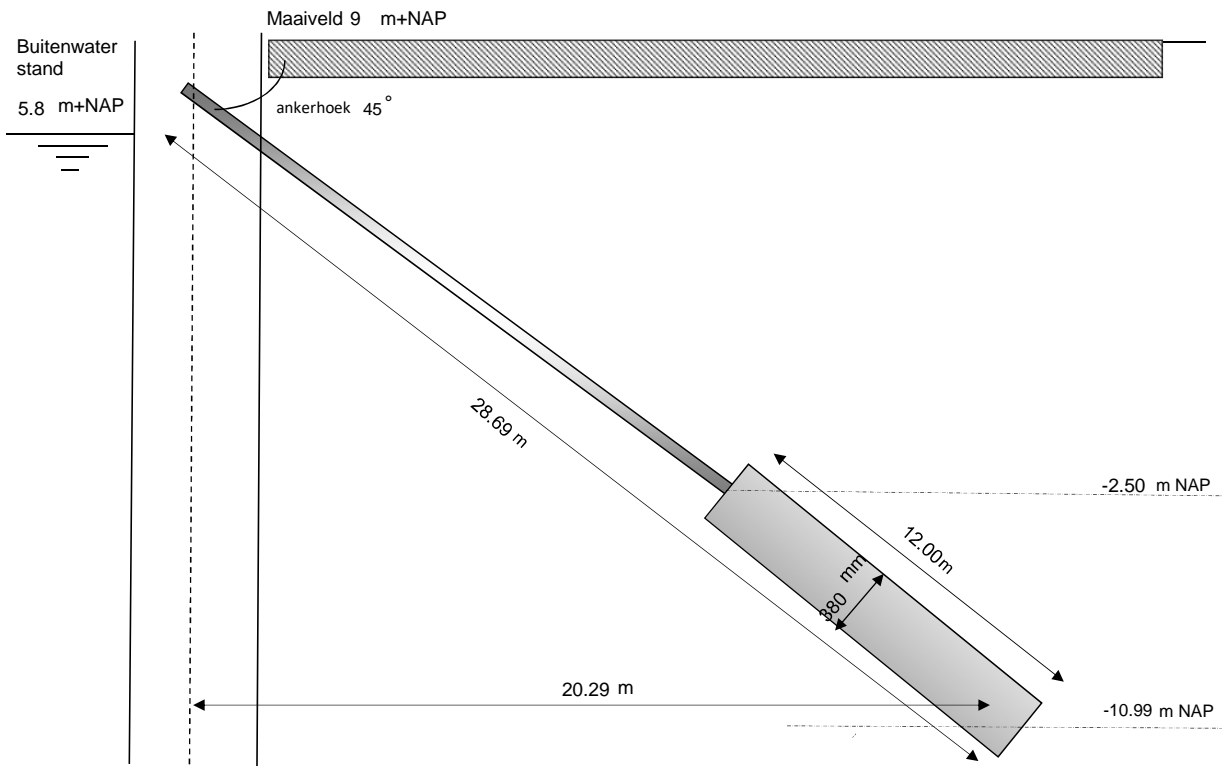
| | |
|-------------------------------|--|
| Project | Dijkversterking Stad Tiel |
| Opdrachtgever | Waterschap Rivierenland |
| Projectnummer Iv-Infra | INFR200121 |
| Onderdeel | Voorlopig ontwerp schroefinjectie anker Bellevue |
| Revisie | 1 |
| Datum | 18-12-2020 |

**Algemene gegevens**

| | | | |
|--|--|-------------------|------------------------|
| Sondering | 75629_DKMP039-A_(TG000.+078_DKMP2_BIK) | | |
| Ankersysteem | S Schroefinjectieanker | | |
| Type anker | Ø101,6x22,2 | mm | |
| Buitendiameter | 101.60 | mm | |
| Wanddikte | 22.20 | mm | |
| Rekenkundig drsn. (Abuis) | 5510 | mm ² | |
| Gecorrigeerde diameter t.p.v. schroefdraad | 101.20 | mm ² | |
| Corrosietoeslag | 0.060 | mm/jr | 100 jaar |
| Rekenkundige doorsnede (Abuis;corr) | 3715 | mm ² | |
| Staalkwaliteit | E470 | | |
| Vloei spanning (fy) | 500.00 | N/mm ² | |
| Breukspanning (ft) | 700.00 | N/mm ² | |
| Diameter groutlichaam | 380 | mm | omtrek 1194 mm |
| H-o-h afstand | 2800 | mm | |
| h.o.h. afstand ankers (uitgedrukt in D) | 7.37 | Deq | |
| Insteekniveau | 9.30 | m NAP | |
| Bovenkant grout | -2.50 | m NAP | onderkant -10.99 m NAP |
| Lengte prop | 12.00 | m | hart -6.74 m NAP |
| Ankerhoek | 45 | ° | |
| Totale ankerlengte | 28.69 | m | |
| Fictieve ankerlengte | 23 | m | |
| Massa totale ankerstang | 1233 | kg | |
| Groutlichaam hoeveelheid | 1.26 | m ³ | |

Gehanteerde factoren

| | | |
|--|------------------|-------------------------------------|
| CUR 166 deel 2 art 4.9.6 | 0.014 α_t | CUR 166 deel 2 art 4.9.6 α_t |
| Reductiefactor | 1.00 ξ_a | CUR 166 deel 1 art 7.2.2 ξ_a |
| Partiële materiaalfactor | 1.20 γ_a | CUR 166 deel 1 art 7.2.2 γ_a |
| Correctiefactor lengte-effect groutlichaam | 0.95 | |
| Correctiefactor onderlinge beïnvloeding | 1.00 | NEN 9997-1+C2: 2017 NL |



| | Ankergegevens | | | | Sluitfactoren CUR166 | | Rekenwaarde ankerkracht | |
|---------------------------|--|---|-------------------------|------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--|----------------------------------|
| | Axiaal $P_{:max:axiaal:Dsheets}$ (kN/m1) | Axiaal $P_{:max:Dsheets}$ (kN/m1) | Afstand h-o-h (m) | $P_{:max}$ kN/anker | Houdkracht Y_{gr} (-) | Doorsnede Y_{drsn} (-) | Houdkracht $P_{d:gr}$ (kN/anker) | Doorsnede P_d (kN/anker) |
| Ankerkrachten | | | | | | | | |
| stap 6.1 | 450 | 450 | 2.80 | 1260 | 1.10 | 1.25 | 1386 | 1575 |
| stap 6.2 | 450 | 450 | 2.80 | 1260 | 1.10 | 1.25 | 1386 | 1575 |
| stap 6.3 | 450 | 450 | 2.80 | 1260 | 1.10 | 1.25 | 1386 | 1575 |
| stap 6.4 | 450 | 450 | 2.80 | 1260 | 1.10 | 1.25 | 1386 | 1575 |
| stap 6.5 x 1,2 | 341 | 341 | 2.80 | 954 | 1.10 | 1.25 | 1049 | 1192 |
| Anker uitval | | | | | | | | |
| Stap 6,5 (representatief) | 284 | 284 | 4.20 | 1192 | 1.00 | 1.00 | 1192 | 1192 |

Controle ankerstang [B2.1]

| | | |
|-------------------|---------|---|
| $R_{t;break;rep}$ | 2601 kN | $(A_{buis:corr} * ft)$ |
| $R_{t;break;d}$ | 1858 kN | $(R_{t;break;d}/1,4)$ |
| $R_{vloe;rep}$ | 1858 kN | $A_{buis} * fy$ |
| $R_{vloe;d}$ | 1858 kN | $R_{r:vloe;rep}/1,0$ |
| $F_{r;d}$ | 1858 kN | min. $(R_{t;break;rep}/1,4)$; $(R_{r:vloe;rep}/1)$ |
| P_d | 1575 kN | |

CUR166 deel 1 paragraaf 7.2.1

$$R_{t;d} > P_d$$

$$1858 > 1575$$

Unity Check 0.85

Controle grondmechanische houdkracht [B2.2]

| | | |
|--|----------|--|
| $Q_{c:gem}$ | 10 MPa | 75629_DKMP039-A_(TG000.+078_DKMP2_BIK) |
| Correctiefactor conusweerstand γ_{sc} | 0.83 [-] | |
| Afknijping conusweerstand op | 15 MPa | |
| $R_{a:min}$ | 2092 kN | $(Q_{c:gem} * O * L_a * \alpha_l)$ |
| $R_{a:min;d}$ | 1656 kN | $(R_{a:min} * \xi_s / \gamma_a)$ |
| P_d | 1386 kN | Max rekenwaarde ankerkracht |

CUR166 deel 1 paragraaf 7.2.2

$$R_{a:min;d} > P_d$$

$$1656 > 1386$$

Unity check 0.84

Controle bezwijken grout-grond [B2.3]

| | |
|--------------------------|-----------|
| R _{a,min,d} | 1656 kN |
| Diameter groutlichaam | 380.00 mm |
| L _{grout} | 12.00 m |
| q _c | 10.25 |
| τ _{grout/grond} | 0.12 |

0,3 N/mm² τ_{grout/grond}
 0.30 > 0.12
 Unity check **0.39**

$$\tau_{grout/grond} = \frac{R_{a,min,d}}{\phi_{grout} \pi L_{grout}} \leq 0,2 * q_c \leq 0,3 \text{ N/mm}^2$$

Controle bezwijken grout-staal [B2.4]

| | |
|--------------------------|-----------------------|
| R _{a,min,d} | 1656 kN |
| diameter staal | 101.60 mm |
| L _{grout} | 12.00 m |
| τ _{grout/staal} | 0.43 |
| τ _{max} | 1,5/2,2 (glad/geribd) |

1,5/2,2 τ_{grout/staal}
 1.50 > 0.43
 Unity check **0.29**

$$\tau_{grout/staal} = \frac{R_{a,min,d}}{\phi_{staal} \pi L_{grout}} \leq \tau_{max} = \frac{1,5}{2,2} \left(\frac{glad}{geribd} \right)$$

Gegevens sonderingen

| | Bovenkant groutlichaam [m+NAP] | Onderkant groutlichaam [m+NAP] | Gemiddelde conusweerstand [MPa] | Lengte groutlichaam [m] |
|--|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| TG000.+047_DKMP_KR | -2.50 | -10.99 | 12.03 | 12.00 |
| 75629_DKMP039-A_(TG000.+078_DKMP2_BIK) | -2.50 | -10.99 | 10.25 | 12.00 |
| 75629_DKMP038-A_(TG000.+025_DKMP2_BIB) | -2.50 | -10.99 | 11.33 | 12.00 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Berekening ankerkracht incl. bijdrage zakkende grond

bronnen: CUR166 (2012), Damwandconstructies - 6e herziene druk, deel 2 paragraaf 4.9.13
 POV-M Publicatie stabiliteitsverhogende langsconstructies, Deltares, maart 2020



Project Dijkversterking Stad Tiel
Opdrachtgever Waterschap Rivierenland
Projectnummer Iv-Infra INFR200121
Onderdeel Voorlopig ontwerp schroefinjectie maatwerk Bellevue
Revisie 1
Datum 18-12-2020

Gegevens doorsnede

Type voorwand AZ26-700
 Type anker Ankerbuis 101.6/22.2
 Methode PPL

Invoer constructie

| | | |
|--|-------------------------|------------------------------|
| Type anker | - | Ankerbuis |
| Diameter ankerbuis | D_0 | 0.102 [m] |
| Corrosiebescherming ankerbuis (rondom) | - | 0.000 [m] |
| Wanddikte ankerbuis | t | 0.022 [m] |
| Hart-op-hart afstand verankering | a | 2.80 [m] |
| Ankerhoek met horizontaal | α_{anker} | 45 [graden] |
| Lengte anker tussen opleggingen | L | 15.0 [m] |
| Buigstijfheid damwand (gecorrodeerd) per meter | EI_{damwand} | 104454 [kNm ²] |
| Maatgevende ankerkracht | F | 125 [kN] |
| Eigen gewicht ankerbuis | q_{eg} | 43.193 [kg/m] |
| Oppervlakte anker (ongecorrodeerd) | A_{anker} | 5.54E-03 [m ²] |
| Rekstijfheid ankerdoorsnede (ongecorrodeerd) | EA | 1162901 [kN] |
| Buigstijfheid ankerstaaf (ongecorrodeerd) | EI_{anker} | 9.88E+02 [kNm ²] |

Zakking

| | | |
|--|-----------------------------------|------------------------------|
| Materiaal rond ankerstang | | PPL:KLEI/VEEN |
| Horizontale beddingsconstante ondergrond per meter | c | 10000 [kN*m/m ³] |
| PPL:KLEI/VEEN | | |
| Ongedraineerde schuifsterkte | S_u | 42.5 [kPa] |
| | α | 9 [-] |
| Representatieve bovengrens netto conusweerstand | $q_{\text{net,max}}$ | 0.5 [MPa] |
| laag karakteristieke waarde correlatiecoëfficiënt | Nkt,laag | 20 [-] |
| Alpha Shanshep | α | 0.34 [-] |
| Effectieve verticale korrelspanning | $\sigma'_{v,z;\text{gem}}$ | 125 [kPa] |
| Belasting zakkende grond | $q_{\text{lloodrecht,gem}}$ | 30.53 [kN/m] |
| Amplitude sinusvormige belasting | q_0 | 39.42 [kN/m] |
| Gemiddelde grondzakking op ankerstang | $w_{\text{grond,gem;lloodrecht}}$ | 0.0300 [m] |

CUR166 geval 1: "Loodrecht belaste ankerstang"

| | | |
|-------------|------------------------------|----------|
| Modelfactor | β (factor conform PPL) | 24.0 [-] |
|-------------|------------------------------|----------|

$$\alpha(1 + \alpha)^2 = \left(\frac{q_0 * L}{F}\right)^2 * \frac{1}{\beta} * \frac{EA}{F} * \frac{1}{1 + \frac{EA}{\alpha * c * \lambda * L}}$$

0

$$\left(\frac{q_0 * L}{F}\right)^2 * \frac{1}{\beta} * \frac{EA}{F} * \frac{1}{1 + \frac{EA}{\alpha * c * \lambda * L}} =$$

4151.0899 [-]

Dus moet gelden dat:

$$\alpha(1 + \alpha)^2 =$$

3.1193 [-]

Hieruit volgt:

$$\alpha =$$

15.41175 [-]

| | | |
|-------------|-----------|----------|
| golf lengte | λ | 2.54 [m] |
|-------------|-----------|----------|

| | | |
|-------------------|-------|-----------|
| doorbuiging anker | y_0 | 0.438 [m] |
|-------------------|-------|-----------|

Doorbuiging anker groter dan de zakking van de ondergrond, rekenen met geval 2.**CUR166 geval 2: "Verhinderde doorbuiging"**Indien doorbuiging anker (y_0) groter is dan zakking ondergrond ($w_{\text{grond;gem;loodrecht}}$) dan geldt:

$$\alpha_n^2(1 + \alpha_n) = \alpha^2(1 + \alpha) \left(\frac{1}{n^3}\right)$$

$$\alpha^2(1 + \alpha) \left(\frac{1}{n^3}\right) =$$

1.2525 [-]

Dus moet gelden dat:

$$\alpha_n^2(1 + \alpha_n) =$$

1.2525 [-]

Hieruit volgt:

$$\alpha_n =$$

0.82780014 [-]

| | | |
|--------|---|-----------|
| factor | n | 14.60 [-] |
|--------|---|-----------|

Bereken de ankerkrachten incl. effect zakkende grond (geval 1 en geval 2)

| | | |
|--------------------------------|---------------|------------|
| Additionele ankerkracht | ΔF | 103 [kN] |
| Ankerkracht per anker | F | 125 [kN] + |
| Maatgevende totale ankerkracht | $F_{s,staaf}$ | 228 [kN] |

Invoer Plaxis

| | |
|------------------------|--------|
| Toeslag zakkende grond | 129 kN |
|------------------------|--------|

| | |
|-------------------------------------|--------|
| Toeslag kruip (ankerkracht fase 3a) | 125 kN |
|-------------------------------------|--------|

| | |
|-----------------------------------|--------|
| Totaal (invoer Prestress fase 3b) | 254 kN |
|-----------------------------------|--------|

A.3. Sterkte gording

Controle gording verankerde damwand

Bron: NEN-EN 1993 (sheet alleen toepasbaar voor klasse 1 en 2).



Project Dijkversterking Stad Tiel
Opdrachtgever Waterschap Rivierenland
Projectnummer Iv-Infra INFR200121
Onderdeel Indicatieve berekening gording maatwerk Bellevue
Revisie 1
Datum 18-12-2020

BEREKENING Gording doorsnedeklasse: 1, 2

versie

1

Uitgangspunten:

De krachtsverdeling is bepaald op basis van een doorlopende ligger over meer dan drie steunpunten. De gordingen worden hierbij doorgekoppeld.

Bij gordingen (vaak vrij lage, gedrongen profielen (HEB)) zal gezien de geringe ongesteunde kiplengte (gording wordt tpv elke plank bevestigd) de reductie van de momentcapaciteit gering zijn en dus kip niet maatgevend zijn. Vandaar dat deze toetsing niet in het hoofdblad is opgenomen. Indien kip wel maatgevend is, dienen maatregelen getroffen te worden, zoals toepassing van kipsteunen (schotjes) of een zwaardere gording.

In de toetsing is alleen uitgegaan van belasting uit ankerkrachten. Deze ankerkrachten zijn een direct gevolg van de grond en waterdrukken tegen de damwand. Samen vormen deze een evenwicht. Overige belastingen zijn niet meegenomen (eigen gewicht, gewicht van bovenliggende grond, vulbelasting)

Invoer gegevens gording

| | | | |
|---------------------------|----------------------|---|-----------|
| gekozen profiel: | HE 340 B | $f_{y,d} = 355$ Mpa | |
| staalkwaliteit | S 355 | $E_d = 210,000$ Mpa | |
| corrosie (rondom) | 2.2 mm | $\gamma_{MO} = 1.0$ | |
| Ankerhoek met horizontaal | $\alpha = 45$ graden | | |
| h.o.h. afstand ankers | 2.8 m | n: enkele gording (1); dubbele gording (2): | 1 gording |
| buiging om welke as | sterke | | |

Axiale ankerkrachten per strekkende meter

| | | |
|--------------------------|------------------|--|
| $F_{A,d} = 450$ [kN/m] | ULS | $F_{A,d} \implies$ Overeenkomstig CUR166 art. 4.9.11 |
| $F_{A,rep} = 341$ [kN/m] | SLS | |
| $F_{A,d} = 341$ [kN/m] | CAL, ankeruitval | |

Profiel eigenschappen met reductie a.g.v. corrosie (oorspronkelijke profieleigenschappen tussen haakjes)

| | |
|---------------------------|--|
| h = 335.6 mm (340 mm) | $A_{resterend} = 12780$ mm ² = 75 % van: (17090 mm ²) |
| b = 295.6 mm (300 mm) | $A_{corrosie} = 4310$ mm ² |
| $t_w = 7.6$ mm (12.0 mm) | $A_v = 3799$ mm ² = 68 % van: (5609 mm ²) |
| $h_w = 243$ mm (243 mm) | $I_y = 28924$ cm ⁴ = 79 % van: (36656 cm ⁴) |
| $t_t = 17.1$ mm (21.5 mm) | $W_{y,el} = 1724$ cm ³ = 80 % van: (2156 cm ³) |
| r = 29.2 mm (27 mm) | $W_{pl,y*} = 1888$ cm ³ = 78 % van: (2408 cm ³) |
| $i_y = 150.4$ mm (146 mm) | |

==> NEN-EN 1993-1-1 art. 5.5.2

Doorsnedeklasse

| | |
|---------------|---|
| lijfcontrole | $\frac{c}{t} = \frac{243}{7.6} = 32.0 \leq 72 \epsilon = 59 \implies$ Doorsnedeklasse 1 |
| flenscontrole | $\frac{c}{t} = \frac{115}{17.1} = 6.7 \leq 9 \epsilon = 7 \implies$ Doorsnedeklasse 1 |
| druk | $\epsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0.81$ [-] |

Horizontale belasting op gording

| | | | | | | |
|-----------------|---|------------|--|-----------|---|---------------------------------------|
| $P_{g,d}$ | = | 350 [kN/m] | $F_{A,d} \times \cos(\alpha) \times 1,1$ | $P_{g,d}$ | = | ==> Overeenkomstig CUR166 art. 4.9.11 |
| $P_{g,rep}$ | = | 265 [kN/m] | $F_{A,rep} \times \cos(\alpha) \times 1,1$ | | | |
| $P_{g,d}$ | = | 241 [kN/m] | $F_{A,d} \times \cos(\alpha)$ | | | |
| $M_{s,g,d}$ | = | 274 [kNm] | ULS: $M_{s,g,d} = 1/10 \times P_{g,d} \times l^2/n$ | | | |
| $V_{s,g,d}$ | = | 588 [kN] | ULS: $V_{s,g,d} = 6/10 \times P_{g,d} \times l/n$ | | | |
| $M_{s,g,d,cal}$ | = | 473 [kNm] | CAL: $M_{s,g,d,cal} = 1/16 \times P_{g,d} \times (2l)^2/n$ | | | Ankeruitval |
| $V_{s,g,d,cal}$ | = | 810 [kN] | CAL: $V_{s,g,d,cal} = 6/10 \times P_{g,d} \times 2l/n$ | | | Ankeruitval |

Toetsing weerstand doorsnede op dwarskracht ULS

| | | | | | |
|--------------------------|--|-------------|--|-----------|--|
| NEN-EN 1993-1-1+C2-6.2.6 | Enkele buiging met afschuiving; doorsnedeklasse 1, 2 | | | sterke as | |
| V_{Ed} | = | 588 kN | $V_{c,Rd} = \frac{A_v(f_y/\sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$ | = | $\frac{3799 \times 205}{1.0} = 779 \text{ kN}$ |
| toetsing: | | | | | |
| 6.2.6: $V_{Ed}/V_{c,Rd}$ | = | dwarskracht | $588 / 779 =$ | 0.76 | > 0.5 ≤ 1.0 (6.17) |

Formules bij 6.2 Weerstand van doorsneden**Reductie op momentcapaciteit**

| | |
|--|--|
| Doorsnedeklasse 1 en 2 | |
| Buiging en dwarskracht | |
| Reductie nodig als $V_{Ed}/V_{c,Rd} > 0,5$ | nodig |
| $p = (2 * V_{Ed}/V_{pl,Rd} - 1)2 =$ | 0.2604 reductie [1 - p] |
| $W_{pl,V} =$ | $W_{pl,y} - [(p * A_w^2)/(4 * t_w)] =$ 1858856 mm ³ |

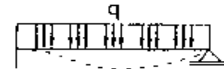
Toetsing weerstand doorsnede op buigend moment ULS

| | | | | | |
|----------------------------|--|-----------------------|---|-----------|---|
| NEN-EN 1993-1-1+C2-6.2.5 | Enkele buiging met afschuiving; doorsnedeklasse 1, 2 | | | sterke as | |
| M_{Ed} | = | 274 kNm | $M_{c,Rd} = \frac{W_{pl,V} * f_y}{\gamma_{M0}}$ | = | $\frac{1859 \times 355}{1.0} = 660 \text{ kNm}$ |
| toetsing: | | | | | |
| 6.2.8: $M_{Ed}/M_{y,V,Rd}$ | = | buiging + dwarskracht | $274 / 660 =$ | 0.42 | ≤ 1.0 (6.30) |

*reductie W_{pl} doordat dwarskracht $> 0,5 V_{c,Rd}$ conform NEN-EN 1993-1-1+C2-6.2.8

Vervorming ligger (doorlopend over meer dan drie steunpunten)

$$\text{Vervorming: } w = \frac{2 \cdot qL^4}{384 \cdot Ely} = \frac{2}{384} \frac{265 \times 2800}{210000 \times 2.89E+08} = 1 \text{ mm}$$



Toetsing weerstand doorsnede CAL Ankeruitval

| | | | | | |
|--|--|--|------------------|-------------------------------|-------------------|
| NEN-EN 1993-1-1+C2-6.2.6 | Enkele buiging met afschuiving; doorsnedeklasse 1, 2 | | | sterke as | |
| $V_{Ed} =$ | 810 kN | $V_{c,Rd} = \frac{A_v(f_y/\sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$ | $=$ | $\frac{3799 \times 205}{1.0}$ | $= 779$ kN |
| toetsing | | | | | |
| 6.2.6: $V_{Ed}/V_{c,Rd} =$ | dwarskracht | $810 / 779 =$ | | 1.04 | > 0.5 |
| | | | | 1.04 | > 1.0 (6.17) |
| Reductie nodig als $V_{Ed}/V_{c,Rd} > 0,5$ | | nodig | | | |
| $p = (2 * V_{Ed}/V_{pl,Rd} - 1)2 =$ | | 1.1681 | reductie [1 - r] | | |
| $W_{pl,V} =$ | $W_{pl,y} - [(p * A_w2)/(4 * t_w)] =$ | 1757012 | mm ³ | | |
| NEN-EN 1993-1-1+C2-6.2.5 | Enkele buiging met afschuiving; doorsnedeklasse 1, 2 | | | sterke as | |
| $M_{Ed} =$ | 473 kNm | $M_{c,Rd} = \frac{W_{pl,V} * f_y}{\gamma_{M0}}$ | $=$ | $\frac{1888 \times 355}{1.0}$ | $= 670$ kNm |
| toetsing: | | | | | |
| 6.2.8: $M_{Ed} / M_{y,V,Rd} =$ | buiging + dwarskracht | $473 / 670 =$ | | 0.71 | ≤ 1.0 (6.30) |

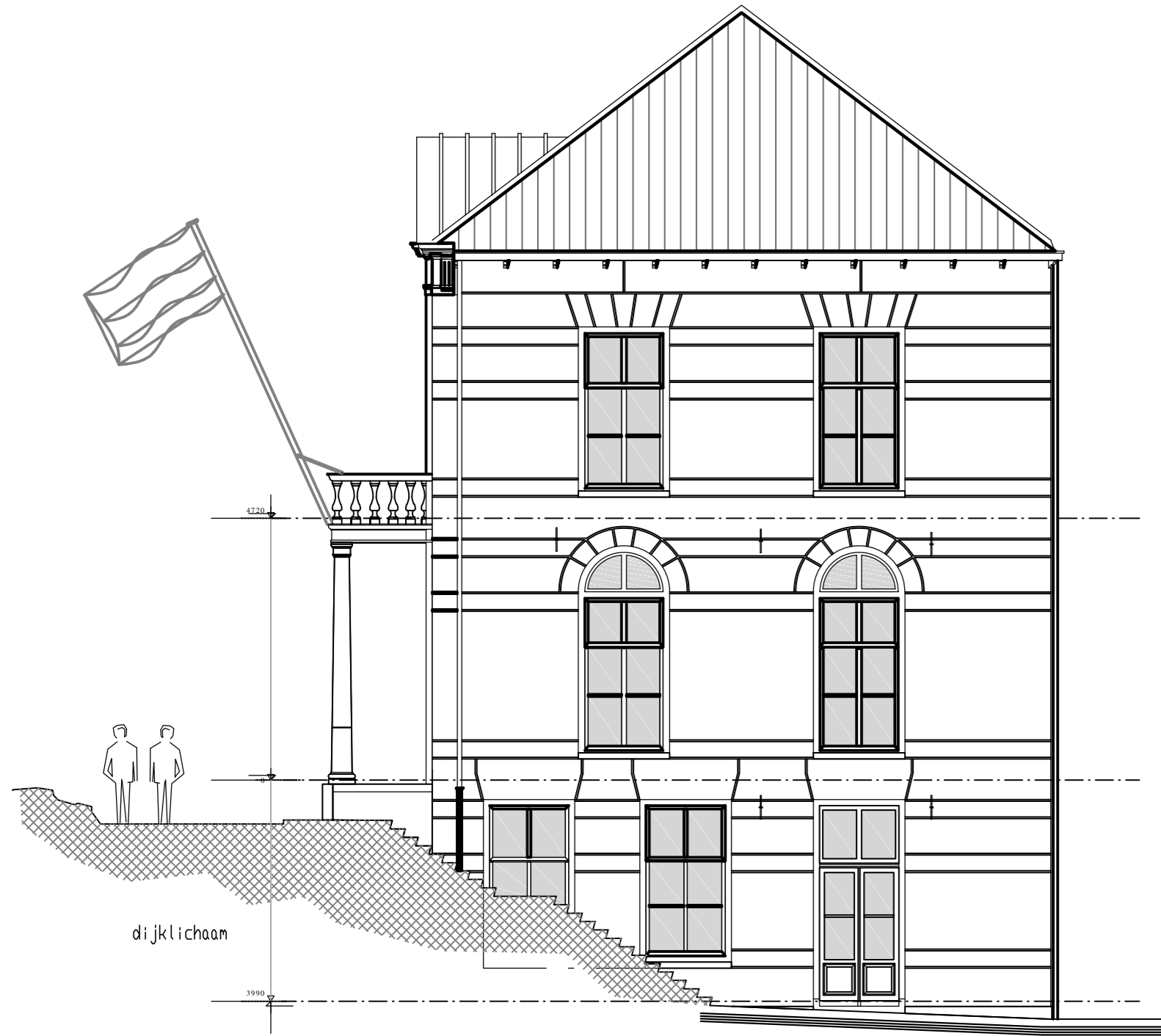
Toetsing kipweerstand, unity checks

normale situatie 0.42
calamiteit 0.71

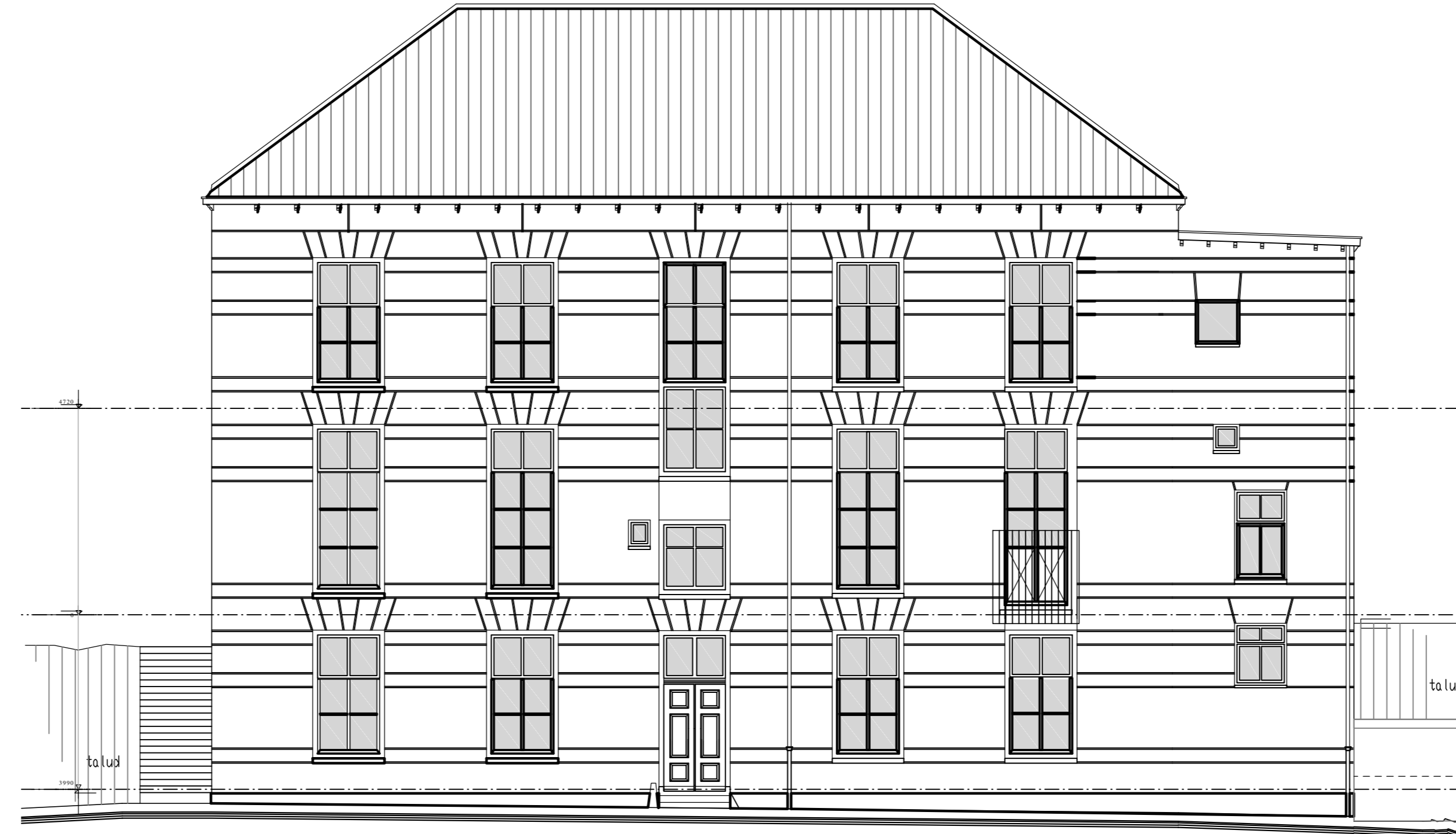
A.4. Verticaal draagvermogen

Deze bijlage betreft het D-Foundations rekenmodel "INFR200121 B-012 201218 Draagvermogen damwand kruin rev1". Dit bestand is meegeleverd in de oplevermap.

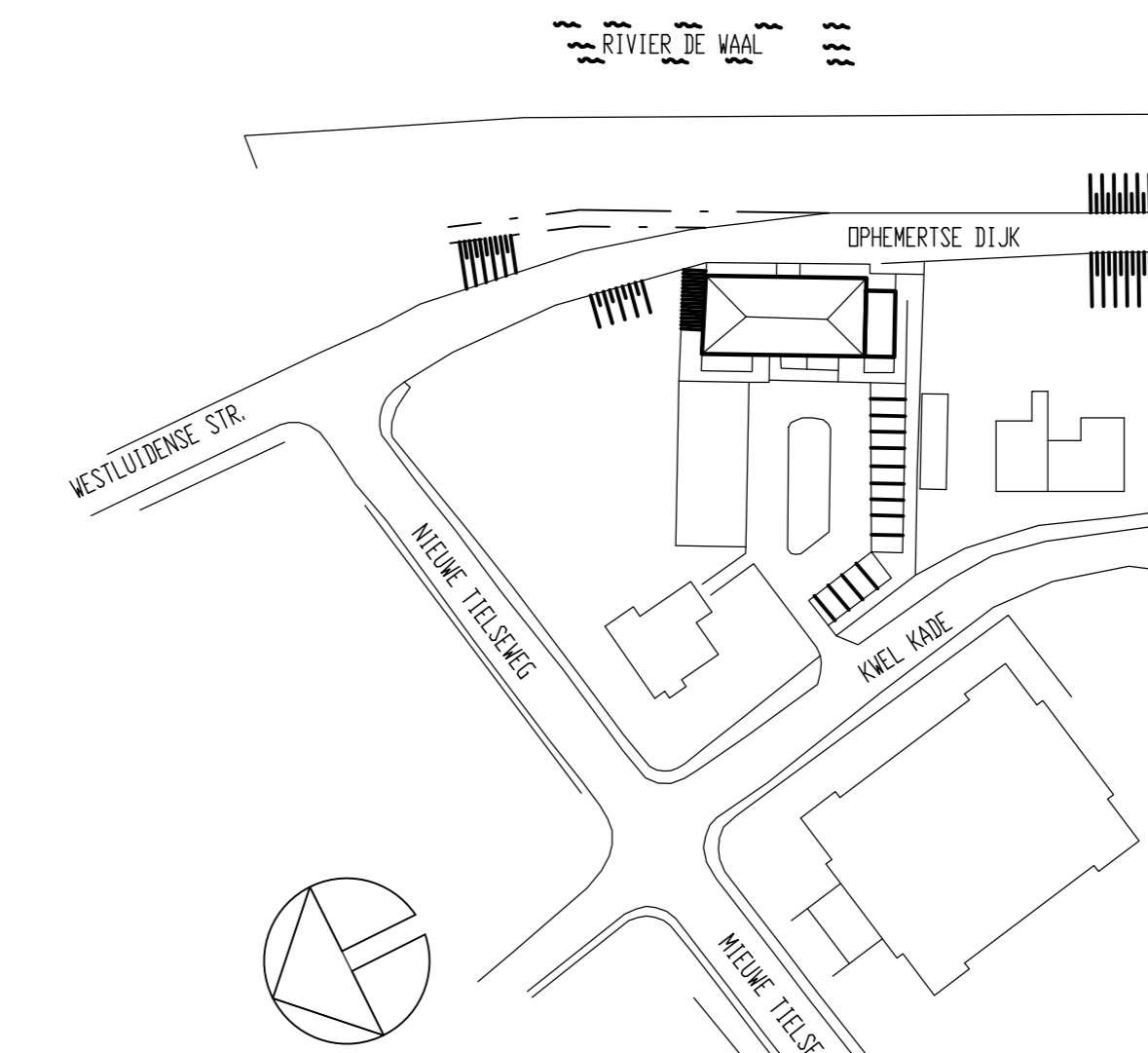
B. Archieftekening Bellevue



Rechterzijgevel



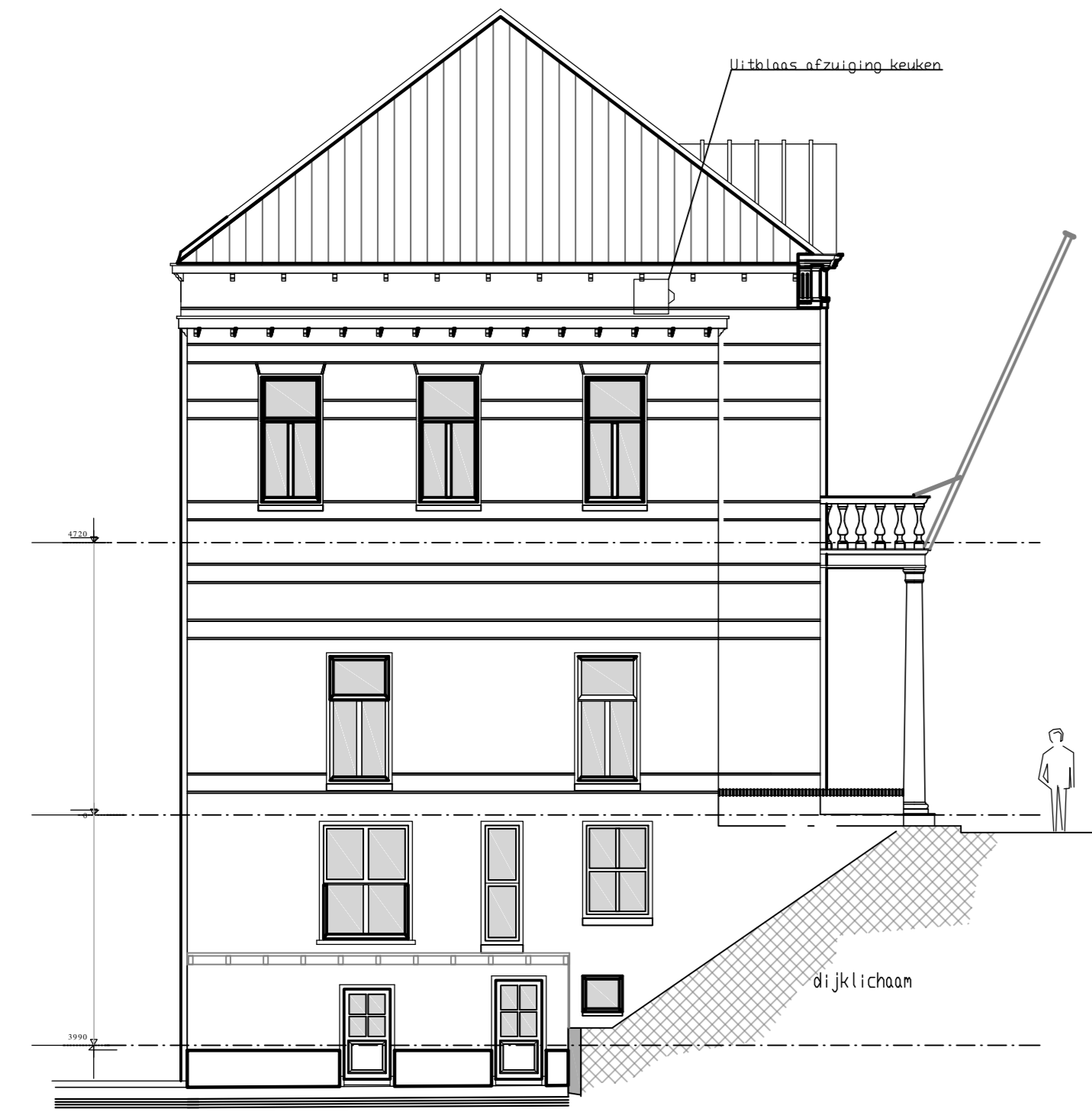
Achtergevel



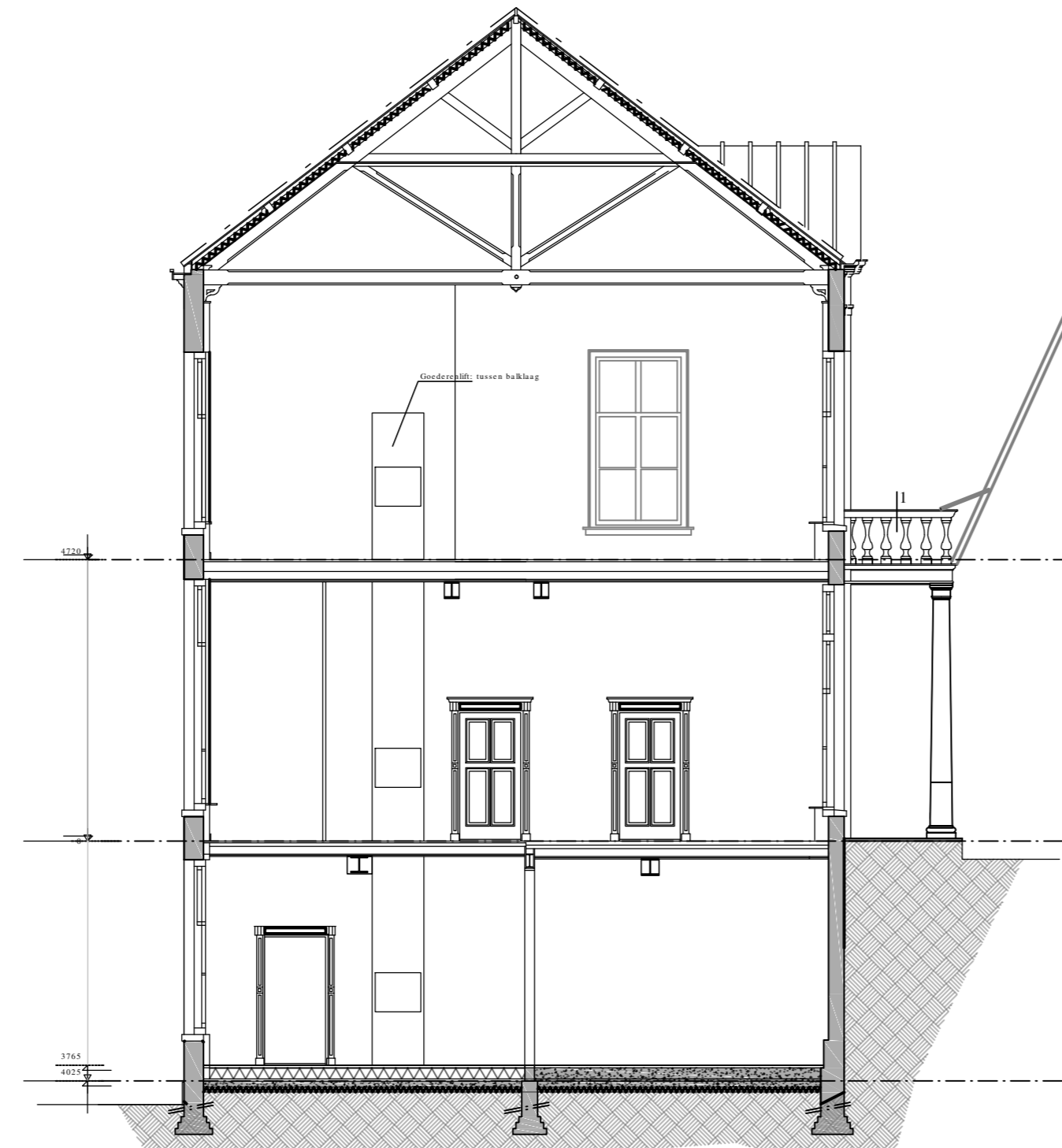
situatie "Bellevue"
 schaal: 1:1000
 kad.: gem. Tiel
 sectie: D
 kad. nr.: 2125 en 2852
 sig.: Gemeente

Situatie Ophemertsedijk 2, Tiel

| Verdieping | Ruimte Nr. | Naam | Functie | GO [M2] | VG [M2] |
|---------------|------------|-------------------|-------------------|--------------|--------------|
| -1.1 | | hal | verkeersruimte | 11.1 | 0.0 |
| -1.2 | | toilet M | toilet | 9.6 | 0.0 |
| -1.3 | | Toilet V | toilet | 8.8 | 0.0 |
| -1.4 | | Restaurant | verblifruimte | 88.0 | 88.0 |
| -1.5 | | keuken | verblifruimte | 61.5 | 61.5 |
| -1.6 | | kantoor | verblifruimte | 17.0 | 17.0 |
| -1.7 | | opslag | opslagruimte | 6.5 | 0.0 |
| -1.8 | | serverruimte | opslagruimte | 6.0 | 0.0 |
| -1.9 | | Opslag | opslagruimte | 10.2 | 0.0 |
| -1.10 | | gang | verkeersruimte | 3.4 | 0.0 |
| 0a.4 | | Opslag | opslagruimte | 17.5 | 0.0 |
| 0.1 | | Tochtportaal | verkeersruimte | 5.5 | 0.0 |
| 0.2 | | Hal | verkeersruimte | 23.7 | 0.0 |
| 0.3 | | Restaurant | verblifruimte | 88.0 | 88.0 |
| 0.4 | | Restaurant | verblifruimte | 88.0 | 88.0 |
| 0.5 | | gang | verkeersruimte | 4.3 | 0.0 |
| 0.6 | | MiVa | toilet | 3.4 | 0.0 |
| 0.8 | | Pantrt | verblifruimte | 11.0 | 11.0 |
| 0.9 | | personeelstrap | verkeersruimte | 4.4 | 0.0 |
| 2.1 | | trappenhuis | verkeersruimte | 4.9 | 0.0 |
| 2.2 | | zaal 1 | verblifruimte | 204.0 | 204.0 |
| 2.3 | | toilet V | toilet | 6.6 | 0.0 |
| 2.4 | | technische ruimte | technische ruimte | 2.7 | 0.0 |
| 2.5 | | Toilet M | toilet | 4.4 | 0.0 |
| 2.6 | | Personeel trap | verkeersruimte | 5.3 | 0.0 |
| Totaal | | | | 695.7 | 557.5 |



Linkerzijgevel



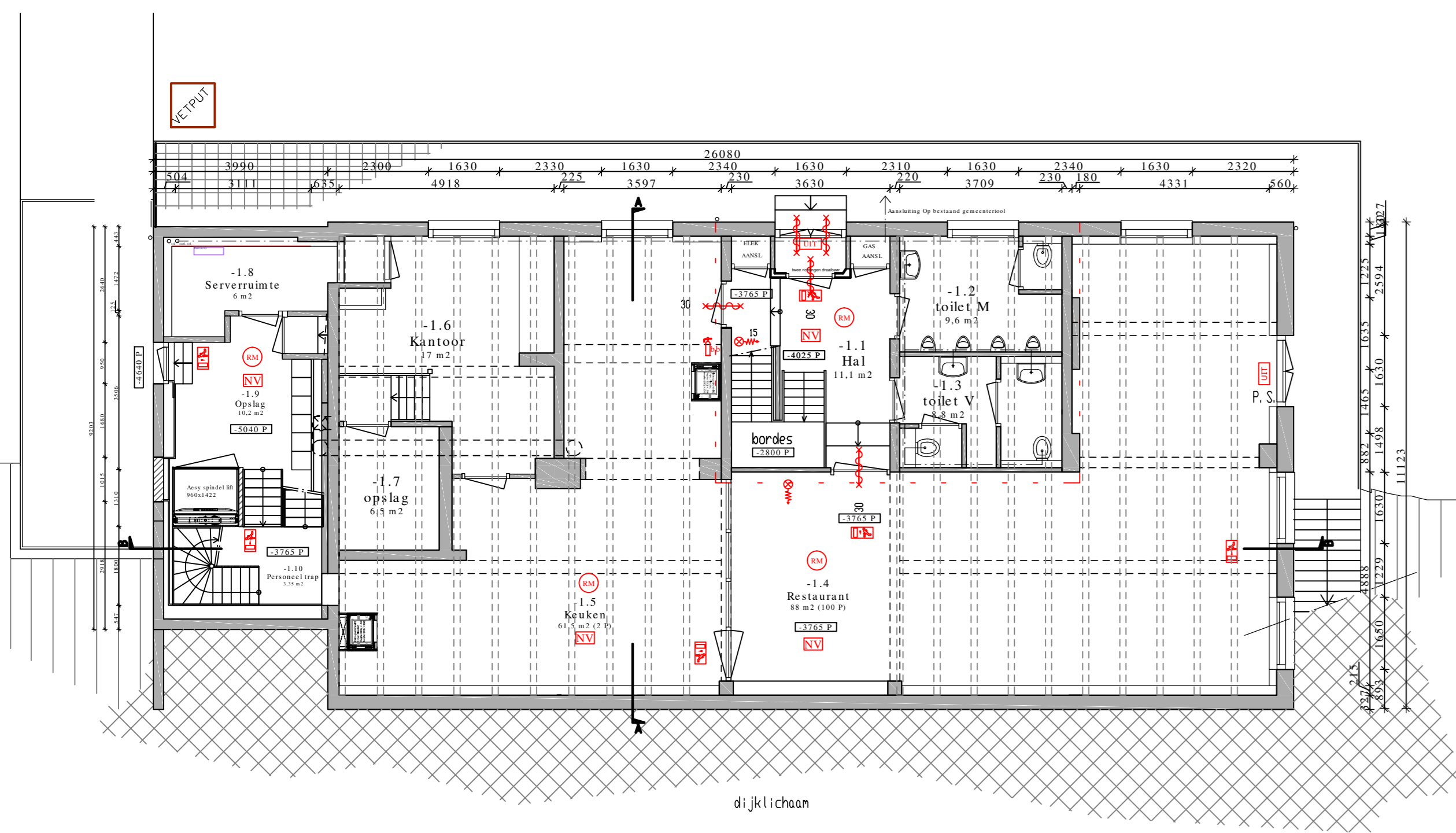
Doorsnede A-A



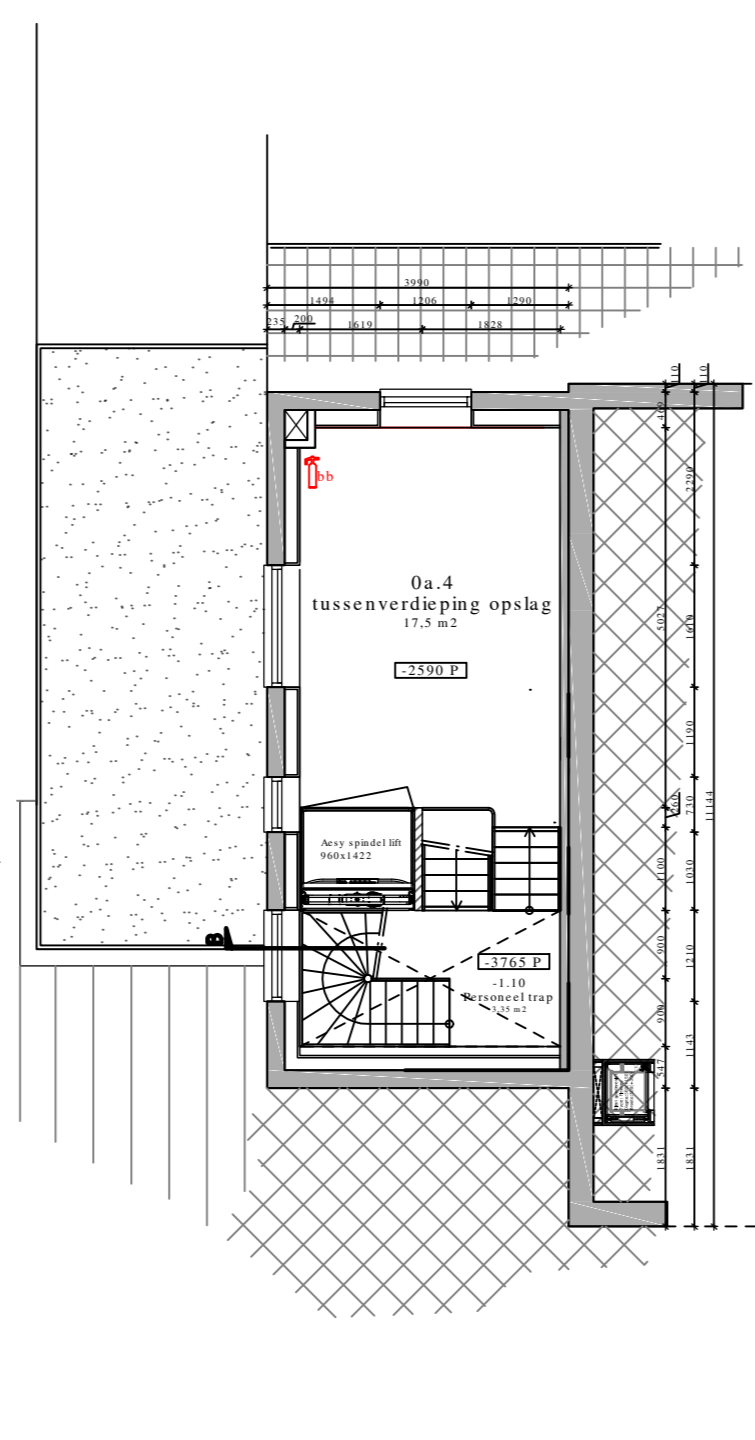
Voorgevel



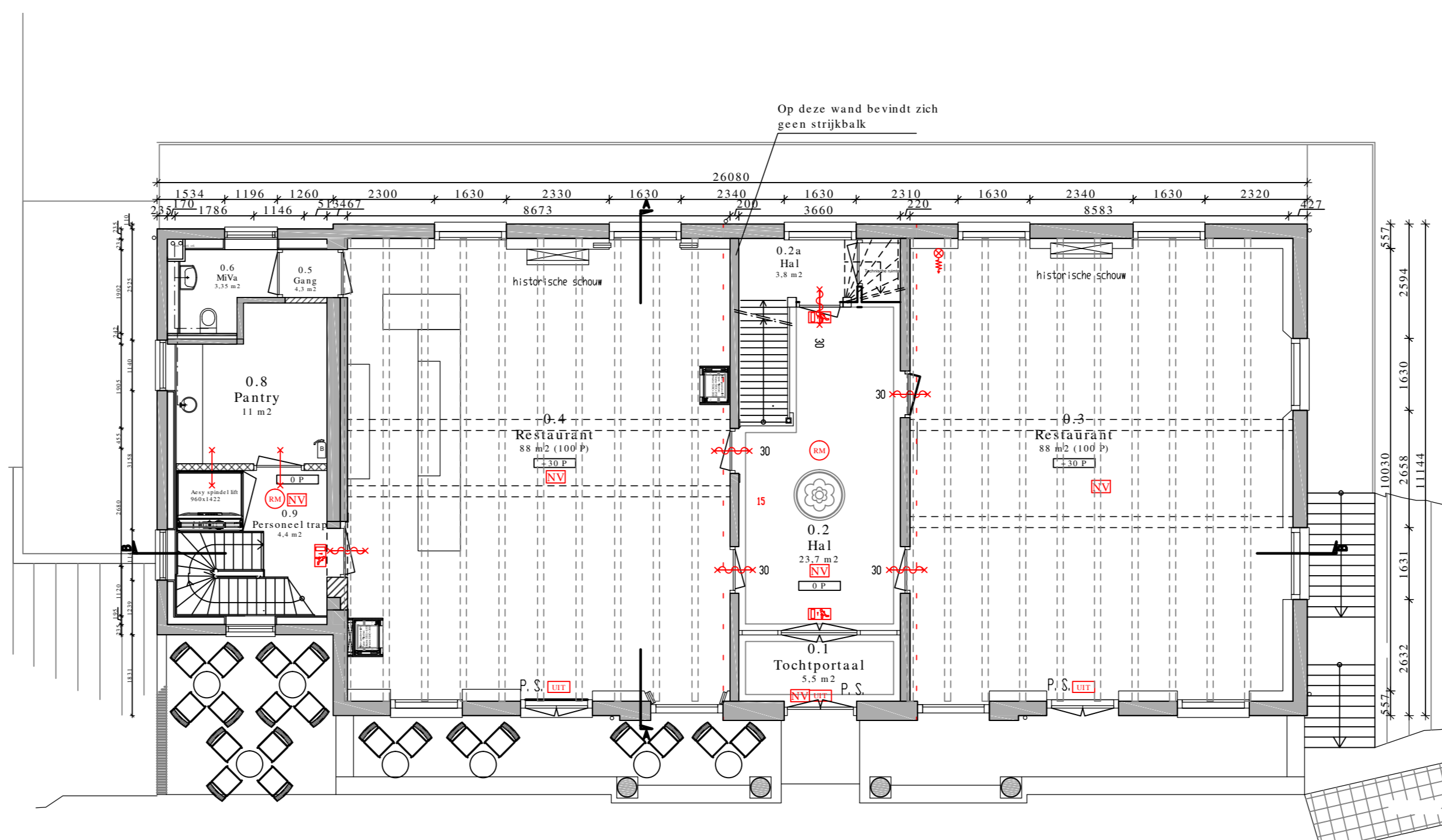
Doorsnede B-B



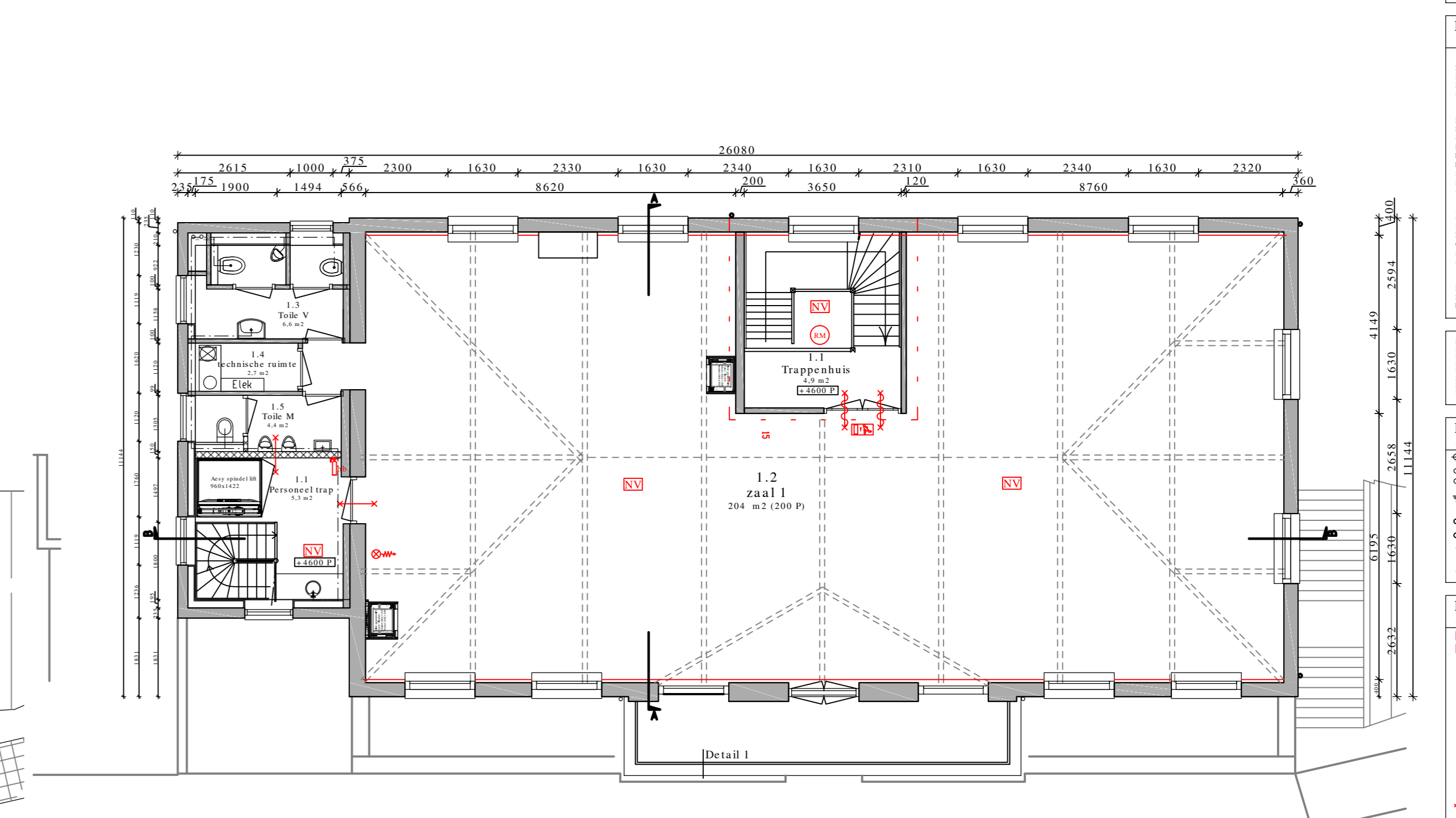
Souterrain



Tussenverdieping



Begane grond



Eerste verdieping

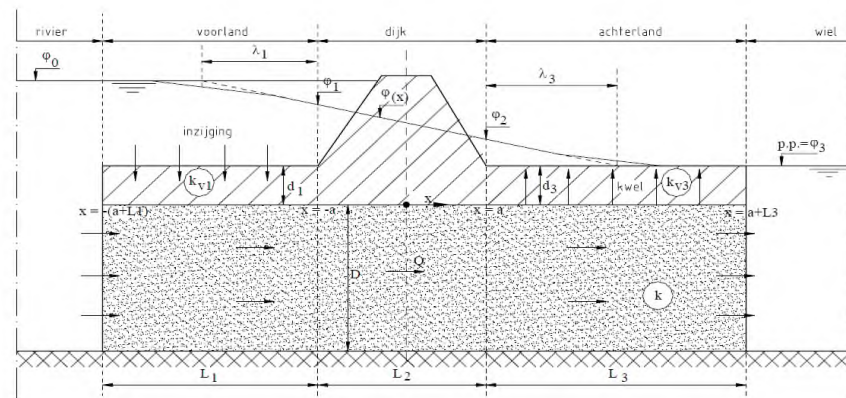
Revooi Constructie
 Revooi Algemeen
 Revooi Ladingplan
 Revooi Brandveiligheid
 Revooi Materialisering

Maten i.b.w. te controleren
 (naar verhouding aangegeven)

C. Bepaling stijghoogte

| nr | [m+NAP] | D [m] | d ₁ [m] | φ ₀ [m] | k _{v1} [m/d] | k _{v3} [m/d] | k _{zand} [m/s] | k _{zand} [m/d] | kD [dagen] | c1 | c2 | L ₁ [m] | L ₂ [m] | L ₃ [m] | a | φ ₀ [m+NAP] | φ ₁ [m+NAP] | φ ₂ [m+NAP] | φ ₃ [m+NAP] | φ ₁ [m+NAP] | φ ₂ [m+NAP] | φ ₃ [m+NAP] | 1 | Opbarsterium | | | | | | | | | | | | |
|-------|---------|-------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|------------|----|-----|--------------------|--------------------|--------------------|------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------|----|----|----|----|----|----|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | φ ₁ [m+NAP] | φ ₂ [m+NAP] | φ ₃ [m+NAP] | φ ₁ [m+NAP] | φ ₂ [m+NAP] | φ ₃ [m+NAP] | | | | | | | |
| TG000 | -1.5 | 20 | 10 | 7.94 | 0.01 | 0.01 | 0.00075231 | 65 | 1300 | ## | 794 | 20 | 40 | 0 | 2000 | 20 | 12.14 | 6.4 | 16.7062 | 9.8 | 1.2 | 1140 | 1016 | 11.95 | 0 | 1 | 12.03 | 11.81 | 11.98 | 11.98 | 1 | ## | ## | | | |
| | | | | | 0.01 | 0.01 | 0.00075231 | 65 | 0 | 0 | 0 | | | | | 0 | 4.59 | 9.8 | 1.2 | 0 | 0 | 0.00 | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | | |
| | | | | | 0.01 | 0.01 | 0.00049769 | 43 | 0 | 0 | 0 | | | | | 0 | 4.59 | 9.8 | 1.2 | 0 | 0 | 0.00 | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | |
| | | | | | 0.01 | 0.01 | 0.00049769 | 43 | 0 | 0 | 0 | | | | | 0 | 4.59 | 9.8 | 1.2 | 0 | 0 | 0.00 | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## |
| | | | | | 0.01 | 0.01 | 0.00049769 | 43 | 0 | 0 | 0 | | | | | 0 | 4.59 | 9.8 | 1.2 | 0 | 0 | 0.00 | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## |
| | | | | | 0.01 | 0.01 | 0.00049769 | 43 | 0 | 0 | 0 | | | | | 0 | 4.59 | 9.8 | 1.2 | 0 | 0 | 0.00 | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## |
| | | | | | 0.01 | 0.01 | 0.00049769 | 43 | 0 | 0 | 0 | | | | | 0 | 4.59 | 9.8 | 1.2 | 0 | 0 | 0.00 | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## | ## |

invoeren
 formule
 standaard waarde



De stijghoogte van het grondwater in het zand ter plaatse van de binnenteen van de dijk volgt dan uit:

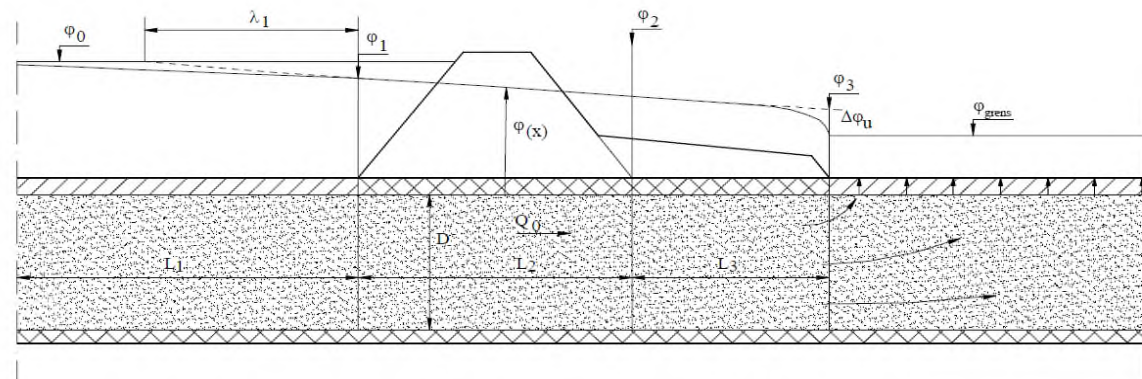
$$\varphi_2 = \varphi_3 + (\varphi_0 - \varphi_3) \frac{W_3}{\sum W} = \varphi_3 + (\varphi_0 - \varphi_3) \frac{\lambda_3 \tanh \frac{L_3}{\lambda_3}}{\lambda_1 \tanh \frac{L_1}{\lambda_1} + L_2 + \lambda_3 \tanh \frac{L_3}{\lambda_3}}$$

Voor de stijghoogte aan de buitenteen geldt:

$$\varphi_1 = \varphi_3 + (\varphi_0 - \varphi_3) \frac{W_2 + W_3}{\sum W} = \varphi_3 + (\varphi_0 - \varphi_3) \frac{L_2 + \lambda_3 \tanh \frac{L_3}{\lambda_3}}{\lambda_1 \tanh \frac{L_1}{\lambda_1} + L_2 + \lambda_3 \tanh \frac{L_3}{\lambda_3}}$$

Figuur b4.4 Schematisering van grondwaterstroming ter plaatse van een kleidijk

Model 4C in geval van opbarsten



Figuur b4.10 Optreden van de grenspotentiaal bij een situatie met een slecht doorlatende laag in het voorland

Het totale stijghoogteverschil is $(\varphi_0 - \varphi_{grens})$. De geschematiseerde stijghoogte aan het einde van de berm volgt dan uit:

$$\varphi_3 = \varphi_{grens} + \Delta\varphi_u = \varphi_{grens} + (\varphi_0 - \varphi_{grens}) \frac{0,44D}{\lambda_1 \tanh \left(\frac{L_1}{\lambda_1} \right) + L_2 + L_3 + 0,44D}$$

De stijghoogte aan de binnenteen wordt gegeven door:

$$\varphi_2 = \varphi_{grens} + (\varphi_0 - \varphi_{grens}) \frac{L_3 + 0,44D}{\lambda_1 \tanh \left(\frac{L_1}{\lambda_1} \right) + L_2 + L_3 + 0,44D}$$

D. Benodigde drukcapaciteit

Berekening benodigde drukcapaciteit damwand

bron: CUR166(2012), Damwandconstructies - 6e herziene druk, deel 2 paragraaf 5.3.7



Project **Tiel**
 Opdrachtgever **Waterschap Rivierenland**
 Projectnummer **IV-Infra INFR200121**
 Onderdeel **Maatwerk Bellevue**
 Versie **1**
 Datum **18-12-2020**

Gegevens

Sondering **75629_DKMP039-A_(TG000.+078_DKM)**
 Type damwand **AZ26-700** Verfoppervlak damwand (enkele plank) **1.94 m²/m**
 Lengte damwand **16 m** Niveau heisleuf **10.5 m+NAP**
 Slotwrijving **20 kN/m** Bovenkant damwand **10.5 m+NAP**
 Reductiefactor slotwrijving **1.0** Inheinniveau damwand **-6.5 m+NAP**
 Puntoppervlak damwand (enkele plank) **131 cm²** verknedingsfactor **0.6**

| o.k. laag [m+NAP] | q _{c,agem} [MPa] | α _w [%] | f _{plank} [kN/m ²] | schachtwrijving [kN] | slotwrijving [kN] | wrijving cum. [kN] | puntweerstand [kN] | totaal [kN] |
|----------------------|------------------------------|-----------------------|--|-------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|
| 10.50 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 10.00 | 0.00 | 2.00 | 0.00 | 0.00 | 10.00 | 10.00 | 0.00 | 10.00 |
| 9.50 | 0.00 | 2.00 | 0.00 | 0.00 | 10.00 | 20.00 | 0.00 | 20.00 |
| 9.00 | 0.00 | 2.00 | 0.00 | 0.00 | 10.00 | 30.00 | 0.00 | 30.00 |
| 8.50 | 2.00 | 2.00 | 0.04 | 23.28 | 10.00 | 63.28 | 26.20 | 89.48 |
| 8.00 | 1.00 | 2.00 | 0.02 | 11.64 | 10.00 | 84.92 | 13.10 | 98.02 |
| 7.50 | 1.00 | 2.00 | 0.02 | 11.64 | 10.00 | 106.56 | 13.10 | 119.66 |
| 7.00 | 1.00 | 2.00 | 0.02 | 11.64 | 10.00 | 128.20 | 13.10 | 141.30 |
| 6.50 | 2.00 | 2.00 | 0.04 | 23.28 | 10.00 | 161.48 | 26.20 | 187.68 |
| 6.00 | 1.00 | 2.00 | 0.02 | 11.64 | 10.00 | 183.12 | 13.10 | 196.22 |
| 5.50 | 1.00 | 2.00 | 0.02 | 11.64 | 10.00 | 204.76 | 13.10 | 217.86 |
| 5.00 | 1.00 | 2.00 | 0.02 | 11.64 | 10.00 | 226.40 | 13.10 | 239.50 |
| 4.50 | 1.00 | 2.00 | 0.02 | 11.64 | 10.00 | 248.04 | 13.10 | 261.14 |
| 4.00 | 1.00 | 2.00 | 0.02 | 11.64 | 10.00 | 269.68 | 13.10 | 282.78 |
| 3.50 | 1.00 | 2.00 | 0.02 | 11.64 | 10.00 | 291.32 | 13.10 | 304.42 |
| 3.00 | 1.00 | 2.00 | 0.02 | 11.64 | 10.00 | 312.96 | 13.10 | 326.06 |
| 2.50 | 1.00 | 2.00 | 0.02 | 11.64 | 10.00 | 334.60 | 13.10 | 347.70 |
| 2.00 | 1.00 | 2.00 | 0.02 | 11.64 | 10.00 | 356.24 | 13.10 | 369.34 |
| 1.50 | 1.00 | 2.00 | 0.02 | 11.64 | 10.00 | 377.88 | 13.10 | 390.98 |
| 1.00 | 1.00 | 2.00 | 0.02 | 11.64 | 10.00 | 399.52 | 13.10 | 412.62 |
| 0.50 | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 5.82 | 10.00 | 415.34 | 13.10 | 428.44 |
| 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 5.82 | 10.00 | 431.16 | 13.10 | 444.26 |
| -0.50 | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 5.82 | 10.00 | 446.98 | 13.10 | 460.08 |
| -1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 5.82 | 10.00 | 462.80 | 13.10 | 475.90 |
| -1.50 | 4.00 | 1.00 | 0.04 | 23.28 | 10.00 | 496.08 | 52.40 | 548.48 |
| -2.00 | 6.00 | 1.00 | 0.06 | 34.92 | 10.00 | 541.00 | 78.60 | 619.60 |
| -2.50 | 8.00 | 1.00 | 0.08 | 46.56 | 10.00 | 597.56 | 104.80 | 702.36 |
| -3.00 | 10.00 | 1.00 | 0.10 | 58.20 | 10.00 | 665.76 | 131.00 | 796.76 |
| -3.50 | 14.00 | 1.00 | 0.14 | 81.48 | 10.00 | 757.24 | 183.40 | 940.64 |
| -4.00 | 18.00 | 1.00 | 0.18 | 104.76 | 10.00 | 872.00 | 235.80 | 1107.80 |
| -4.50 | 20.00 | 1.00 | 0.20 | 116.40 | 10.00 | 998.40 | 262.00 | 1260.40 |
| -5.00 | 30.00 | 1.00 | 0.30 | 174.60 | 10.00 | 1183.00 | 393.00 | 1576.00 |
| -5.50 | 14.00 | 1.00 | 0.14 | 81.48 | 10.00 | 1274.48 | 183.40 | 1457.88 |
| -6.00 | 8.00 | 1.00 | 0.08 | 46.56 | 10.00 | 1331.04 | 104.80 | 1435.84 |
| -6.50 | 12.00 | 1.00 | 0.12 | 69.84 | 10.00 | 1410.88 | 157.20 | 1568.08 |

Benodigde drukcapaciteit **158 ton**

E. Rekenresultaten

Deze bijlage betreft het rekenmodel in Plaxis van de langsconstructie. Naam van het model is:
"INFR200121-B-012-201218 Maatwerk Bellevue_rev1"

Dit bestand is meegeleverd in de oplevermap.

F. Review revisie 0

| | |
|-----------------------|---|
| Project | VKA Stad Tiel deeltraject 3 |
| Documenten | INFR200INFR200121-B-012-201016 Maatwerk Bellevue_rev0121 B-008 201009 Dijkvak 3 kistdam_rev0.p2dx |
| Datum levering | 17-10-2020 |
| Datum review | 26-10-2020 |

| Input | Input beschrijving | Opmerking | Onderbouwing opmerking | Reactie Iv | Reactie WSRL |
|-------------|--|---|---|---|--------------|
| Geometry | Bron | AHN3 | o.b.v. maatgevende snede t.h.v. pand Bellevue | | |
| Y_{water} | 9,81 kN/m3 | 10kN/m3 | Staat op 10kNm/3 | Vanwege beperkte invloed, is het voorstel dit niet te wijzigen. | |
| Soil | - Materiaal set HS laag kar. - Materiaal set SSC (juiste POP waarden) laag kar. - Materiaal set SHASEP NGI ADP laag kar. - Indien onverankerd hoge stijfheid t.h.v. verkregen inklemming (HS) | - add 1/3 O.b.v. WSRL PVVZ - add 4 onverankerd niet van toepassing | - | | |
| Soil layers | - Scheiding drained undrained - Onderbouwing modelering - Detailniveau grondonderzoek bodemschematisering - Detailniveau grondonderzoek groutlichaam | -add 1 Akkoord voorstel scheiding grens dijsmateriaal verkennen bij schematiseringsfactoren + eventueel effect - add 2 onderbouwd in rapportage - add 3 akkoord aandachtspunt weerstand zand lokaal i.v.m. inbrengbaarheid - add 4 akkoord | | | |

| | | | | | |
|--|--|---|--|---|--|
| Plate | <ul style="list-style-type: none"> - Type damwand: - Corrosie: - Openingspercentage: - EA en EI: - Gewicht (w) - f;open en 0,9 x w in controle - prevent punching uit | <ul style="list-style-type: none"> - add 1 AZ26-700 - add 2 zone op NAP - 5,80 t.p.v. keldervloer - add 3 Nog niet meegenomen betreff aandachtspunt DO - add 4 EA is o.b.v. reductiefactor van Wel bepaald deze is echter minder groot dan voor A (zie durability) - add 5 het gewicht van de plank lijkt op de ongecorrodeerde waarde te staan - add 6 n.v.t. - add 7 staat uit | | <p>4. Het verschil tussen deze reductiefactoren is beperkt, voorstel dit in het VO niet te verwerken.</p> <p>'5. 'Gewicht plank is conservatief op ongecorrodeerde waarde gelaten. Ter controle Plaxis neemt in de normaalkracht het eigengewicht van de plank mee.</p> | |
| Anchor | <ul style="list-style-type: none"> - Type Anker - Corrosie(bescherming): - h.o.h.: - EA: | <ul style="list-style-type: none"> - add 1 101,6x22,2 - add2 6,0mm - add3 2,8m - 780,2E^3 | | | |
| Embedded beam row | <ul style="list-style-type: none"> -Type -Diameter groutlichaam -Lengte groutlichaam | <ul style="list-style-type: none"> - add 1 massive circular beam - add 2 350mm - add 3 10,0m | | | |
| Anchor_puntveer | <ul style="list-style-type: none"> - EA - Lspacing | <ul style="list-style-type: none"> - add 1 10E^5 - add 2 1,0m | | | |
| Mesh | Fine global mesh | <ul style="list-style-type: none"> - add 1 Fine global mesh | | | |
| Coarseness Mesh grond t.h.v. maatgevend glijvlak | 0.25 | <ul style="list-style-type: none"> - add 1 0,50 niet conform PPL | | Meshfijnheid wordt aangepast. | |
| Coarseness Mesh constructieve elementen | 0.125 | <ul style="list-style-type: none"> - add 1 0,125 | | | |

| | | | | | |
|-------------------------------------|--|---|--|---|--|
| Flow conditions | <ul style="list-style-type: none"> - Situatie dagelijkse omstandigheden - Effect installatie damwand waterspanningen - Situatie WBN - Situatie opdrijven - Verloop waterspanningen over aanwezige lagen | <ul style="list-style-type: none"> - add 1 conform TUN - add 2 geen effect gemodeleerd aandachtspunt EA damwand in DO - add 3 conform TUN echter lijken spanningen in de interface onjuist (te weinig waterspanning tegen de actieve zijde van de damwand, zie afbeelding hiernaast fase 4a WBN - add 4 Spanningen lijk op grensvlak zand deklaag groter dan 0kN/m² - add 5 conform TUN |  | <p>3. 'Besproken in overleg. Vanwege het verloop van de freatische lijn die net voor de interface naar beneden loopt, krijg je geen waterdruk op je interface. De invloed op de gehele som is beperkt. In de volgende versies wordt er gerekend met twee freatische lijnen, zodat waterspanningen juist worden weergegeven.</p> <p>4. Stijghoogte is aangepast zodat spanningen kleiner zijn dan nul.</p> | |
| Vergelijking D-stability uitgevoerd | Aanwezig of niet | Niet aanwezig actie DO | | | |

| | |
|-----------------------|--|
| Project | VKA Stad Tiel deeltraject 3 |
| Documenten | INFR200INFR200121-B- 012-201016 Maatwerk Bellevue_rev0121 B-008 201009 Dijkvak 3 kistdam_rev0.p2dx |
| Datum levering | 17-10-2020 |
| Datum review | 26-10-2020 |

| Fse Model | Fase berekening | Ignore undraind behaviour Model | | Reset displacemnts | | Special options | | Puntveer | | Design approach | | Beoordeling | Onderbouwing | Reactie Iv | Reactie WSRL |
|---|--|---------------------------------|----|--------------------|-----|-----------------|---|----------|-----|-----------------|-----|------------------------------------|--------------|------------|--------------|
| 1a | k0 consolidation | DR | DR | Aan | Aan | 0 | 0 | - | - | - | - | Akkoord | | | |
| 1b | Nulstap | DR | DR | Aan | Aan | 0 | 0 | - | - | - | - | Akkoord | | | |
| 1c | Kruipfase 3650 dagen | DR | DR | Aan | Aan | 0 | 0 | - | - | - | - | Akkoord | | | |
| 2a | Aanbrengen damwand + anker | DR | DR | Aan | Aan | 0 | 0 | Aan | Uit | - | - | Puntveer staat uit bij installatie | | | |
| 2b | Aanbrengen ophoging | DR | DR | Aan | Aan | 0 | 0 | Aan | Aan | - | - | Akkoord | | | |
| 3a | Bodemdaling 36500 dagen bepaling F zakkendegrond | DR | DR | Aan | Aan | 0 | 0 | Aan | Aan | - | - | Akkoord | | | |
| 3b | Zakkende grond op ankers-> Pres stress | DR | DR | Uit | Uit | 0 | 0 | Aan | Aan | - | - | Akkoord | | | |
| 4a | WBN | DR | DR | Aan | Aan | 0 | 0 | Aan | Aan | - | - | Akkoord | | | |
| 4b | Switch SHANSEP | UD | UD | Uit | Uit | 1 | 1 | Uit | Uit | - | - | Akkoord | | | |
| 5a | Constructieve toets | UD | UD | Uit | Uit | 1 | 1 | Aan | Aan | Aan | Aan | Akkoord | | | |
| 6a | Puntveer deactiveren | UD | UD | Uit | Uit | 0 | 0 | Uit | Uit | Aan | Aan | Akkoord | | | |
| 6b | Phi C | UD | UD | Uit | Uit | 0 | 0 | Uit | Uit | Aan | Aan | Akkoord | | | |
| Controle met tolerated error (0,005) mesh (very fine) | Staat uit actie DO | | | | | | | | | | | | | | |
| Time interval bij SSC | > 0 | | | | | | | | | | | Akkoord | | | |
| Controle NWO | NWO Verwijderd en NWO Aanwezig | | | | | | | | | | | NWO verwijderd gemodeleerd | | | |
| Algemeen | | | | | | | | | | | | Geen | | | |

| | |
|-----------------------|--|
| Project | VKA Stad Tiel deeltraject 3 |
| Documenten | INFR2001NFR200121-B-012-201016 Maatwerk Bellevue_rev0121 B-008 201009 Dijkvak 3 kistdam_rev0.p2dx |
| Datum levering | 17-10-2020 |
| Datum review | 26-10-2020 |

| Naam | Omschrijving | Waarde | Eis | Beoordeling | Onderbouwing | Reactie | Reactie |
|------------|---------------------------|--------|---------|--|--------------|---------|---------|
| GEO-1 | Geotechnische stabiliteit | | 1.1 | | | | |
| GEO-2 | Snijden | | n.v.t. | | | | |
| STR-1 | Moment+Normaalkracht | | UC<1,00 | | | | |
| STR-1 | Dwarskracht | | UC<1,00 | | | | |
| STR-1 | Knik | | UC<1,00 | | | | |
| STR-2 | Sterkte ankerstang | | UC<1,00 | | | | |
| STR-2 | Sterkte gording | | UC<1,00 | | | | |
| SSI-1 | Verticaal evenwicht | | UC<1,00 | | | | |
| SSI-2 | Overschreiden houdkracht | | UC<1,00 | | | | |
| Vervorming | $u_{vert,kruin,SLS}$ | | -0.1 | | | | |
| Vervorming | $u_{hor,BIT-BUT,SLS}$ | | 0.1 | | | | |
| Vervorming | $u_{hor,SLS}$ | | -0.1 | | | | |
| Algemeen | | | | Eerst aanpassen opmerkingen input voordat controle ontwerp kan worden uitgevoerd | | | |

| | |
|----------------|--|
| Project | VKA Stad Tiel 5a- Maatwerk Bellevue |
| Documenten | INFR200121 201016 R-07 VO-rapportage langconstructie Bellevue - rev0 |
| Datum levering | 17-10-2020 |
| Datum review | 26-10-2020 |

| Nr. | Verwijzing | Tekstdeel / passage | Opmerking OG | Reactie ON op opmerkingen OG | Reactie OG |
|-----|------------|---|--------------|---|------------|
| 1 | 2.1 | Aanvullen met kenmerk eventuele kelder of insijding in dijprofiel van pand Bellevue | | Vergrote versie van de tekening is opgenomen in bijlage B. | |
| 2 | 3.1 | Klopt het dat in de berekening rekening is gehouden met jaar 2125 voor kruinhoogte? | | Klopt. | |
| 3 | tabel 3-4 | Gezien het mogelijke risico op hoge consueerstanden extra controle op eventuele effecten op inbrengbaarheid en hoe deze zijn afgedekt m.b.t. de volgende fase | | Is besproken in overleg. Wordt meegenomen in DO-risico reservering. | |
| 4 | Algemeen | Ter controle hebben we de bodemdalingskaarten en waarden opgenomen in de TUN? | | Ja. | |
| 5 | | | | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| 10 | | | | | |
| 11 | | | | | |
| 12 | | | | | |
| 13 | | | | | |
| 14 | | | | | |
| 15 | | | | | |
| 16 | | | | | |
| 17 | | | | | |
| 18 | | | | | |
| 19 | | | | | |
| 20 | | | | | |
| 21 | | | | | |
| 22 | | | | | |
| 22 | | | | | |



Waarderweg 40
2031 BP Haarlem
Nederland

Pettelaarpark 10-15
5216 PD 's-Hertogenbosch
Nederland

Fultonbaan 30
3439 NE Nieuwegein
Nederland

iv-Infra b.v.
Trapezium 322
3364 DL Sliedrecht
Nederland

Telefoon +31 88 943 3200

Trompstraat 36a
9190 Stekene
België

Westervoortsedijk 73
Gebouw CB
6827 AV Arnhem
Nederland

Postbus 135
3360 AC Sliedrecht
www.iv-infra.nl