

Billitonkade
Grondkering t.p.v. uitstroomopening
Definitief Ontwerp

Stadsingenieurs
Postadres: Postbus 8375,
3503 RJ Utrecht
Bezoekadres: Stadsplateau 1,
3521 AZ Utrecht
Telefoon: 030 – 286 43 23

Projectnummer: 141.1229
Kenmerk: BER.030-001
Datum: 17-11-2021
Versie: 0
Status: Definitief

	Naam	Datum	Handtekening
Opsteller	H. Vermeij	17-11-2021	

INHOUD

1.	Inleiding	2
1.1	Project omschrijving	2
1.2	Conclusie	2
2.	Randvoorwaarden	3
2.1	Normen	3
2.2	Documenten	3
2.3	Tekeningen	3
2.4	Veiligheidsklasse	4
2.5	Sonderingen en Grondlagenopbouw	4
2.6	Materialen	4
3.	Huidige situatie	5
4.	toekomstige situatie: uitstroomopening	6
4.1	Nieuwe situatie	6
4.2	Fasering	7
5.	Belastingen	8
5.1	Permanent	8
5.2	Veranderlijk	8
5.3	Combinaties en belastingsfactoren	9
6.	Berekening en toetsing	10
6.1	Planken	10
6.2	Gording bovenzijde	12
6.3	Oplegging en lengte gording	14
	 Bijlage 1: Ontwerptekening	 15

1. INLEIDING

1.1 Project omschrijving

Aan de Billitonkade is een uitstroomopening gepland tussen 2 woonarken nabij de Ouderijnbrug, zie onderstaande foto's. De ruimte tussen de 2 arken is opgemeten en bedraagt ca. 2,5m.

De huidige kade/beschoeiing bestaat uit vlakke, betonnen damwandplanken die verankerd zijn met grondankers.

De huidige beschoeiing is in matige tot slechte staat en zal vervangen worden. Het waterschap is de huidige eigenaar van de beschoeiing en wil het eigendom overdragen aan de Gemeente Utrecht. Gekozen is om de grondkering rondom de uitstroomopening te maken van hout, omdat bij vervanging van de beschoeiing, deze houten grondkering eenvoudig te verwijderen is.



1.2 Conclusie

Hardhouten beschoeiingsplanken, dik 40 mm, D50, duurzaamheidsklasse 1.

Gording 2 balken 100x150 mm², D50, duurzaamheidsklasse 1.

2. RANDVOORWAARDEN

2.1 Normen

- [1] NEN 9997-1+C1:2012: Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1: Algemene regels;
- [2] NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011 nl Eurocode: Grondslagen van het constructief ontwerp;
- [3] NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011/NB:2011 nl, Nationale bijlage bij bovenstaande norm;
- [4] NEN-EN 1991-1-1+C1 Belastingen op constructies, deel 1-1: Algemene belastingen 2011;
- [5] NEN-EN 1991-1-1+C1:2011/NB: 2011 nl Nationale bijlage bij bovenstaande norm;
- [6] NEN-EN 1995-1-1:2005+A2:2014+NB+2013 Hout – Algemeen, inclusief Nationale Bijlage;
- [7] NEN-EN 338:2016 – Hout voor constructieve toepassingen – Sterkteklassen.

2.2 Documenten

- [8] Inspectierapport van Nebest: "Inspectie 35, oeverconstructies te Utrecht", rapportnummer 36003-OEV006204, status: Definitief, 12 december 2019;
- [9] Sondering gemaakt door BAM-Infra: Geotechnisch bodemonderzoek Billitonkade 130 te Utrecht, JS/BM210440/COP.02499.01.02, versie 01, Definitief, 26 augustus 2021.

2.3 Tekeningen

- [10] DO-tekening SI, 141.1229.01.C&B.030-001, "Riooloverstort Kanaalstraat, tijdelijke grondkering Billitonkade", definitief, versie 0

2.4 Veiligheidsklasse

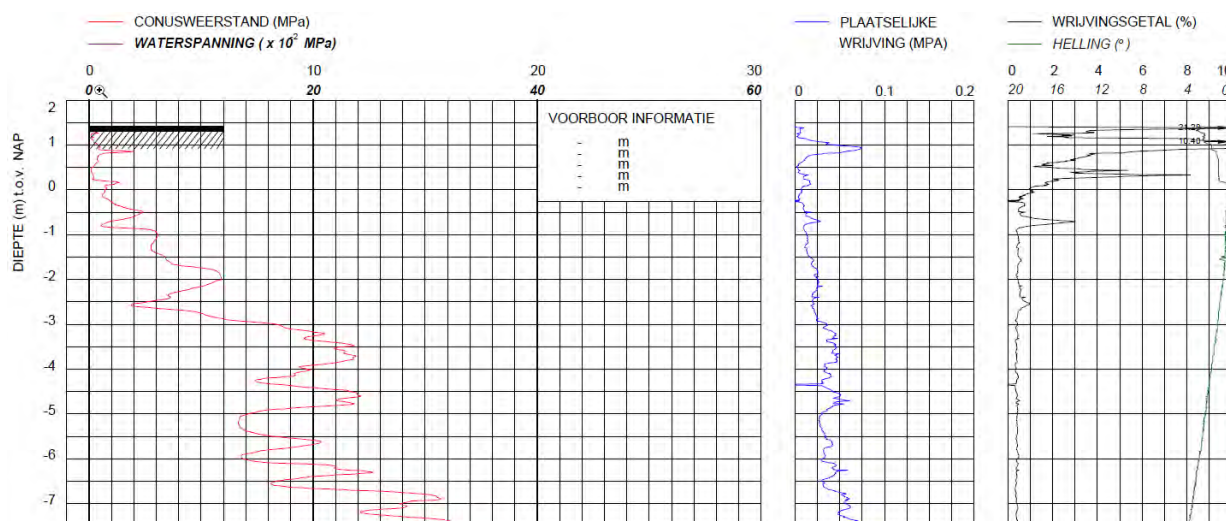
De beschoeiing wordt ingedeeld in veiligheidsklasse/gevolgklasse RC1 / CC1 volgens onderstaande tabel NB.20 uit [3].

Tabel NB.20 – B1 — Definitie van gevolgklassen

Gevolgklasse ^{a b}	Omschrijving
CC3	Grote gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens ^c , en/of zeer grote economische of sociale gevolgen of gevolgen voor de omgeving.
CC2	Middelmatige gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens, en/of aanzienlijke economische of sociale gevolgen of gevolgen voor de omgeving.
CC1	Geringe gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens, en/of kleine of verwaarloosbare economische of sociale gevolgen of gevolgen voor de omgeving.

2.5 Sonderingen en Grondlagenopbouw

Er zijn 2 sonderingen gemaakt. Eén sondering [9] is precies op locatie gemaakt, deze is maatgevend. Tot ca. NAP-0,75m wordt zand afgewisseld met kleilagen. Onder NAP-0,75m liggen de draagkrachtige zandlagen.



2.6 Materialen

Voor houten onderdelen gelden de volgende uitgangspunten:

- Klimaatklasse = 3, conform par. 2.3.1.3 van [6]
- Belastingsduurklasse = blijvende belasting, conform tabel 3.1 van [6]. Dus $k_{mod} = 0,5$.

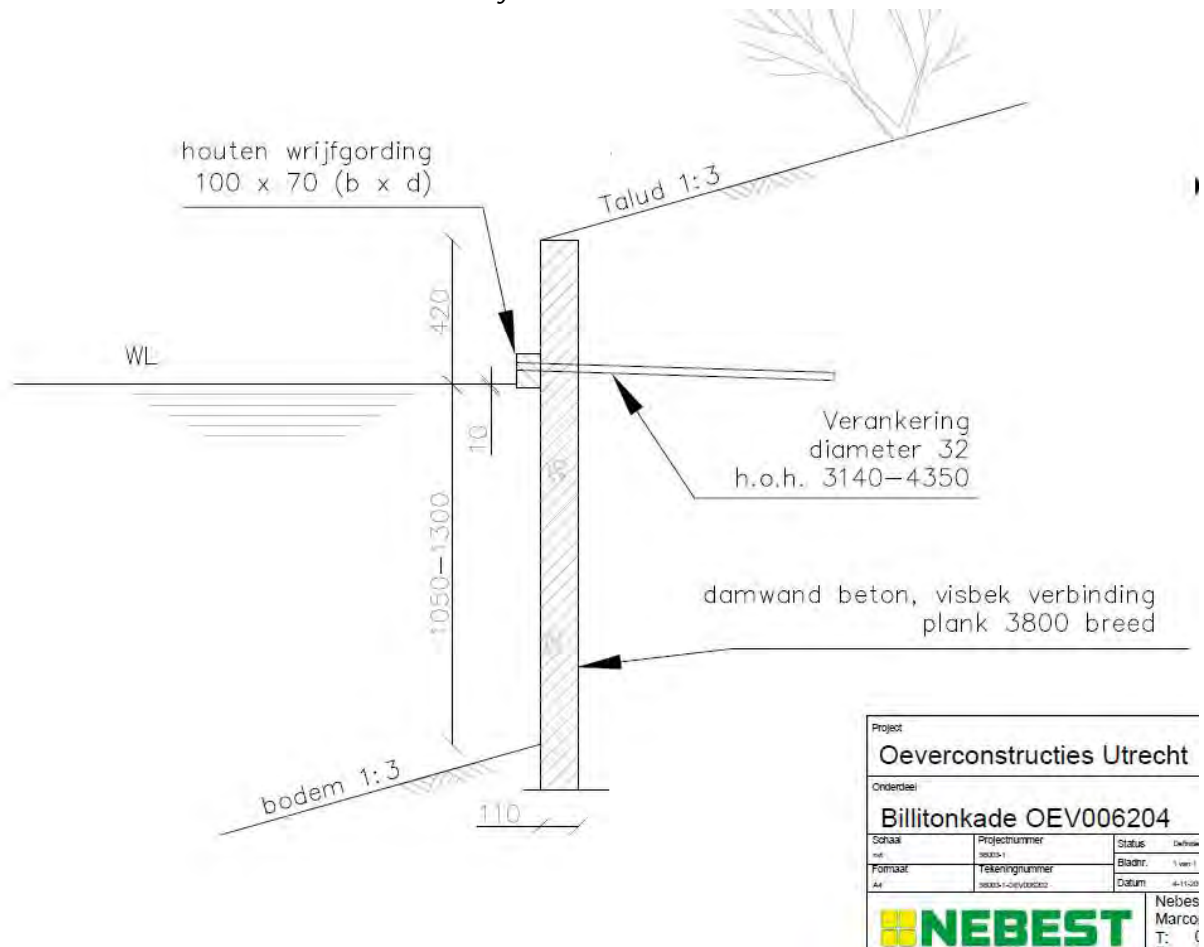
De hardhoutenbeschoeiing heeft een levensduur van minimaal 20 jaar.

3. HUIDIGE SITUATIE

Uit het inspectierapport [8] komt onderstaande schets, foto's en cursieve tekst.

De betonnen damwand vertoont verspreid over de lengte diverse betonschades en kieren, waarbij grond is uitgespoeld en wortelgroei door de kieren aanwezig is. De houten gording is deels losgekomen of verdwenen. De ankerkoppen steken op diverse locaties tot 9,5 cm voor de constructie, waardoor de verankering haar functie niet meer kan vervullen. De lengte van de damwandplanken is onbekend.

Gezien de huidige staat en het gebruik van de oeverconstructie door woonarken wordt rekening gehouden met een restlevensduur van < 5 jaar.



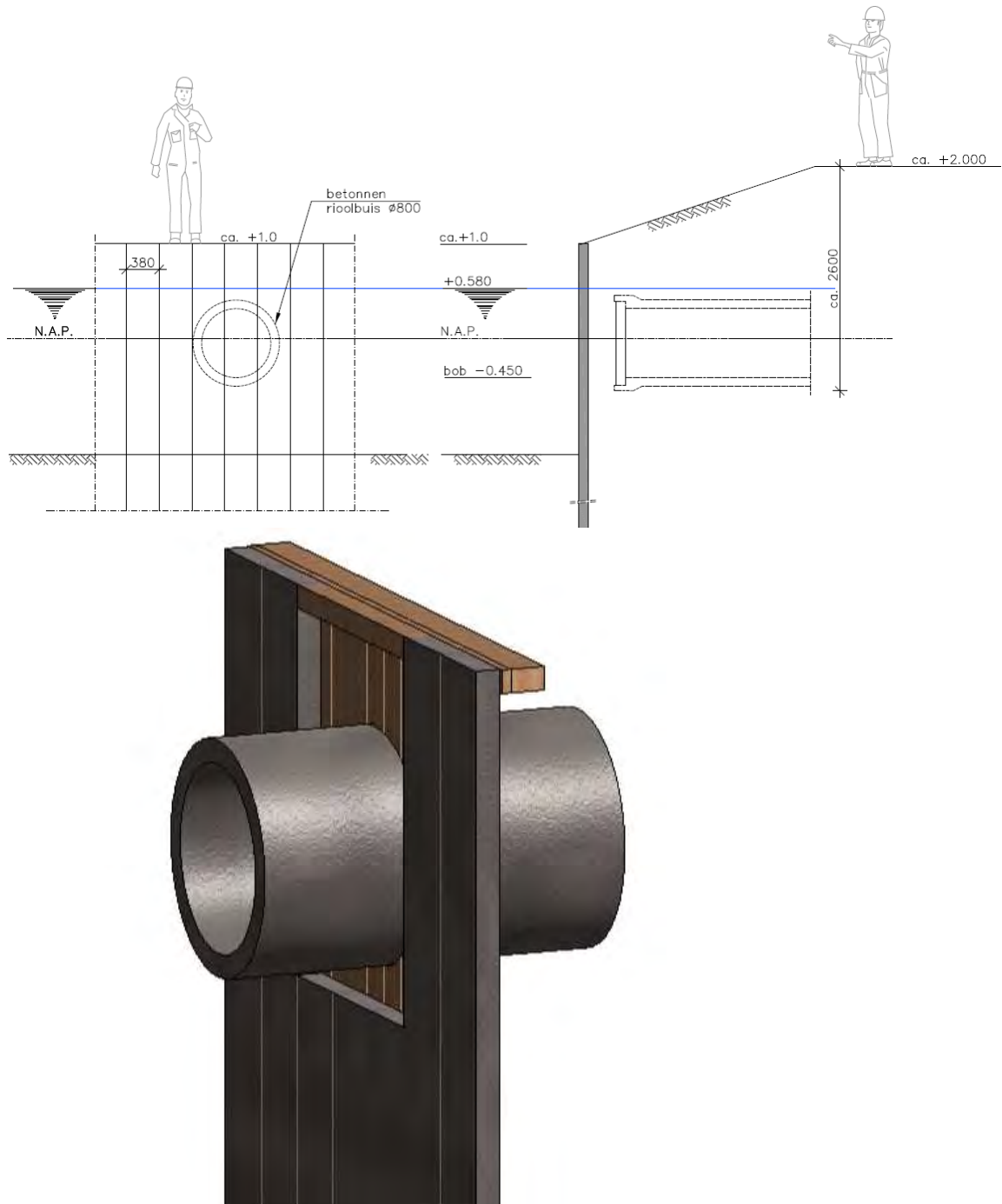
4. TOEKOMSTIGE SITUATIE: UITSTROOMOPENING

4.1 Nieuwe situatie

De uitstroomopening is een rioolbuis met uitwendige diameter 1,0m, inwendig 0,8m.

In onderstaande schets is het vooraanzicht van de huidige beschoeiing weergegeven met hierin de uitstroomopening geprojecteerd, rechts is de doorsnede met de nieuwe uitstroomopening weer-gegeven.

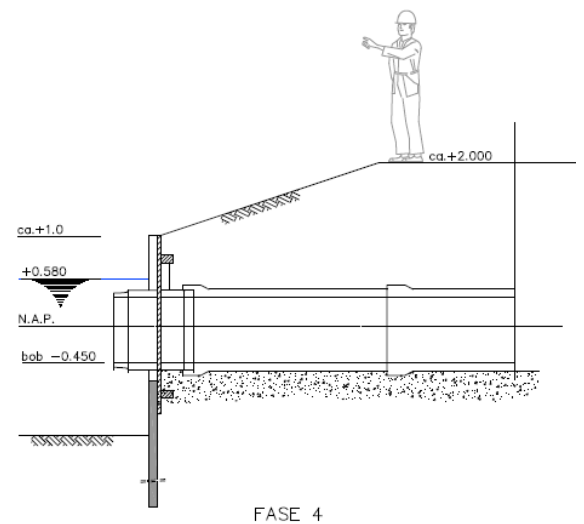
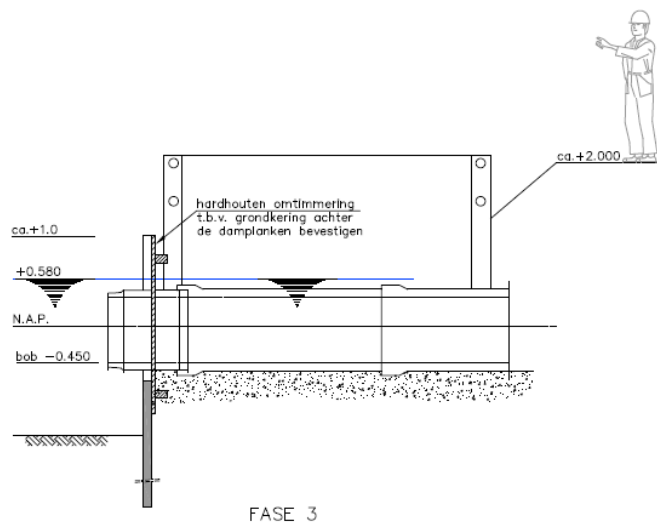
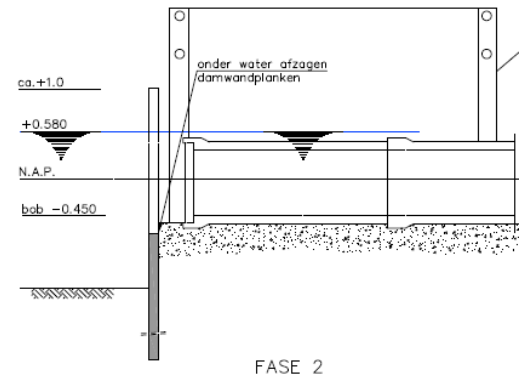
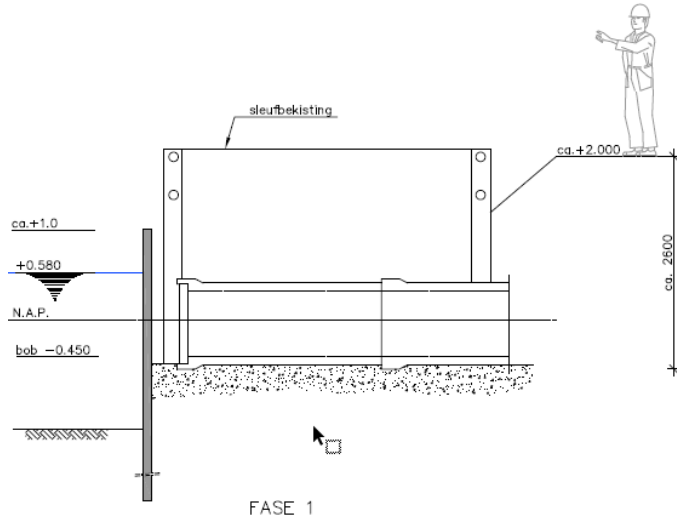
De huidige betonnen planken worden afgezaagd en verwijderd t.p.v. de rioolbuis. Na doorvoer van de rioolbuis is het vlak rondom de rioolbuis niet grond dicht. De nieuwe grondkering wordt gemaakt door een houten beschoeiing. In bijlage 1 is de ontwerptekening opgenomen.



4.2 Fasering

Voorgesteld wordt de volgende fasering, zie ook onderstaande afbeeldingen:

1. aanbrengen van de rioolbuis tot aan de beschoeiing m.b.v. sleufbekisting;
2. betonnen damwandplanken onder water afzagen vanaf ca. NAP-0,7m;
3. aanbrengen passtuk laatste rioolbuis in den natte, inclusief hardhoutenbeschoeiing
4. herstellen talud.



5. BELASTINGEN

5.1 Permanent

Eigen gewicht en rustende belasting

Eén sondering [9] is precies op locatie gemaakt, hieruit blijkt dat onder NAP-0,75m vooral zand aanwezig is, daarboven wordt de bodem afgewisseld met slappere lagen.

Voor onderliggende berekening is verder niets meer gedaan met de sondering. Aangehouden wordt een grondbelasting van zand: $\gamma_{dr} = 18 \text{ kN/m}^3$, $\gamma_{sat} = 20 \text{ kN/m}^3$.

Niet beschouwde belasting

(Grond)waterbelasting is niet beschouwd, want het waterniveau in de watergang is gelijk met de grondwaterstand in de oever.

5.2 Veranderlijk

De beschoeiing is niet openbaar toegankelijk. Het is de tuin van de woonboten.

Daarom wordt rekening gehouden met een terrasbelasting, overeenkomstig met balkonbelasting volgens $\text{prep} = 2,5 \text{ kN/m}^2$, puntlast van 3 kN, uit [5].

Klasse van belaste oppervlakte		q_k kN/m ²	Q_k kN
Tabel NB.1 - 6.2 – Opgelegde belastingen op vloeren, balkons en trappen in gebouwen			
Klasse A (wonen en huishoudelijk gebruik) NEN-EN 1991-1-1:2002+C1:2009+NB:2011			
A-vloeren		1,75	3 ^a
A-trappen		2,0	3
A-balkons		2,5	3
Klasse B (kantoorruimten)			
B-kantoorruimten		2,5	3
Klasse C (bijeenkomstruimten)			
C1-tafels		4,0 ^b	7
C2-vaste zitplaatsen		4,0 ^b	7
C3-zonder obstakels voor rondlopende mensen		5,0	7
C4-fysieke activiteiten		5,0	7
C5-grote mensenmassa's		5,0	7
Klasse D (winkelruimten)			
D1-kleinhandel		4,0	7
D2-warenhuizen		4,0	7
^a De puntlasten moeten zijn aangebracht op een oppervlakte van 100 mm × 100 mm; de gegeven waarden moeten ook zijn gebruikt voor constructies van ondergeschikte betekenis.			

5.3 Combinaties en belastingsfactoren

Onderstaande belastingsfactoren komen uit tabel NB.5 van de norm Belastingen op constructies uit [4] en [5].

Tabel NB.5 — Partiële factoren voor gevolgklassen 1 en 3 voor belastingen (STR/GEO) (groep B)

CC	Blijvende en tijdelijke ontwerpsituaties	Blijvende belastingen		Overheersende veranderlijke belasting	Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende	
		Ongunstig	Gunstig		Belangrijkste (indien aanwezig)	Andere
1	(Vgl. 6.10a)	$1,2 G_{k,j,\text{sup}}^a$	$0,9 G_{k,j,\text{inf}}$		$1,35 \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$1,35 \psi_{0,i} Q_{k,i} (i > 1)$
	(Vgl. 6.10b)	$1,1 G_{k,j,\text{sup}}^b$	$0,9 G_{k,j,\text{inf}}$	$1,35 Q_{k,1}$		$1,35 \psi_{0,i} Q_{k,i} (i > 1)$

6.10a) permanent = $1,2 * G$
 Veranderlijk = $1,35 * \psi_0 * Q$ ($\psi_0 = 1$)

6.10b) permanent = $1,1 * G$
 Veranderlijk = $1,35 * Q$

Het eigen gewicht en rustende belasting is groter dan de veranderlijke belasting, daarom is vgl. 6.10 a) maatgevend.

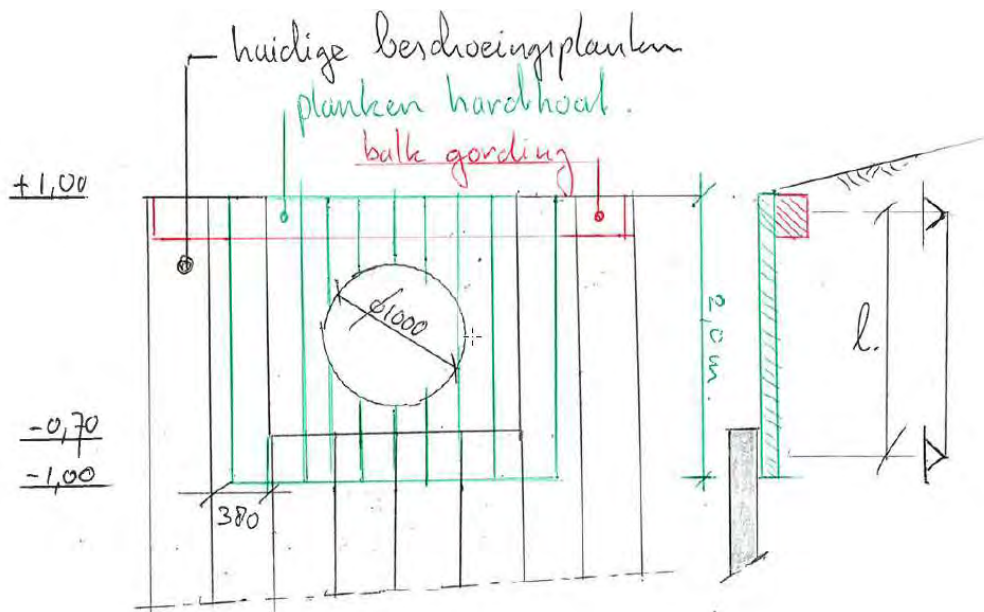
6. BEREKENING EN TOETSING

6.1 Planken

In principe past de rioolbuis $\varnothing 1000\text{mm}$ in het gat dat wordt gekregen als 3 planken worden doorgezaagd en verwijderd ($3 \times 380\text{ mm} = 1140\text{ mm}$). Voorwaarde is wel dat de rioolbuis precies in het midden van 3 planken uitkomt, de kans daarop is klein. Daarom wordt rekening gehouden met een grotere sparing van $4 \times 380\text{ mm} = 1520\text{ mm}$.

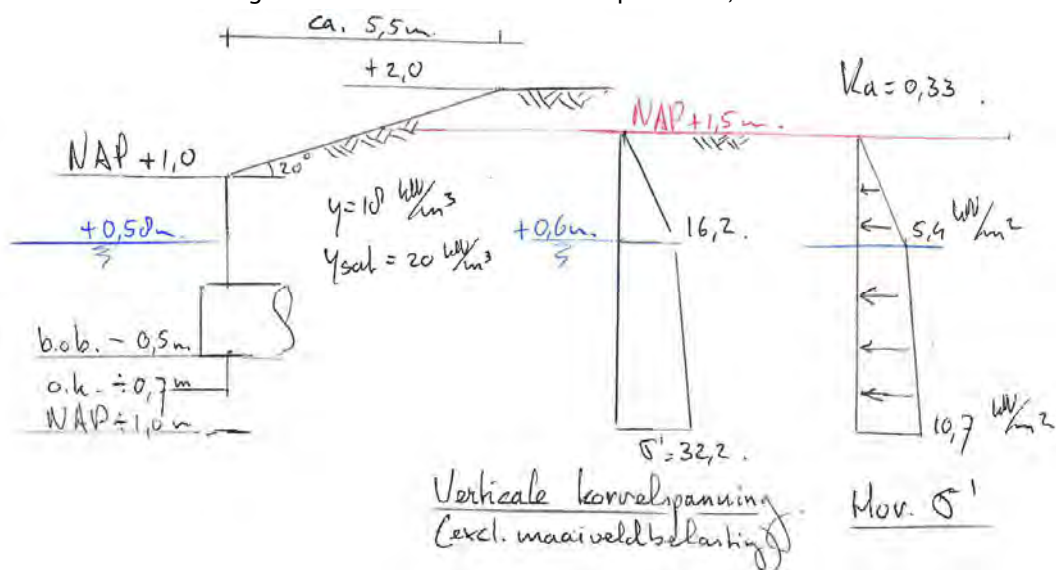
Bij een grotere opening zullen de houten planken de (grond)belasting moeten overdragen naar de gording (boven) en de betonnen planken (onder).

De planken worden geschematiseerd als een vrij opgelegde ligger op 2 steunpunten, zie onderstaande schets.



In onderstaande schets is de verticale en horizontale korrelspanning bepaald (exclusief maaiveldbelasting). De horizontale korreldruk is bepaald met $K_a = 0,33$.

De beschoeiing varieert van NAP+1,0m bij de watergang tot aan NAP+2,0m op straatniveau. Gemakshalve wordt gerekend een vlak maaiveld op NAP+1,5m.



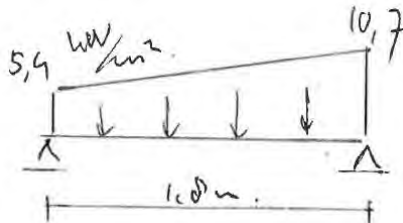
Overspanning houten damplank: $L = \text{NAP} + 0,95 + \text{NAP} - 0,85 = 1,8 \text{ m}$.

Gemakshalve wordt de knik t.g.v. de grondwaterstand niet in rekening gebracht en wordt zo gerekend met een grotere belasting op de houten damplanken.

Schema permanente belasting houten plank:

$$\begin{aligned} M_{\text{rep}} &= 1/8 * 5,4 * 1,8^2 = 2,2 \text{ kNm} \\ &= 1/16 * 5,3 * 1,8^2 = 1,1 \text{ kNm} + \\ &= 3,3 \text{ kNm} \end{aligned}$$

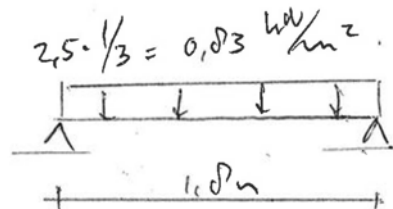
$$M_d = 1,2 * 3,3 = 4 \text{ kNm}$$



Maaiveldbelasting: $q_{\text{rep;hor}} = 0,33 * 2,5 = 0,83 \text{ kN/m}^2$.

Schema veranderlijke belasting houten plank:

$$\begin{aligned} M_{\text{rep}} &= 1/8 * 0,83 * 1,8^2 = 0,34 \text{ kNm} \\ M_d &= 1,35 * 0,34 = 0,46 \text{ kNm} \end{aligned}$$



Totaal:

$$M_{\text{rep}} = 3,3 + 0,34 = 3,6 \text{ kNm/m}$$

$$M_d = 4 + 0,46 = 4,5 \text{ kNm/m}$$

Toegepast worden planken dik 40 mm, $W = 1/6 * 1000 * 40^2 = 2,67 * 10^5 \text{ mm}^3/\text{m}$

Buiging: $f_{m;d} = (f_{m;k}/\gamma_m) * k_{\text{mod}}$

$$f_{m;k} = 50 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{\text{mod}} = 0,5 \text{ tabel 3.1}$$

$$\gamma_m = 1,3 \text{ tabel 2.3}$$

$$f_{m;d} = 19 \text{ N/mm}^2$$

$$M_d = 4,5 \text{ kNm}$$

$$\sigma_d = 16,9 \text{ N/mm}^2$$

$$< f_{m;d} \text{ voldoet} \quad \text{u.c.} = 0,89$$

Dwarskracht permanente belasting:

$$V_d = 1,2 * 1/2 * 5,4 * 1,8 = 5,8 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} &= 1,2 * 1/3 * 5,3 * 1,8 = 3,8 \text{ kN} + \\ &= 9,6 \text{ kN} \end{aligned}$$

Dwarskracht veranderlijke belasting:

$$V_d = 1,35 * 1/2 * 0,83 * 1,8 = 1 \text{ kN}$$

$$\text{Totaal: } V_d = 9,6 + 1 = 10,6 \text{ kN/m}^1$$

$$\tau_d = 3/2 * 10,6 \text{ kN} / (40 * 1000) = 0,4 \text{ N/mm}^2$$

Afschuiving: $f_{v;d} = (f_{v;k}/\gamma_m) * k_{\text{mod}}$

$$f_{v;k} = 4,5 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{\text{mod}} = 0,5 \text{ tabel 3.1}$$

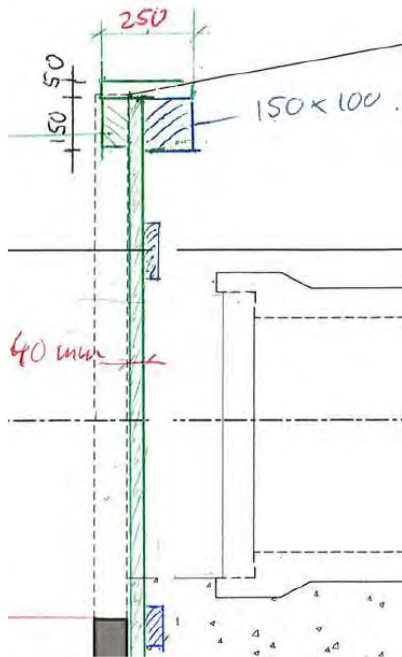
$$\gamma_m = 1,3 \text{ tabel 2.3}$$

$$f_{v;d} = 1,7 \text{ N/mm}^2$$

$$> \tau_d \text{ voldoet} \quad \text{u.c.} = 0,24$$

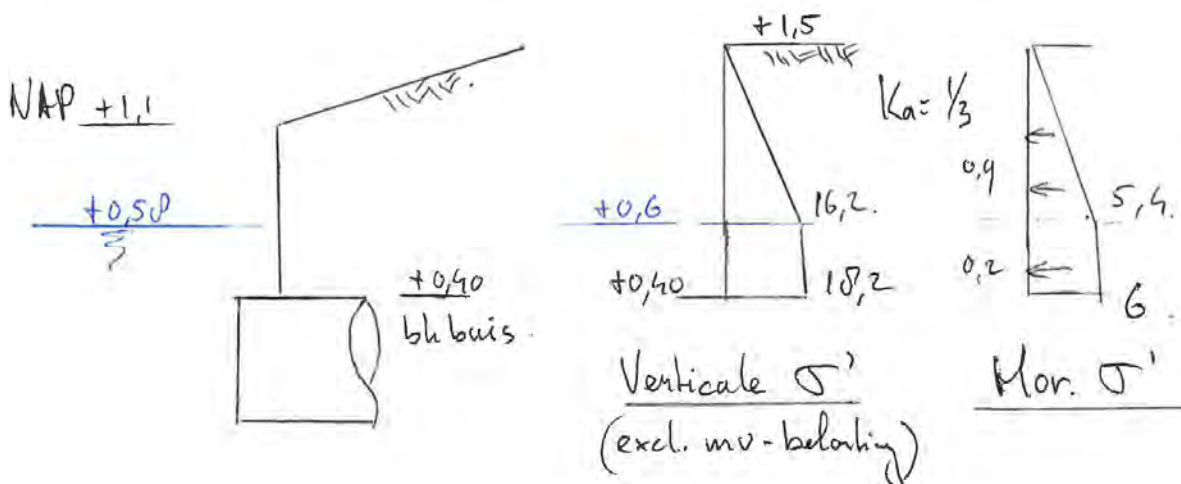
6.2 Gording bovenzijde

Berekend wordt de gording aan de bovenzijde van de houten damwand.



De houten damwand heeft mes-en groef verbindingen. Boven de rioolbuis wordt een plank in dwarsrichting bevestigd, zodat de houten damwand boven de rioolbuis een stijf vlak is.

De horizontale belasting van de grond boven de rioolbuis wordt afgedragen via de damwand naar de gording aan de bovenzijde. De gording draagt dan de belasting over naar de huidige betonnen damplanken aan weerszijden van de buis.



Permanente belasting boven buis:

$$\begin{aligned} q_{rep} &= 1/2 * 0,9 * 5,4 &= 2,4 \text{ kN/m} \\ &= 1/2 * (5,4 + 6) * 0,2 &= 1,1 \text{ kN/m} + \\ &&= 3,6 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Maaiveldbelasting boven buis:

$$q_{rep} = 1/3 * 2,5 * 1,1 = 0,9 \text{ kN/m}$$

Totaal:

$$q_d = 1,2 * 3,6 + 1,35 * 0,9 = 5,5 \text{ kN/m}$$

Stel dat 4 betonplanken moeten worden weggehaald, dan is de dagmaat van de gording:

$$4 \times 380 \text{ mm} = 1520 \text{ mm}.$$

$$\text{Overspanning gording} = 1520 + 380 = 1900 \text{ mm}.$$

$$M_d = 1/8 * 5,5 * 1,9^2 = 2,5 \text{ kNm}$$

Toegepast wordt een houten balk $b \times h = 100 \times 150 \text{ mm}^2$ D50. Alleen de achterste gording wordt getoetst. De samenwerking met de gording aan de voorzijde wordt niet beschouwd (ongunstig).

$$W = 1/6 * 150 * 100^2 = 2,5 * 10^5 \text{ mm}^3$$

Buiging: $f_{m;d} = (f_{m;k} / \gamma_m) * k_{mod}$

$$f_{m;k} = 50 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{mod} = 0,5 \text{ tabel 3.1}$$

$$\gamma_m = 1,3 \text{ tabel 2.3}$$

$$f_{m;d} = 19 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_d = 2,5 \text{ kNm} / 2,5 * 10^5 \text{ mm}^3 = 10 \text{ N/mm}^2$$

$$< f_{m;d} \text{ voldoet} \quad \text{u.c.} = 0,53$$

Dwarskracht:

$$V_d = 1/2 * 5,5 * 1,9 = 5,3 \text{ kN}$$

Schuifspanning: $\tau_d = 3/2 * 5,3 \text{ kN} / (100 * 150) = 0,53 \text{ N/mm}^2$

Afschuiving: $f_{v;d} = (f_{v;k} / \gamma_m) * k_{mod}$

$$f_{v;k} = 4,5 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{mod} = 0,5 \text{ tabel 3.1}$$

$$\gamma_m = 1,3 \text{ tabel 2.3}$$

$$f_{v;d} = 1,7 \text{ N/mm}^2$$

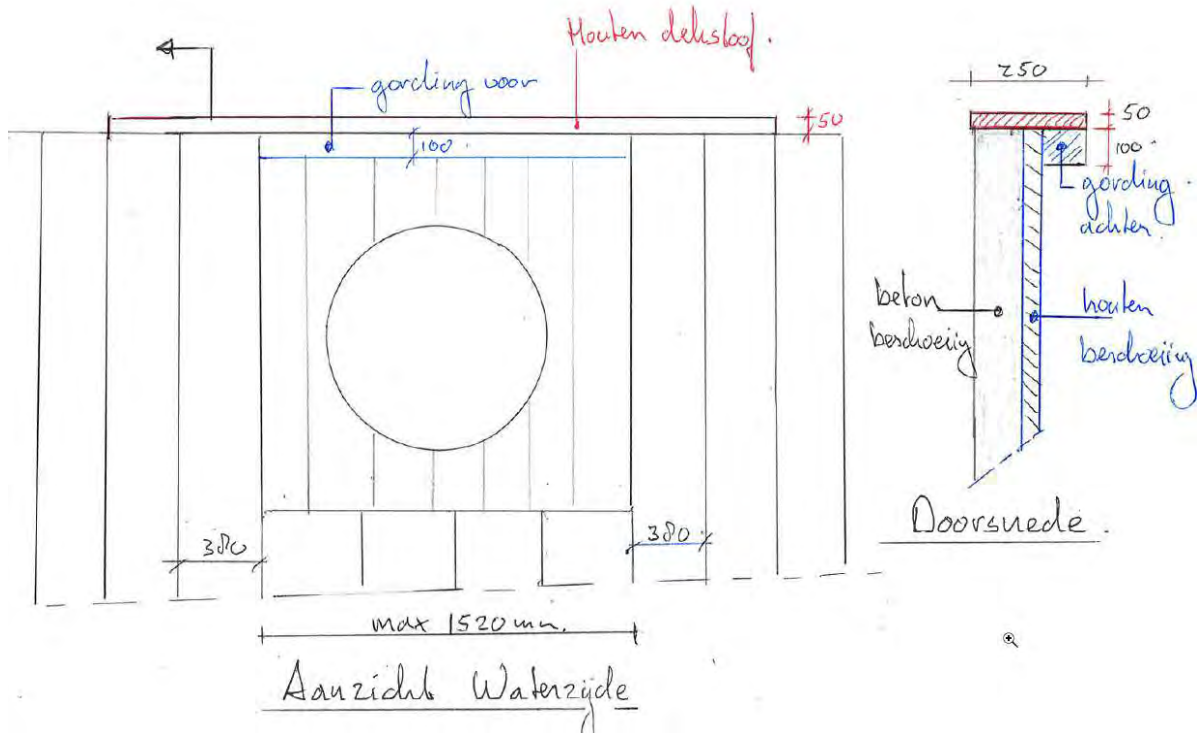
$$> \tau_d \text{ voldoet} \quad \text{u.c.} = 0,3$$

6.3 Oplegging en lengte gording

Gezien de geringe lengte van de beschoeiingsplanken moet voorkomen worden dat de planken zakken en op de rioolbuis gaan leunen.

De rioolbuis wordt niet opgelegd op de houten beschoeiing, maar wordt hiervan vrijgehouden.

De beschoeiing en gording worden afgedekt met een houten plank, bxd = 250x50 mm², D50. Getoetst wordt of deze plank voldoende dikte heeft om de beschoeiing aan op te hangen.



Soortelijk gewicht hout D50 = 7,4 kN/m³, zie [7].

Gewicht hardhouten planken: $g_{rep} = 0,04m \cdot 2,0m \cdot 7,4 = 0,59 \text{ kN/m}^1$

Gewicht gordingen: $g_{rep} = 0,24m \cdot 0,15m \cdot 7,4 = 0,27 \text{ kN/m}^1 +$

Totaal: $g_{rep} = 0,86 \text{ kN/m}^1$

Puntlast: $g_{rep} = 3 \text{ kN}$, het lijkt overdreven om 300 kg veranderlijke belasting op een beschoeiing te zetten, maar deze belasting hoort bij een balkonbelasting.

Dwarskracht permanente belasting: $V_d = 1,2 \cdot 0,86 \cdot 1,8 = 1,9 \text{ kN}$

Dwarskracht veranderlijke belasting: $V_d = 1,35 \cdot 3 = 4,1 \text{ kN}$

Schuifspanning: $\tau_d = 3/2 \cdot 6 \text{ kN} / (100 \cdot 40) = 2,25 \text{ N/mm}^2$

Afschuiving: $f_{v;d} = (f_{v;k} / \gamma_m) \cdot k_{mod}$

$f_{v;k} = 4,5 \text{ N/mm}^2$

$k_{mod} = 0,5$ tabel 3.1

$\gamma_m = 1,3$ tabel 2.3

$f_{v;d} = 1,7 \text{ N/mm}^2$

$< \tau_d$ Voldoet niet u.c. = 1,3

Daarom wordt gekozen om de gording praktisch vast te zetten d.m.v. 2 bouten aan weerszijden, die door de betonnen beschoeiing worden geboord.

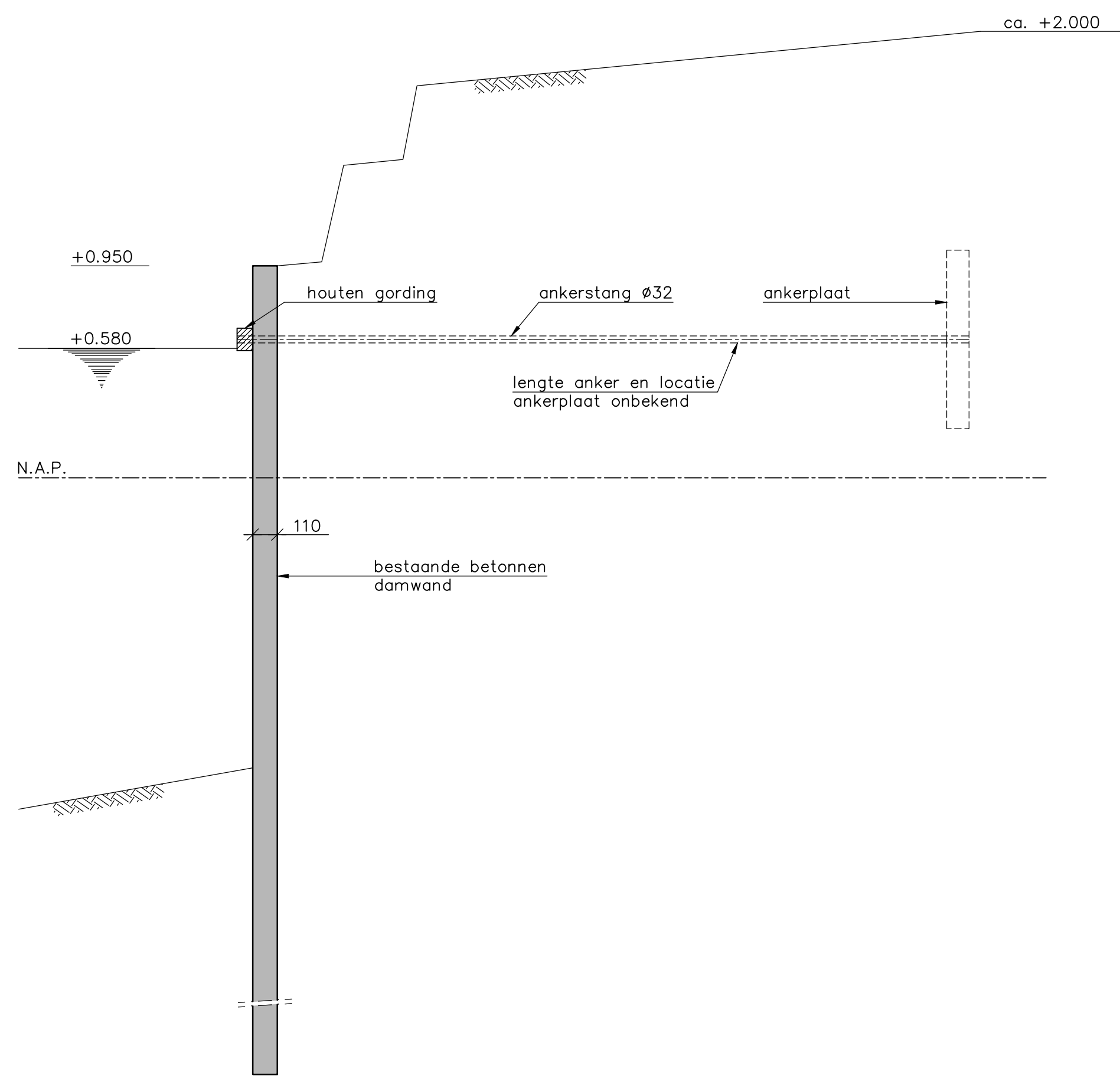
Bout M12, 8.8 maximale afschuifkracht = $F_{vud} = 32,4 \text{ kN/bout}$.

Bijlage 1: Ontwerptekening

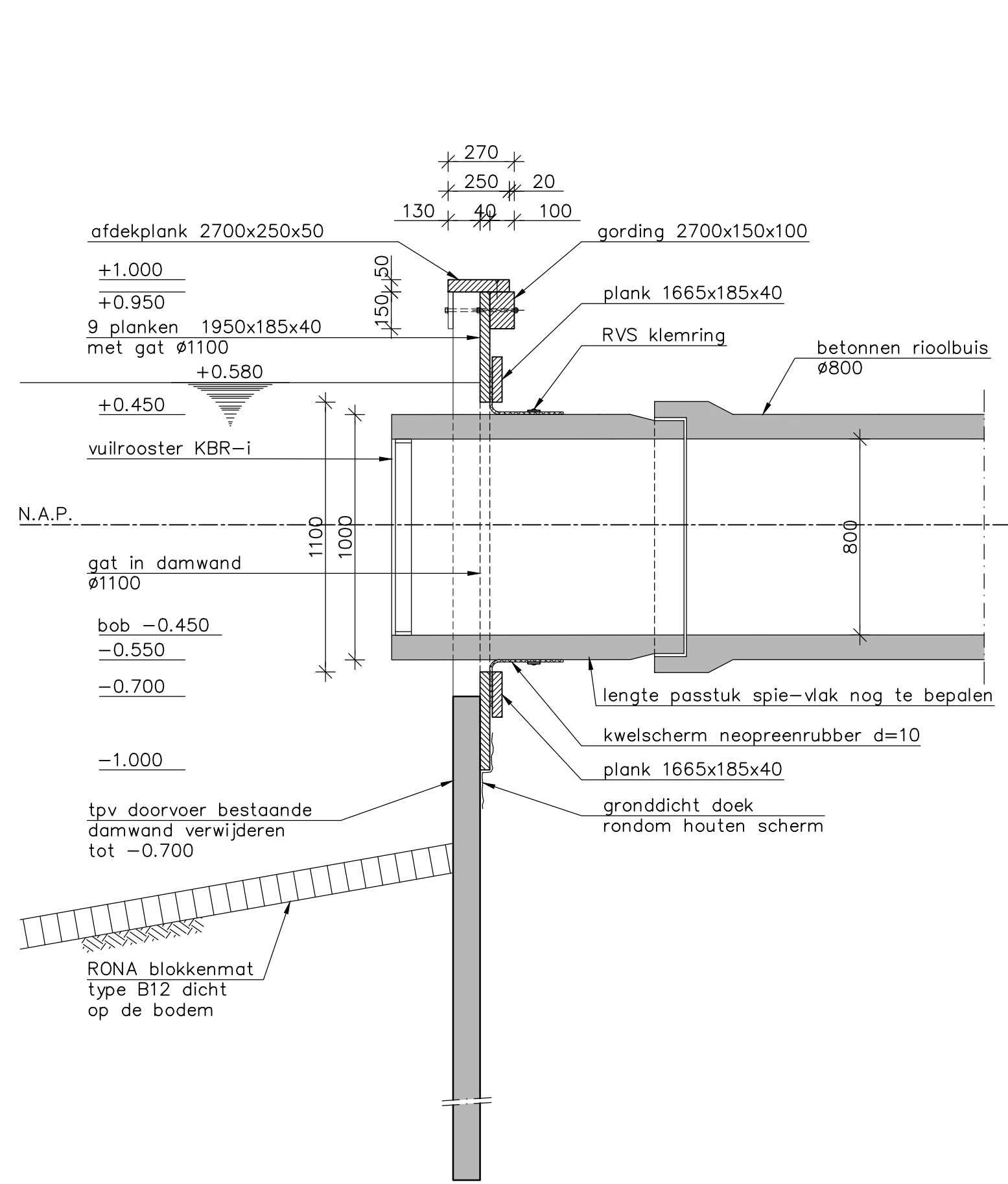
1 blz.



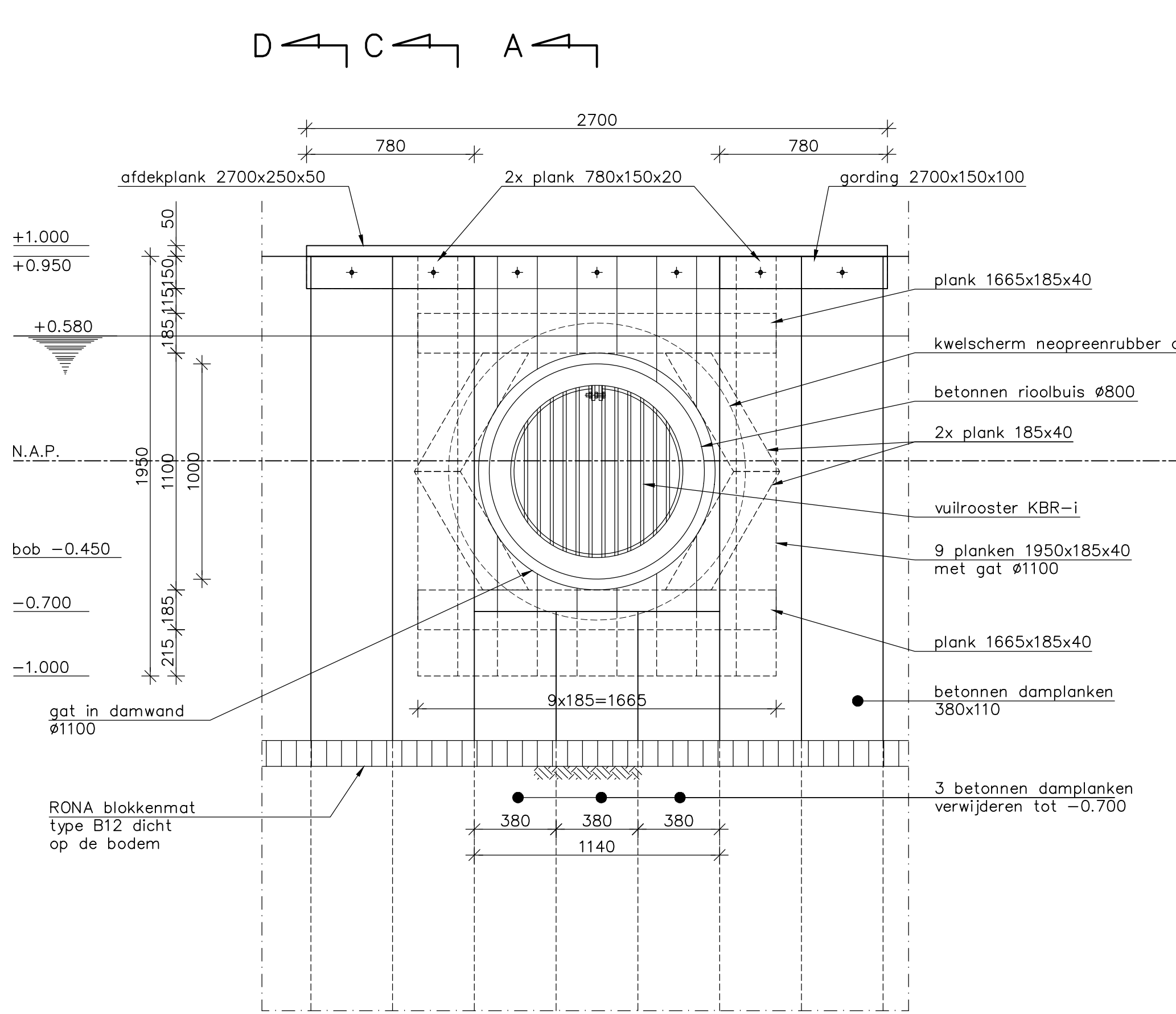
BOVENAANZICHT
SCHAAL 1:100



DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1:20
bestaand



DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1:20
nieuw



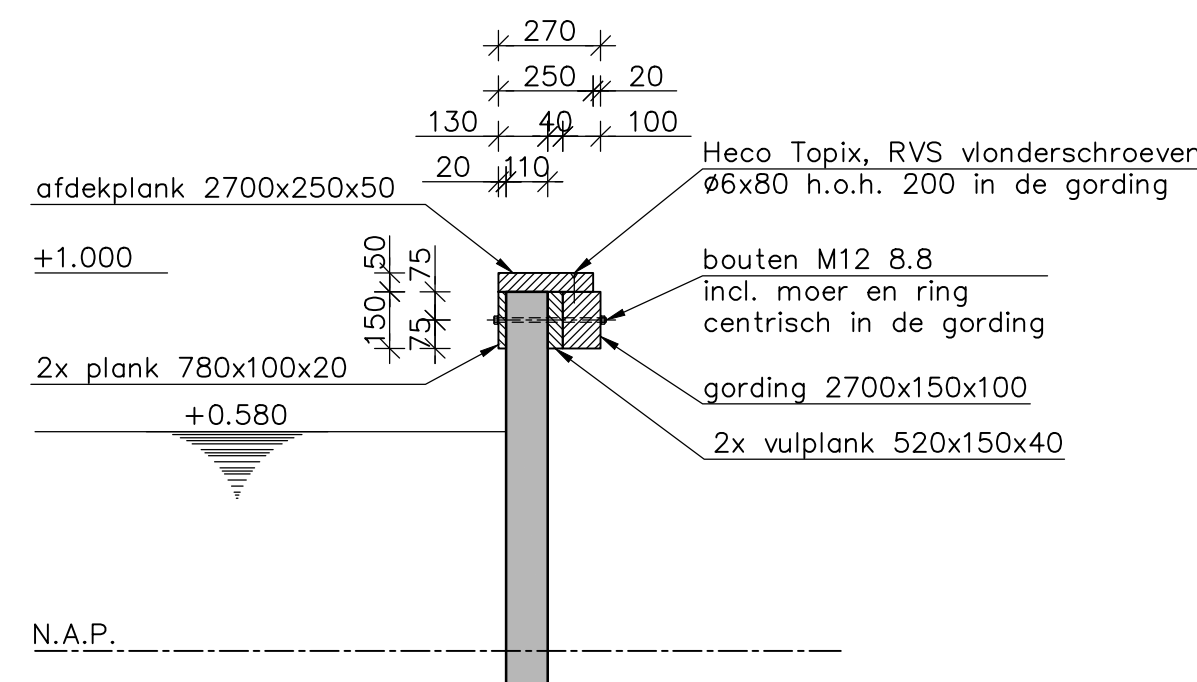
AANZICHT B-B
SCHAAL 1:20
nieuw



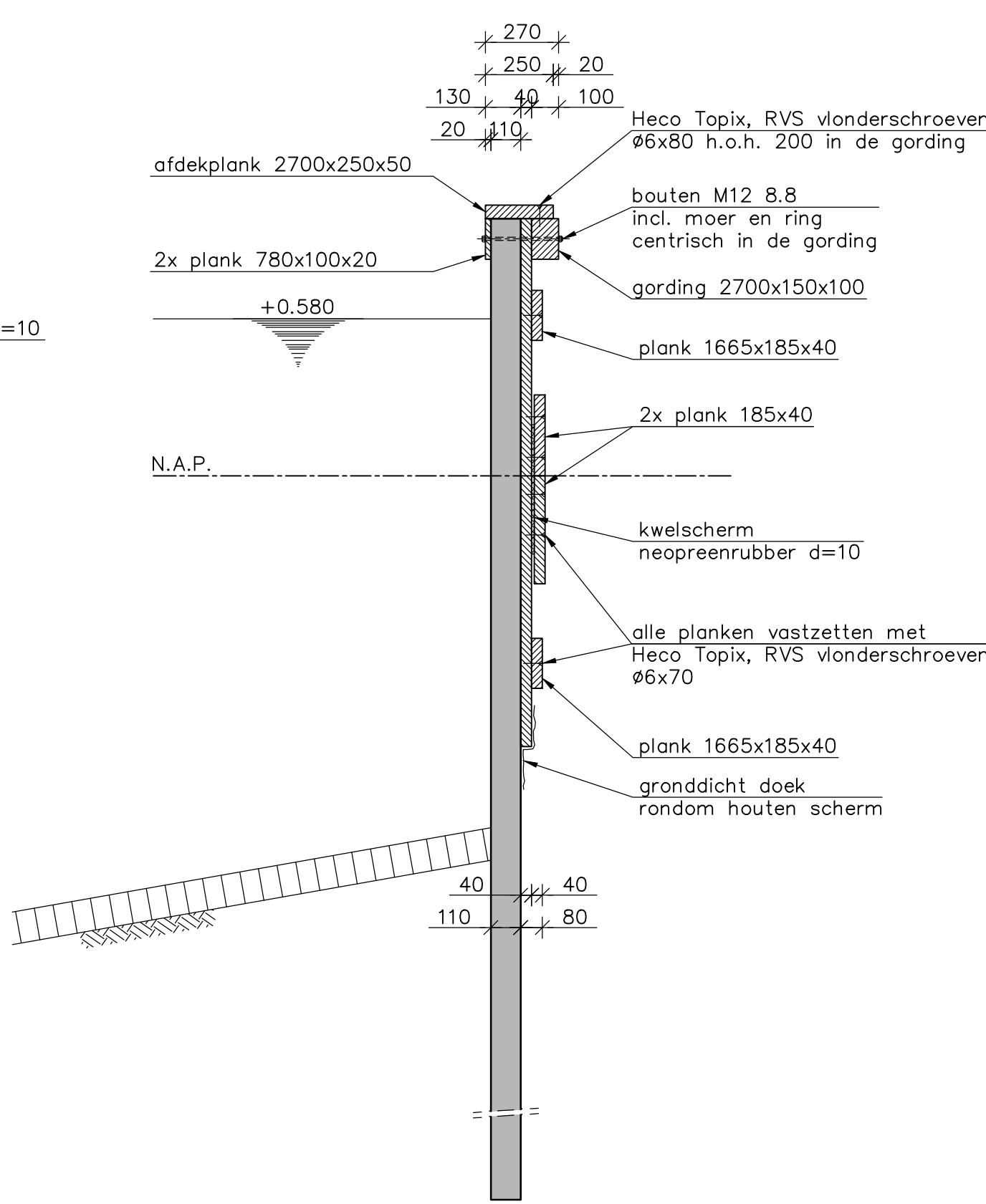
VOORZIJDJE



ACHTERZIJDJE



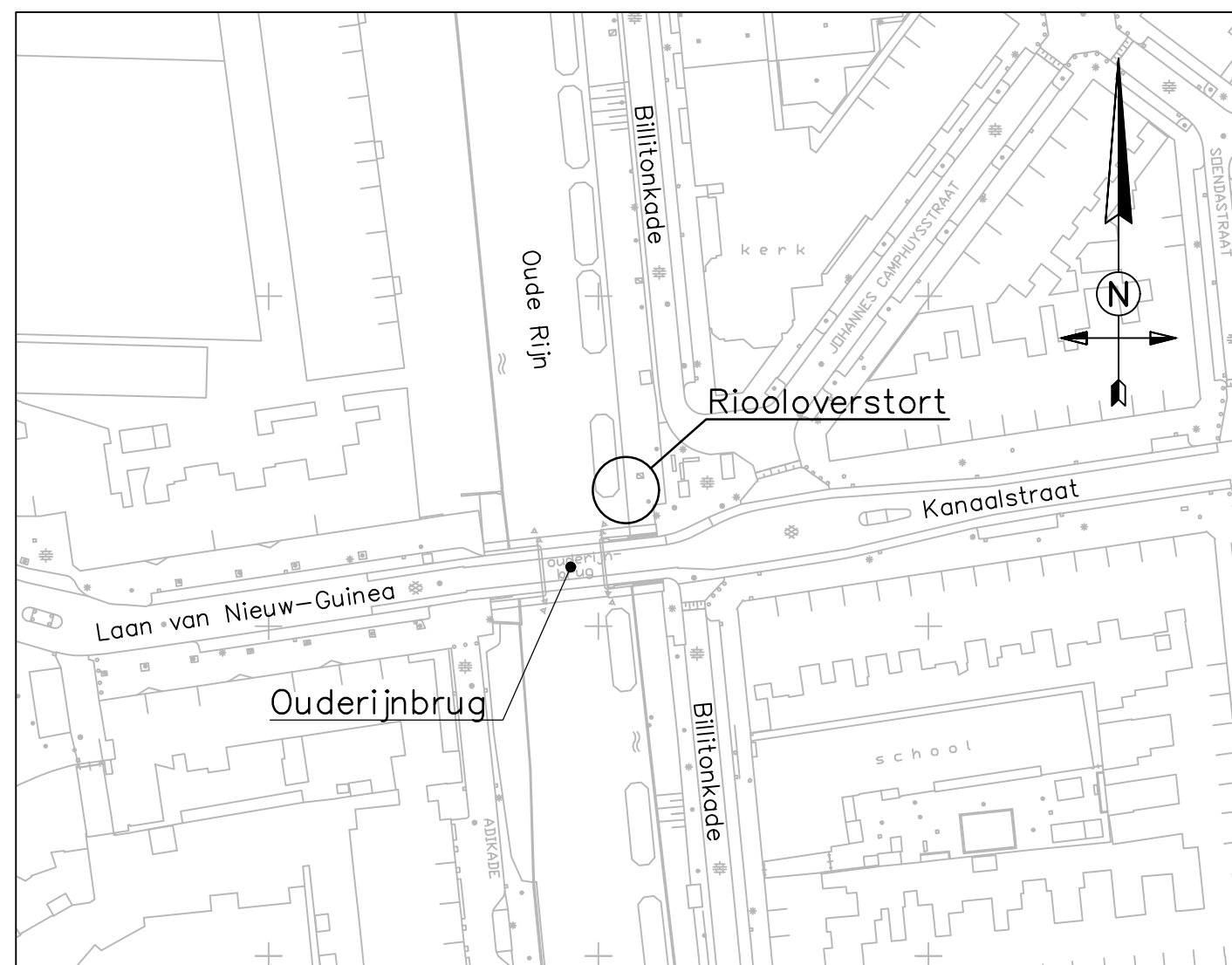
DOORSNEDE D
SCHAAL 1:20
nieuw



DOORSNEDE C
SCHAAL 1:20
nieuw

- TOELICHTING:**
- maten in millimeters, tenzij anders aangegeven
 - hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P., tenzij anders aangegeven
 - hoeken in graden (360°)
 - coördinaten in millimeters t.o.v. Rijksdriehoeksnet

- LEGENDA:**
- i.h.w. gestort beton
 - staal
 - hout
 - pefab beton
 - maaiveld
 - sondering



SITUATIE
SCHAAL 1:1000

B	A				
0	16-11-21	J. vd Bunt	H. Vermeij	F. vd Vaart	Origineel
Versie	Datum	Getek.	Getoe.	Vrijge.	Opmerkingen

Stadsbedrijven			Gemeente Utrecht	
Opdrachtgever	Schaal	zie tek.	Formaat	A0
Gemeentebestuur van Utrecht	Beheer		Bestek	
Project	Projectnummer	141.1229-01	Status	Definitief
Riooloverstort Kanaalstraat	Tekeningnummer	C&B.030-001	Datum	16-11-2021
Tijdelijke grondkering Billitonkade	Versie	0		
Onderdeel	Getekend	J. van de Bunt		
Nieuwe situatie	Getoetst	H. Vermeij		
Bovenaanzicht en doorsneden	Vrijgegeven	F. van der Vaart		
Definitief ontwerp				

Stadsingenieurs
Bezoekadres: Stadsplein 1, 3521 AZ Utrecht
Postadres: Postbus 8025, 3503 RJ Utrecht
Telefoon: 030 - 286 4323
www.stadsing.nl