

SFR IJsselstein – HWA doorvoeren in damwanden Vaartsche Rijn

Opstellers Ir. Jan Zwarthoed
(j.zwarthoed@utrecht.nl)

Onderwerp: Berekening raveelconstructies
doorvoeren

Datum: 28 augustus 2023

Bijlage(n):

2

Inleiding

Voor het project SFR IJsselstein wordt het HWA afgekoppeld van het hoofd riool. De HWA leidingen worden op de Vaartsche Rijn geloosd. Hiervoor dienen er in de bestaande betonnen damwandconstructie doorvoeren te komen. Het gaat om in totaal 5 uitstroom punten van ronde leidingen waarvoor ronde gaten door-en-door de damwanden geboord moeten worden.

Dit memo bevat het ontwerp van de stalen ravelingen die nodig zijn voor de versterking van de betonnen damwanden die geheel of deels doorboord zullen worden.

Er zijn tekeningen van de damwandconstructies beschikbaar maar de archief informatie is verder beperkt. Voor nadere informatie wordt verwezen naar [1] en [2].

Referenties

- [1] Uitgangspuntennotitie – HWA doorvoer door betonnen damwandconstructie
- [2] Tekening 2205001-DO-07-D34, Definitief, d.d. 25-08-2023

Technische uitgangspunten

Referentieperiode:	30 jaar
Gevolgklasse:	RC1 / CC1
Beton in-situ:	C30/37
Wapening damwanden:	QR40
Maaiveldbelasting:	$q = 2,5 \text{ kN/m}^2$
Volumieke massa (prefab) beton:	$\rho_c = 25 \text{ kN/m}^3$
Volumieke massa zand:	$\rho_s = 18 \text{ kN/m}^3$

Toelichting

Bij alle 5 doorvoeren bestaat de betonnen damwandconstructie uit een verankerde betonnen damwand met een betonnen deksloof die fungeert als gording. De diameters van de doorvoeren zijn 250 mm, 315 mm en 500 mm.

Tabel 1 geeft het overzicht van de specifieke uitgangspunten per doorvoer. De term b.o.b. staat voor 'binnenkant onderkant buis'.

Tabel 1: Overzicht specifieke uitgangspunten per uitstroompunt

Uitstroompunt 1 Aanbrengen uitstroomvoorziening Ø315 mm - boren van gat in damwand conform detaillering constructeur - aanbrengen UNP 160 L=1500 mm - verankering UNP door en door boren door damwandplanken - e.e.a conform berekeningen en detaillering constructeur	De betonnen damwand heeft de volgende dimensies: - Breedte plank: 300 mm - Lengte plank: 4500 mm - Dekvloof breedte: 350 mm - Dekvloofhoogte: 250 mm - Verankering: Ankerstaaf Ø 35 mm, lengte 3000 mm, h.o.h. 2000 mm - Ankerplaat: 2 stuks UNP 120 met een lengte van 1800 mm - Hoogte tussen b.k. buis en o.k. sloof ca. 3 cm
Uitstroompunt 2 Aanbrengen uitstroomvoorziening Ø500 mm - boren van gat in damwand conform detaillering constructeur - aanbrengen UNP 160 L=1500 mm - verankering UNP door en door boren door damwandplanken - e.e.a conform berekeningen en detaillering constructeur	De betonnen damwand heeft de volgende dimensies: - Breedte plank: 400 mm - Lengte plank: 2800 mm - Dekvloof breedte: 350 mm - Dekvloofhoogte: 290 mm - Verankering: Ankerstaaf Ø 29 mm, lengte 4600 mm, h.o.h. 3000 mm - Ankerplaat: vierkant 800 mm - Hoogte tussen b.k. buis en o.k. sloof ca. 10 cm
Uitstroompunt 3 Aanbrengen uitstroomvoorziening Ø315 mm - boren van gat in damwand conform detaillering constructeur - aanbrengen UNP 160 L=1500 mm - verankering UNP door en door boren door damwandplanken - e.e.a conform berekeningen en detaillering constructeur	De betonnen damwand heeft de volgende dimensies: - Breedte plank: 400 mm - Hoogte plank: 2800 mm - Dekvloof breedte: 350 mm - Dekvloofhoogte: 290 mm - Verankering: Ankerstaaf Ø 29 mm, lengte 4600 mm, h.o.h. 3000 mm - Ankerplaat: vierkant 800 mm - Hoogte tussen b.k. buis en o.k. sloof ca. 27 cm

Inspectieput met afsluitvoorziening

- Ø600 mm kunststof inspectieput (Tegns)
- v.v. schotbalk constructie t.b.v. dichtstellen
- v.v. betonnen afdelelplaat Ø630 en putafdekking GY d.m.Ø 530 mm

Bovenrijde schotbalk
+0.80 NAP

Bestaande datakabel
- bovenrijde +1.00 NAP

HWA PVC Ø250

Aanbrengen uitstroomvoorziening Ø500 mm

- boren van gat in damwand conform detaillering constructeur
- aanbrengen UNF 192 x 1500 mm
- verankering UNF door en door boren door damwandplanken
- e.e.a conform berekeningen en detaillering constructeur

Dimensions: 1205, 120, 70, 0.73, 0.23, 0.57, 0.46, 0.25

Labels: bodem

- Breedte plank: 400mm
- Hoogte plank: 2800 mm
- Dekslloof breedte: 350 mm
- Dekslloofhoogte: 290 mm
- Verankering: Ankerstaaf Ø 29 mm, lengte 4600 mm, h.o.h. 3000 mm
- Ankerplaat: vierkant 800 mm
- Hoogte tussen b.k. buis en o.k. sloof ca. 27 cm

Bestaande datakabel
-bovenzijde +1.00 NAP

0.10

+0.94

+0.59

+0.04

HWA PP Ø500

0.25

+0.51

bodem

Aanbrengen uitstroombuis Ø500 mm

- boren van gat in damwand conform detaillering constructeur
- aanbrengen UNP 160 L=1500 mm
- verankering UNP door en door boren door damwandplanken
- e.e.a conform berekeningen en detaillering constructeur

- Breedte plank: 400mm
- Hoogte plank: 2800 mm
- Dekslloof breedte: 350 mm
- Dekslloofhoogte: 290 mm
- Verankering: Ankerstaaf Ø 29 mm, lengte 4600 mm, h.o.h. 3000 mm
- Ankerplaat: vierkant 800 mm
- Hoogte tussen b.k. buis en o.k. sloof ca. 10 cm

50x60 - 100 M.

L 60x60x8

NET 03-12

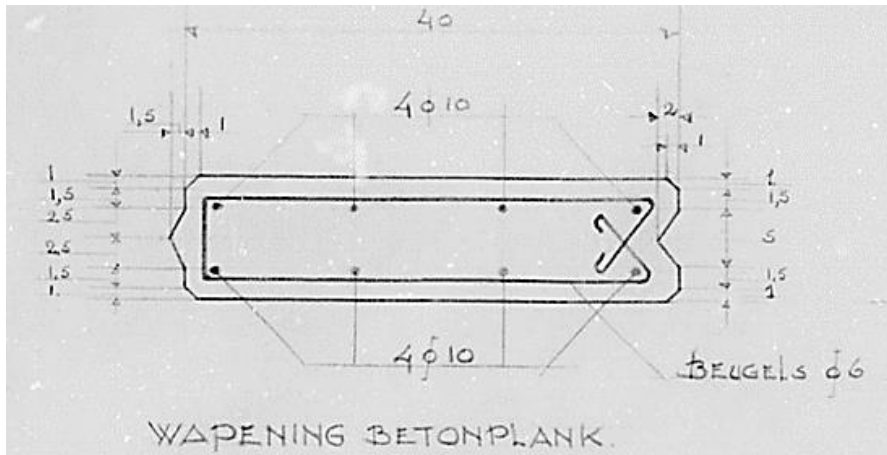
30x40

100x100x10

DETAIL A

1:2

Figuur 2 geeft de doorsnede over één van de betonnen damwandplanken met een breedte van 400 mm en een dikte van 100 mm. Alle damwandplanken zijn voorzien van messing-en-groef zodat de damwanden onderling loodrecht op het vlak dwarskracht kunnen overbrengen. De wapening bestaat uit 2x4 staven $\varnothing 10$. Het is niet met zekerheid te zeggen maar de kans is groot dat dit de standaard wapening configuratie is van de damwanden met breedte 400 mm.

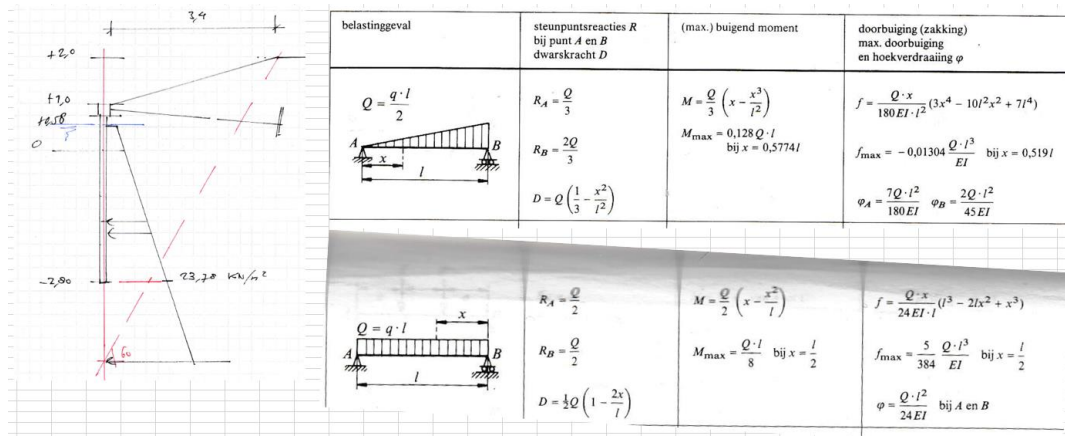


Figuur 2: Wapeningconfiguratie damwandplank

Oplossingsrichting

Zoals uit de figuren in tabel 1 blijkt komen de doorvoeren relatief dicht onder de deksloof te lopen. De korte stukjes damwand boven de doorvoeren bij alle uitstroompunten (1t/m 5) zitten vast aan de deksloof en hoeven niet opgevangen te worden met een raveelijzer. De stukken damwand onder die doorvoeren worden voorzien van een raveelijzer.

Figuur 3 geeft de theoretische benadering van de berekening van de korreldrukken op de damwand.

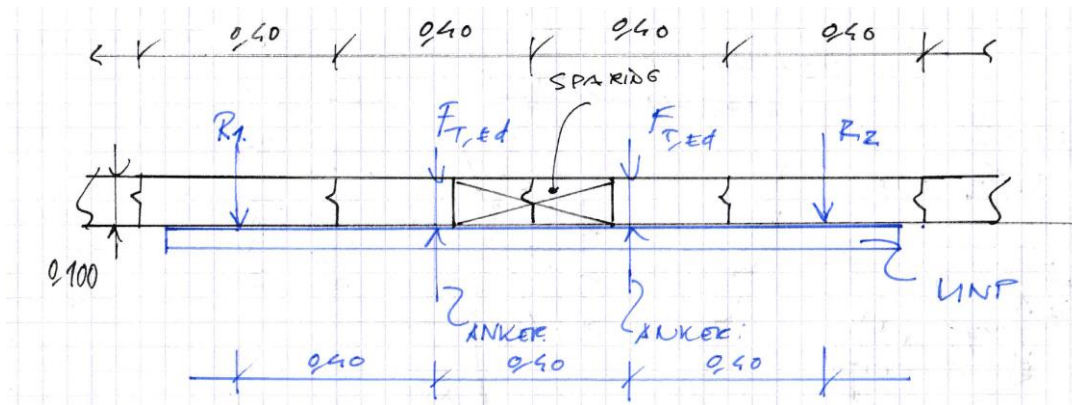


Figuur 3: Uitgangspunten berekening reactiekracht bovenkant doorboorde damwand

(Algemene) Technische uitwerking doorvoer uitstroompunt 1

Het hart van de doorvoer $\varnothing 315$ mm aanhouden in de voeg tussen 2 damwanden.

De over te nemen dwarskracht door de naastgelegen damwanden is $F_{\text{hor,Ed}} = 0,8 \cdot 15,4 = 12,3$ kN (zie bijlage A). Figuur 4 geeft het bovenaanzicht van de betreffende doorvoer. De UNP heeft een lengte van 1,5 m en draagt de kracht af op de naastgelegen damwandplanken. Op de uiteinden bij R1 en R2 dient tussen het profiel en de damwand een rubber matje of bouwvilt toegepast te worden zodat de oplegreactie in het midden van de damwandplank aangrijpt.



Figuur 4: Principe oplossing raveelconstructie onder de doorvoer

Bij verankeringen van geotechnische constructies moet van een extra veiligheidsfactor van $\gamma = 1,25$ uitgegaan worden. Het moment in de UNP is $M_{Ed} = 1,25 \cdot 0,4 \cdot 0,4 \cdot 15,4 = 3,1 \text{ kNm}$. Het benodigde weerstandsmoment om de zwakke as is:

$W_z \geq M_{Ed} / f_{yd} = 3,08 \cdot 10^6 / 335 = 9194 \text{ mm}^3 \Rightarrow \text{UNP160 (18300 mm}^2\text{) vanwege ruimte voor bevestiging van de ankers.}$

De ankerkracht is $F_{t,Ed} = 1,25 \cdot 0,4 \cdot 15,4 = 7,7 \text{ kN}$.

Een bout (anker) M16 4.6 voldoet ruimschoots op sterkte met:

$$F_{t,Rd} = 0,9 \cdot 0,400 \cdot 157 / 1,25 = 45,2 \text{ kN} \gg 7,7 \text{ kN}$$

Tabel 3.1 — Nominale waarden van de vloeigrens f_{yb} en treksterkte f_{ub} voor bouten

Boutklasse	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
$f_{yb} \text{ (N/mm}^2\text{)}$	240	320	300	400	480	640	900
$f_{ub} \text{ (N/mm}^2\text{)}$	400	400	500	500	600	800	1000

Trekweerstand ²⁾	$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$ waarin $k_2 = 0,63$ voor bouten met verzonken kop, anders $k_2 = 0,9$.
-----------------------------	---

De bouten worden door-en-door de damwanden aangebracht en voorzien van stevige volgelingen.

Controle pons damwand t.b.v. bouten door-en-door:

Veronderstel een volgling $\varnothing 40 \text{ mm}$. De nuttige hoogte van de damwand is $d = 100 - 25 - 6 - 5 = 64 \text{ mm}$ en betonsterkte C20/25.

$$V_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed} / u \cdot d \Rightarrow$$

$$\beta = 1,0 \text{ (centrisch)}$$

$$u = \pi \cdot (40 + 4 \cdot 64) = 930 \text{ mm}$$

$$V_{Ed} = 1,0 \cdot 7700 / (930 \cdot 64) = 0,13 \text{ N/mm}^2$$

De dwarskrachtcapaciteit is:

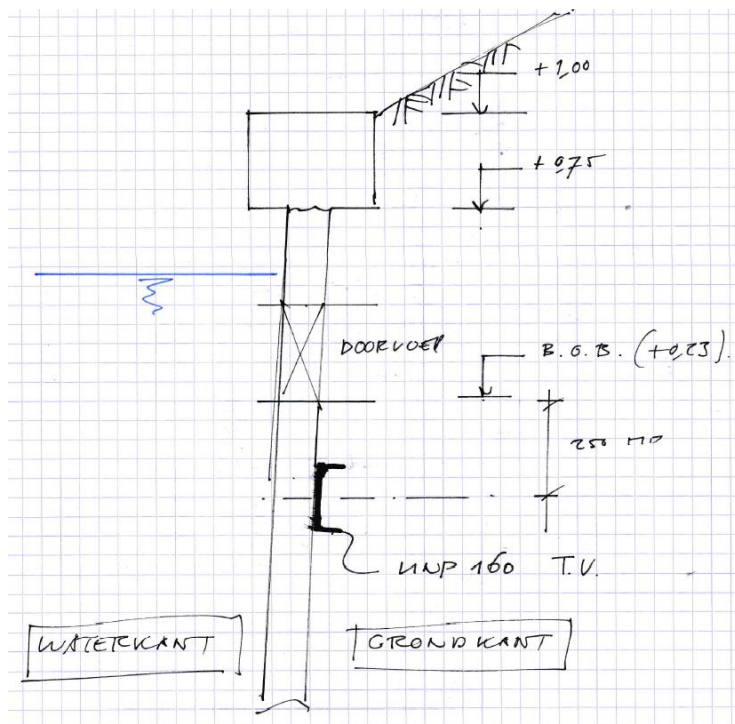
$$d = 64 \text{ mm} \quad k = 1 + \sqrt{(200/64)} = 2,0$$

$$V_{Rd,c} = [0,12 \cdot 1,0 \cdot 2,0 \cdot (100 \cdot (4 \cdot 79 / (400 - 64)) \cdot 20)^{1/3} + 0,15 \cdot 0] = 0,70 \text{ N/mm}^2$$

$$u.c. = 0,13 / 0,70 = 0,2 < 1,0$$

De dwarskrachtcapaciteit van de wand is: $V_{Rd,c} = 0,70 \cdot 0,4 \cdot 64 = 18 \text{ kN/plank}$

Figuur 5 geeft de doorsnede van de principe oplossing. Hart UNP160 ligt op 250 mm onder de onderkant van de zaagrand.



Figuur 5: Doorsnede met principe oplossing

Technische uitwerking doorvoer uitstroompunt 2 en 5

Het hart van de doorvoer $\varnothing 500 \text{ mm}$ aanhouden in de voeg tussen 2 damwanden.
Verder voor de damwanden dezelfde oplossing als bij uitstroompunt 1.

Technische uitwerking doorvoer uitstroompunten 3 en 4

Het hart van de doorvoer $\varnothing 250 \text{ mm}$ aanhouden in de voeg tussen 2 damwanden.
Verder voor de damwanden dezelfde oplossing als bij uitstroompunt 1.

Aandachtspunten

De zaagsneden met doorsnede wapening behandelen met epoxy (Betochem of Nylostop of gelijkwaardig) om de blootliggende wapening te beschermen.

Datum 28 augustus 2023

Overzicht bijlagen

Bijlage A: Berekening damwand

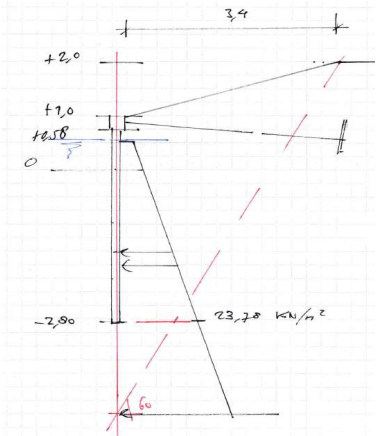
Bijlage B: Tekening [2]

Bijlage A: Berekening inwendige krachten damwand en oplegreactie t.b.v. raveling

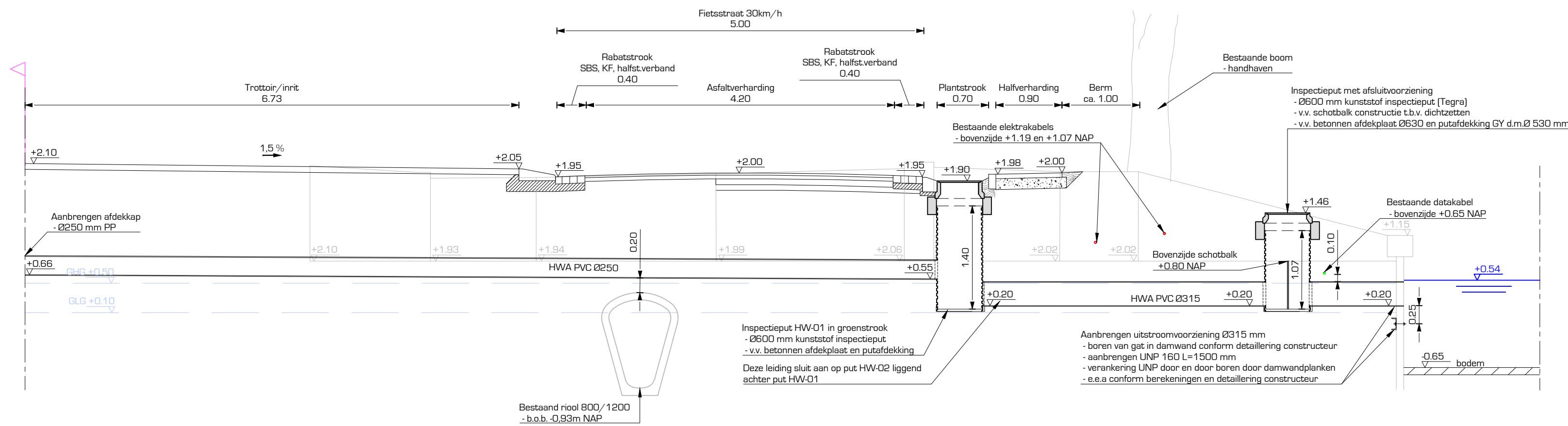
BK damwand:	1,0	m + N.A.P.
OK damwand:	-2,8	m + N.A.P.
Lengte damwand incl. dekloof:	3,8	m + N.A.P.
waterlijn:	0,58	m + N.A.P.
Ok sparing:	0,4	m + N.A.P.
Lengte doorboorde damwand:	3,2	m + N.A.P.
volumieke massa grond:	20	kN/m2
neutrale gronddrukfactor:	0,5	
helling talud:	16,4	° graden
hoogte talud:	1	m
hor. lengte talud:	3,4	m
hoek krachtsafdracht in grond:	60	° graden
diepte snijpunt damwand met lijn:	6,9	m
diepte damwand onder talud:	4,8	m
RC1		
gamma_grond:	1	
gamma_veranderlijke belasting:	1,35	
veranderlijke maaiveld belasting:	2,5	kN/m2

peil	horizontale korreldrukken		UGT	Krachten in damwandscherm		
	grond	verand		R_A	M_max	R_B
	[kN/m2]	[kN/m2]		[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]
2,00	0,0	1,25	1,3	1,69		
1,00	0,0	1,25	1,3	1,69		
0,75	0,0	1,25	1,3	1,69		
0,58	0,0	1,25	1,3	1,69		
-2,80	22,1	1,25	23,3	23,78		
-4,89	35,7	1,25	37,0	37,43		

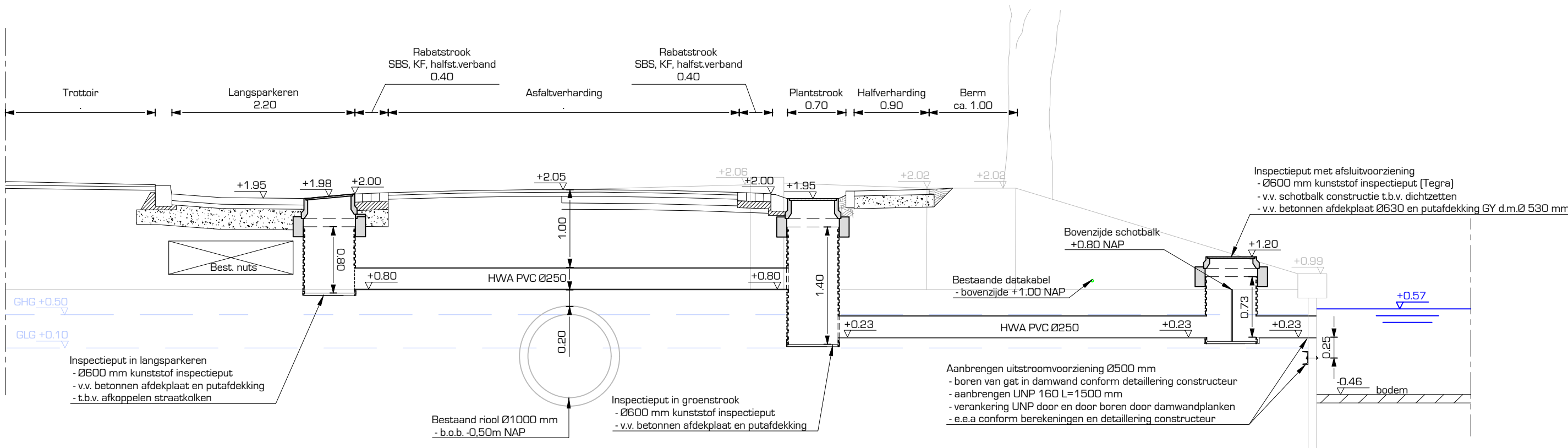
is bovenkant doorboorde damwand



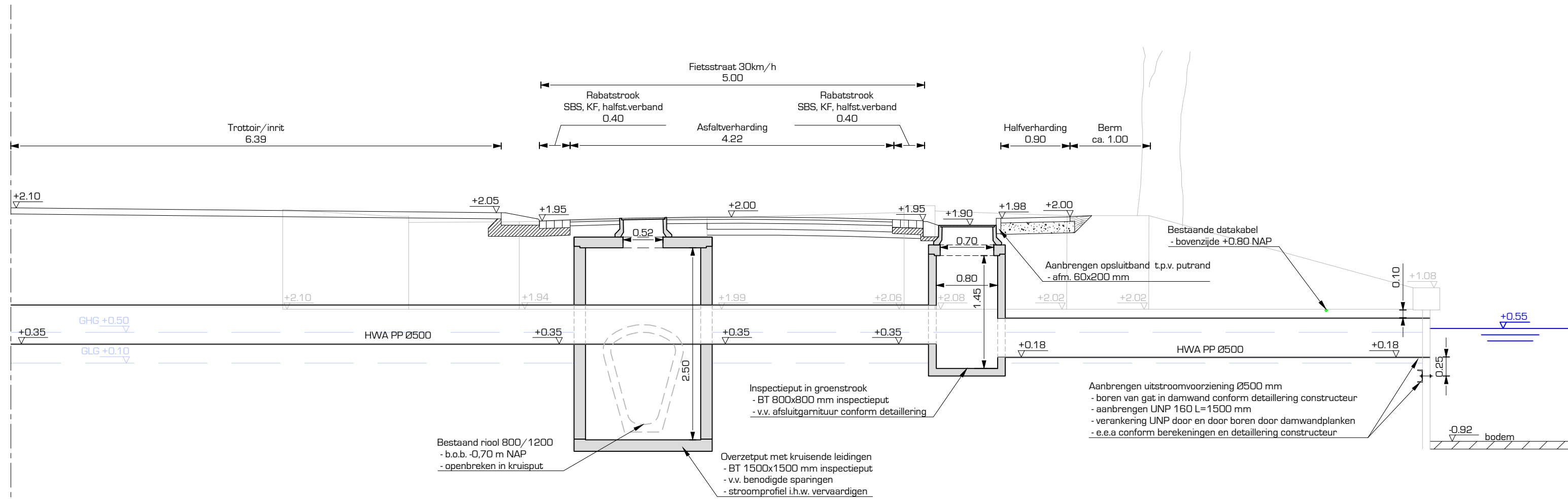
belastinggeval	steunpuntsreacties R bij punt A en B dwarskracht D	(max.) buigend moment	doorbuiging (zakking) max. doorbuiging en hoekverdraaiing φ
	$R_A = \frac{Q}{3}$ $R_B = \frac{2Q}{3}$ $D = Q \left(\frac{1}{3} - \frac{x^2}{l^2} \right)$	$M = \frac{Q}{3} \left(x - \frac{x^3}{l^2} \right)$ $M_{\max} = 0,128 Q \cdot l$ bij $x = 0,5774 l$	$f = \frac{Q \cdot x}{180 EI \cdot l^2} (3x^4 - 10l^2 x^2 + 7l^4)$ $f_{\max} = -0,01304 \frac{Q \cdot l^3}{EI}$ bij $x = 0,519 l$ $\varphi_A = \frac{7Q \cdot l^2}{180 EI}$ $\varphi_B = \frac{2Q \cdot l^2}{45 EI}$
	$R_A = \frac{Q}{2}$ $R_B = \frac{Q}{2}$ $D = \frac{1}{2} Q \left(1 - \frac{2x}{l} \right)$	$M = \frac{Q}{2} \left(x - \frac{x^2}{l} \right)$ $M_{\max} = \frac{Q \cdot l}{8}$ bij $x = \frac{l}{2}$	$f = \frac{Q \cdot x}{24 EI \cdot l} (l^3 - 2lx^2 + x^3)$ $f_{\max} = \frac{5}{384} \frac{Q \cdot l^3}{EI}$ bij $x = \frac{l}{2}$ $\varphi = \frac{Q \cdot l^2}{24 EI}$ bij A en B



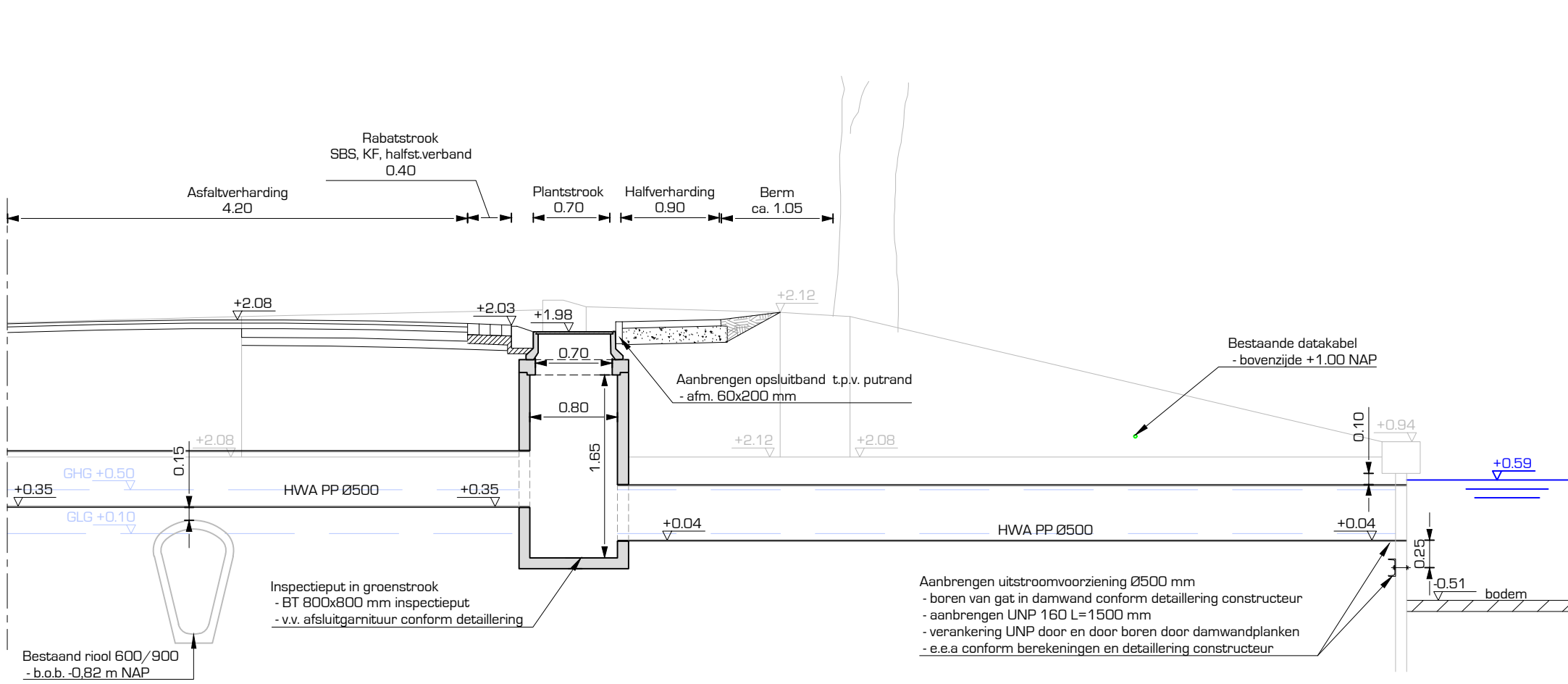
Doorsnede A-A: kruisput HW-01
Schaal: 1:50



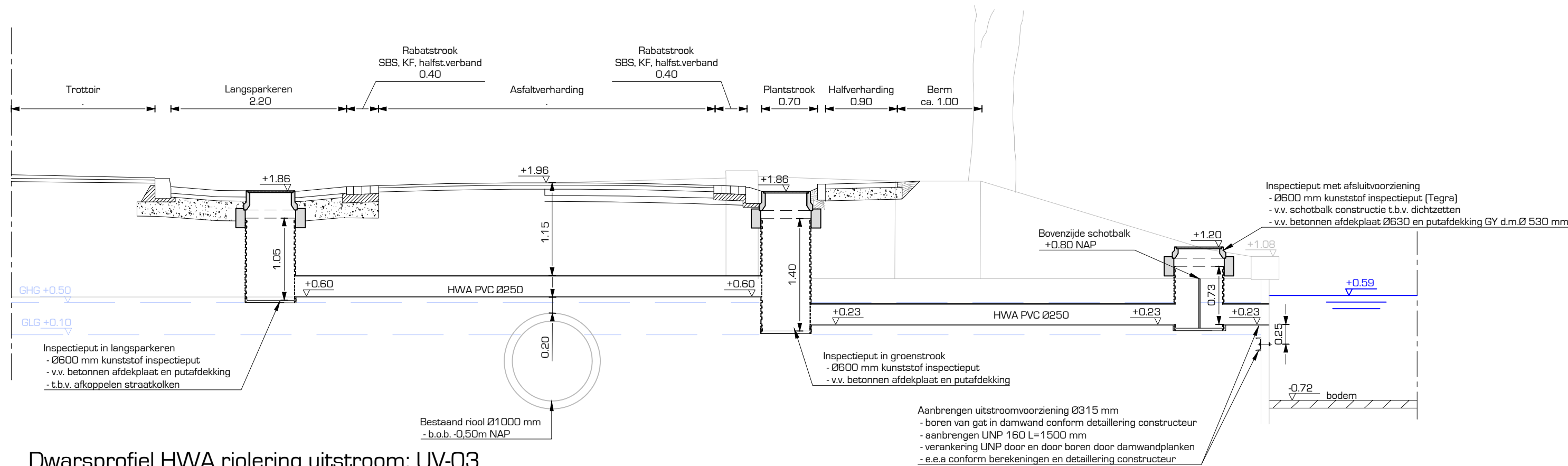
Doorsnede A-A: betonput met afsluitgarnituur
Schaal: 1:50



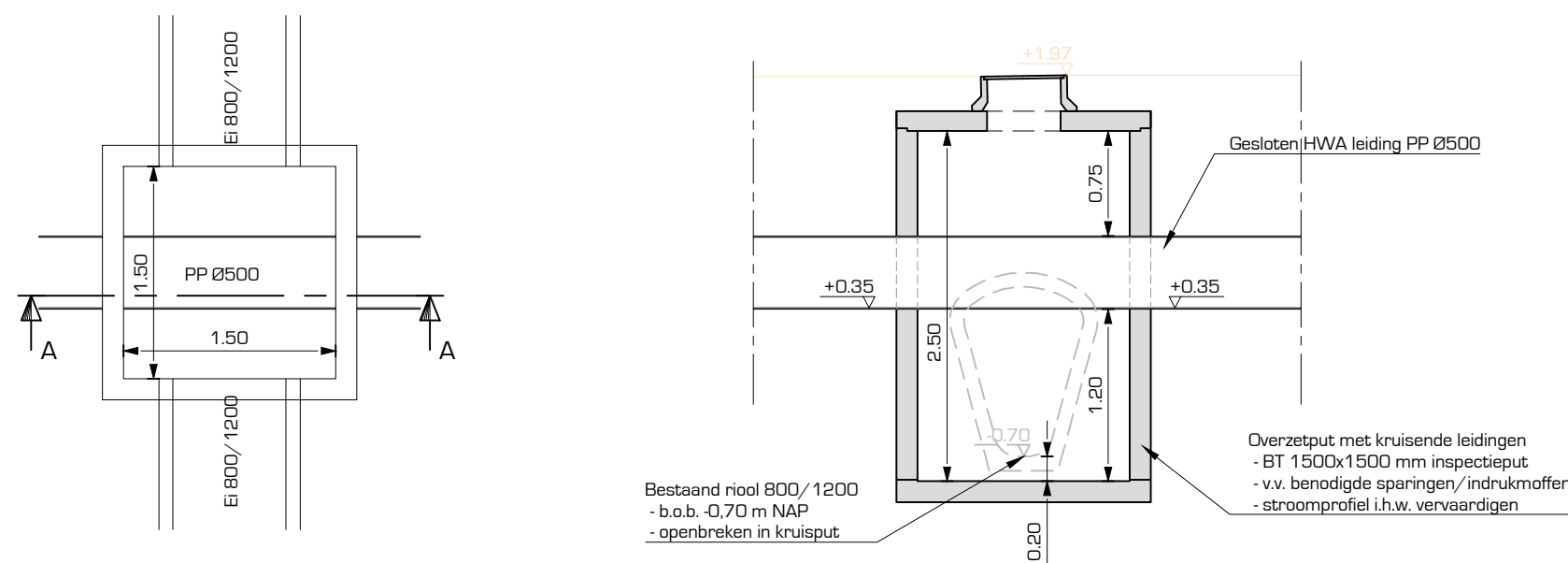
Doorsnede A-A: betonput met afsluitgarnituur
Schaal: 1:50



Doorsnede A-A: betonput met afsluitgarnituur
Schaal: 1:50

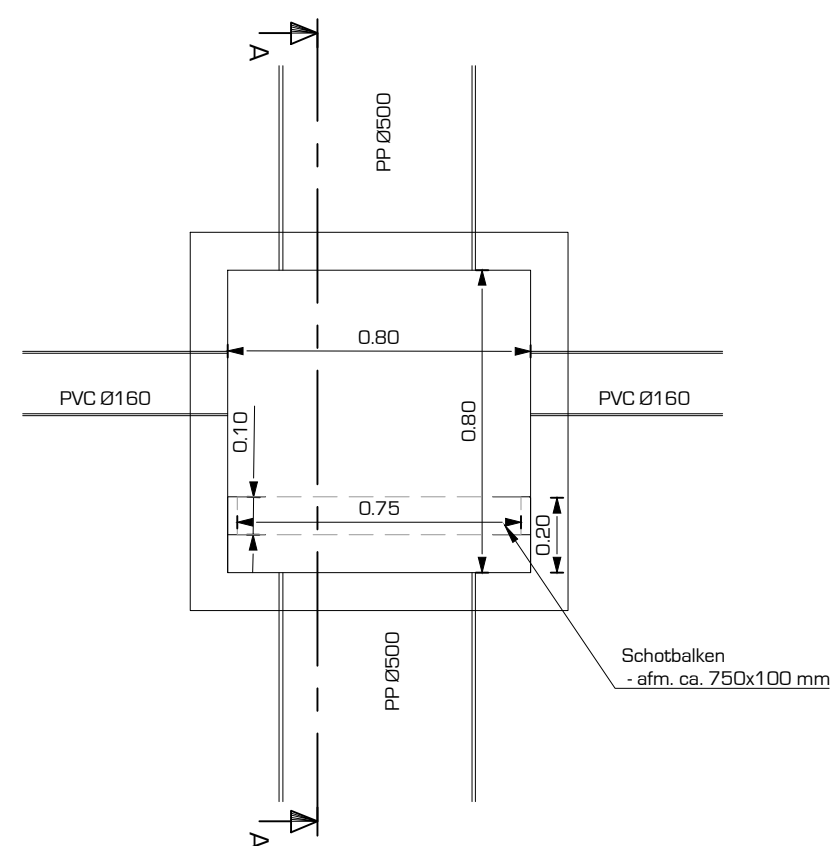


Doorsnede A-A: betonput met afsluitgarnituur
Schaal: 1:50

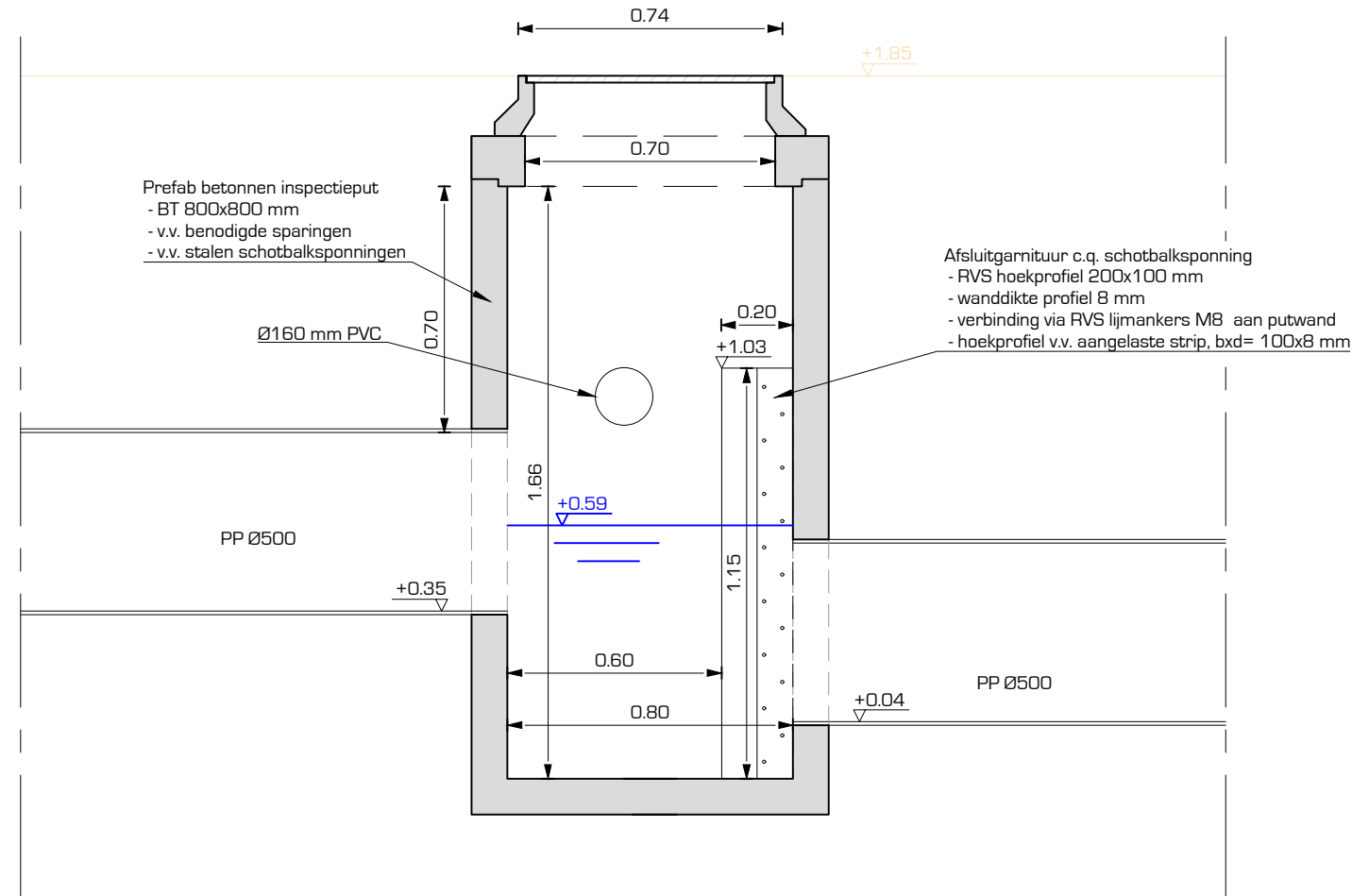


Bovenaanzicht kruisingsput HW-03
Schaal: 1:50

Doorsnede A-A: kruisput HW-03
Schaal: 1:50



Bovenaanzicht betonput met afsluitgarnituur
Schaal: 1:20



Doorsnede A-A: betonput met afsluitgarnituur
Schaal: 1:20

Uitgangspunten:
- Meetvoering in meters, met een nauwkeurigheid in centimeters
- Hoogtepunten in meters t.o.v. NAP
- B.o.b. hoogtes riolering in meters t.o.v. NAP
Basisgegevens:
- BGT en Kadasterale gegevens
- VG WB Jutfaseweg_VD Versie 20221117

opdrachtgever
Gemeente Utrecht
project
Herinrichting Jutfaseweg te Utrecht

omschrijving
Ondergrondse infrastructuur
Doorsneden t.p.v. overstek HWA op Vaartsche Rijn

DRONG
OMGEVING & TECHNIEK

post Anthonie Folkersstraat 4 3772 MR Barneveld
digitaal E. info@drong.nl W. www.drong.nl
telefoon T. 0342 - 76 00 88

schaal 1:50
projectnr. 22 050 01
besteknr. --
getekend MvdB
gecont. DM
datum 25-08-2023
tekeningnr. 2205001-00-07-034

Definitief

Bestand : 2205001-00-07.DWG