



Document: **Rapportage damwand**

Projectomschrijving: Woning Herman Gorterstraat 20
Projectlocatie: Amsterdam

Documentnummer: DW H221363-1
Datum: 23 juni 2023



Document: **Rapportage damwand**

Projectomschrijving: Woning Herman Gorterstraat 20
Projectlocatie: Amsterdam

Documentnummer: DW H221363-1
Datum: 23 juni 2023

Opdrachtgever: 5.1, 2, e

Opgesteld door: **Hektec B.V.**
Nekkerweg 63
Postbus 88
1462 ZH Middenbeemster
T: 0299 42 08 08

| Documentbeheer | | | | | |
|----------------|------------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| Versie | Datum | Auteur | Paraaf | Verificatie | Paraaf |
| -1 | 23-06-2023 | Ing. 5.1, 2, e | 5.1, 2, e | Ing. 5.1, 2, e | 5.1, 2, e |



RAPPORTAGE

Rapportnummer: DW H221363-1
Project: Woning Herman Gorterstraat 20
Locatie: Amsterdam

Inhoudsopgave

| | | |
|-------|---|---|
| 1 | Inleiding..... | 2 |
| 2 | Algemene gegevens..... | 3 |
| 3 | Berekeningsuitgangspunten | 4 |
| 3.1 | Veiligheidsklasse..... | 4 |
| 3.2 | Grondparameters | 4 |
| 3.3 | Geometrie | 4 |
| 3.4 | Grondwaterstijghoogten..... | 4 |
| 3.5 | Belastingen | 5 |
| 3.6 | Toegepaste damwanden | 5 |
| 3.7 | Eigenschappen stempelframe/ankerconstructie | 5 |
| 3.8 | Levensduur en corrosie van stalen damwanden..... | 5 |
| 3.9 | Bouwfaserings | 6 |
| 4 | Berekeningen | 7 |
| 4.1 | Berekeningsresultaten | 7 |
| 5 | Controle grenstoestanden..... | 8 |
| 5.1 | Uiterste grenstoestand, type B..... | 8 |
| 5.1.1 | Controle sterkte damwandprofiel..... | 8 |
| 5.1.2 | Controle stabiliteit | 8 |
| 5.2 | Bruikbaarheidsgrenstoestand | 8 |
| 5.2.1 | Voorziening t.b.v. vervorming..... | 8 |
| 6 | Conclusie | 9 |

Bijlage(n)

- A Gegevens
- B Uitvoer D-Sheet, doorsnede kelder
- C Uitvoer D-Sheet, doorsnede souterrain



RAPPORTAGE

Rapportnummer: DW H221363-1
Project: Woning Herman Gorterstraat 20
Locatie: Amsterdam

1 Inleiding

Dit rapport bevat de berekening van de damwandconstructie ten behoeve van het project "Woning Herman Gorterstraat 20" te Amsterdam.

Voor de bouw van een kelder dient een damwand aangebracht te worden. Hiervoor is reeds een damwandadvies opgesteld door 5.1, 2, e (zie bijlage A). Hektec BV heeft van Gebr. van 't Hek de opdracht ontvangen om het damwandadvies aan te passen op basis van wensen/eisen vanuit de opdrachtgever en op basis van reeds uitgevoerde sonderingen.

De in het rapport gehanteerde uitgangspunten en bouwfaseringsdiagrammen dienen door de opdrachtgever gecontroleerd te worden.



RAPPORTAGE

Rapportnummer: DW H221363-1

Project: Woning Herman Gorterstraat 20

Locatie: Amsterdam

2 Algemene gegevens

Aangeleverde gegevens:

[1] Bouwputadvies opgesteld door 5.1, 2, e, kenmerk S21.597BP1/JHo, d.d. 20-01-2022

[2] Sonderingen uitgevoerd door 5.1, 2, e, kenmerk S21.597, d.d. 14 juni 2023

Normen, richtlijnen en software:

De volgende normen, richtlijnen en software zijn gebruikt:

- CUR 166, Damwandconstructies deel 1 en 2, 6^{de} druk, 2012
- NEN-EN 1993-5; Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 5: Palen en damwanden
- NEN-EN 9997-1+C2 (nl), november 2017, Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels.
- D-Sheet, versie 22.2



RAPPORTAGE

Rapportnummer: DW H221363-1
Project: Woning Herman Gorterstraat 20
Locatie: Amsterdam

3 Berekeningsuitgangspunten

3.1 Veiligheidsklasse

De damwandconstructie is ingedeeld in veiligheidsklasse RC1.

3.2 Grondparameters

De grondopbouw is bepaald op basis van de beschikbare sonderingen. De gehanteerde parameters zijn bepaald aan de hand van tabel 2.b (NEN-EN 9997-1+C1/NB).

Voor de bepaling van de rekenwaarden van de grondeigenschappen voor de uiterste grenstoestand zijn de partiële materiaalfactoren toegepast, welke zijn ontleend aan tabel 2.10B van CUR-publicatie 166 (veiligheidsklasse RC1).

Bij de bepaling van de gronddrukfactoren is uitgegaan van rechte glijvlakken.

De waarde van de wandwrijvingshoek δ is bepaald uitgaande van een ruw damwandoppervlak.

Tabel 3.1; Representatieve grondparameters voor de damwandberekening

| Laag | b.k. laag [m ¹ t.o.v. NAP] | γ [kN/m ³] | γ_{sat} [kN/m ³] | c' [kN/m ²] | φ' [°] | δ [°] | $K_{h,1}$ [kN/m ³] | $K_{h,2}$ [kN/m ³] | $K_{h,3}$ [kN/m ³] |
|-------------------------|---|----------------------------------|--|------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Zand top laag | + 0,60 | 18,0 | 19,0 | 0 | 27,5 | 19,0 | 8.000 | 4.000 | 2.000 |
| 2. Veën, slap | - 3,80 | 10,5 | 10,5 | 3 | 15,0 | 0 | 1.000 | 500 | 250 |
| 3. Klei, siltig slap | - 4,60 | 15,0 | 15,0 | 0 | 22,5 | 11,0 | 4.000 | 2.000 | 800 |
| 4. Klei, zandig | - 6,00 | 17,0 | 17,0 | 0 | 25,0 | 12,5 | 6.000 | 4.000 | 2.000 |
| 5. Klei, siltig m. slap | - 9,00 | 16,0 | 16,0 | 2 | 22,5 | 11,0 | 6.000 | 4.000 | 2.000 |
| 6. Basisveen | - 11,00 | 12,0 | 12,0 | 3 | 15,0 | 0 | 2.000 | 800 | 500 |
| 7. Zand | - 11,50 | 18,0 | 20,0 | 0 | 30,0 | 20,0 | 12.000 | 6.000 | 3.000 |

Opmerkingen:

- γ = volumiek gewicht
- γ_{sat} = verzadigd volumiek gewicht
- c = effectieve cohesie
- φ = effectieve hoek van inwendige wrijving
- δ = wandwrijvingshoek
- Voor een berekening conform CUR 166 kan een Multi-lineaire veer karakteristiek worden gehanteerd, bestaande uit 3 tussentakken aangeduid met $k_{h,1}$ t/m $k_{h,3}$, waarin:
 $k_{h,1}$ = waarde voor de horizontale beddingconstante van tak 1
 $k_{h,2}$ = waarde voor de horizontale beddingconstante van tak 2
 $k_{h,3}$ = waarde voor de horizontale beddingconstante van tak 3

3.3 Geometrie

Maaiveldniveau: NAP + 0,60 m¹
Ontgravingsniveau: NAP – 4,50 m¹
NAP – 3,20 m¹

3.4 Grondwaterstijghoogten

Grondwaterstand: NAP – 0,39 m¹
Stijghoogte: NAP – 2,61 m¹ (zandpakket op NAP – 11,50 m¹)



RAPPORTAGE

Rapportnummer: DW H221363-1
Project: Woning Herman Gorterstraat 20
Locatie: Amsterdam

3.5 Belastingen

Bovenbelasting: 20 kN/m², van 1,00 m¹ tot 4,00 m¹ uit de damwand

3.6 Toegepaste damwanden

In de berekening zijn verschillende type damwanden toegepast. In de onderstaande tabel zijn de eigenschappen van de damwanden weergegeven.

Tabel 3.2; Eigenschappen damwanden

| Type | Breedte, dubbele plank [m ¹] | I [cm ⁴ /m ¹] | W _{el} [cm ³ /m ¹] | W _{pl} [cm ³ /m ¹] |
|-----------|--|--------------------------------------|--|--|
| AZ18-700 | 1,40 | 37.800 | 1.800 | 2.116 |
| AZ26-700N | 1,40 | 59.720 | 2.600 | 3.070 |

3.7 Eigenschappen stempelframe/ankerconstructie

In de berekening is een stempelframe toegepast. Voor de stempels zijn de volgende eigenschappen toegepast;

Tabel 3.3; Eigenschappen stempelframe

| Hart niveau [m ¹ t.o.v. NAP] | Doorsnedeoppervlak [m ² /m ¹] | Halve stempellengte [m ¹] |
|---|--|---------------------------------------|
| + 0,90 | 1,0 ^{E-3} | 20,00 |

Voor het verwijderen van het stempelframe is gekeken naar een optie, waarbij deze niet in de keldervloer opgenomen hoeft te worden, aangezien deze niet overal aanwezig is. Hiervoor is in deze fase een grondmoot gemodelleerd in combinatie met een veer, welke representatief is voor keldervloer/keldermuur. Op basis van de berekende optredende kracht in de veer zal de hoofdconstructeur moeten bepalen of dit constructief mogelijk is.

Tabel 3.4; Eigenschappen veer (spring)

| Hart niveau [m ¹ t.o.v. NAP] | Translation [kN/m/m] |
|---|----------------------|
| -1,20 | 5,0 ^{E+3} |

3.8 Levensduur en corrosie van stalen damwanden

De damwand heeft een tijdelijke functie. Er is geen reductie t.g.v. corrosie in rekening gebracht.



RAPPORTAGE

Rapportnummer: DW H221363-1

Project: Woning Herman Gorterstraat 20

Locatie: Amsterdam

3.9 Bouwfasering

In de berekeningen zijn globaal de volgende bouwfasen toegepast, met representatieve waarden voor de geometrische parameters.

- Bouwfase 1 - Aanbrengen damwanden (bovenkant op NAP + 1,00 m¹)
- Bouwfase 2 - Waterstand in bouwkuip verlagen tot min. NAP – 1,50 m¹
- Ontgraven tot max. NAP – 1,00 m¹
- Bouwfase 3 - Aanbrengen stempelframe op NAP + 0,90 m¹
- Bouwfase 4 - Waterstand in bouwkuip verlagen tot min. NAP – 5,00 m¹
- (A) Ontgraven tot max. NAP – 4,50 m¹
- (B) Ontgraven tot gem. NAP – 3,20 m¹
- Bouwfase 5 - Tussen damwand en kelder uitvullen en verdichten met zand tot min. NAP – 1,20 m¹
- (voor de berekening is minimaal rekening gehouden met de aanwezigheid van de reeds gemaakte kelderbak tot NAP – 1,20 m¹, door een spring support in het model toe te passen, hieruit volgt een lijnlast (zie tabel 4.1).
reactiekracht) van
- Verwijderen stempelframe



RAPPORTAGE

Rapportnummer: DW H221363-1
Project: Woning Herman Gorterstraat 20
Locatie: Amsterdam

4 Berekeningen

Ten behoeve van de dimensionering van de damwanden zijn een aantal berekeningen uitgevoerd teneinde de damwandlengte en het damwandprofiel te optimaliseren.

4.1 Berekeningsresultaten

De berekeningsresultaten voor de geometrische situaties zijn samengevat in tabel hieronder.

Tabel 4.1; Berekeningsresultaten damwandberekening

| Drasn. | Type damwand | Lg. [m ¹] | U _{max} :BGT [mm ¹] | M _{max} :UGT [kNm/m ¹] | M _{mob} :UGT [%] | F _{stempel} : UGT / BGT [kN/m ¹] | F _{beton} :UGT ² [kN/m ¹] |
|----------------|--------------|-----------------------|--|---|---------------------------|---|---|
| Kelder (A) | AZ26-700N | 15,50 | 77 | 883 | 89 | 214 ¹ / 140 | 234 |
| Souterrain (B) | AZ18-700 | 14,40 | 63 | 361 | 67 | 114 ¹ / 73 | 120 |

De rekenwaarde van het buigend moment (M_0) is voor een stalen damwand gelijk aan de in de tabel gegeven maximale waarde van het moment in de uiterste grenstoestand ($\gamma_{m,staal} = 1,0$).

¹ Bij de berekening van de stempeling moet rekening gehouden met de volgende veiligheidsfactoren.

$\gamma_s = 1,10$ voor de berekening van de gordingen (conform CUR166)

$\gamma_s = 1,25$ voor de berekening van de stempels (conform CUR166)

² Voor het verwijderen van het stempelframe is een aanvulling tussen damwand en kelder muur gemodelleerd, waarbij tevens een veer (spring support) is gemodelleerd i.v.m. de reeds gerealiseerde kelderbak, hieruit volgt wel een horizontale lijnlast op de kelder van max. 234 kN/m¹, door de hoofdconstructeur dient bepaald te worden of deze belasting opgenomen kan worden door de kelderbak (in dit stadium).



RAPPORTAGE

Rapportnummer: DW H221363-1
Project: Woning Herman Gorterstraat 20
Locatie: Amsterdam

5 Controle grenstoestanden

Voor het gekozen damwandprofiel dient te worden aangetoond dat deze voldoet aan de eisen in verband met de constructieve veiligheid, eisen in verband met de bruikbaarheid en eisen in verband met de duurzaamheid.

Dit komt neer op een toetsing van respectievelijk de uiterste grenstoestand (UGT, type B) en de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT).

5.1 Uiterste grenstoestand, type B

De uiterste grenstoestand treedt op indien een bezwijkmechanisme in de grond of in de kerende constructie ontstaat.

5.1.1 Controle sterkte damwandprofiel

De maximale staalspanning in het profiel wordt gecontroleerd. De maximale staalspanning in het damwandprofiel moet voldoen aan:

$$u.c. = \frac{M_{s,d}}{W * f_{y,d}} \leq 1,0$$

Tabel 5.1; Controle maximaal moment

| Doorsnede | Damwand | $F_{y,d}$ [N/mm ²] | W_{el} [cm ³ /m ¹] | $M_{r,d}$ [kNm] | $M_{s,d}$ [kNm] | u.c. |
|-----------|----------|-----------------------------------|--|--------------------|--------------------|-------------|
| 1 | AZ26-700 | S355 | 2600 | 923 | 883 | 0,96 ≤ 1,00 |
| 2 | AZ18-700 | S240 | 1800 | 432 | 361 | 0,84 ≤ 1,00 |

5.1.2 Controle stabiliteit

Gezien de geometrie en de aanwezige grondslag zijn ons inziens geen problemen te verwachten met betrekking tot de totaalstabiliteit van het grondmassief met de daarin gesitueerde kerende constructie. Ook is door het rekenprogramma gecontroleerd op macro-stabiliteit, en overschrijdt de gemobiliseerde korrelweerstand nergens het maximaal toelaatbare.

5.2 Bruikbaarheidsgrenstoestand

Aan de vervormingen van de damwand is geen bovengrens gesteld, in dit stadium wordt uitgegaan van een grenswaarde van 100 mm¹.

De invloed van de vervorming op de omgeving valt buiten de scope van Hektec / Gebr. van t Hek en dient mee te worden genomen in het besluit van de opdrachtgever of de vervorming acceptabel is.

Tabel 5.2; Optredende vervormingen

| Doorsnede | Type Damwand | $U_{berekend}$ [mm ¹] | $U_{toelaatbaar}$ [mm ¹] | u.c. |
|-----------|--------------|--------------------------------------|---|-------------|
| 1 | AZ26-700 | 77 | 100 | 0,77 ≤ 1,00 |
| 2 | AZ18-700 | 63 | 100 | 0,63 ≤ 1,00 |

5.2.1 Voorziening t.b.v. vervorming

Om de vervorming enigszins tegen te gaan, kan men ervoor kiezen om volledig af te stempelen op de keldervloer. Dit levert voor doorsnede 1 een minimale winst op, aangezien de maximale vervorming in bouwfase 4 optreedt. In deze bouwfase bedraagt de vervorming maximaal 71,20 mm¹. Door in bouwfase 5 volledig af te stempelen op de keldervloer resulteert voor deze bouwfase in een maximale vervorming van 67,4 mm¹.



RAPPORTAGE

Rapportnummer: DW H221363-1
Project: Woning Herman Gorterstraat 20
Locatie: Amsterdam

6 Conclusie

In de onderstaande tabel staan de resultaten uit de berekening opgesomd.

Tabel 6.1; Resultaten damwandberekening

| Doorsnede | Damwand | St. kwal. [N/mm ²] | Kop damwand [m ¹ t.o.v. NAP] | Inheinniveau [m ¹ t.o.v. NAP] | Planklengte [m ¹] |
|-----------|----------|-----------------------------------|--|---|----------------------------------|
| 1 | AZ26-700 | S355 | +1,50 | -13,00 | 15,50 |
| 2 | AZ18-700 | S240 | +1,50 | -13,00 | 15,50 |

De damwand dient gestempeld uitgevoerd te worden. De berekening van het stempelframe valt buiten deze rapportage. De berekening van het stempelframe zal separaat worden aangeleverd. In de onderstaande tabel zijn de resultaten van de optredende krachten samengevat waarop het stempelframe beschouwd zal worden.

Tabel 6.2; Resultaten optredende stempelkrachten

| Doorsnede | Aangrijp Niveau [m ¹ t.o.v. NAP] | F _{a,voorspan} [kN/m ¹] | F _{stempel; BGT} [kN/m ¹] | F _{stempel; UGT} [kN/m ¹] |
|-----------|---|---|---|---|
| 1 | + 0,90 | - | 140 | 214 |
| 2 | + 0,90 | - | 73 | 114 |

Let op, bij het verwijderen van het stempelframe treedt op NAP – 1,20 m¹ een horizontale kracht op in de betonconstructie van 234 kN/m¹ / 120 kN/m¹. De hoofdconstructeur dient te bepalen of deze belasting opgenomen kan worden door de kelderbak (in dit stadium).



BIJLAGE

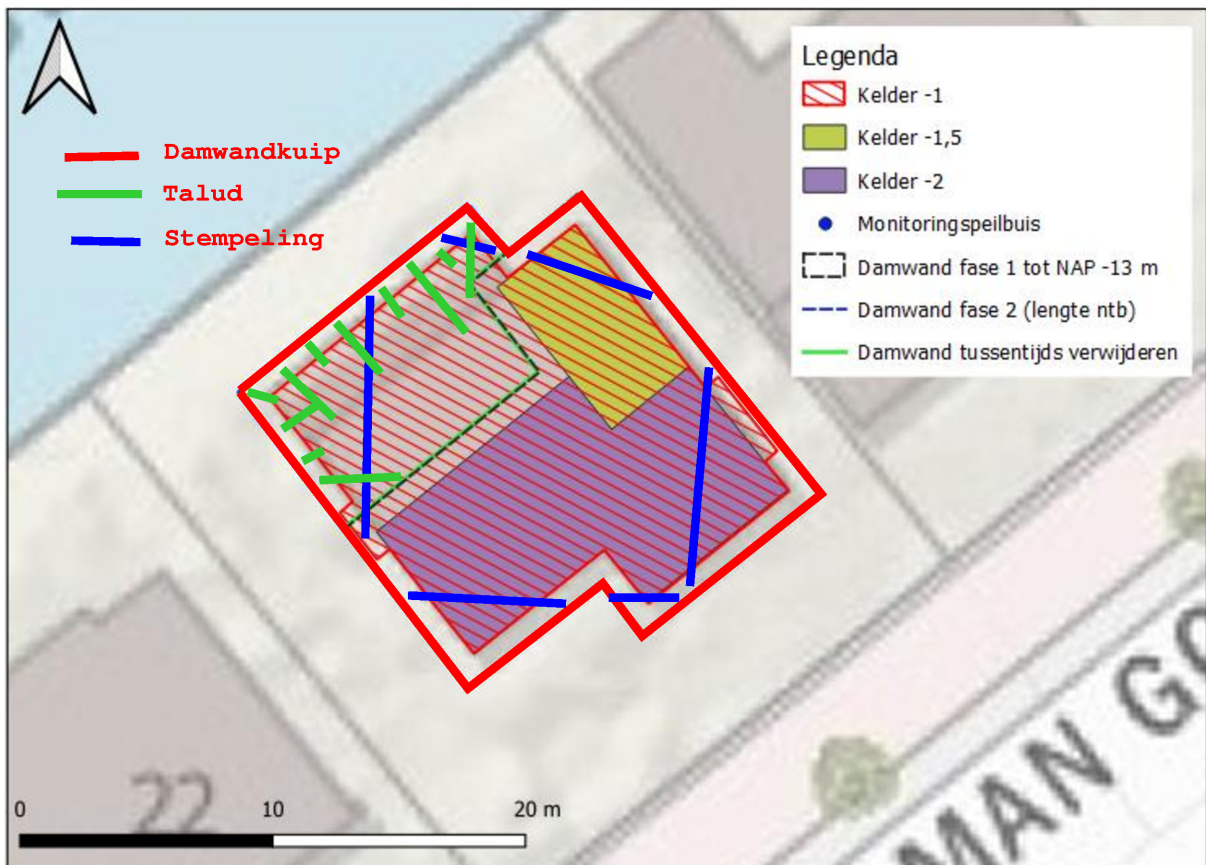
A Gegevens

datum : 21 april 2023
 ons kenmerk : 230206-B1

3 ONTGRAVING

3.1 Bouwput

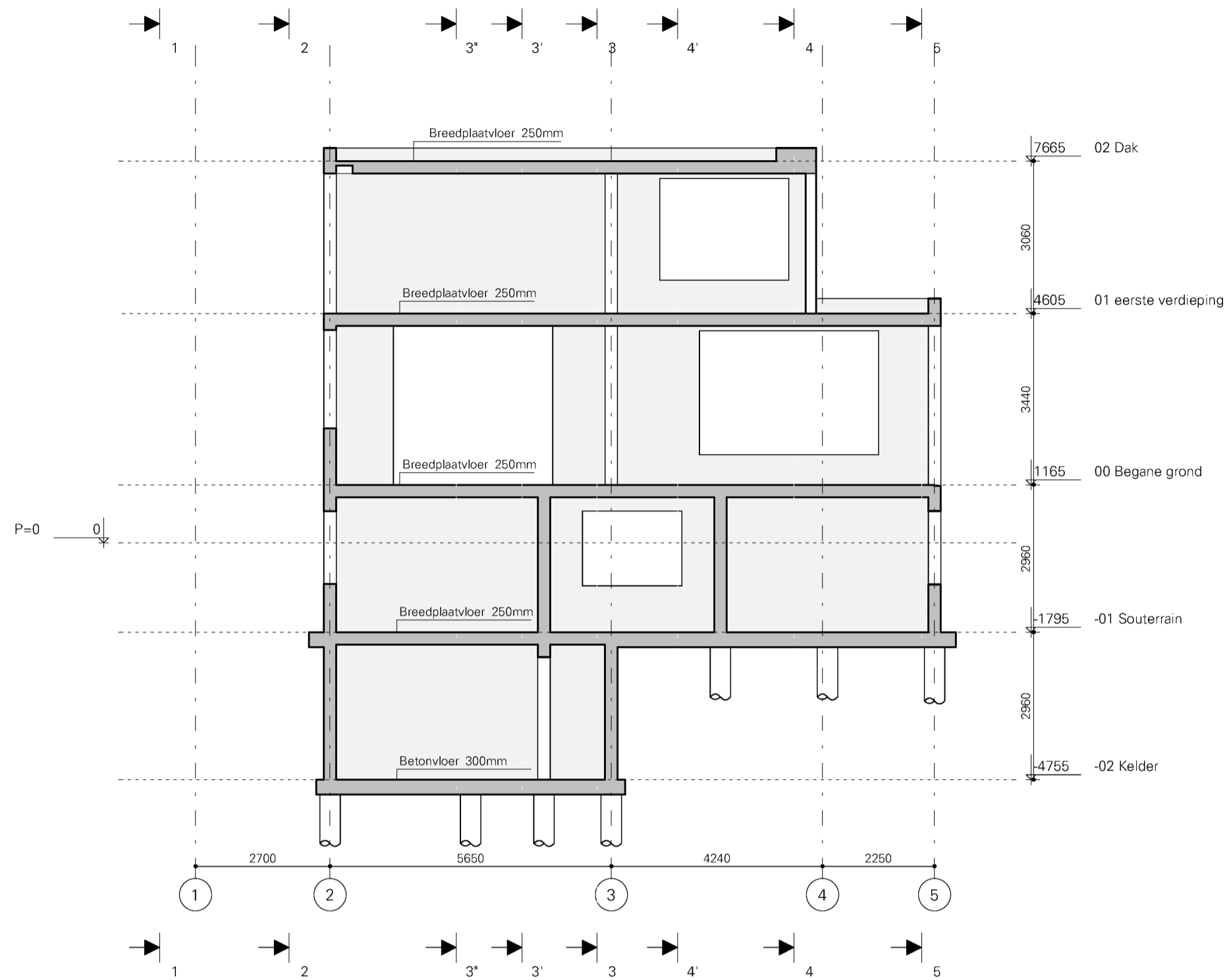
De kelder wordt in 2 fasen gerealiseerd binnen grond- en waterkerende damwanden. In onderstaande figuur is de fasering weergegeven. Voor fase 1 (zwarte stippellijn) zijn lange damwandplanken tot NAP -13 m geadviseerd. Voor fase 2 (blauwe stippellijn) is de lengte van de damwandplanken nader te bepalen. Vanuit hydrologische oogpunt wordt geadviseerd deze tot minimaal NAP -5 m aan te brengen om een gesloten bouwkuip te creëren. Na het gereedkomen van de bouw fase 1, dient een gedeelte van de damwand te worden verwijderd (groene stippellijn). De overige damwanden blijven tijdens de bouw gehandhaafd om de bouwkuip gesloten te houden.



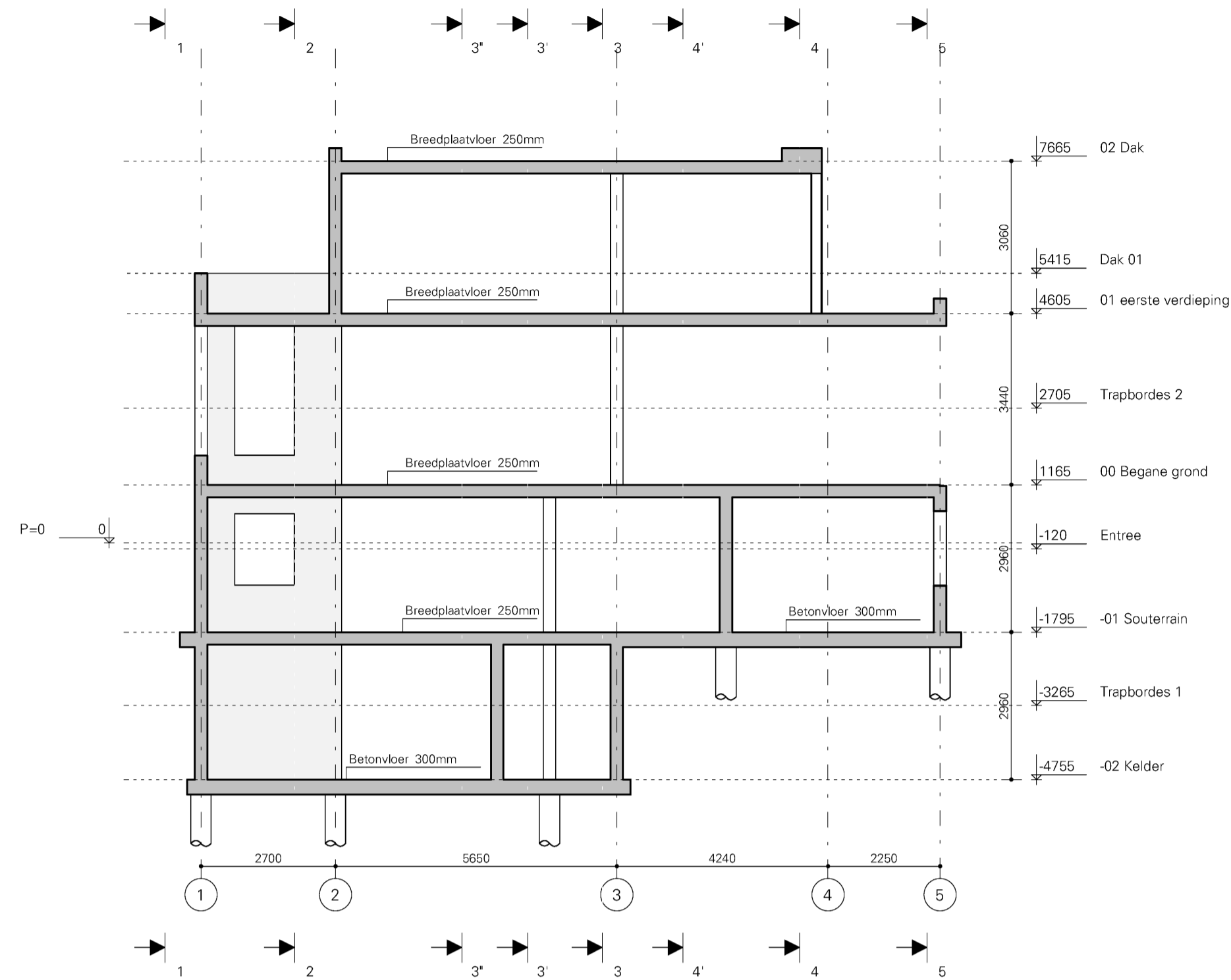
Figuur 4: Fasering, kelderniveaus en locatie damwanden (indicatief)

3.2 Grondverbetering

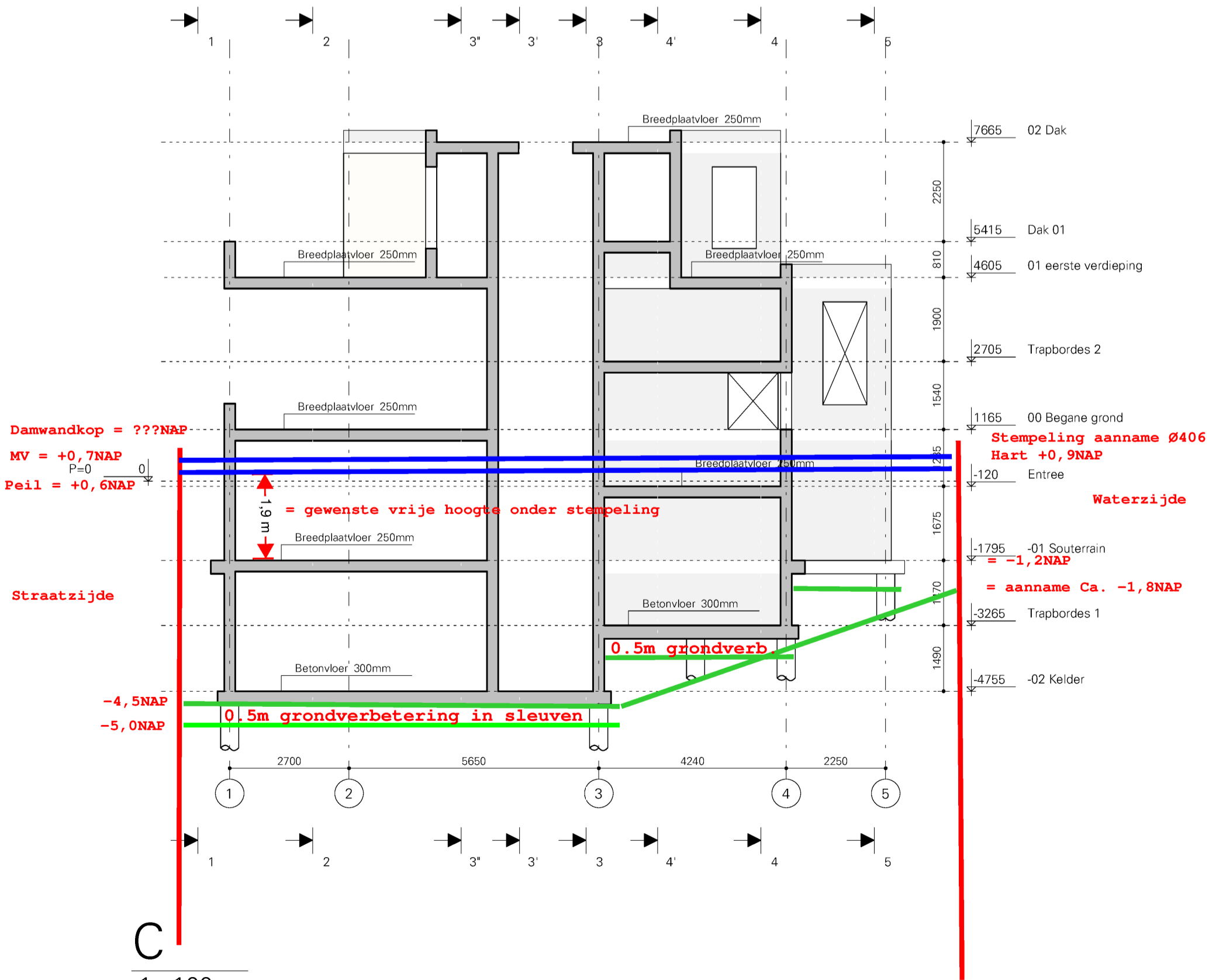
Omdat het aanlegniveau van de kelder -1,5 en -2 in een slecht doorlatende bodemlaag is gelegen, wordt geadviseerd een grondverbetering van 0,5 m uit te voeren.



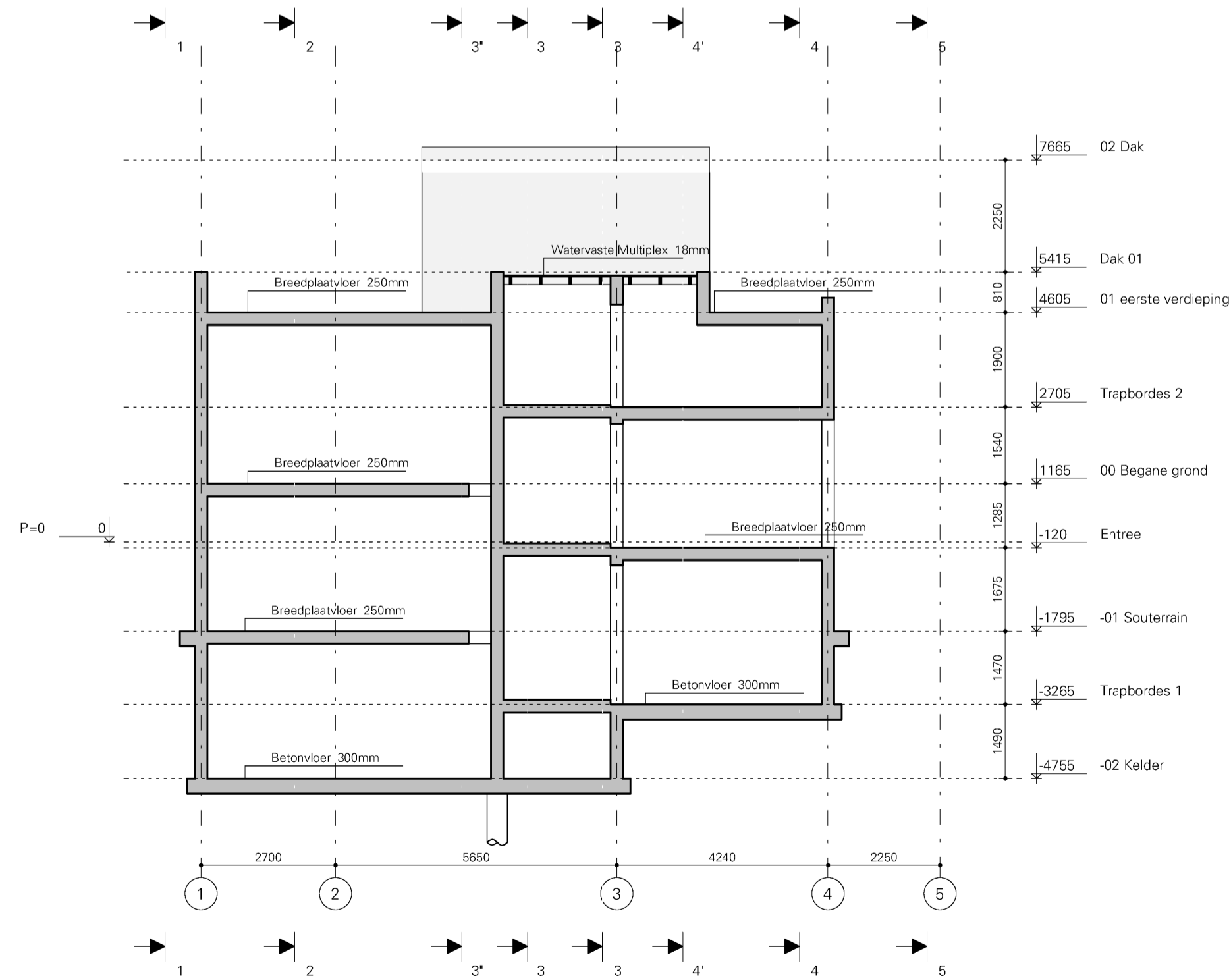
A
1 : 100



B
1 : 100



C
1 : 100



D
1 : 100

Legenda

| Dragende elementen | |
|--------------------|-------------------------------------|
| | dragend beton op de vloer |
| | dragend prefab beton op de vloer |
| | dragend metselwerk op de vloer |
| | dragend hout op de vloer |
| | dragende constructie onder de vloer |

| Sparingen | |
|-----------|--|
| | Sparingen t.b.v. schachten, trappaten e.d. |
| | Ruimte voor leidingdoorvoeren, niet uitvoeren als één vloersparing |

| Vloeraanduiding | | Detailaanduiding | | Kolomaanduiding | |
|---|--|------------------|--|----------------------------|--|
| | | | | | |
| 1. niveau tov peil 2. betonwaaier / dikte druklaag (mm) 3. dikte vloer (mm) 4. vloer type 5. afwerking | | Detail nr. | | kolom boven kolom onder | |

NB: zie voor overige uitgangspunten constructieve berekeningen

Opmerkingen

- peil = 0 = NAP + 0.60 m
- maten in mm

- Algemeen**
- deze tekening betreft de hoofdconstructie
 - alle vermaakte verbindingen zijn ter indicatie, definitieve uitwerking door aannemer/leverancier
 - voor definitieve ankers en installatievoorzieningen zie tekeningen aannemer/leverancier
 - voor definitieve spalingen zie spalingtekeningen aannemer/leverancier
 - voorzieningen stabiliteit en ondersteuning in de uitvoering door aannemer
 - constructieve detailberekeningen en -tekeningen ter controle aanbieden aan coördinerend constructeur
 - de principes van de details gelden tevens voor vergelijkbare situaties
 - bouwkundige constructies te berekenen en tekenen door aannemer/leverancier

- Bouwkup**
- positie damwand ter indicatie, definitieve positie en afmeting damwand door aannemer/leverancier

- Brandwerendheid**
- brandwerendheids hoofdraagconstructie: 30 minuten

- Staalconstructie**
- bouwkundige staalconstructies volgens opgave leverancier

- Betonconstructie in het werk gestort**
- beton, sterkteklasse C30/37 tenzij anders vermeld

- Houtconstructie**
- hout, sterkteklasse C18, tenzij anders vermeld
 - schroeven en bouten B5, tenzij anders vermeld

- Dakconstructie**
- afwatering afkomstig minimaal 16mm/m
 - capaciteit noodoverstorten afstemmen op te lozen debiet zodat maximaal 50mm water op het dak blijft staan

- Gewelmetelwerk**
- g d = gewelddager of afdragende leraf; posities en afmetingen indicatief, definitieve afmetingen en posities volgens opgave leverancier

Deze tekening is eigendom van BREED Integrated Design. Zonder schriftelijke toestemming mag niets worden gekopieerd, gebruikt of de inhoud ervan ter kennis van derden worden gebracht.

| Versie | Omschrijving | Get. | Datum |
|--------|--------------|------|------------|
| 1 | TO | mil | 07-10-2022 |

B R E E D Korte Koedijkstraat 6/8
2511 CE The Hague, Netherlands
INTEGRATED DESIGN info@breedid.nl
5.1.2.e www.breedid.nl

Opdrachtgever Familie 5.1.2.e
Architect HofmanDujardin
Project

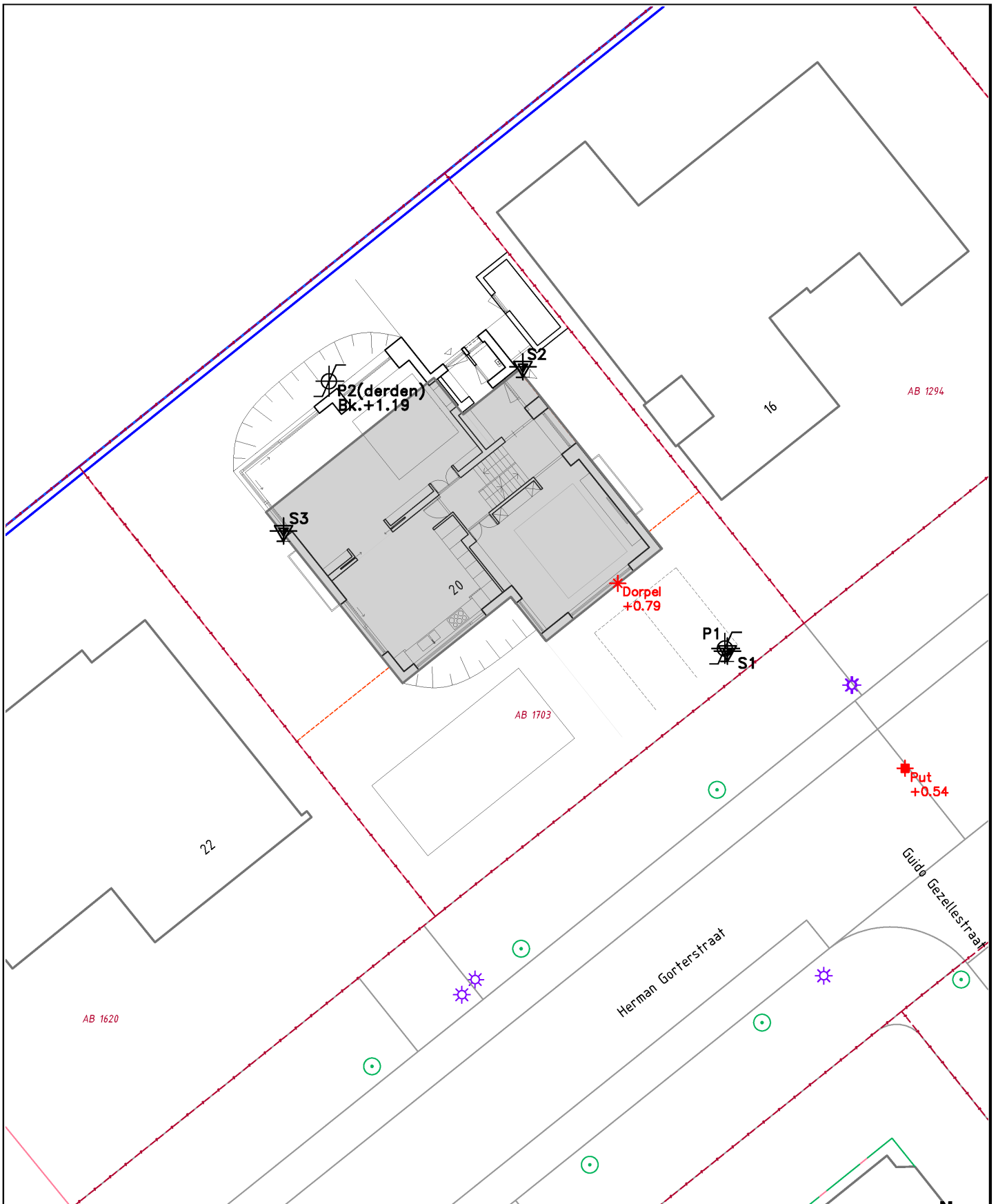
Herman Gorterstraat

Onderwerp
Doorsnede 1/3

| | | | |
|--------|------------|-------------|---------|
| Fase | TO | Schaal | 1 : 100 |
| Status | Definitief | Bladformaat | A1 |

Projectnummer 21038
Tekeningnr. TO.4000V
Versie 1





Sondering met Kleefmeting
 Boring
 Peilbuis
 Sondering nog uitvoeren

Tekening overgenomen van derden

De genoemde inmeet- en waterpasresultaten zijn alleen van toepassing op het bodemonderzoek en kunnen niet dienen als basis voor de realisatie van het bouwproject en/of andere doeleinden.



Herman Gorterstraat 20
Amsterdam

kaartblad: (A4)

schaal: 1:250

get. | 23.12.2021

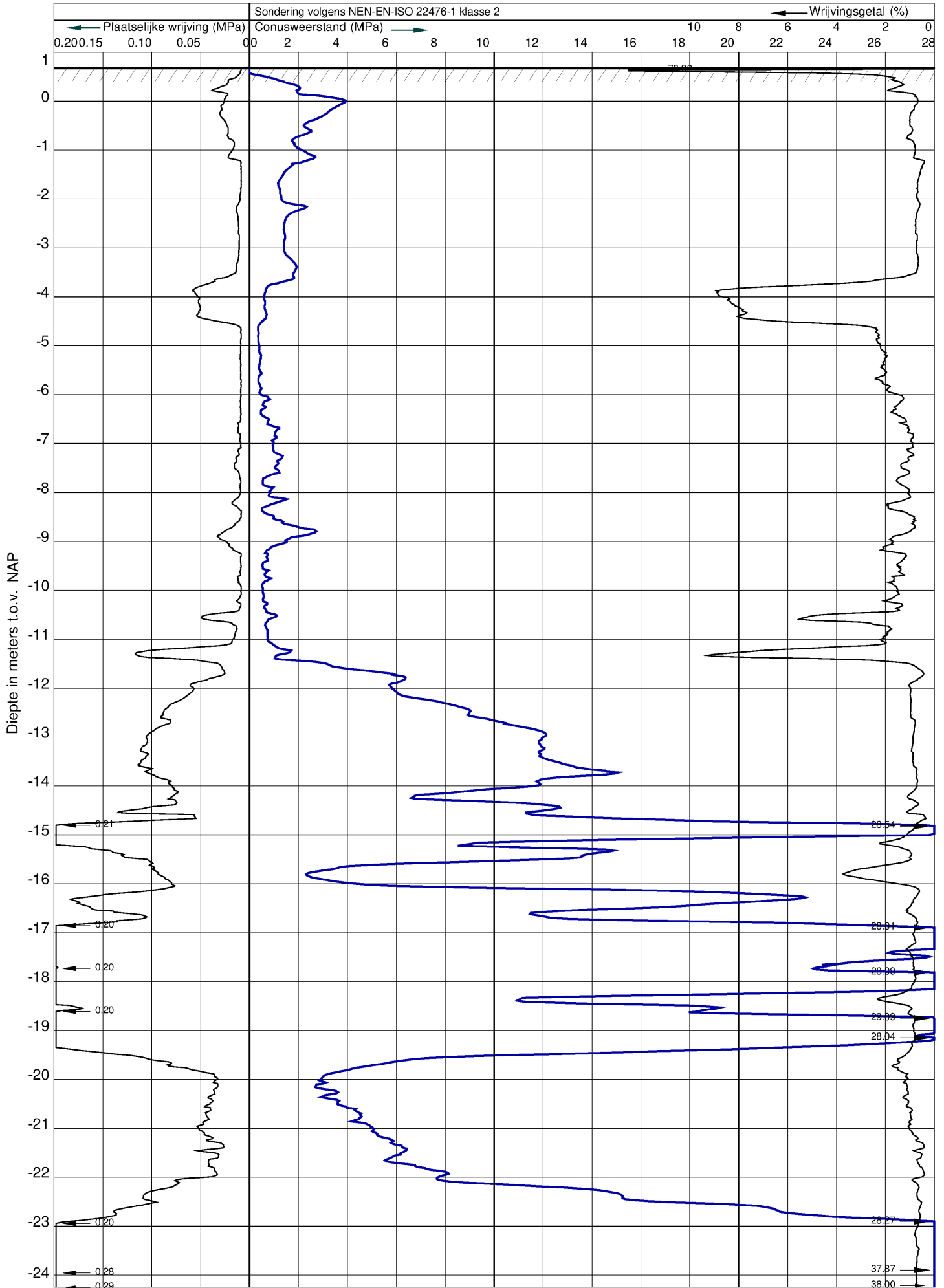
opdr. nr.: S 21.597

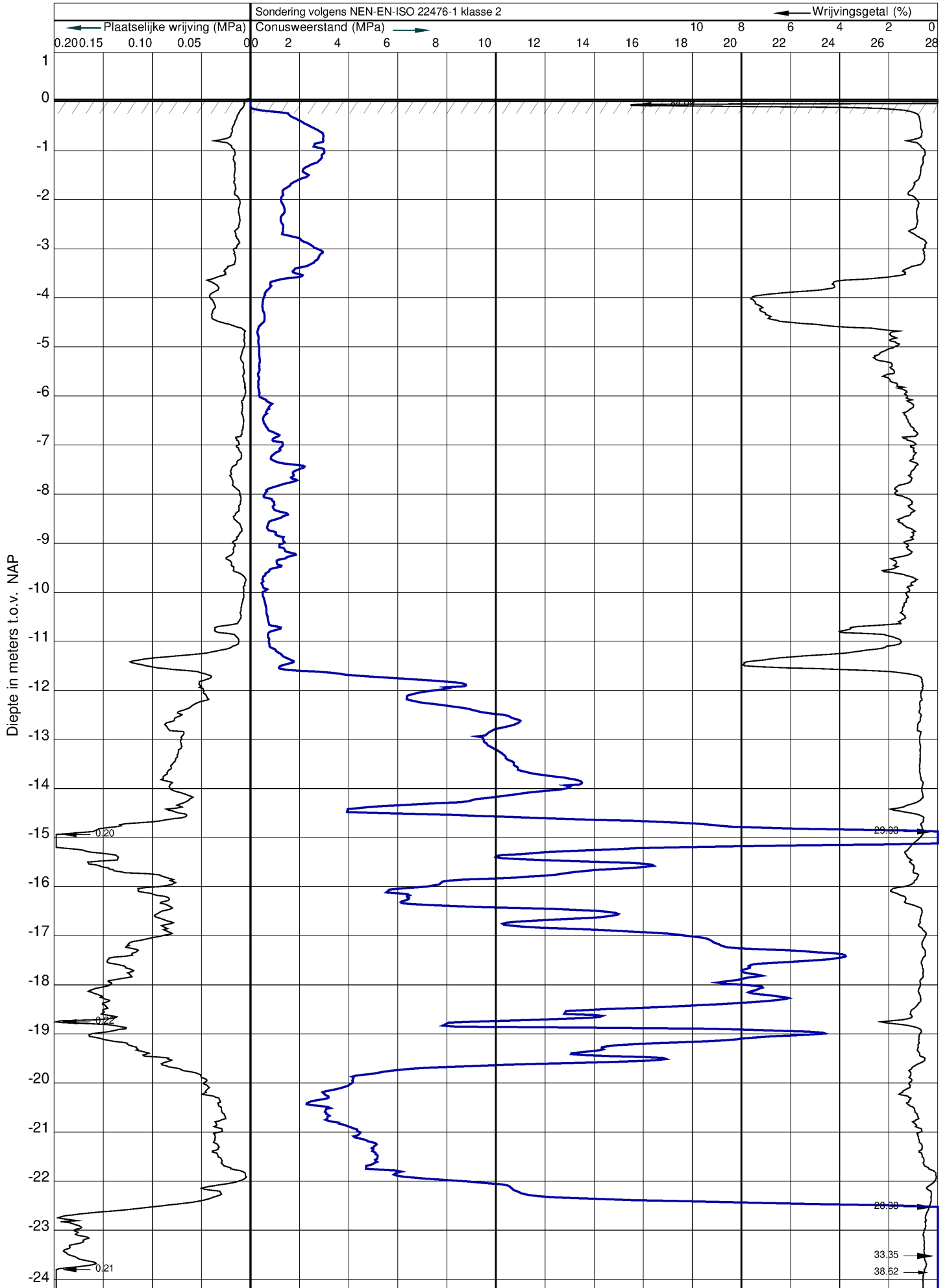
gew. | 14.06.2023

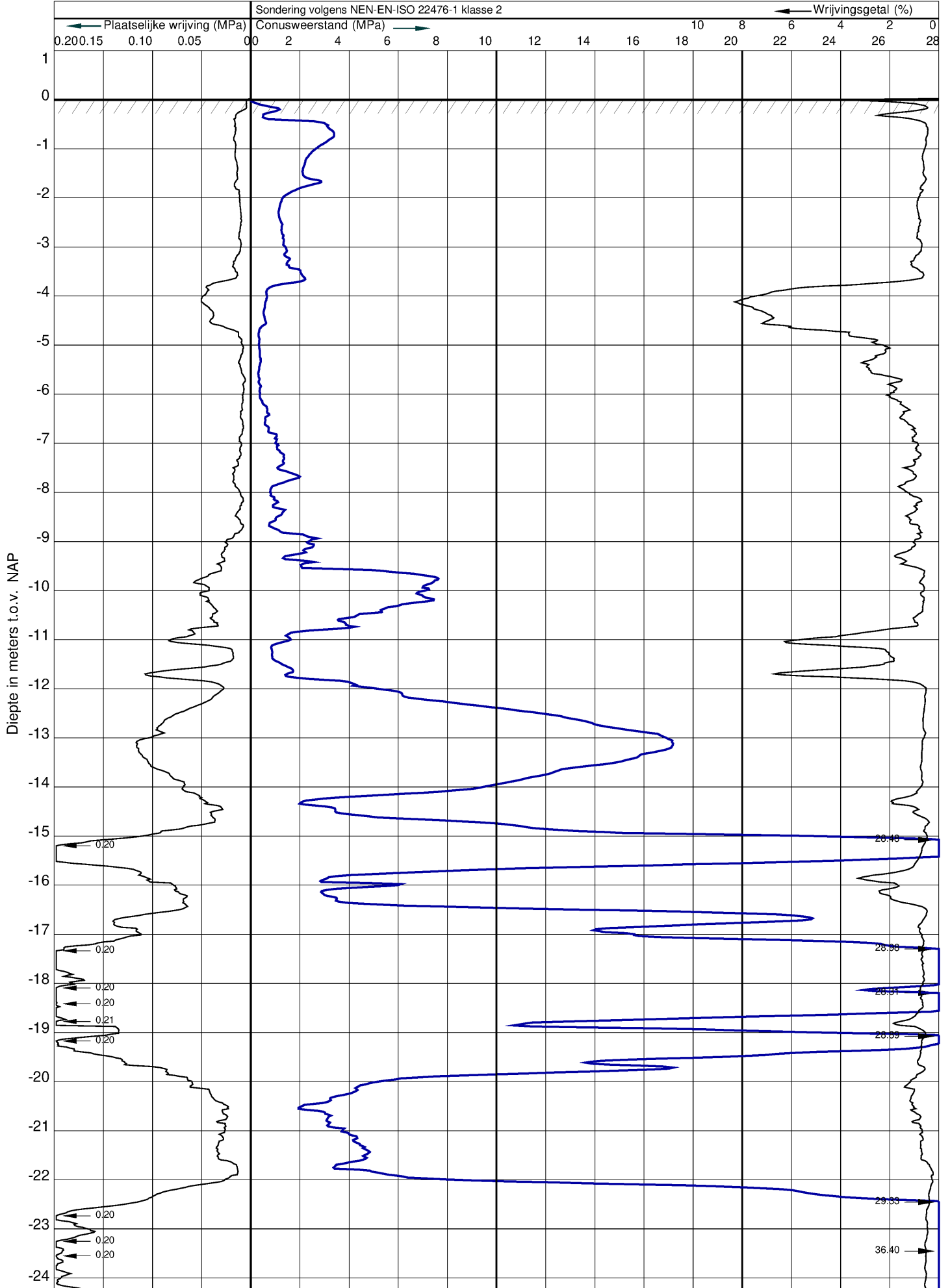
nr.:

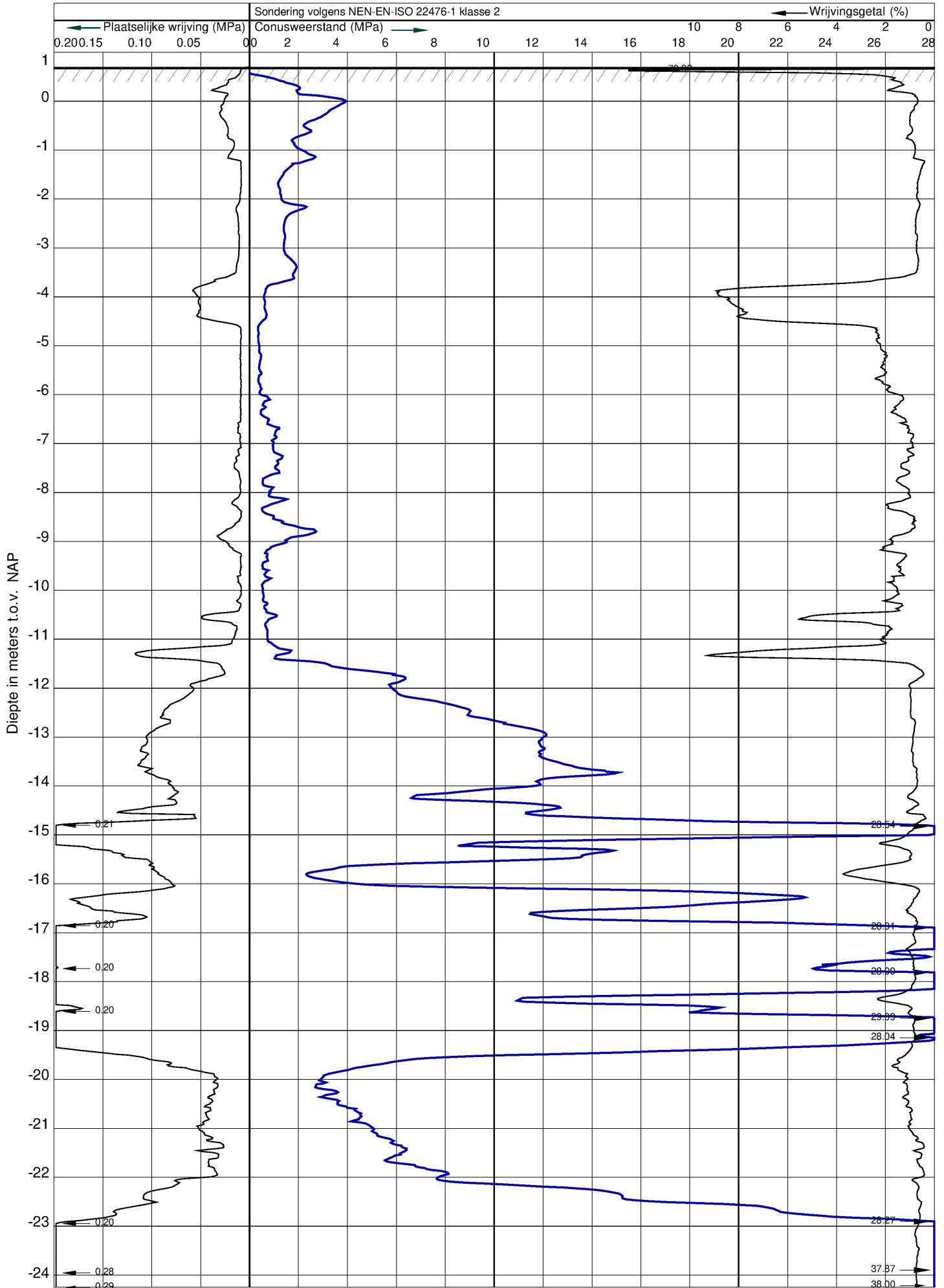
SITUATIE

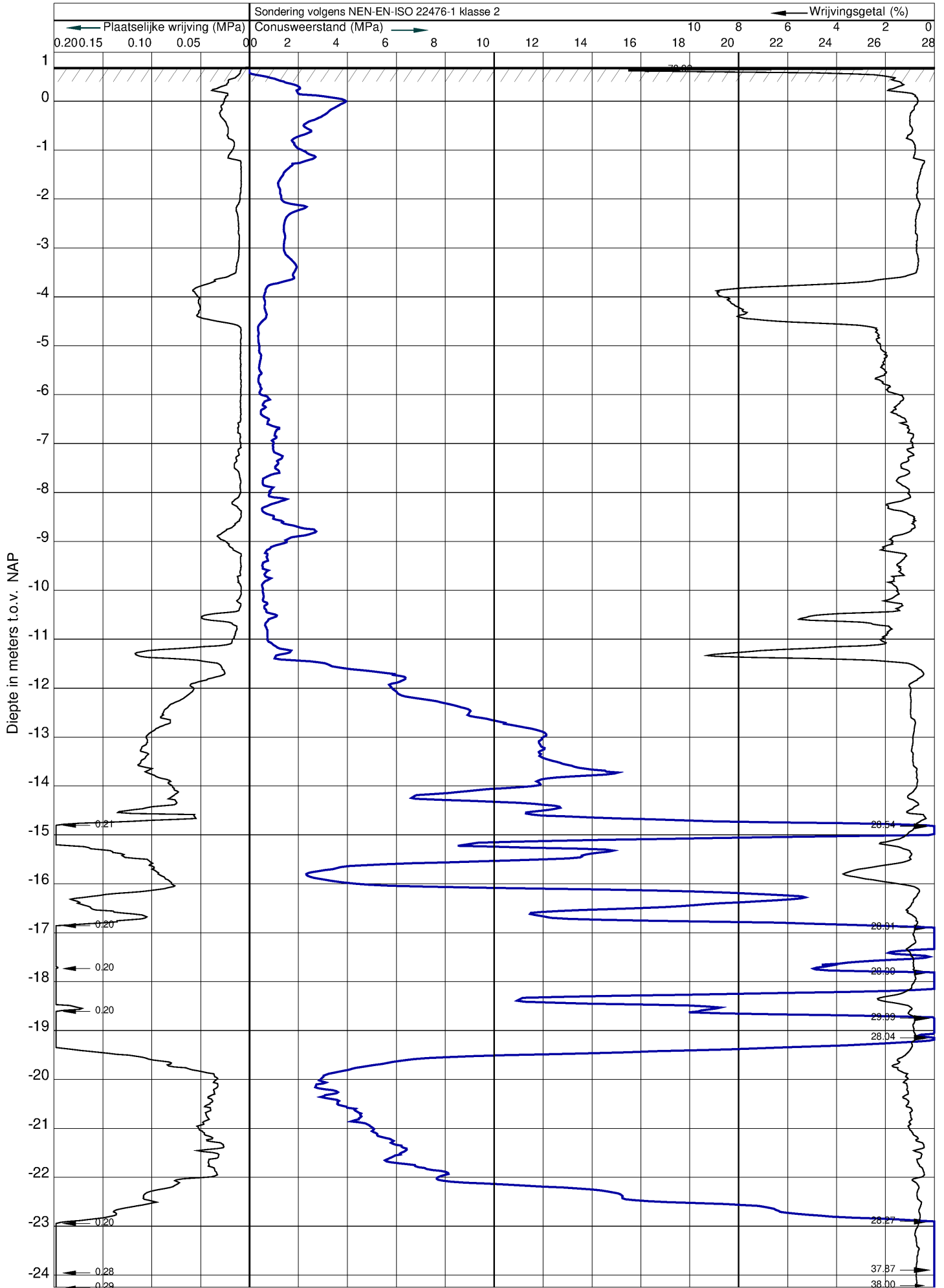
gew. |













BIJLAGE

B Uitvoer D-Sheet, doorsnede kelder

Report for D-Sheet Piling 22.2

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Date of report: 9-5-2023
Time of report: 07:49:40
Report with version: 22.2.1.38119

Date of calculation: 9-5-2023
Time of calculation: 07:35:00
Calculated with version: 22.2.1.38119

File name: 221363-1 - kopie - kopie

Project identification: 221363
Doorsnede Kelder

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

1 Table of Contents

| | |
|--|----|
| 1 Table of Contents | 2 |
| 2 Summary | 3 |
| 2.1 Overview per Stage and Test | 3 |
| 2.2 Supports | 4 |
| 2.3 Anchors and Struts | 4 |
| 2.4 Overall Stability per Stage | 4 |
| 2.5 Warnings | 5 |
| 2.6 CUR Verification Steps | 6 |
| 3 Input Data for all Stages | 7 |
| 3.1 General Input Data | 7 |
| 3.2 Sheet Piling Properties | 7 |
| 3.2.1 General Properties | 7 |
| 3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour) | 7 |
| 3.2.3 Maximum Allowable Moments | 7 |
| 3.2.4 Properties for Vertical Balance | 7 |
| 3.3 Calculation Options | 7 |
| 4 Outline Stage 1: Stage 1 | 9 |
| 5 Outline Stage 2: Stage 2 | 10 |
| 6 Outline Stage 3: Stage 3 | 11 |
| 7 Outline Stage 4: Stage 4 | 12 |
| 8 Outline Stage 5: Stage 5 | 13 |

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

| Stage nr. | Verification type | Displacement [mm] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Mob. perc. moment [%] | Mob. perc. resistance [%] | Status |
|-----------|--------------------------|-------------------|---------------|------------------|-----------------------|---------------------------|--------|
| 1 | EC7(NL)-Step 6.1 | | 0,48 | 0,65 | 0,0 | 19,7 | |
| 1 | EC7(NL)-Step 6.2 | | 0,37 | 0,58 | 0,0 | 19,7 | |
| 1 | EC7(NL)-Step 6.3 | | 1,80 | 1,18 | 0,0 | 20,1 | |
| 1 | EC7(NL)-Step 6.4 | | 1,07 | 1,09 | 0,0 | 20,1 | |
| 1 | EC7(NL)-Step 6.5 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 14,8 | |
| 1 | EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200 | | 0,00 | 0,00 | | | |
| 2 | EC7(NL)-Step 6.1 | | -81,02 | -28,17 | 0,0 | 33,8 | |
| 2 | EC7(NL)-Step 6.2 | | -59,70 | -28,17 | 0,0 | 33,8 | |
| 2 | EC7(NL)-Step 6.3 | | -56,96 | -24,43 | 0,0 | 33,5 | |
| 2 | EC7(NL)-Step 6.4 | | -44,37 | -24,43 | 0,0 | 33,4 | |
| 2 | EC7(NL)-Step 6.5 | 8,2 | -21,81 | 17,88 | 0,0 | 23,1 | |
| 2 | EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200 | | -26,17 | 21,45 | | | |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.1 | | -81,43 | -28,46 | 27,8 | 33,3 | |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.2 | | -59,89 | -28,34 | 27,7 | 33,3 | |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.3 | | -57,26 | -24,74 | 27,8 | 33,0 | |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.4 | | -44,80 | -24,61 | 27,7 | 33,0 | |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.5 | 8,2 | -21,81 | 17,88 | 19,5 | 23,1 | |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200 | | -26,17 | 21,45 | | | |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.1 | | 882,80 | 213,27 | 85,9 | 87,7 | |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.2 | | 870,66 | 211,22 | 86,5 | 88,5 | |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.3 | | 842,87 | 206,50 | 82,6 | 84,9 | |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.4 | | 828,30 | 203,99 | 84,0 | 86,4 | |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.5 | 71,2 | 502,09 | 139,41 | 54,9 | 60,6 | |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200 | | 602,51 | 167,30 | | | |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.1 | | 594,95 | 215,94 | 72,6 | 73,7 | |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.2 | | 588,90 | 213,07 | 73,0 | 74,7 | |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.3 | | 558,66 | 208,45 | 68,4 | 69,9 | |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.4 | | 548,21 | 204,43 | 69,5 | 71,5 | |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.5 | 76,7 | 258,84 | 120,93 | 44,1 | 49,8 | |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200 | | 310,61 | 145,12 | | | |

| | | | | | | | |
|-----|--|-------------|---------------|---------------|-------------|-------------|--|
| Max | | 76,7 | 882,80 | 215,94 | 86,5 | 88,5 | |
|-----|--|-------------|---------------|---------------|-------------|-------------|--|

| Stage nr. | Verification type | Vertical balance |
|-----------|--------------------------|------------------|
| 1 | EC7(NL)-Step 6.1 | Sufficient |
| 1 | EC7(NL)-Step 6.2 | Sufficient |
| 1 | EC7(NL)-Step 6.3 | Upwards |
| 1 | EC7(NL)-Step 6.4 | Upwards |
| 1 | EC7(NL)-Step 6.5 | Sufficient |
| 1 | EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200 | |
| 2 | EC7(NL)-Step 6.1 | Upwards |
| 2 | EC7(NL)-Step 6.2 | Upwards |
| 2 | EC7(NL)-Step 6.3 | Upwards |
| 2 | EC7(NL)-Step 6.4 | Upwards |
| 2 | EC7(NL)-Step 6.5 | Upwards |
| 2 | EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200 | |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.1 | Upwards |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.2 | Upwards |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.3 | Upwards |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.4 | Upwards |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.5 | Upwards |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200 | |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.1 | Upwards |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.2 | Upwards |

| Stage nr. | Verification type | Vertical balance |
|-----------|--------------------------|------------------|
| 4 | EC7(NL)-Step 6.3 | Upwards |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.4 | Upwards |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.5 | Upwards |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200 | |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.1 | Upwards |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.2 | Upwards |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.3 | Upwards |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.4 | Upwards |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.5 | Upwards |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200 | |

| | |
|---------|--------------------|
| Summary | Upwards/Sufficient |
|---------|--------------------|

2.2 Supports

| Stage nr. | Verification type | Support keldermuur/souterrain | | |
|-----------|--------------------------|-------------------------------|--------------|--------|
| | | Force [kN] | Moment [kNm] | Status |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.1 | -233,84 | 0,00 | |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.2 | -230,96 | 0,00 | |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.3 | -226,34 | 0,00 | |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.4 | -222,33 | 0,00 | |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.5 | -136,24 | 0,00 | |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200 | -163,48 | 0,00 | |

| | | | | |
|-----|--|----------------|-------------|--|
| Max | | -233,84 | 0,00 | |
|-----|--|----------------|-------------|--|

2.3 Anchors and Struts

| Stage nr. | Verification type | Anchor/strut stempel 1 | | |
|-----------|--------------------------|------------------------|---------|--------|
| | | Force [kN] | State | Status |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.1 | 0,00 | | |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.2 | 0,05 | Elastic | |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.3 | 0,00 | | |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.4 | 0,04 | Elastic | |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.5 | 0,00 | | |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200 | 0,00 | | |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.1 | 213,27 | Elastic | |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.2 | 211,22 | Elastic | |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.3 | 206,50 | Elastic | |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.4 | 203,99 | Elastic | |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.5 | 139,41 | Elastic | |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200 | 167,30 | Elastic | |

| | | | | |
|-----|--|---------------|--|--|
| Max | | 213,27 | | |
|-----|--|---------------|--|--|

The force is in the direction of the anchor.

2.4 Overall Stability per Stage

| Stage name | Stability factor [-] |
|------------|----------------------|
| Stage 1 | 10000,00 |
| Stage 2 | 5,22 |
| Stage 3 | 5,22 |
| Stage 4 | 1,52 |
| Stage 5 | 1,83 |

2.5 Warnings

Phi values:

In the profile(s) below, the difference between the highest and lowest phi in the materials is more than 15 degrees. According to Cur-166 article 4.5.8 a Culmann calculation with straight slip surfaces is not allowed. Either reduce your phi's or try a K_a , K_o , K_p calculation.

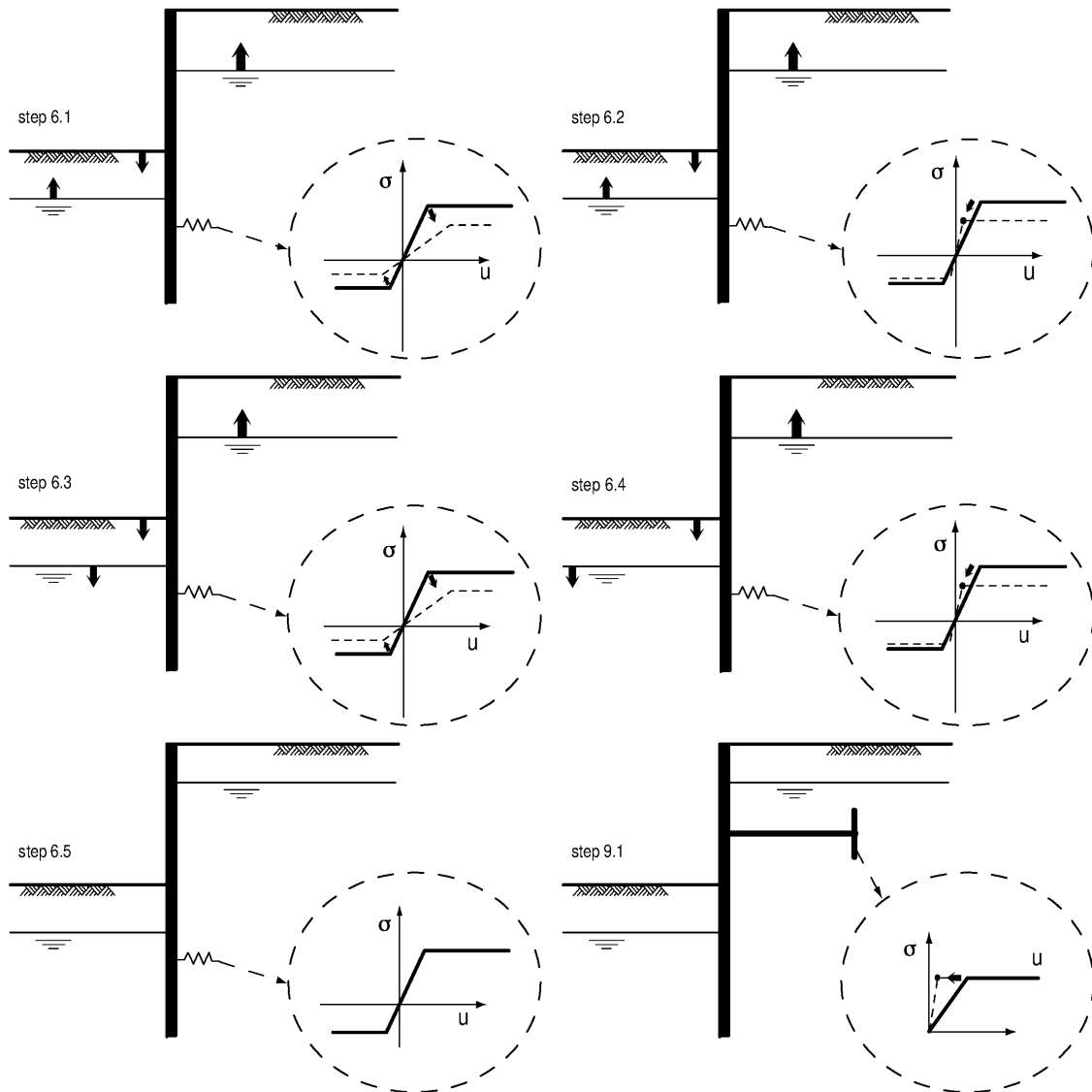
Profile(s):

bemalen - 5,00 (1)

Vertical balance:

The resultant vertical friction force is directed upward in stage 1,2,3,4,5 because the friction force on the passive side exceeds that on the active side. This might be prevented by reducing the friction angle Δ on the passive side.

2.6 CUR Verification Steps



3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

| | |
|---|-------------------------|
| Model | Sheet piling |
| Check vertical balance | Yes |
| Number of construction stages | 5 |
| Unit weight of water | 10,00 kN/m ³ |
| Number of curves for spring characteristics | 3 |
| Unloading curve on spring characteristic | No |
| Elastic calculation | Yes |

3.2 Sheet Piling Properties

| | |
|---------------------|----------|
| Length | 14,50 m |
| Level top side | 1,50 m |
| Number of sections | 1 |
| q _b ;max | 5,00 MPa |
| Xi factor | 1,39 |

3.2.1 General Properties

| Section name | From [m] | To [m] | Material type | Acting width [m] |
|-------------------|-------------|-----------|---------------|---------------------|
| AZ 26 -700 (S3... | -13,00 | 1,50 | Steel | 1,00 |

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

| Section name | Elastic stiffness EI [kNm ² /m'] | Red. factor on EI [-] | Corrected elas. stiffness EI [kNm ²] | Note to reduction factor |
|-------------------|--|--------------------------|---|--------------------------|
| AZ 26 -700 (S3... | 1,2541E+05 | 1,00 | 1,2541E+05 | |

3.2.3 Maximum Allowable Moments

| Section name | Mr;char;el [kNm/m'] | Modification factor [-] | Material factor [-] | Red. factor allow. moment [-] | Mr;d;el [kNm] |
|-------------------|------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|
| AZ 26 -700 (S3... | 923,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 923,00 |

3.2.4 Properties for Vertical Balance

| Section name | From [m] | To [m] | Height [mm] | Section area [cm ² /m'] |
|-------------------|-------------|-----------|----------------|---------------------------------------|
| AZ 26 -700 (S3... | -13,00 | 1,50 | 460,00 | 187,00 |

3.3 Calculation Options

| | |
|--|---|
| First stage represents initial situation | No |
| Calculation refinement | Coarse |
| Reduce delta(s) according to CUR | Yes |
| Verification | EC7 NA NL - method A: Partial factors (design values) in all stages. Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III. |
| Multiplication factor for anchor stiffness | 1,000 |

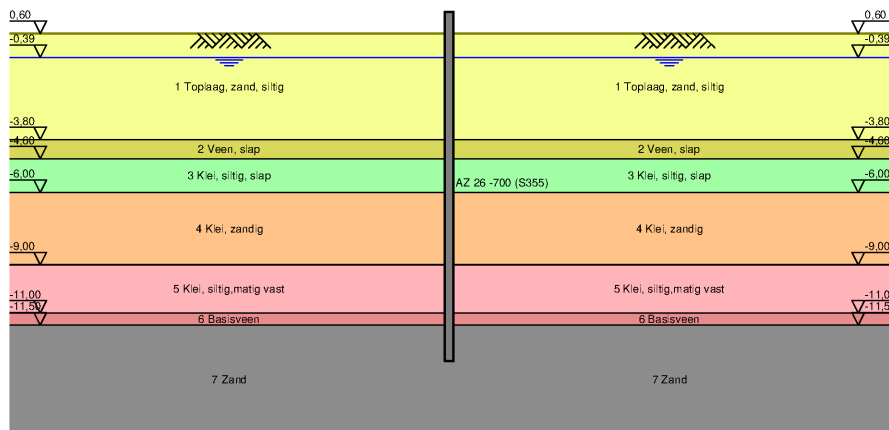
| | |
|---|---------|
| Used partial factor set | RC 1 |
| Factors on loads - Geotechnical loads | |
| - Permanent load, unfavourable | 1,000 |
| - Permanent load, favourable | 1,000 |
| - Variable load, unfavourable | 1,000 |
| - Variable load, favourable | 0,000 |
| Factors on loads - Constructive loads | |
| - Permanent load, unfavourable | 1,215 |
| - Permanent load, favourable | 0,900 |
| - Variable load, unfavourable | 1,350 |
| - Variable load, favourable | 0,000 |
| Material factors | |
| - Cohesion | 1,150 |
| - Tangent phi | 1,150 |
| - Delta (wall friction angle)* | 1,150 |
| - Modulus of low representative subgrade reaction | 1,300 |
| Geometry modification | |
| - Increase retaining height | 10,00 % |
| - Maximum increase retaining height | 0,50 m |
| - Reduction in phreatic line on passive side** | 0,20 m |
| - Raise in phreatic line on passive side** | 0,20 m |
| - Raise in phreatic line on active side | 0,05 m |
| Factors on representative values | |
| - Partial factor on M, D and Pmax | 1,200 |
| Overall stability factors | |
| - Cohesion | 1,300 |
| - Tangent phi | 1,200 |
| - Factor on unit weight soil | 1,000 |
| Vertical balance factors | |
| - Partial factor base resistance (γ_b) | 1,200 |

* For delta (wall friction angle), the input value of tangent phi is used

** This modification of the phreatic level does not apply when the sheet piling is completely submerged.

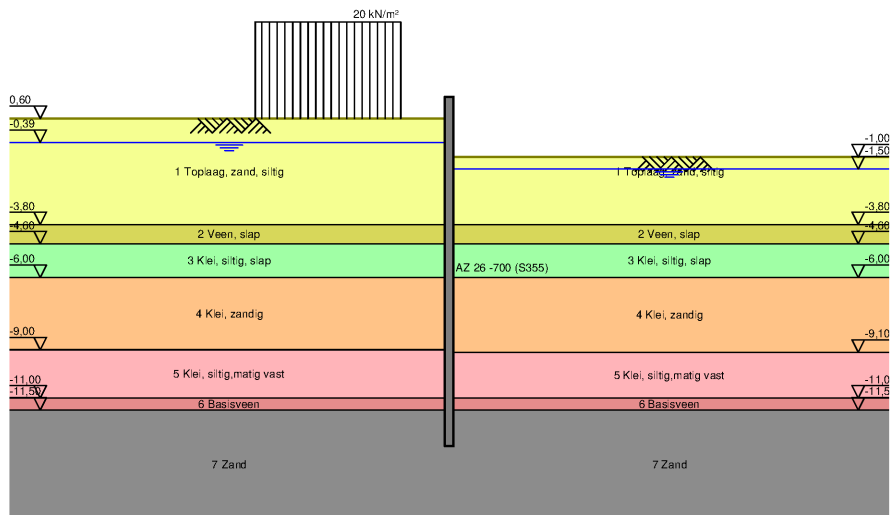
4 Outline Stage 1: Stage 1

Outline - Stage 1: Stage 1



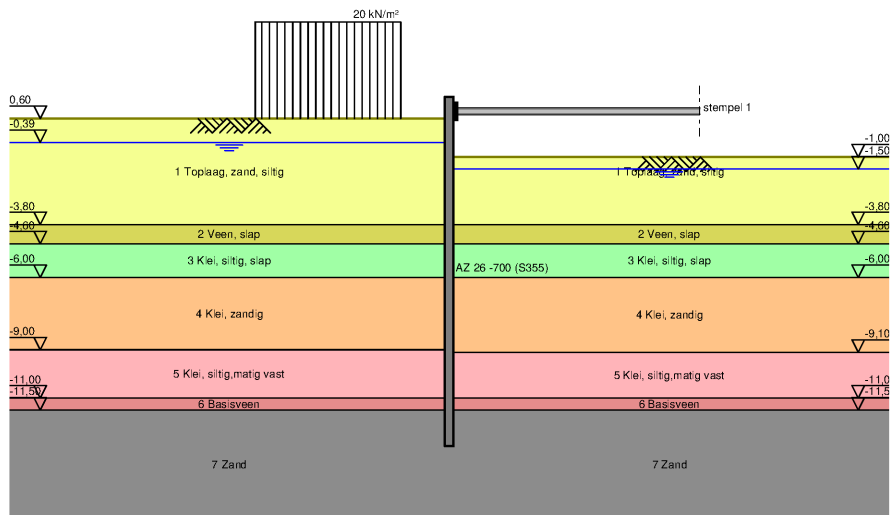
5 Outline Stage 2: Stage 2

Outline - Stage 2: Stage 2



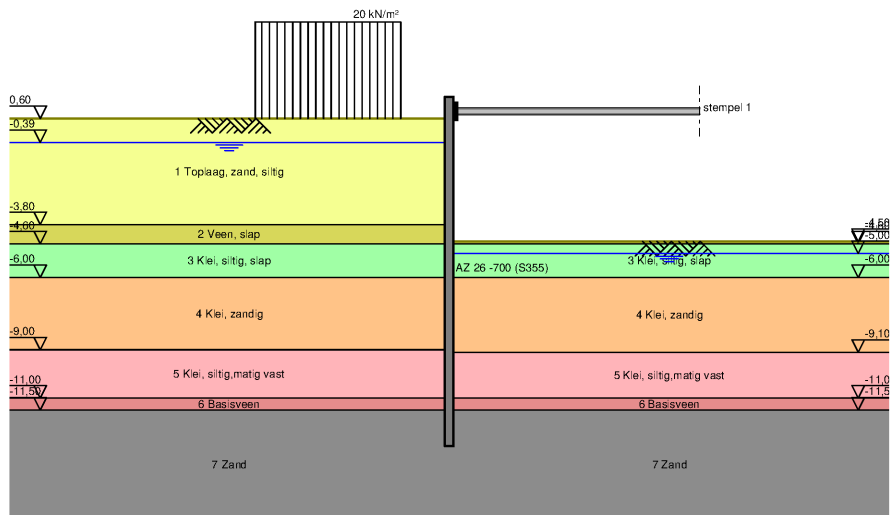
6 Outline Stage 3: Stage 3

Outline - Stage 3: Stage 3

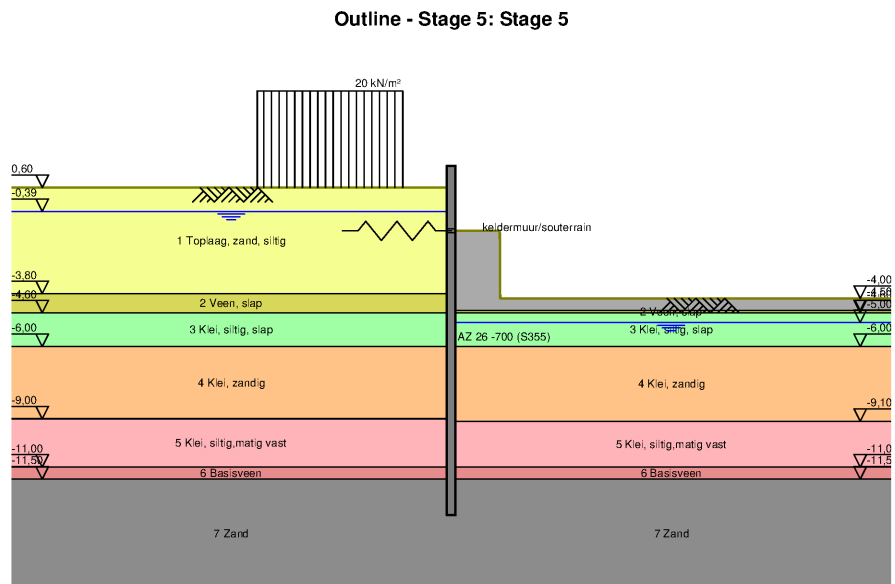


7 Outline Stage 4: Stage 4

Outline - Stage 4: Stage 4



8 Outline Stage 5: Stage 5



End of Report



BIJLAGE

C Uitvoer D-Sheet, doorsnede souterrain

Report for D-Sheet Piling 22.2

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Date of report: 9-5-2023
Time of report: 07:48:26
Report with version: 22.2.1.38119

Date of calculation: 9-5-2023
Time of calculation: 07:37:04
Calculated with version: 22.2.1.38119

File name: 221363-2 souterrain - kopie - kopie

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

1 Table of Contents

| | |
|--|----|
| 1 Table of Contents | 2 |
| 2 Summary | 3 |
| 2.1 Overview per Stage and Test | 3 |
| 2.2 Supports | 4 |
| 2.3 Anchors and Struts | 4 |
| 2.4 Overall Stability per Stage | 4 |
| 2.5 Warnings | 5 |
| 2.6 CUR Verification Steps | 5 |
| 3 Input Data for all Stages | 6 |
| 3.1 General Input Data | 6 |
| 3.2 Sheet Piling Properties | 6 |
| 3.2.1 General Properties | 6 |
| 3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour) | 6 |
| 3.2.3 Maximum Allowable Moments | 6 |
| 3.2.4 Properties for Vertical Balance | 6 |
| 3.3 Calculation Options | 6 |
| 4 Outline Stage 1: Stage 1 | 8 |
| 5 Outline Stage 2: Stage 2 | 9 |
| 6 Outline Stage 3: Stage 3 | 10 |
| 7 Outline Stage 4: Stage 4 | 11 |
| 8 Outline Stage 5: Stage 5 | 12 |

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

| Stage nr. | Verification type | Displacement [mm] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Mob. perc. moment [%] | Mob. perc. resistance [%] | Status |
|-----------|--------------------------|-------------------|---------------|------------------|-----------------------|---------------------------|--------|
| 1 | EC7(NL)-Step 6.1 | | 0,42 | 0,62 | 0,0 | 19,7 | |
| 1 | EC7(NL)-Step 6.2 | | 0,34 | 0,55 | 0,0 | 19,7 | |
| 1 | EC7(NL)-Step 6.3 | | 1,42 | 1,13 | 0,0 | 20,1 | |
| 1 | EC7(NL)-Step 6.4 | | 0,88 | 1,07 | 0,0 | 20,1 | |
| 1 | EC7(NL)-Step 6.5 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 14,8 | |
| 1 | EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200 | | 0,00 | 0,00 | | | |
| 2 | EC7(NL)-Step 6.1 | | -70,23 | -28,02 | 0,0 | 33,7 | |
| 2 | EC7(NL)-Step 6.2 | | -55,56 | -28,02 | 0,0 | 33,7 | |
| 2 | EC7(NL)-Step 6.3 | | -48,14 | -24,43 | 0,0 | 33,5 | |
| 2 | EC7(NL)-Step 6.4 | | -43,43 | -24,43 | 0,0 | 33,4 | |
| 2 | EC7(NL)-Step 6.5 | 9,1 | -21,39 | 18,28 | 0,0 | 23,1 | |
| 2 | EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200 | | -25,67 | 21,93 | | | |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.1 | | -70,49 | -28,26 | 27,7 | 33,2 | |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.2 | | -55,94 | -28,15 | 27,6 | 33,2 | |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.3 | | -48,30 | -24,68 | 27,7 | 33,0 | |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.4 | | -43,72 | -24,58 | 27,6 | 32,9 | |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.5 | 9,1 | -21,39 | 18,28 | 19,5 | 23,1 | |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200 | | -25,67 | 21,93 | | | |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.1 | | 361,07 | 113,83 | 57,4 | 63,8 | |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.2 | | 325,79 | 105,88 | 60,1 | 66,7 | |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.3 | | 335,78 | 108,16 | 55,1 | 61,5 | |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.4 | | 294,18 | -100,34 | 56,7 | 63,6 | |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.5 | 33,8 | 200,06 | -75,10 | 36,9 | 42,8 | |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200 | | 240,07 | -90,12 | | | |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.1 | | 154,02 | 101,69 | 56,4 | 64,8 | |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.2 | | 124,93 | 91,53 | 58,6 | 67,1 | |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.3 | | 133,63 | 94,85 | 54,2 | 62,6 | |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.4 | | -108,07 | 82,86 | 55,7 | 64,7 | |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.5 | 62,3 | -67,52 | 52,22 | 35,0 | 42,7 | |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200 | | -81,03 | 62,66 | | | |

| | | | | | | | |
|-----|--|-------------|---------------|---------------|-------------|-------------|--|
| Max | | 62,3 | 361,07 | 113,83 | 60,1 | 67,1 | |
|-----|--|-------------|---------------|---------------|-------------|-------------|--|

| Stage nr. | Verification type | Vertical balance |
|-----------|--------------------------|------------------|
| 1 | EC7(NL)-Step 6.1 | Sufficient |
| 1 | EC7(NL)-Step 6.2 | Sufficient |
| 1 | EC7(NL)-Step 6.3 | Upwards |
| 1 | EC7(NL)-Step 6.4 | Upwards |
| 1 | EC7(NL)-Step 6.5 | Sufficient |
| 1 | EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200 | |
| 2 | EC7(NL)-Step 6.1 | Upwards |
| 2 | EC7(NL)-Step 6.2 | Upwards |
| 2 | EC7(NL)-Step 6.3 | Upwards |
| 2 | EC7(NL)-Step 6.4 | Upwards |
| 2 | EC7(NL)-Step 6.5 | Upwards |
| 2 | EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200 | |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.1 | Upwards |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.2 | Upwards |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.3 | Upwards |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.4 | Upwards |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.5 | Upwards |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200 | |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.1 | Upwards |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.2 | Upwards |

| Stage nr. | Verification type | Vertical balance |
|-----------|--------------------------|------------------|
| 4 | EC7(NL)-Step 6.3 | Upwards |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.4 | Upwards |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.5 | Upwards |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200 | |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.1 | Upwards |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.2 | Upwards |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.3 | Upwards |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.4 | Upwards |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.5 | Upwards |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200 | |

| | |
|---------|--------------------|
| Summary | Upwards/Sufficient |
|---------|--------------------|

2.2 Supports

| Stage nr. | Verification type | Support keldermuur/souterrain | | |
|-----------|--------------------------|----------------------------------|--------------|--------|
| | | Force [kN] | Moment [kNm] | Status |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.1 | -119,58 | 0,00 | |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.2 | -109,42 | 0,00 | |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.3 | -112,74 | 0,00 | |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.4 | -100,75 | 0,00 | |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.5 | -67,52 | 0,00 | |
| 5 | EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200 | -81,03 | 0,00 | |

| | | | |
|-----|----------------|-------------|--|
| Max | -119,58 | 0,00 | |
|-----|----------------|-------------|--|

2.3 Anchors and Struts

| Stage nr. | Verification type | Anchor/strut stempel 1 | | |
|-----------|--------------------------|---------------------------|---------|--------|
| | | Force [kN] | State | Status |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.1 | 0,04 | Elastic | |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.2 | 0,07 | Elastic | |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.3 | 0,03 | Elastic | |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.4 | 0,06 | Elastic | |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.5 | 0,00 | | |
| 3 | EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200 | 0,00 | | |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.1 | 113,83 | Elastic | |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.2 | 105,88 | Elastic | |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.3 | 108,16 | Elastic | |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.4 | 98,53 | Elastic | |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.5 | 72,42 | Elastic | |
| 4 | EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200 | 86,90 | Elastic | |

| | | | |
|-----|---------------|--|--|
| Max | 113,83 | | |
|-----|---------------|--|--|

The force is in the direction of the anchor.

2.4 Overall Stability per Stage

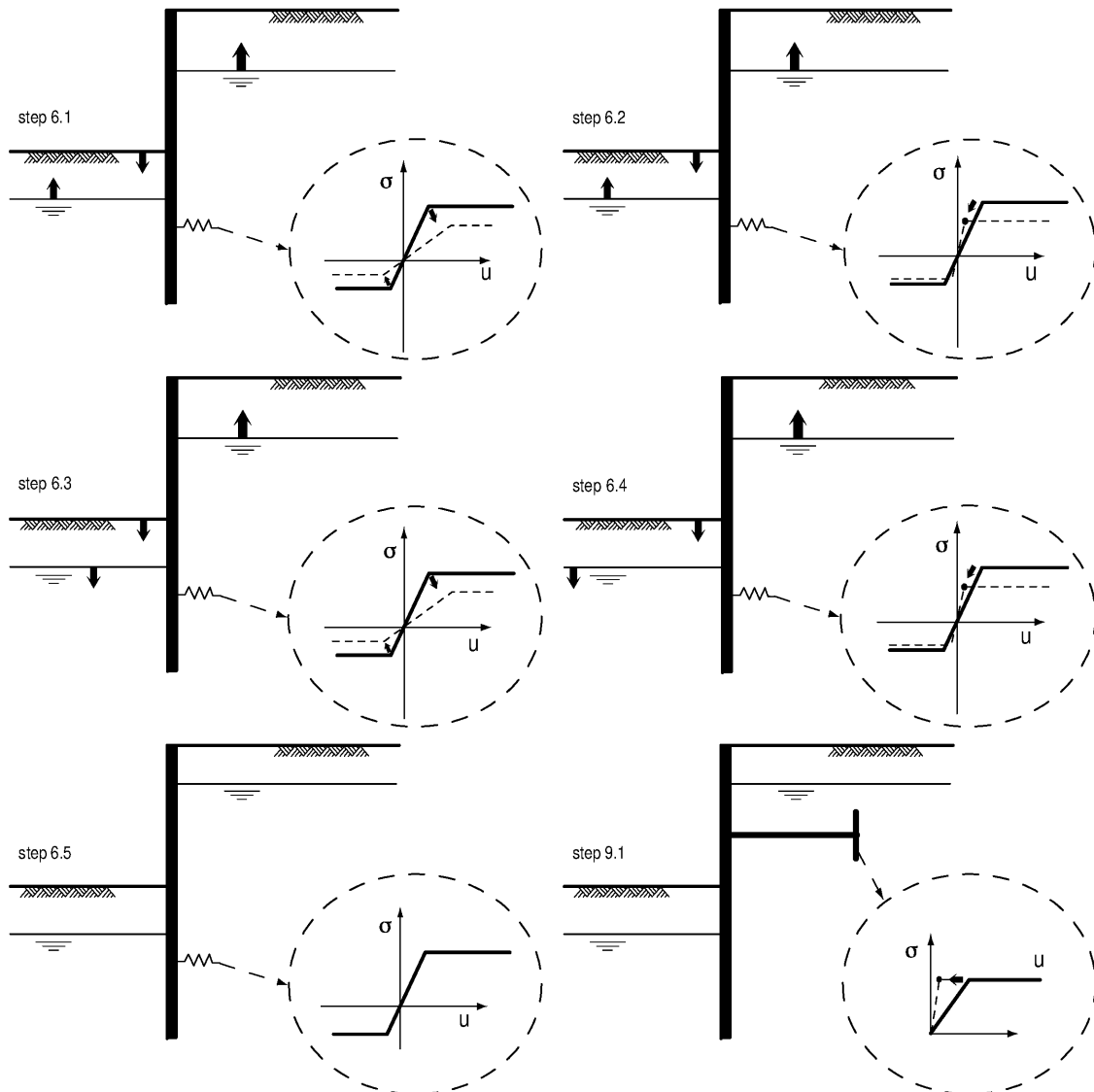
| Stage name | Stability factor [-] |
|------------|----------------------|
| Stage 1 | 10000,00 |
| Stage 2 | 5,22 |
| Stage 3 | 5,22 |
| Stage 4 | 2,16 |
| Stage 5 | 2,18 |

2.5 Warnings

Vertical balance:

The resultant vertical friction force is directed upward in stage 1,2,3,4,5 because the friction force on the passive side exceeds that on the active side. This might be prevented by reducing the friction angle Δ on the passive side.

2.6 CUR Verification Steps



3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

| | |
|---|-------------------------|
| Model | Sheet piling |
| Check vertical balance | Yes |
| Number of construction stages | 5 |
| Unit weight of water | 10,00 kN/m ³ |
| Number of curves for spring characteristics | 3 |
| Unloading curve on spring characteristic | No |
| Elastic calculation | Yes |

3.2 Sheet Piling Properties

| | |
|---------------------|----------|
| Length | 14,50 m |
| Level top side | 1,50 m |
| Number of sections | 1 |
| q _b ;max | 5,00 MPa |
| Xi factor | 1,39 |

3.2.1 General Properties

| Section name | From [m] | To [m] | Material type | Acting width [m] |
|-------------------|-------------|-----------|---------------|---------------------|
| AZ 18 -700 (S3... | -13,00 | 1,50 | Steel | 1,00 |

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

| Section name | Elastic stiffness EI [kNm ² /m'] | Red. factor on EI [-] | Corrected elas. stiffness EI [kNm ²] | Note to reduction factor |
|-------------------|--|--------------------------|---|--------------------------|
| AZ 18 -700 (S3... | 7,9380E+04 | 1,00 | 7,9380E+04 | |

3.2.3 Maximum Allowable Moments

| Section name | Mr;char;el [kNm/m'] | Modification factor [-] | Material factor [-] | Red. factor allow. moment [-] | Mr;d;el [kNm] |
|-------------------|------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|
| AZ 18 -700 (S3... | 639,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 639,00 |

3.2.4 Properties for Vertical Balance

| Section name | From [m] | To [m] | Height [mm] | Section area [cm ² /m'] |
|-------------------|-------------|-----------|----------------|---------------------------------------|
| AZ 18 -700 (S3... | -13,00 | 1,50 | 420,00 | 139,00 |

3.3 Calculation Options

| | |
|--|---|
| First stage represents initial situation | No |
| Calculation refinement | Coarse |
| Reduce delta(s) according to CUR | Yes |
| Verification | EC7 NA NL - method A: Partial factors (design values) in all stages. Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III. |
| Multiplication factor for anchor stiffness | 1,000 |

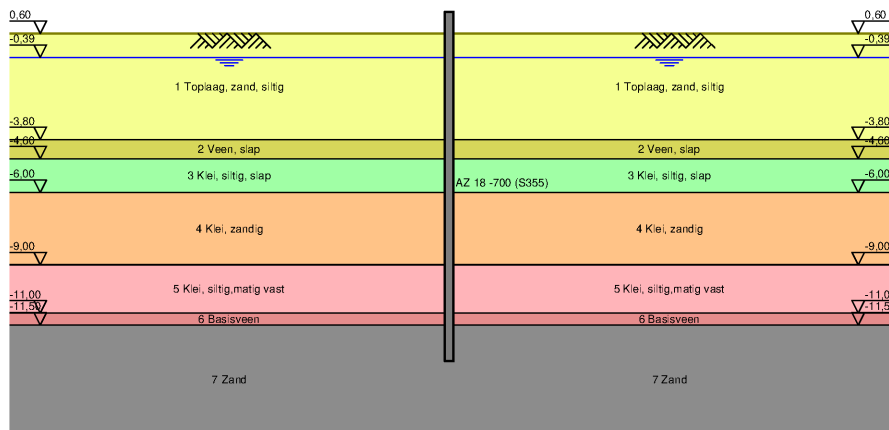
| | |
|---|---------|
| Used partial factor set | RC 1 |
| Factors on loads - Geotechnical loads | |
| - Permanent load, unfavourable | 1,000 |
| - Permanent load, favourable | 1,000 |
| - Variable load, unfavourable | 1,000 |
| - Variable load, favourable | 0,000 |
| Factors on loads - Constructive loads | |
| - Permanent load, unfavourable | 1,215 |
| - Permanent load, favourable | 0,900 |
| - Variable load, unfavourable | 1,350 |
| - Variable load, favourable | 0,000 |
| Material factors | |
| - Cohesion | 1,150 |
| - Tangent phi | 1,150 |
| - Delta (wall friction angle)* | 1,150 |
| - Modulus of low representative subgrade reaction | 1,300 |
| Geometry modification | |
| - Increase retaining height | 10,00 % |
| - Maximum increase retaining height | 0,50 m |
| - Reduction in phreatic line on passive side** | 0,20 m |
| - Raise in phreatic line on passive side** | 0,20 m |
| - Raise in phreatic line on active side | 0,05 m |
| Factors on representative values | |
| - Partial factor on M, D and Pmax | 1,200 |
| Overall stability factors | |
| - Cohesion | 1,300 |
| - Tangent phi | 1,200 |
| - Factor on unit weight soil | 1,000 |
| Vertical balance factors | |
| - Partial factor base resistance (γ_b) | 1,200 |

* For delta (wall friction angle), the input value of tangent phi is used

** This modification of the phreatic level does not apply when the sheet piling is completely submerged.

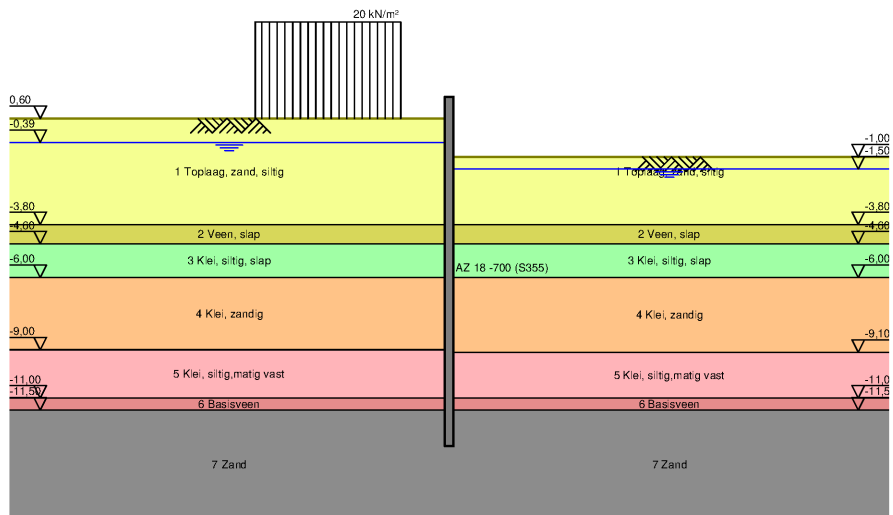
4 Outline Stage 1: Stage 1

Outline - Stage 1: Stage 1



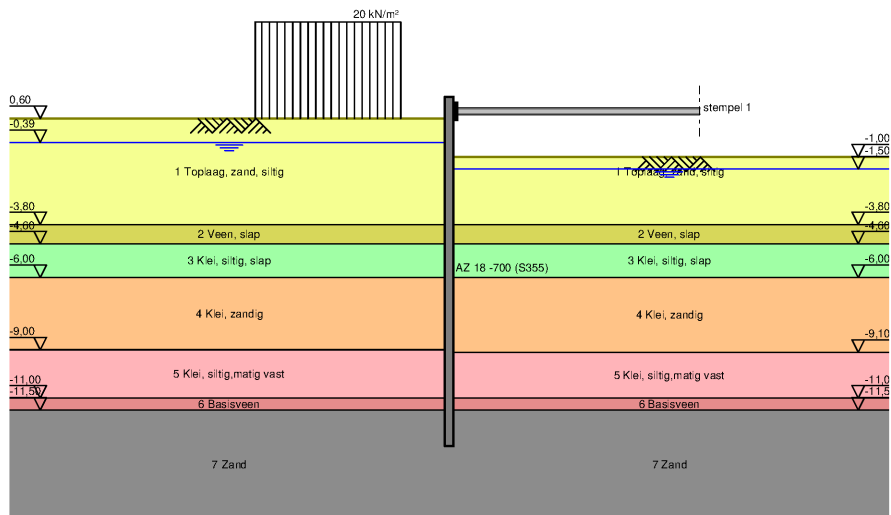
5 Outline Stage 2: Stage 2

Outline - Stage 2: Stage 2



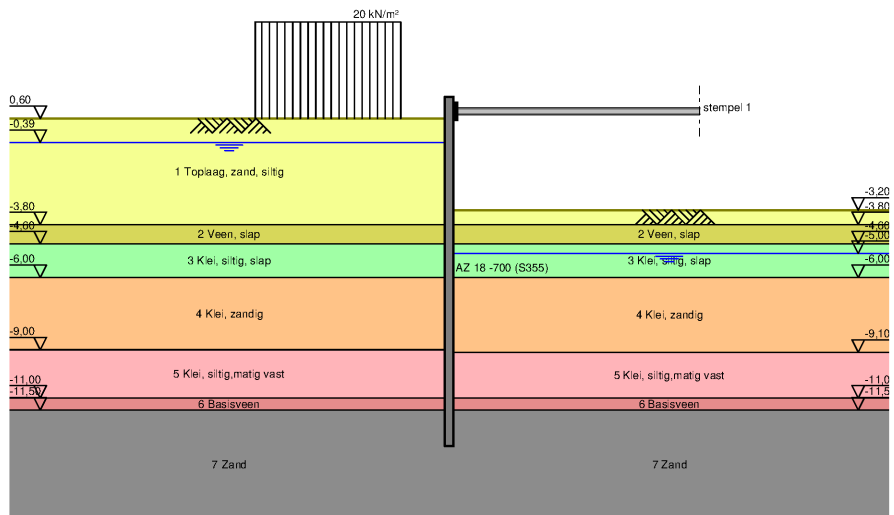
6 Outline Stage 3: Stage 3

Outline - Stage 3: Stage 3

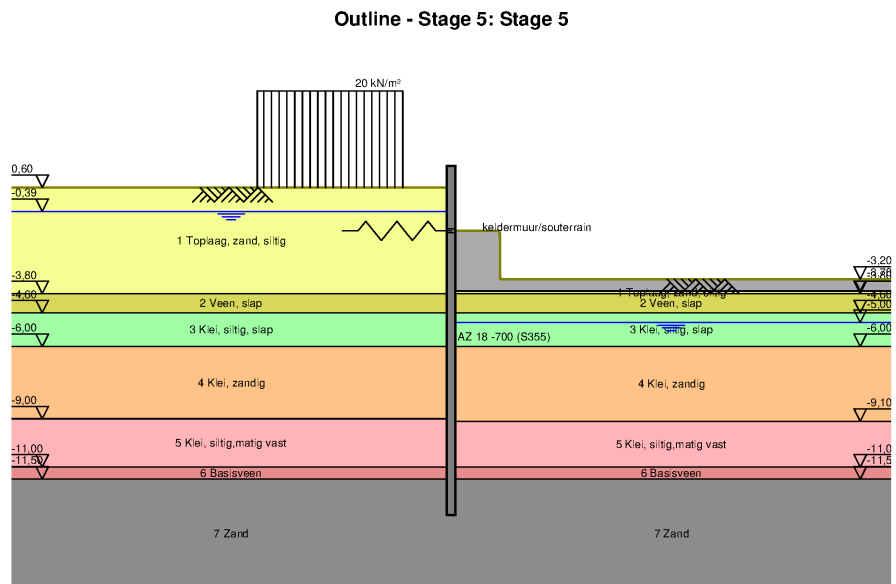


7 Outline Stage 4: Stage 4

Outline - Stage 4: Stage 4



8 Outline Stage 5: Stage 5



End of Report