

NOTITIE

Onderwerp Uitgangspuntenrapport en hydraulische berekening Blusleiding Bergen op Zoom
Project Noordland 12-16 & Markiezaat Container Terminal
Opdrachtgever Mepavex Logistics B.V.
Projectcode 115018
Status Definitief 03
Datum 15 augustus 2022
Referentie 115018/22-011.811
Auteur(s) M. Myburgh MSc

Gecontroleerd door Ir. M.F.E. Wauben
Goedgekeurd door Ir. G.R. Spaargaren
Paraaf



Bijlage(n) I Pompgrafiek
 II Sigma Erosiekraterberekening
 III Sterkteberekening SDR11 HDPE
 IV Tekeningen

Aan Mepavex Logistics B.V.
Kopie Witteveen+Bos

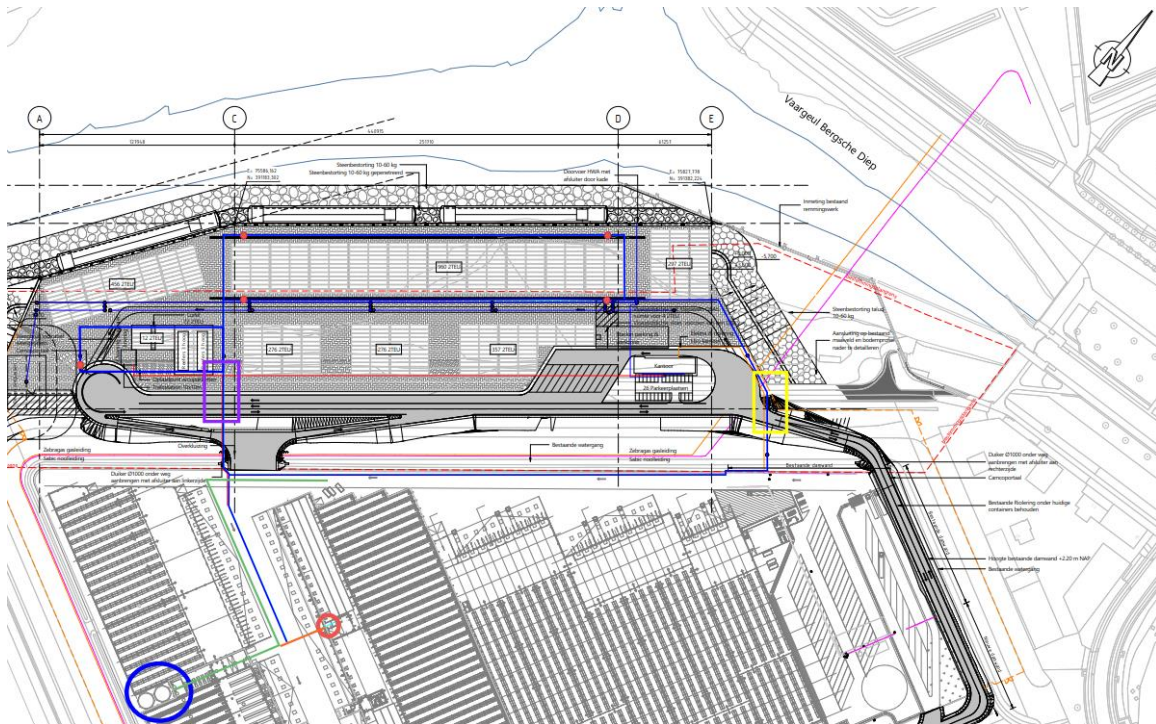
1 AANLEIDING

De bouw van de nieuwe Markiezaat Container Terminal, te Bergen op Zoom, is in voorbereiding door Mepavex Logistics B.V. Het betreft de aanleg van een buitenhaven gezien de buitendijkse ligging van de beoogde locatie, weergegeven in afbeelding 1.1. De nieuwe containerterminal dient de op- en overslag van containers te voorzien. Witteveen+Bos ontwerpt hier de blusleiding (ringleiding) grotendeels aan de buitenzijde van de primaire kering. Deze blusleiding kruist de waterkering aan de zuidwestzijde en noordoostzijde maar ligt ten dele ook parallel aan de kering. Als maatgevende berekening wordt alleen de zuidwestzijde kruising met de waterkering beschouwd (zie paars gemarkeerd). Alleen de uitvoering aan de noordoostzijde (geel gemarkeerd) verschilt van de zuidwestzijde.

In deze fase maakt Witteveen+Bos een opzet voor het leidingverloop en de locatie van de hydranten. Op basis van een Wanda hydraulische berekening wordt de benodigde diameter bepaald. Een sterkteberekening en erosiekrater berekening (Sigma) worden uitgevoerd om het voorkeursmateriaal (wanddikte) aan te bevelen alsook de locatie voor afsluiters.

De blusleiding sluit binnendijks aan op de locatie waar de rode cirkel is (zie afbeelding 1.1), omdat hier al een bestaand sprinkler systeem ligt (zie rode cirkel en oranje lijn). De locatie van het bestaande pompgebouw is in blauw aangegeven.

Afbeelding 1.1 Aansluitingsmogelijkheid bij de bestaande sprinklers systeem (rode cirkel en oranje lijn), tracé voorstel blusleiding (blauwe lijn) en bestaande waterleiding (groene lijn). Zuidwestelijke kruising met de waterkering aangegeven met het paarse vierkant, de noordoostelijke kruising weergegeven met het gele vierkant



2 UITGANGSPUNTEN EN GEGEVENS

2.1 Richtlijnen en normen

2.1.1 NEN-EN 14384: 2005

De brandweer (15/11/2021) heeft aangegeven dat de voorkeur is om bovengrondse hydranten toe te passen. De hydranten moeten voldoen aan NEN-EN 14384:2005 of gelijkwaardig.

2.2 NEN 3650 en NEN3651

2.2.1 Randvoorwaarden vereenvoudigde sterkteberekening voor kruisingen

Indien wordt voldaan aan de onderstaande voorwaarden mag de toetsing op de grenstoestandspanningen voor kruisingen met waterstaatswerken volgens de vereenvoudigde sterkteberekening worden uitgevoerd [ref .3]. Het voorlopige ontwerp van de blusleiding voldoet hieraan.

Tabel 2.1 Voorwaarden voor de grenstoestandspanningen

Voorwaarden	Voldoet aan vereenvoudigde sterkteberekening
de ontwerpdruk is kleiner dan of gelijk aan 1 MPa (= 10 bar of 1 N/mm ²);	ja, druk <= 9,7 bar

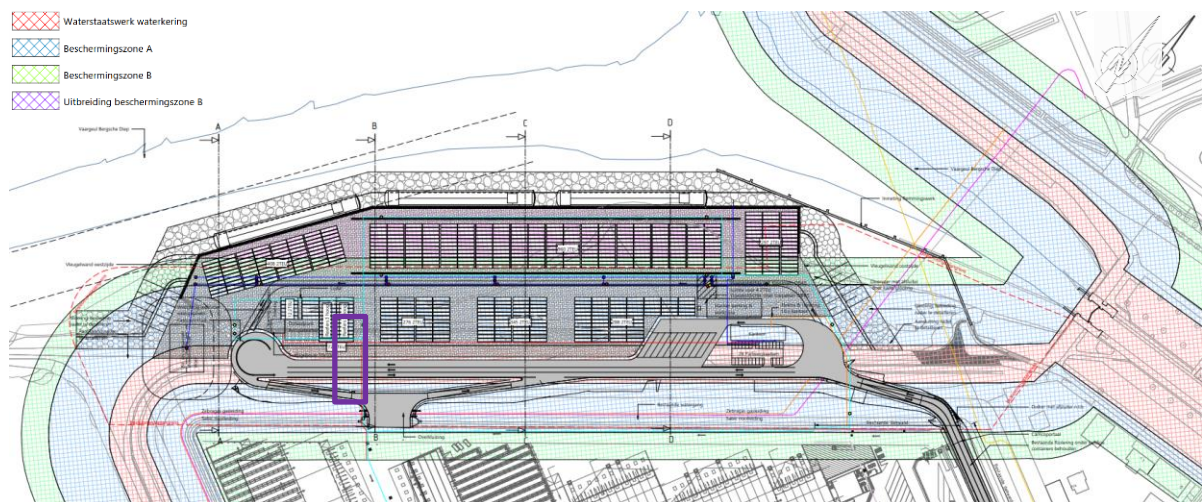
Voorwaarden	Voldoet aan vereenvoudigde sterkteberekening
de te verwachten zettingsverschillen (gemiddelde waarden) zijn niet groter dan 100 mm	ja, uitgangspunt voor het ontwerp is maximaal 100 mm
de leiding wordt niet door bestuurbaar horizontaal boren aangelegd;	ja, open sleuf
voor een vloeistofleiding wordt voldaan aan $h^3 \times Di^5 < 40 \text{ m}^8$ (h is de maximale drukhoogte, in m, Di is de inwendige middellijn van de leiding, in m);	ja, $h^3 \times Di^5 = 37 \text{ m}^8 < 40 \text{ m}^8$. Zie paragraaf 5.4
de nominale middellijn van de leiding die het waterstaatswerk kruist met een staande boog- of portaalconfiguratie is kleiner dan of gelijk aan 250 mm	ja, diameter blusleiding t.p.v kruising met waterkering = $\varnothing 160 \text{ mm}$
importantiefactor (S) wordt toegepast. Voor waterkeringen geldt: $0,75 \leq S \leq 1,0$.	ja, importantiefactor van 0,75 wordt toegepast

2.2.2 Dekking kruisen waterkering

De waterkering is onderdeel van het normtraject 34-5. De waterkering is in beheer bij waterschap Brabantse Delta. De zoneringen van de vastgestelde legger waterschap Brabantse Delta (<https://arcg.is/15vSX10>) zijn weergegeven in afbeelding 2.1.

In het algemeen moet de kruisende leidingstrekking zo in het dwarsprofiel worden geplaatst dat deze ook na zakking van de leiding boven de dijktafelhoogte ligt. De minimale gronddekking boven de leiding tussen de tenen van de dijk en in de veiligheidszones moet 1,0 m bedragen.

Afbeelding 2.1 Bijbehorende leggerzoneringen en kruising zuidwestzijde met paarse markering



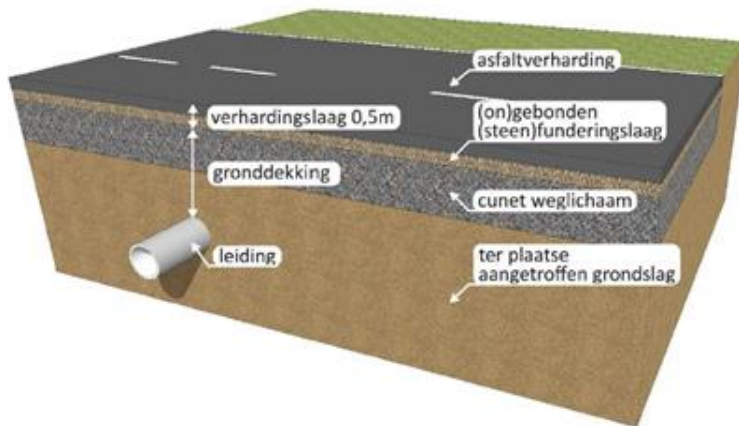
2.2.3 Dekking kruisen watergang/sloot

Voor kruisingen met watergangen/sloten, in beheer bij een waterschap, geldt een minimale gronddekking van 1,0 m onder de onderhoudsdiepte.

2.2.4 Dekking wegen

De gronddekking dient op elk punt van het tracé te voldoen aan gronddekking van tenminste 0,5 m exclusief verhardingslaag [ref. 6]:

Afbeelding 2.2 Schematische weergave van de gronddekking bij open ontgraving [ref. 6]



2.2.5 Dekking overig

Nieuwe ondergrondse buisleidingen die tot groep I (intrinsiek gevaarlijke stof) behoren moeten een minimale gronddekking van 100 cm hebben. Voor groep II-leidingen (druk ≤ 16 bar) geldt een minimale gronddekking van 80 cm. Voor de blusleiding geldt derhalve een minimale gronddekking van 80 cm.

2.3 Leidingeigenschappen

Uitgegaan wordt van HDPE SDR 11 met wanddikte 14,6 mm (diameter inwendig = 130,8 mm) en drukklasse PN16. Een wandruwheid (k) van 0,3 mm wordt aangehouden voor de Wanda hydraulische berekening. Bij het hanteren van een wandruwheid van 0,3 mm voor HDPE zijn de lokale verliezen van bochten, T-stukken, lasrillen en eventuele gasbelletjes al verdisconteerd; in werkelijkheid is het leidingmateriaal zelfs gladder. Dit is een conservatieve benadering waardoor er voldoende vermogen en waterdruk zal zijn.

Op basis van dit leidingmateriaal en de binnendiameter is bij elke hydrant en binnen het systeem de druk en snelheid bepaald. Ook de sterkteberekening wordt uitgevoerd op een maatgevende doorsnede van dit leidingmateriaal. De eigenschappen van de leiding voor de open sleuf aanleg zijn:

- leidingmateriaal	HDPE;
- kwaliteit	PE100 (PN16, SDR11);
- diameter (uitwendig)	Ø160 mm;
- diameter (inwendig)	Ø130,8 mm;
- wanddikte	14,6 mm;
- lange duur treksterkte	10,0 N/mm ² ;
- toelaatbare lange duur spanning	8,0 N/mm ² ;
- materiaalfactor	1,25;
- elasticiteitsmodulus korte duur	975 N/mm ² ;
- elasticiteitsmodulus lange duur	350 N/mm ² ;
- uitzettingscoëfficiënt	0,00016 mm/(mmK);
- toelaatbare deflectie	8 %.

De wanddikte van 14,6 mm is als uitgangspunt gebruikt voor het bepalen van de maatgevende druk in het systeem en de stroomsnelheid, en daarmee ook de sterkte van de leiding en de grootte van de erosiekrater.

In hoofdstuk 5 wordt getoetst of er een wanddikte (SDR 11) kan worden toegepast wat betreft de sterkte van de leiding.

2.4 Druk, debiet, stroomsnelheid blusleiding

2.4.1 Dynamische druk blusleiding

De dynamische druk dient minimaal 4 bar te bedragen bij elke hydrant.


2.4.2 Stroomsnelheid en debiet blusleiding

Uit ervaring met voorgaande projecten uitgevoerd door Witteveen+Bos weten we dat het optimum tussen aanlegkosten en operationele kosten ligt bij een maximale leidingsnelheid tussen 1,0 en 1,5 m/s. Stroomsnelheid tussen 1,0 m/s en 1,5 m/s dient te kunnen worden gehandhaafd, om deze reden is een leidingdiameter 160 mm (uitwendig) als uitgangspunt aangehouden. Alleen 2 hydranten zijn gelijktijdig in bedrijf met een debiet van 60 m³/uur elk. Het maximale debiet is dus 120 m³/uur.

2.4.3 Randvoorwaarden Wanda model: debiet en druk van bestaande systeem

In het Wanda model wordt gebruik gemaakt van de pompcurves van de huidige pompen, namelijk Diesel Firepack curve G-314.350.01.00 (zie bijlage I). In afbeelding 2.3 zijn het debiet, de opvoerhoogte en het toerental weergegeven die zijn gebruikt voor de pomp in Wanda.

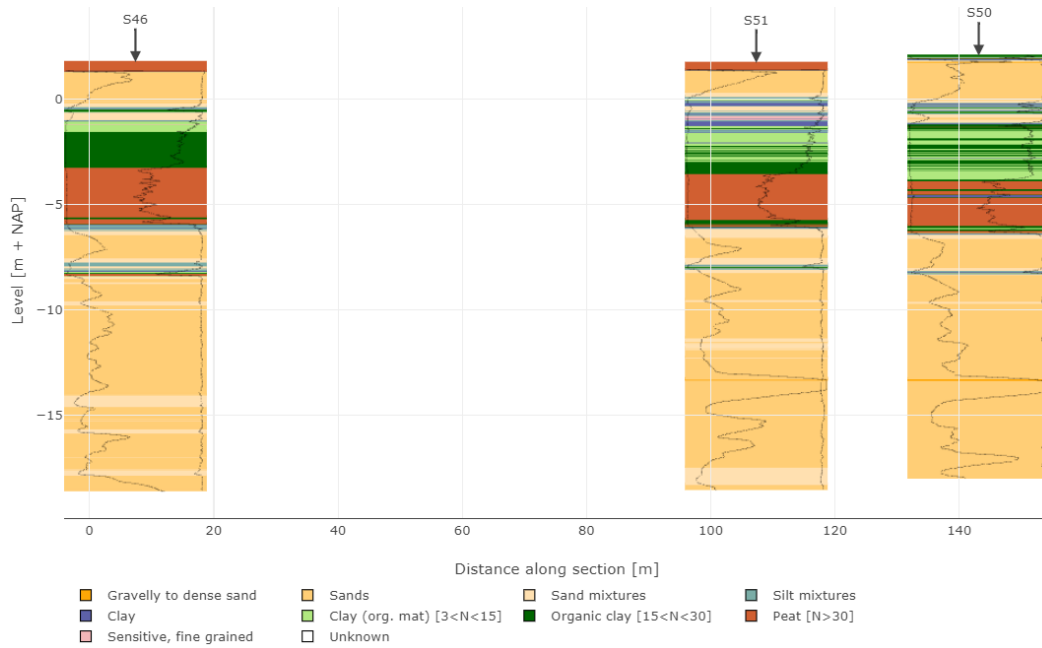
Afbeelding 2.3 Pomp eigenschappen

TESTRAPPORT HORIZONTALE DIESEL FIREPACK					
klant	De Groot installatiegroep, HENGELO OV			RAPPORT	31435001
bestemming	DC Noordland, BERGEN OP ZOOM (NL)				
rating	568 m ³ /h	9,30 bar	2100 rpm	volgens <FM>	
testdatum	19-02-2016	test engineer:	P. Niesing	akkoord: M. Kastelein	

2.5 Grondopbouw

In afbeelding 2.4 worden de grondlagen volgens de interpretatie op basis van methodiek R2010 SBT-NL weergegeven. Het algemene beeld van de grondopbouw is dat deze redelijk uniform is voor de beschikbare onderzoekspunten. Er is een zandige toplaag aanwezig waarna er klei- en veenlagen aanwezig zijn tot een diepte van ongeveer NAP -6,0 m. Hieronder is een matig vaste zandlaag aangetroffen. Sondering S46 is gehanteerd als maatgevende sondering voor beide locaties van de overkluizing en wordt gebruikt voor de sterkteberekening van de blusleiding.

Afbeelding 2.4 Grondlagen van beschikbare grondonderzoek volgens R2010 SBT-NL



In tabel 2.2 is de grondopbouw weergegeven die is afgeleid uit de sonderingen. De benaming van de grondlagen komt overeen met tabel 2.b uit NEN-EN9997-1.

Tabel 2.2 Grondopbouw en Grondparameters op basis van NEN-9997-1 [ref. 4]

Grondsoort	o.k laag (m + NAP)	$\gamma_{dry}/\gamma_{sat}$ (kN/m ³)	ϕ' (°)
zand schoon matig	-0,5	18/20	32,5
klei sterk zandig	-1,0	18/20	27,5
klei zwak zandig slap	-2,0	15/15	22,5
klei organisch slap	-3,0	13/13	15,0
veen	-6,0	10/10	15,0
zand schoon matig	n.v.t	18/20	32,5

2.6 Grondwaterstand

Er is geen uitgebreide informatie beschikbaar van de grondwaterstand en de stijghoogte in het watervoerend pakket. Op basis van de uitgevoerde boringen in 2019 blijkt de grondwaterstand rond NAP 0,0 m te zijn. Dit peil is aangehouden als gemiddelde grondwaterstand. Peilbuismetingen in de omgeving die in de watervoerende zandlaag zijn geplaatst laten een vergelijkbare waarde zien. Daarom is voor de stijghoogte hetzelfde niveau gehanteerd.

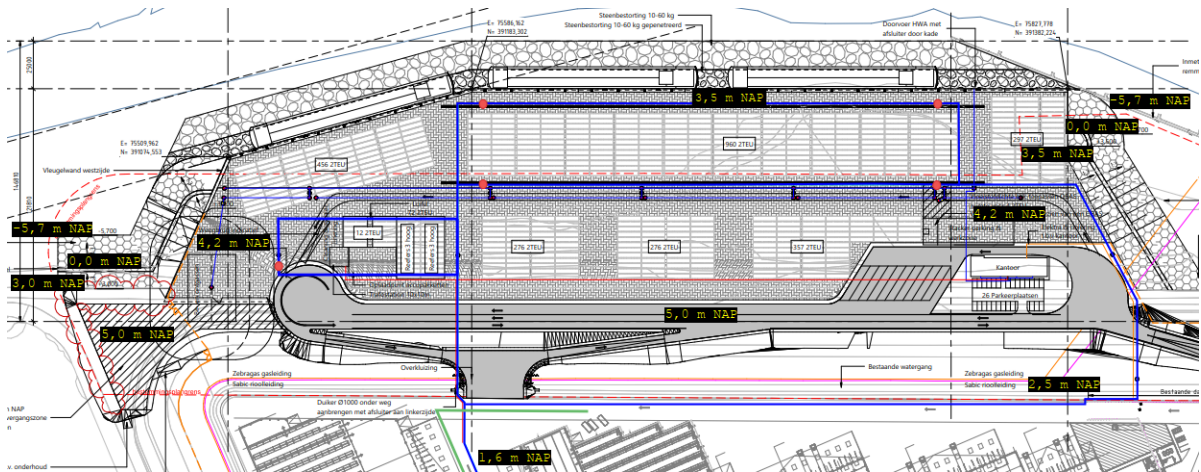
2.7 Maaiveld hoogtes, ontwerphoogtes en bodemhoogte sloot

Het maaiveld ter plaatse van de blusleiding varieert tussen NAP +1,6 m en NAP +5 m, zie afbeelding 2.5 en afbeelding 2.6:

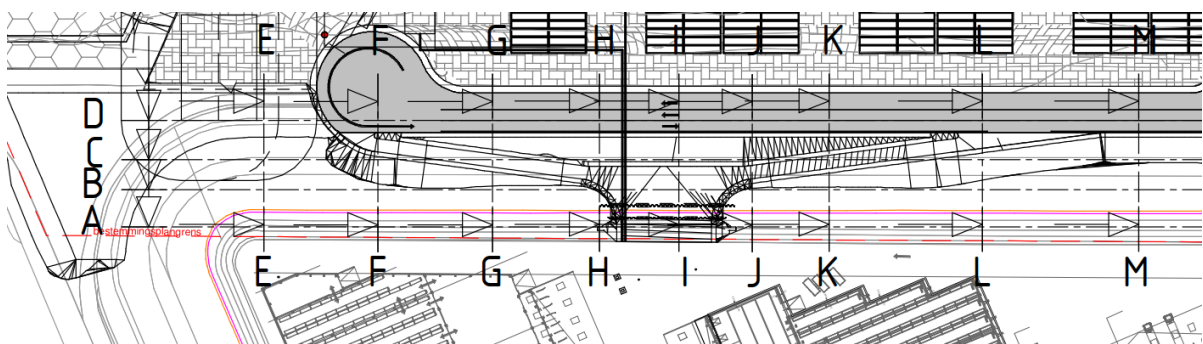
- buitendijks NAP +3,5 m (bovenzijde vleugelwand westzijde alsook oostzijde);
- kruising kruin waterkering: NAP +5 m;
- aansluiting bestaande sprinkler systeem: NAP +1,6 m;
- kruising sloot (binnendijks): varieert tussen NAP +1,5 en NAP +2,5 m (zie afbeelding 2.8);
- bodemhoogte sloot: NAP -0,7 m (zie afbeelding 2.9).

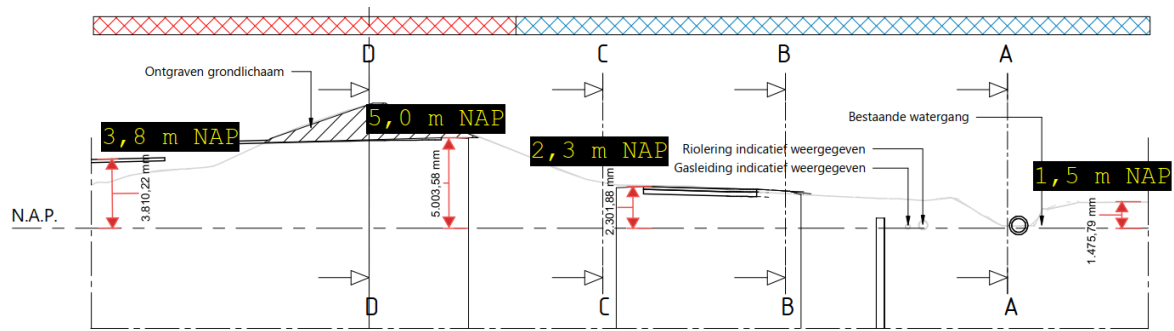
De hoogteliggingen zoals weergegeven in afbeelding 2.5 zullen worden gebruikt in de Wandaberekening. Er is sprake van aangeheeld voorland van meer dan 100 m breed ter plaatse van de leidingkruising. Immers de afstand tussen dijk en kademuur, zie de blauwe lijn in afbeelding 2.7. Het verheelde voorland ligt geheel boven het toetspeil (NAP +3,1 m). Afbeelding 2.8 geeft alleen het AHN 3 profiel aan, het nieuwe dijkprofiel geeft een hoogteverschil van 1,5 m aan (NAP +5,0 m - NAP +3,5 m). Het grondlichaam van de dijk wordt ontgraven tot NAP +5,0 m, de nieuwe kruinhoogte, en de teen ligt op NAP +3,5 m (buitendijks) en NAP +1,8 m (binnendijks).

Afbeelding 2.5 Maaiveldhoogtes en ontwerphoogtes [ref. 10]



Afbeelding 2.6 Dwarsdoorsnede H-H

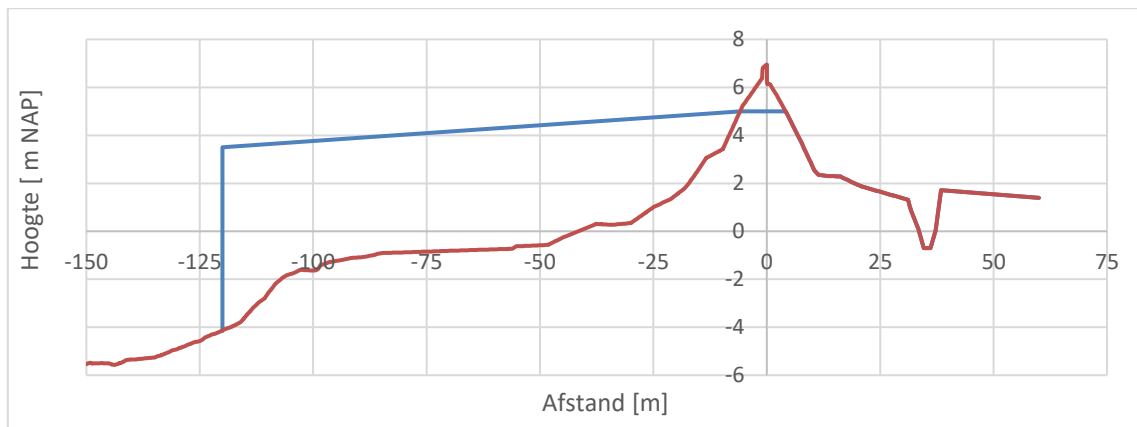




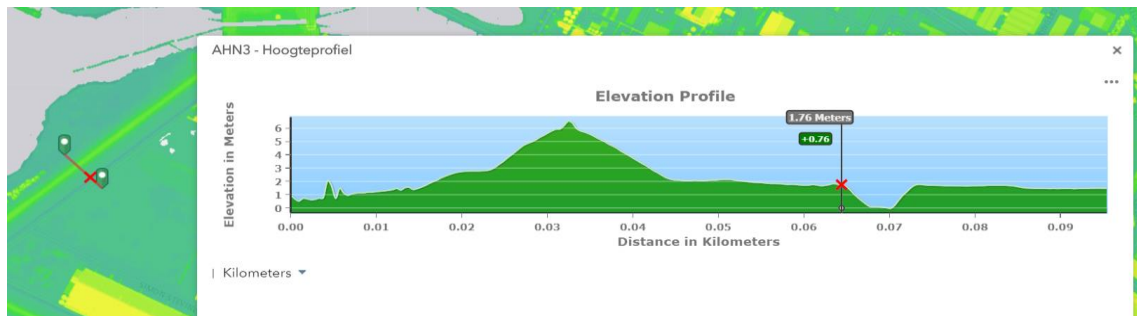
DWARSDOORSNEDE H-H

schaal: 1 : 200

Afbeelding 2.7 Hoogteligging voorland (blauwe lijn)



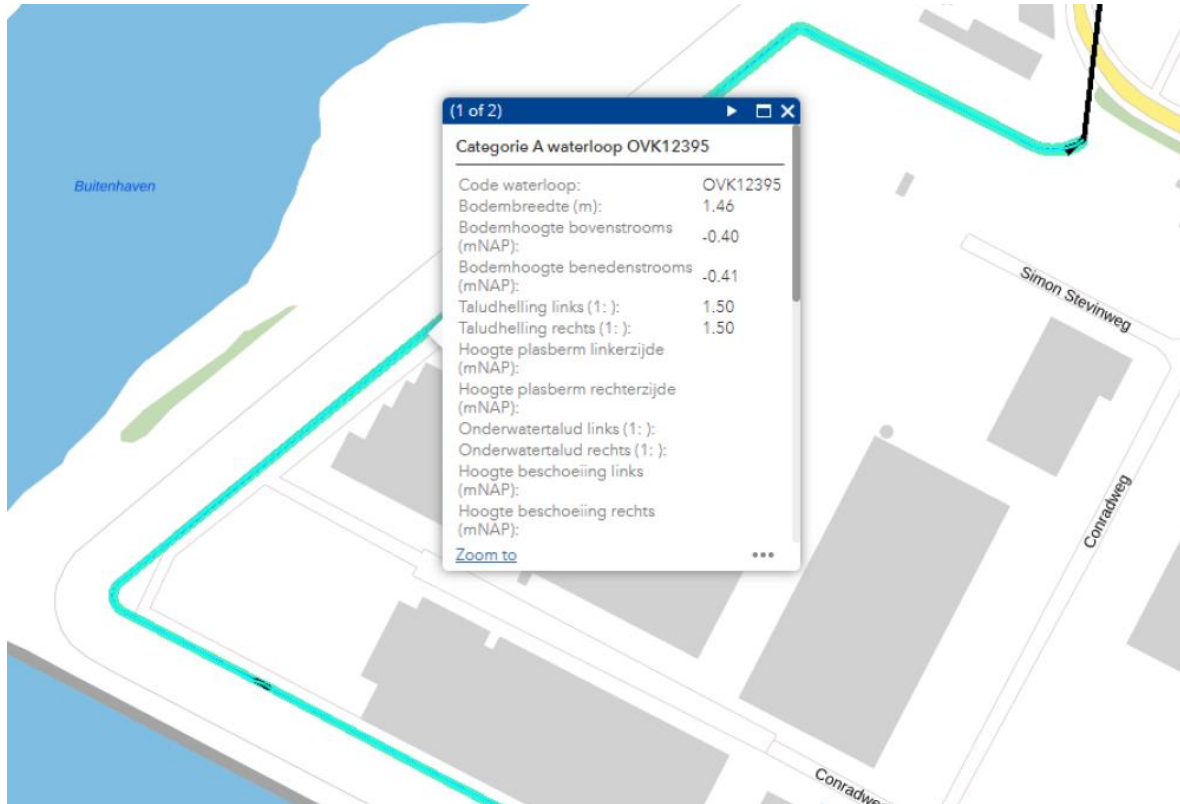
Afbeelding 2.8 Hoogteprofiel ter plaatse van kruising met sloot zuidwestzijde (geometrie ingeschat op basis van ANH3)



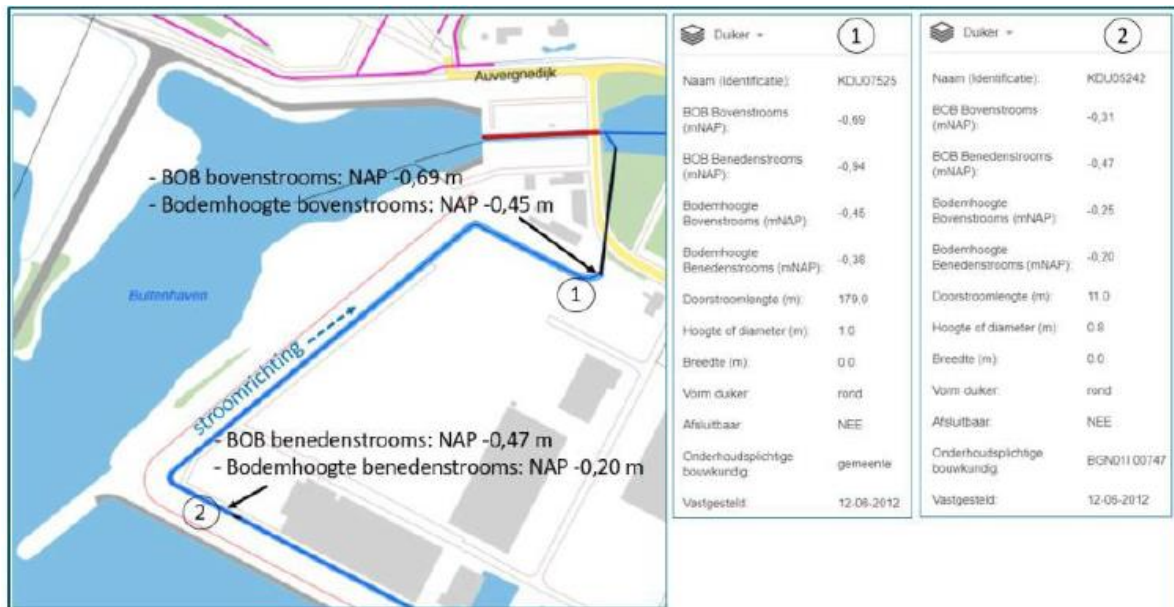
De sloot bevindt zich op circa 20 m van de binnenteen van de kering. De hoogte van de slootbodem is bepaald op NAP -0,7 m middels de legger van het waterschap en de informatie van de aanwezige duikers in het gebied:

- bodemhoogte benedenstrooms NAP -0,48 m;
- bodem onderkant buis van de duiker benedenstroom NAP -0,69 m.

Afbeelding 2.9 Bodemhoogte watergang (ingeschat op basis van de legger van waterschap Brabantse Delta voor Waterloop-A)



Afbeelding 2.10 Overzicht kenmerken volgens legger WSD voor duikers bovenstrooms en benedenstrooms van projectlocatie



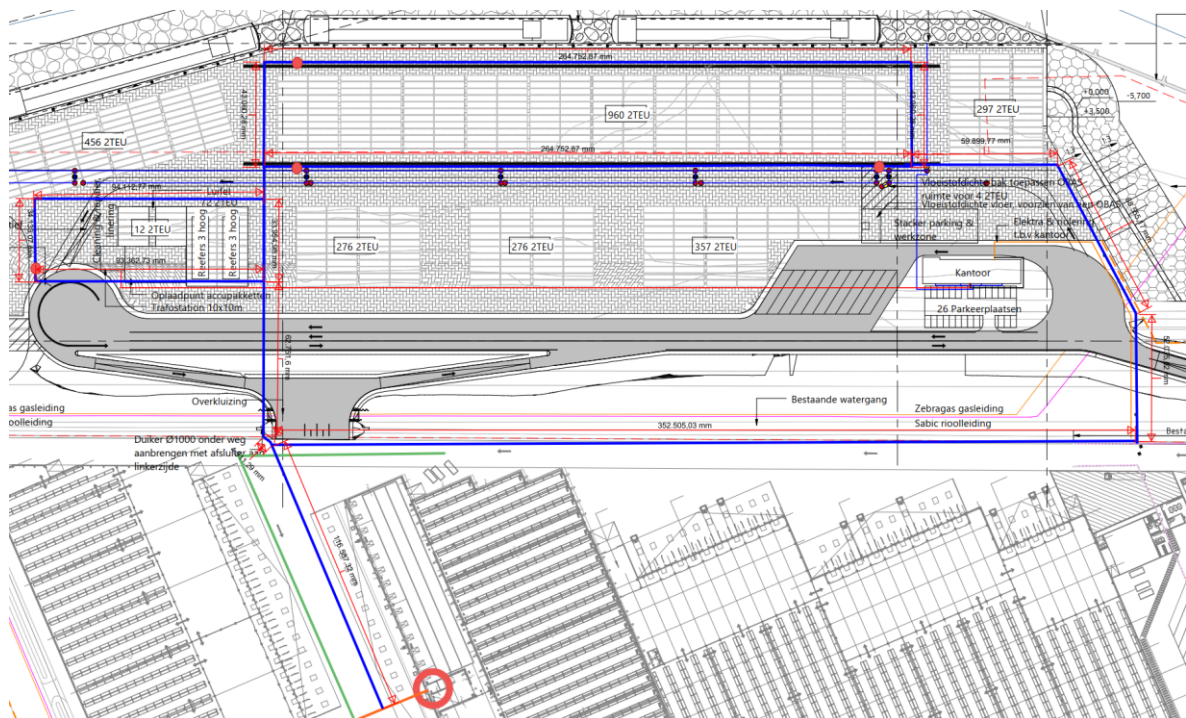
2.8 Tracéoverzicht

De blusleiding moet uitgevoerd worden als ringleiding, zie blauwe ringleiding in afbeelding 2.9. Vijf hydranten zijn gemodelleerd in Wanda Engineering 4.6. De totale lengte van de blusleiding is

circa 1.600 m. Hieronder zijn de uitgangspunten opgesomd voor het aanleggen van de blusleiding en de elektra-leiding bij het kruisen van de sloot en van de bestaande gasleiding en riolering:

- kruisingen van kabels, mantelbuizen en/of andere leidingen, met leidingen van de leidingbeheerder dienen haaks te geschieden op een onderlinge afstand (dagmaat) van minimaal 0,50 m door middel van open ontgraving [ref. 6];
- kabels met een spanning van 1 kV en hoger, moeten de leiding op een onderlinge afstand (dagmaat) van minimaal 1,0 m kruisen. Indien een neopreen slab, een PE-plaat of een mantelbuis met oversteek van 1,0 m wordt toegepast, kan deze afstand worden teruggebracht tot minimaal 0,50 m [ref. 6]; Gezien dat de elektra-kabel in een mantelbuis is gaat we hiervan uit dat een minimaal dagmaat van 0,5 m nodig is;
- tussen parallelle ondergrondse buisleidingen moet ten minste een vrije ruimte ('dagmaat') van 0,4 m worden aangehouden. Uit veiligheidsoverwegingen (bijvoorbeeld als er een reële kans bestaat op een kettingreactie bij falen van een van de leidingen) kan deze afstand groter worden gekozen [ref. 1];
- gasleiding A-671-03 diameter 10" EN 10208 Grade L290, wanddikte 11,1 mm [ref. 14]. Gasleiding A-671-03 (aanleg 1998) uitwendige diameter 273 mm, maximale bedrijfsdruk 79,9 bar [ref. 15];
- afstand (horizontaal) gasleiding tot bovenkant sloot circa 2,26 m [ref. 14];
- Sabic rioolpersleiding diameter 500 mm;
- hart-op-hart afstand gasleiding - rioolpersleiding: 0,88 m [ref. 14];
- gronddekking rioolpersleiding circa 1 m (indicatief i.v.m. verloop diepteligging/maaiveld) [ref. 14];
- toekomstige duikers watergang/sloot (3 stuks) diameter 1.000 mm.

Afbeelding 2.11 Tracéoverzicht blusleiding [ref. 11]

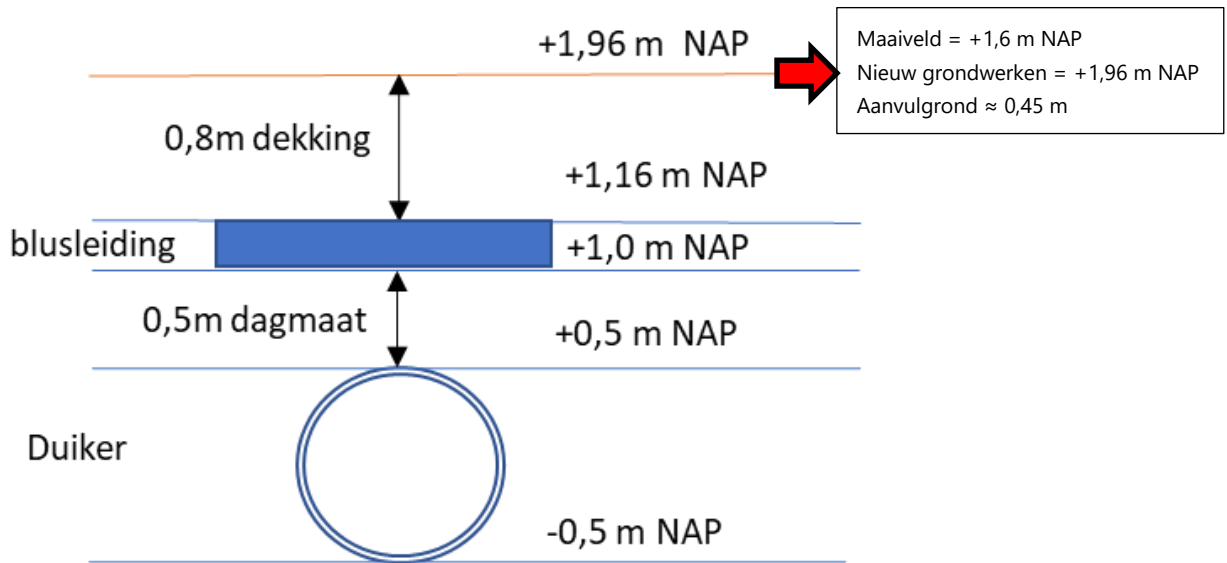


2.8.1 Kruising sloot en bestaande gasleiding en persriolering

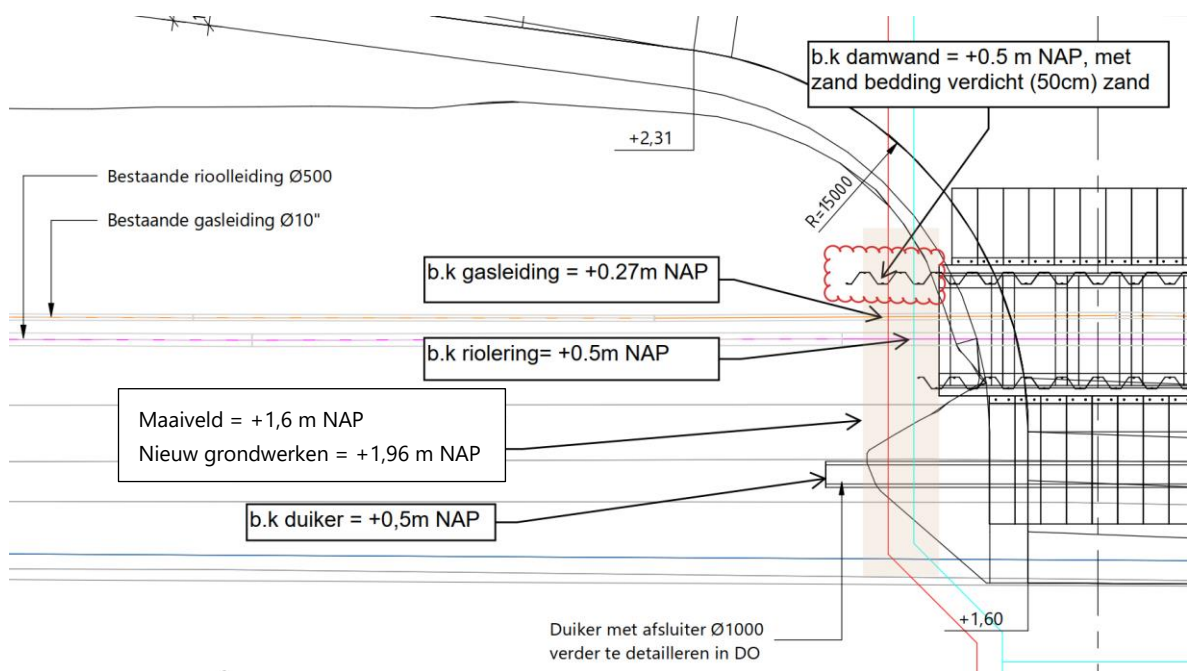
Kruising sloot en bestaande leidingen (zuidwestzijde)

De voorkeur is om de sloot boven de nieuw aan te leggen duiker te kruisen met zowel de hydrantenleiding als de elektrakabel, zie afbeelding 2.12, afbeelding 2.13 en afbeelding 2.14. De nieuw aan te leggen duiker en overkluizingsconstructies zijn verder uitgewerkt in de rapportage 'VO Overkluizingsconstructies en duikers' in versie definitief 02 en betreft specifiek de toekomstige overkluizingsconstructies van de gas- en rioolpersleiding. Ook liggen de blusleiding en elektra-leiding boven de damwandconstructie.

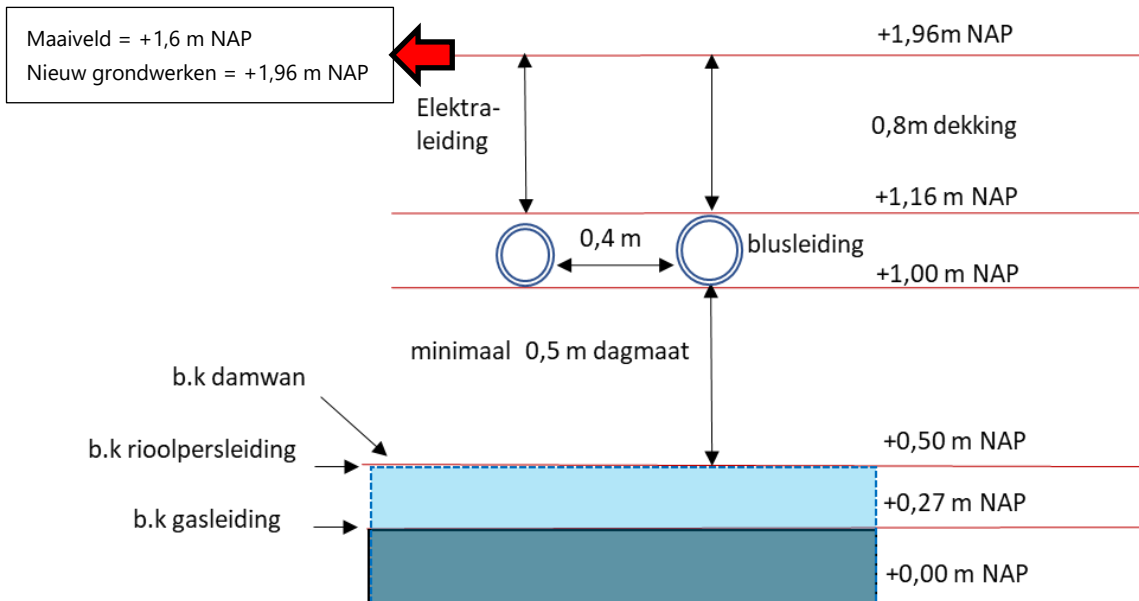
Afbeelding 2.12 Kruising blusleiding en elektra-leiding met nieuwe duiker (open sleuf)



Afbeelding 2.13 Kruising blusleiding met duiker en sloot alsook kruising met bestaande gasleiding en persriolering



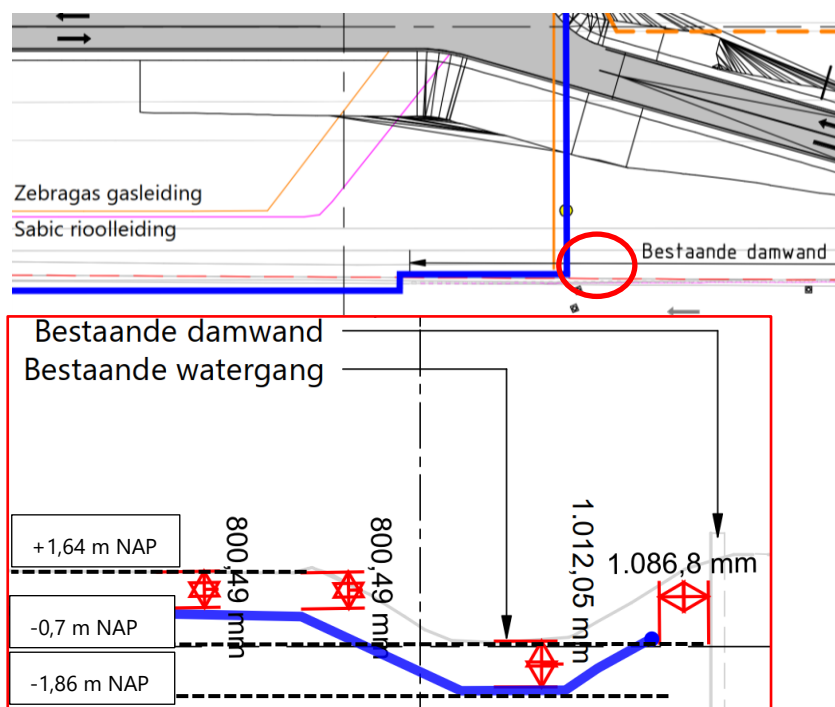
Afbeelding 2.14 Kruising blusleiding en elektraleiding met de bestaande gasleiding en rioolpersleiding



Kruising sloot (noordoostzijde)

De voorkeur is om de blusleiding in een open sleuf aan te leggen waarna de sleuf weer met grond wordt aangevuld en verdicht. Tijdens de ontgraving kan sprake zijn van een tijdelijk natuurlijk talud of er wordt gebruik gemaakt van een grondkerende constructie. Een ontgraving onder een natuurlijk talud vergt een groter ruimtebeslag en meer grondverzet dan een ontgraving waarbij gebruik gemaakt wordt van een grondkerende constructie, zoals een wand of sleufbekisting. Bij grote dieptes of als er sprake is van risico's op een onstabiel talud en/of schade aan nabij gelegen objecten wordt gebruik gemaakt van stalen damwanden, nader uit te werken in de DO fase. Voor de kruising met de sloot moet de blusleiding 1,0 m onder de bodem van de sloot liggen, zie afbeelding 2.15.

Afbeelding 2.15 Kruising blusleiding met sloot

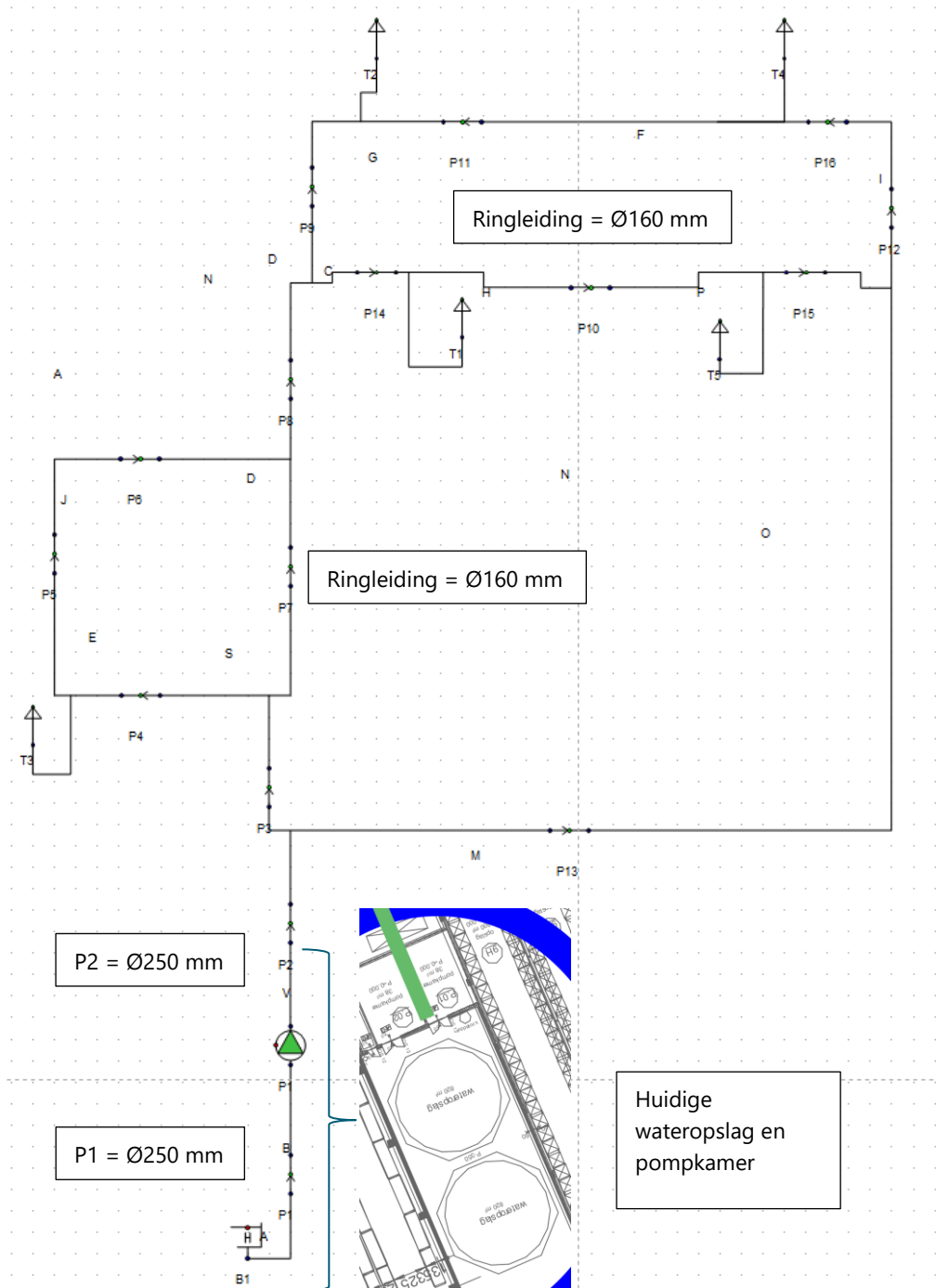


3 WANDA BEREKENING RESULTATEN

3.1 Hydraulische berekening

Het hydraulisch model van het beschouwde systeem is opgezet in Wanda Engineering 4.6. Met Wanda zijn de statische berekeningen uitgevoerd. In afbeelding 3.1 is 1 van de gebruikte modellen in Wanda Engineering weergegeven. In tabel 3.1 zijn de verschillende onderdelen in het model toegelicht.

Afbeelding 3.1 Modelopzet Wanda



Tabel 3.1 De eigenschappen van de onderdelen in het Wanda model

Onderdeel	Symbol	Modellabel	Eigenschappen
reservoir		wateropslag	hoogteligging NAP +1,60
pomp		P1, pomp	pompcurves van huidige pomp (2x Diesel Firepack), zie bijlage I
leiding		P1, leiding	lengte, diameter, weerstand, elasticiteitsmodulus
hydrant		T1, terugslagklep pomp	geen terugstroming

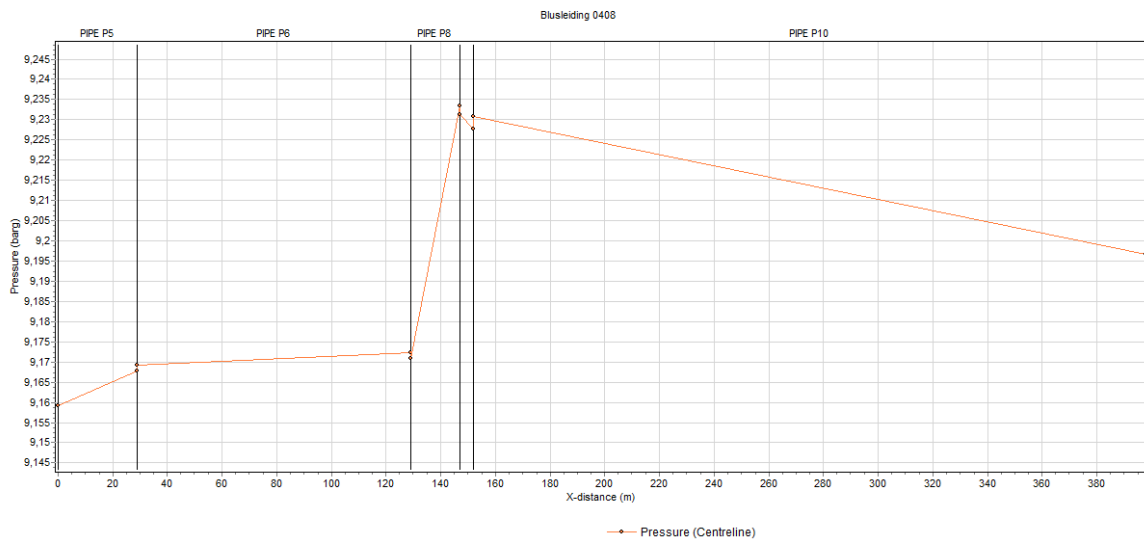
3.5 Resultaten stationaire berekeningen

In onderstaande tabel 3.2 zijn de resultaten van een stationaire berekening weergegeven voor een debiet van 120 m³/h waarbij 2 hydranten (T1 en T3) gelijktijdig in bedrijf zijn. Voor andere combinaties van hydranten zijn de drukken vergelijkbaar, zie afbeelding 3.2 en afbeelding 3.3.

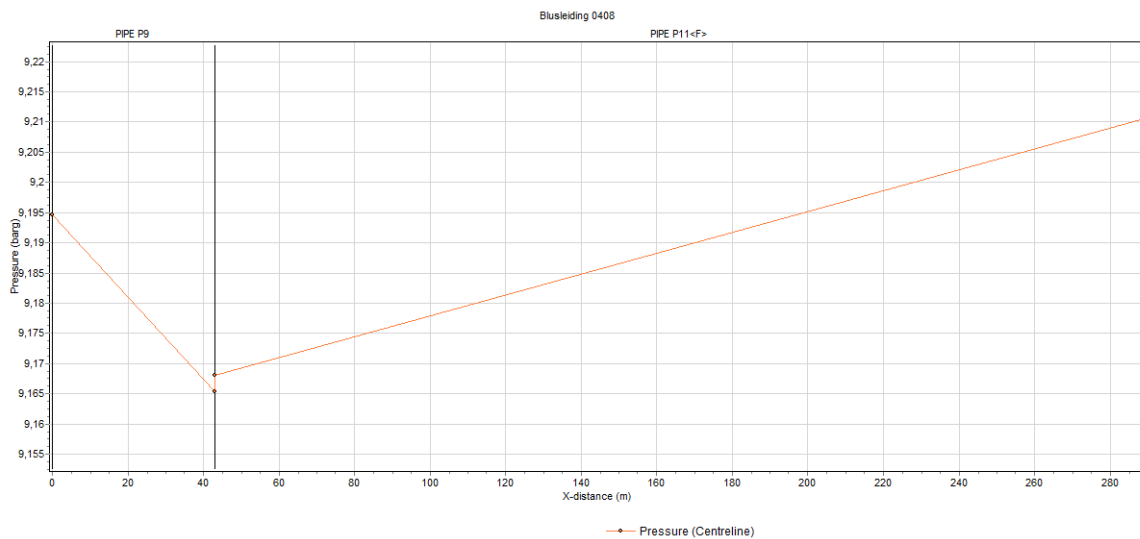
Tabel 3.2 Resultaten stationaire berekeningen Ø250 mm HDPE, SDR 11

Hydrant	Debiet Hydrant [m ³ /uur]	Druk Hydrant [bar]
T1	60	9,23
T3	60	9,16

Afbeelding 3.2 Druk in ringleiding ter plaatse hydranten T3 en T1



Afbeelding 3.3 Druk in ringleiding ter plaatse hydrant T2



Tabel 3.3 Resultaten stationaire berekeningen pompgegevens

Toeren [rpm]	Debiet [m ³ /uur]	Opvoerhoogte [m]	Efficiëntie [%]	Vermogen [kW]
2.000	120	97,48	26,64	119,7

De resultaten laten zien dat de huidige pompen een debiet van tenminste 120 m³/h kunnen leveren en dat de minimale druk van 4 bar bereikt wordt bij iedere hydrant. Voor een leidingdiameter van Ø160 mm (HDPE SDR11) is de maximale stroomsnelheid 1,82 m/s bij een debiet van 88 m³/h in het ringleiding systeem.

4 EROSIEKRATERBEREKENING

4.1 Veiligheidszone

De blusleiding loopt gedeeltelijk parallel aan een waterkering en kruist de waterkering op 2 locaties. Indien een lek in de leiding ontstaat, kan dit zorgen voor een erosiekrater nabij deze waterkering. Appendages (afsluiters, pendelstukken, expansiestukken, pompen, etc.) moeten buiten de veiligheidszone van de waterkering worden geplaatst. Om de afstand (veiligheidszone) vast te kunnen stellen zal eerst een erosiekraterberekening moeten worden verricht.

Een uitgebreide beschouwing van de erosiekraters en beheersmaatregelen zijn opgenomen in bijlage II. Als deze erosiekrater binnen de stabiliteitszone van de waterkering ligt, dan kan dit de stabiliteit van de waterkering beïnvloeden. Dit is het geval langs zo'n 100 m van het tracé, gemarkeerd in afbeelding 4.1. Een samenvatting van de erosiekraterberekeningen wordt in tabel 4.1 weergegeven.

Tabel 4.1 Resultaten erosiekraterberekening (debiet 568 m³/uur)

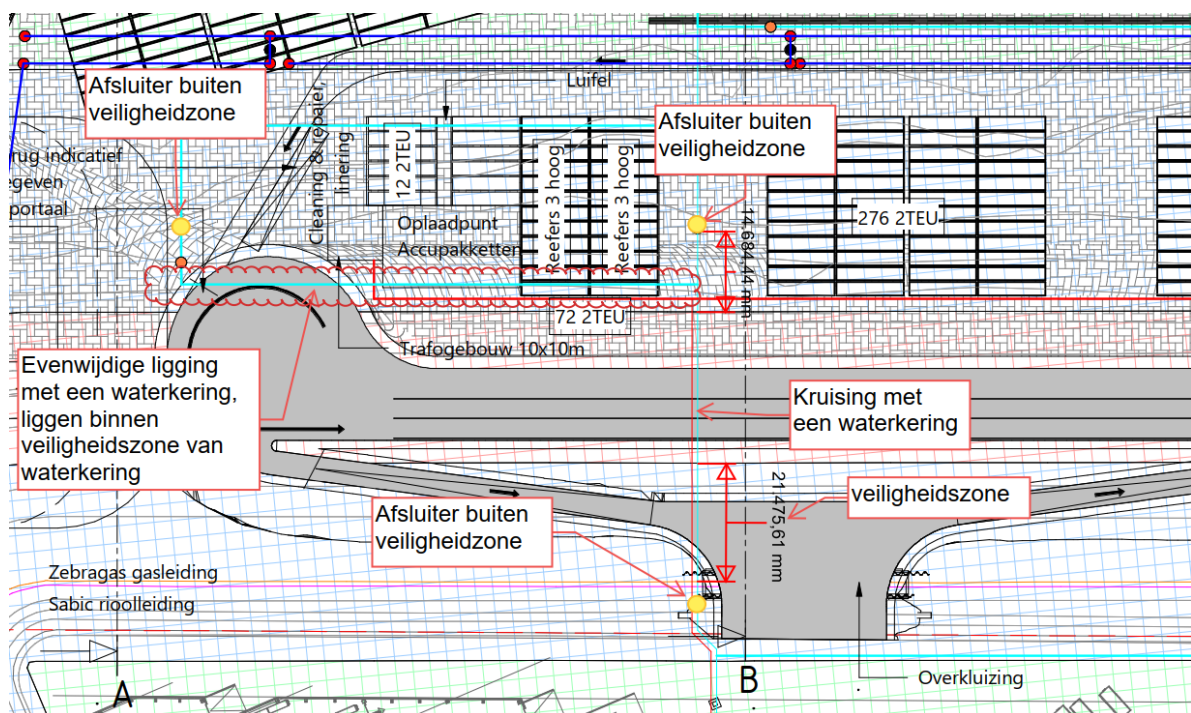
Gegevens	Ø160 mm HDPE (wanddikte 14,6 mm, SDR11)
Kruising met een waterkering: Buitendijks (niet-verheeld, verschil tussen kruinhoogte en maaiveld = 1,5 m)	
straal erosiekrater	8,66 m

Gegevens	Ø160 mm HDPE (wanddikte 14,6 mm, SDR11)
diepte krater	1,39 m
veiligheidszone	14,66 m
Kruising met een waterkering: Binnendijks (niet verheeld, verschil tussen kruinhoogte en maaiveld = 3,2 m)	
straal erosiekrater	8,66 m
diepte krater	1,39 m
veiligheidszone	21,46 m
Evenwijdige ligging met een waterkering: Buitendijks (niet-verheeld, verschil tussen kruinhoogte en maaiveld = 1,5 m)	
straal erosiekrater	8,66 m
diepte krater	1,39 m
veiligheidszone	14,66 m

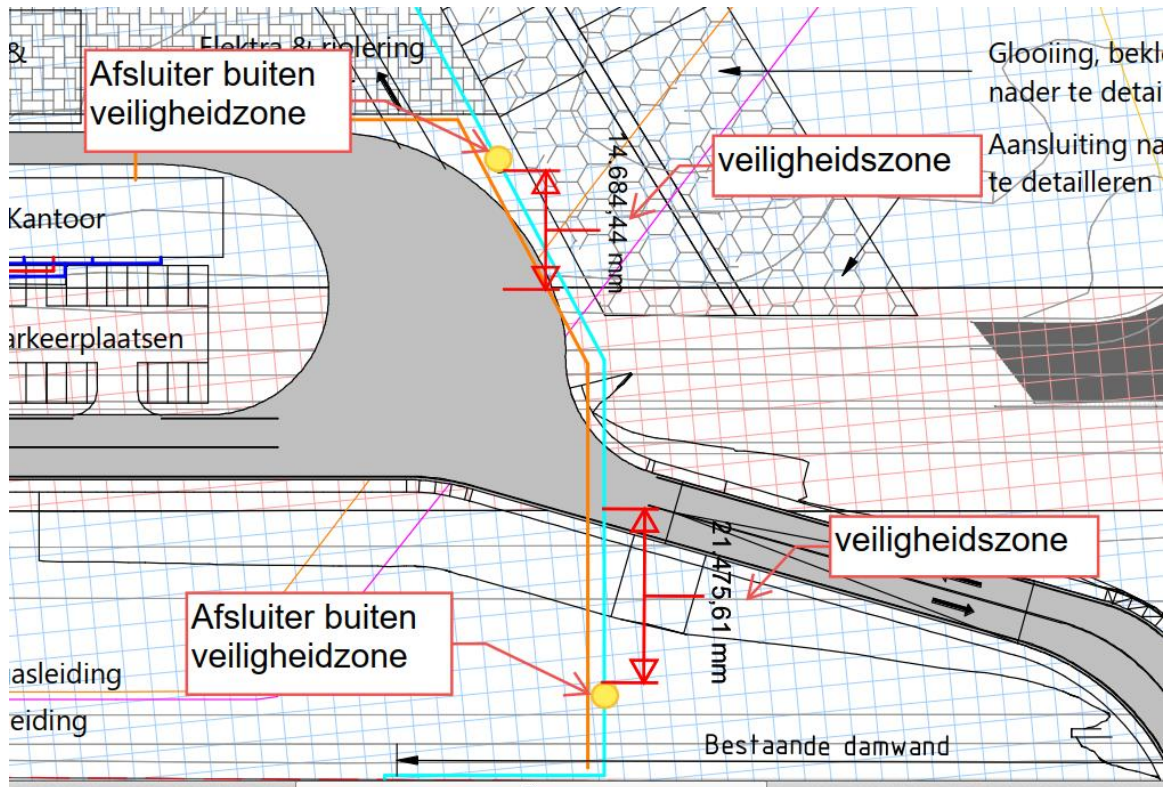
Afsluiters

Afsluiters zijn nodig om in geval van een (dreigende) calamiteit de kruising drukloos te maken en moeten derhalve altijd bedienbaar zijn, ook bijvoorbeeld tijdens een inundatie. Bij vloeistofleidingen moet met de situering van de afsluiters rekening worden gehouden met de geaccidenteerdheid van het terrein en het leidingtracé. De afsluiters dienen buiten de veiligheidszone van de waterkering te liggen, zie afbeelding 4.1.

Afbeelding 4.1 Locatie afsluiters zuidwestzijde (gele cirkel)



Afbeelding 4.2 Locatie afsluiters noordoostzijde (gele cirkel)



4.2 Veiligheidsmaatregel: damwanden

Bij leidingkruisingen met primaire waterkeringen moet als waterstaatkundige voorziening een onverankerde enkelvoudige stalen damwandconstructie worden aangebracht als vervangende waterkering. De functie van de damwandconstructie is beperking van het risico op falen van de waterkering als gevolg van erosie bij lekkage of breuk van de leiding. Daartoe worden er eisen gesteld aan de kerende hoogte, sterkte, stabiliteit, waterdichtheid en de breedte van de damwandconstructie. De noodzaak tot en de breedte van een voorziening met een damwandconstructie in primaire waterkeringen is aangegeven in tabel 4 van NEN3651. Echter, voor de voorliggende situatie is ingeschat dat een damwandconstructie niet van toepassing is. In het geval van het ontstaan van een erosiekrater ten gevolge van de blusleiding is er voldoende voorland (circa 100 m) aanwezig in combinatie met de inpassing van de glooiing om het achterland te beschermen. Met andere woorden, er ontstaat geen waterveiligheidsprobleem bij het ontstaan van een erosiekrater. Door het intensieve gebruik van de locatie zal een erosiekrater relatief snel opgemerkt kunnen worden en kan er direct worden gehandeld.

5 STERKTEBEREKENING VO+

5.1 Importantiefactor

Voor de importantiefactor is een waarde van 0,75 aangenomen [ref. 3]. De hoogte van de importantiefactor is afhankelijk van het risico van levensgevaar en het risico op materiële schade bepaald conform de NEN3651. Voor de berekening is uitgegaan van een personele risicofactor C (levensgevaar voor veel mensen) en een materiele risicofactor F (schade aan de waterkering voor primaire waterkeringen, schade door inundatie voor belangrijke bebouwing/veel industrie). Volgens tabel B.3 conform NEN 3651 resulteert dat in een importantiefactor 0,75 (zie afbeelding 5.1). De importantie factor van 0,75 is gezien conservatief vanwege het aangeheelde voorland van meer dan 100 m.

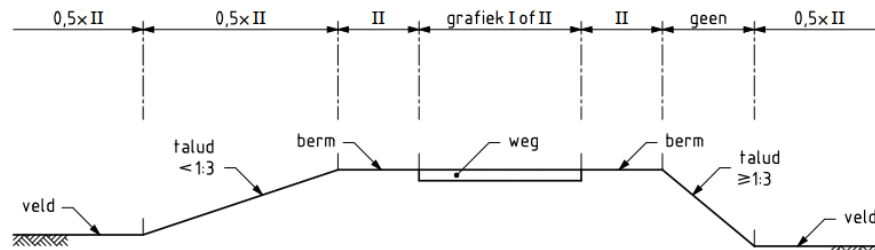
Afbeelding 5.1 Bepaling importantiefactor S [ref. 3]

Personele risicofactor	Materiële risicofactor		
	D	E	F
C	0,75	0,75	0,75
B	0,90	0,85	0,80
A	1,00	0,95	0,85

5.2 Verkeersbelasting

Er moet rekening gehouden worden met verkeersbelasting zoals voorgeschreven in de NEN3650-1 [ref. 1]. Hoofdstuk C.5 geeft richtlijnen conform de verkeersbelasting. Figuur C.17 geeft een overzicht van de te hanteren verkeersbelasting bij verschillende leidingdiameters en diepteliggingen. Figuur C.16 geeft een overzicht van de te hanteren grafiek voor verschillende horizontale afstanden naar de weg (zie afbeelding 5.2).

Afbeelding 5.2 Verkeersbelasting grafiek C.16 NEN3650-1 [ref. 1]



Ter plaatse van de kruin van de kering is grafiek I ('Load Model 3') toegepast in het kader dat hier zware vrachtwagen kunnen komen. Er mogen geen stacks van containers op de blusleiding worden geplaatst want dan zou de belasting verder toenemen.

5.3 Zettingen

Er zijn nog geen zettingsberekeningen van de ophogingen bepaald. Het is daarom zaak om in deze fase voldoende marge aan te houden in het ontwerp, dus wordt een aanname gemaakt dat het zettingsverschil maximaal 100 mm is. Bij de verdere uitwerking dienen de zettingen te worden bepaald en daarmee de invloed op de sterkteberekening. De zettingsverschillen blijven beperkt doordat:

- bij het nieuwe terminal terrein maatregelen genomen worden om de zettingen beperkt te houden, zoals bijvoorbeeld een palenmatras of voorbelasting. De restzettingen op dit terrein moeten vanuit de gebruiksfunctie beperkt blijven. De verwachte zettingen bij het terminal terrein zijn hierdoor beperkt.
- de kruin van de dijk wordt circa 1,5 m afgegraven, de effectieve spanningen nemen hierdoor af. De te verwachte zettingen op deze locatie zijn daardoor beperkt.
- aan de binnenzijde van de dijk worden alleen aanpassingen gedaan op de locatie waar de nieuwe oprit en overkluizing komt. Deze onderdelen worden in de vervolgfases dusdanig ontworpen en uitgevoerd zodat de restzettingen en mogelijke zettingsverschillen beperkt blijven. Dit wordt in de vervolgfase nader gedetailleerd.

In de sterkteberekening is ook uitgegaan van het standaard uitvoeringszakkingverschil van 10 mm voor niet goed verdichte aanvulgrond onder en naast de leiding in een droge sleuf.

5.4 Resultaten sterkteberekening open sleuf

De sterkteberekening is uitgevoerd conform NEN-3650 en NEN-3651 met Sigma 2020 V3.1.8. Resultaten wordt weergegeven in tabel 5.1. In bijlage III zijn de uitgebreide resultaten weergegeven, voor zowel de situatie met de opgegeven ontwerpdruk als de drukloze situatie.

De berekening is uitgevoerd conform de vereenvoudigde methode. Voor het voorontwerp is dit voldoende. Voor vloeistofleidingen geldt dat $H^3 \times D_i^5$ kleiner dan 40 m^8 moet zijn om de vereenvoudigde methode te mogen toepassen [ref. 3]. Deze waarde is voor de blusleiding $37,01 \text{ m}^8$.

Tabel 5.1 Resultaten sterkteberekeningen HDPE SDR11 leiding met materiaalfactor 1,25

Termijn	Druk	Omtrekspanning [N/mm ²]	Langsspanning [N/mm ²]	Deflectie [%]	Resultaat
1 ^e en 2 ^e jaar	drukloos	2,35 < 6,00	0,07 < 6,00	1,33 < 6,0	voldoet
	9,7 bar	2,32 < 6,00	3,58 < 6,00	1,33 < 6,0	voldoet
na 2 jaar	drukloos	2,63 < 6,00	1,51 < 6,00	1,33 < 6,0	voldoet
	9,7 bar	2,68 < 6,00	5,03 < 6,00	1,33 < 6,0	voldoet

Conclusie

De resultaten laten zien dat de 160 mm Ø HDPE blusleiding ter plaatse van de waterkering met een wanddikte van 14,6 mm voldoet bij een maximaal aanlegniveau van de waterkering van NAP +5,0 m uitgaande uitvoeringszakkingverschil van 10 mm, zettingsverschil 100 mm en een dekking van 1,0 m. De toelaatbare spanning van $6,0 \text{ N/mm}^2$ en de toelaatbare deflectie van 6,0 % worden daarbij niet overschreden.

6 VERVOLGFASE

In de vervolgfase dienen de volgende berekeningen uitgevoerd worden:

- 1 de zettingsberekening op leidingniveau vanwege ophogingen (circa 45 cm) ter plaatse van de kruising met de sloot en bestaande gasleiding en persriolering en grondwerken ter plaatse van de kering. Op basis van deze berekening wordt een sterkteberekening voor de blusleiding maar ook een sterkteberekening voor de gasleiding en persriolering uitgevoerd;
- 2 het bepalen van het gastransport en locaties van ontluचters. Indien gas niet goed wordt meegevoerd, hoopt dit op in het systeem en zorgt dit voor grote hydraulische verliezen. Om dit te voorkomen moet een ontluचter worden geplaatst op punten in het tracé waar gas zich kan ophopen. Gasbelvorming treedt op indien de hydraulische gradiënt flauwer loopt dan de leidinggradiënt en de stroomsnelheid lager ligt dan een minimumsnelheid.

7 REFERENTIES

- 1 NEN3650-1: 2020 eisen voor buisleidingsystemen - deel 1: Algemene eisen.
- 2 NEN3650-3: 2020 eisen voor buisleidingsystemen - deel 3: Aanvullende eisen voor leidingen van kunststof.
- 3 NEN3651: 2020 aanvullende eisen voor buisleidingen in of nabij belangrijke waterstaatswerken.
- 4 NEN9997-1+C2 (nl): geotechnisch ontwerp van constructies-deel 1: algemene regels, november 2017.
- 5 Richtlijn Boortechnieken, 2019, Rijkswaterstaat.
- 6 VELIN Richtlijn 2017/6 revisie September 2019 Algemene VELIN-voorwaarden voor grondroer en overige activiteiten.

- 7 Pompgrafiek/testgegevens De Groot Installatiegroep brandbeveiliging, DC Noordland, Bergen op Zoom, d.d. 7 oktober 2015.
- 8 Grondonderzoek Markiezaat Container Terminal, kenmerk: R1901796-01, Mos Grondmechanica b.v., d.d. 6 november 2019.
- 9 Tekening Buitenhaven Bergen op Zoom, Voorlopig Ontwerp, Nieuwe situatie Bovenaanzicht, 115018_2000_12, definitief, d.d. 29 juli 2022.
- 10 Tekening Buitenhaven Bergen op Zoom, Voorlopig Ontwerp, Dwarsdoorsnedes dijklichaam, 115018_2005_12, definitief, d.d. 29 juli 2022..
- 11 Tekening Buitenhaven Bergen op Zoom, Voorlopig Ontwerp, Aanzichten overkluizingen, 115018_3203_12, definitief, d.d. 1 juni 2022.
- 12 Tekening Buitenhaven Bergen op Zoom, Voorlopig Ontwerp, Bovenaanzicht nieuwe situatie inclusief zones dijklichaam', 115018_12_2004, definitief, d.d. 1 juni 2022.
- 13 KLIC melding, orientatieverzoek meld-/referentienummer 22O009012/115018 badd d.d. 24 januari 2022.
- 14 Tekening 'Beheerkaart leidingen, Aansluiting GOS Bergen op Zoom', A-671-03-KR-011/012, N.V. Nederlandse Gasunie, d.d. 01 januari 2021.
- 15 Overleg gasunie, Aanvraag watervergunning Noordland 12 tot en met 16 en Markiezaat Container Terminal (MCT), 115018/22-002.223 d.d. 15 februari 2022, Witteveen+Bos.



BIJLAGE: POMPGRAFIEK

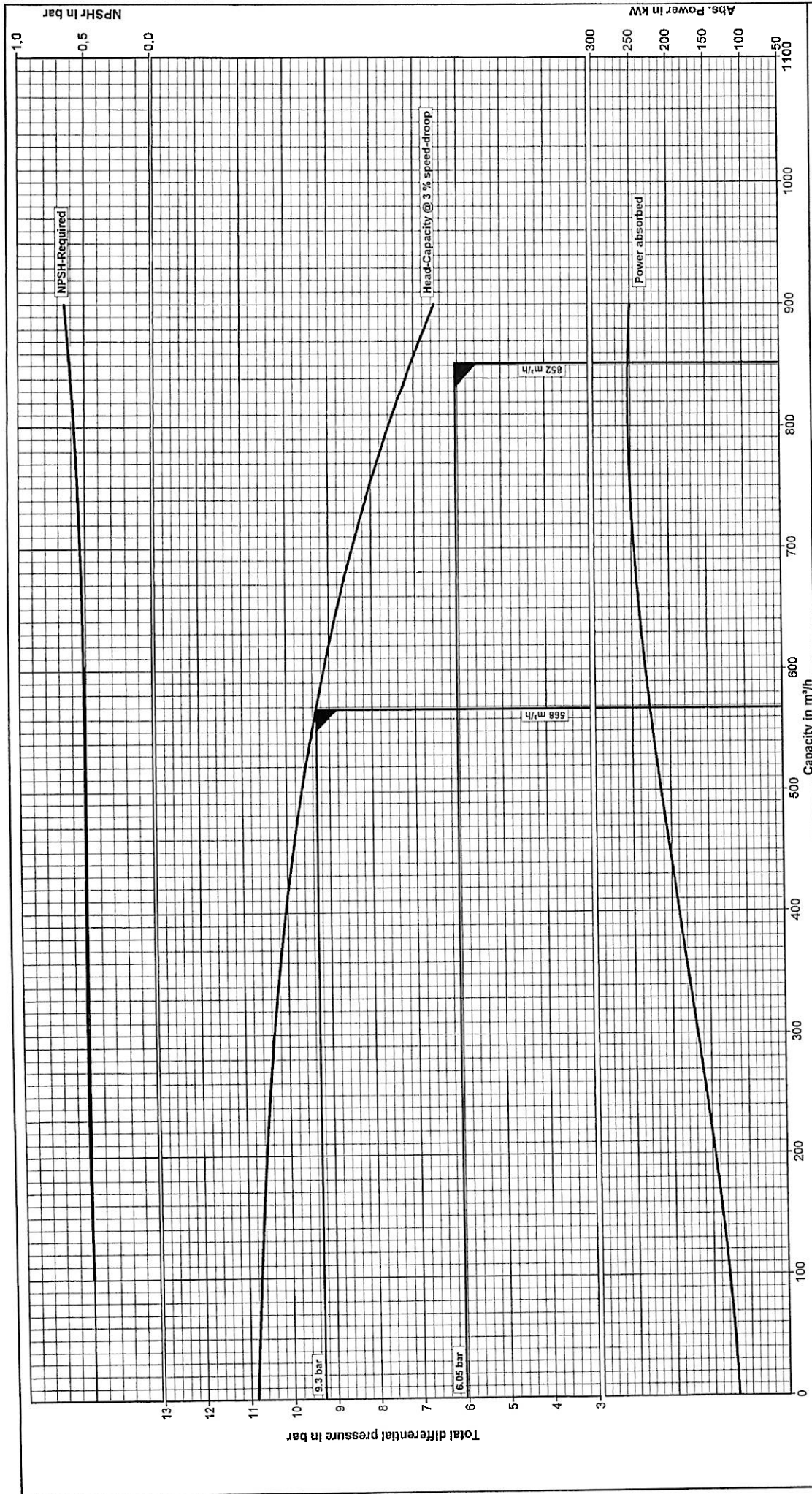


De Groot Installatiegroep brandbeveiliging
DC Noordland - Bergen op Zoom
314.350

Hoofdstuk

Pompgrafiek / Testgegevens

2



CUSTOMER De Groot Installatiegroep		TYPE 8-481-17B		<FM>-FIREPUMP	
PROJECT DC Noordland, Bergen op Zoom		MAKE Aurora		REFERENCE	
ITEM 2x Diesel Firepack		IMPELLER Ø 381 mm		SPEED ~ 2100 RPM	
WB REFERENCE 314.350		MEDIUM WATER/1.0 SG		CURVE No. G-314.350.01.00	
DATE 07-10-2015		DRAWN BY Svds			





Van Wijk & Boerma Firepacks B.V.

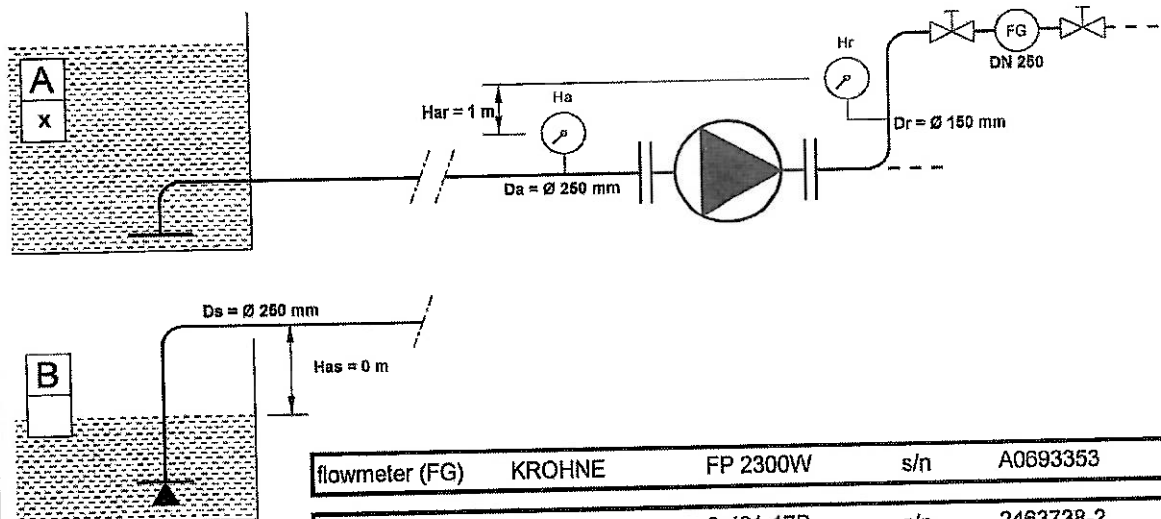
Hoedemakersstraat 14 3334 KK Zwijndrecht - Holland
 Postbus 1128 3330 CC Zwijndrecht - Holland
 Tel.: 078-6231500 Fax: 078-6103078
 KvK 23045822 E-mail: firepacks@firepacks.nl
 BTW Nr. 8040.39.458.B01
 ING Bank IBAN NL20 INGB 0656 6378 62 BIC: INGBNL2A

TESTRAPPORT HORIZONTALE DIESEL FIREPACK

klant	De Groot Installatiegroep, HENGELO OV	RAPPORT	31435001
bestemming	DC Noordland, BERGEN OP ZOOM (NL)		
rating	568 m ³ /h 9,30 bar 2100 rpm	volgens <FM>	<i>DX</i>
testdatum	19-02-2016	test engineer: P. Niesing	akkoord: M. Kastelein

		MEETWAARDEN					Q1	Q2	Qmax
capaciteit	%	0	25	50	75	100	125	150	107,4
capaciteit	m ³ /h	0	142	284	426	568	710	852	610
capaciteit	USgpm	0	625	1250	1875	2500	3125	3750	2685
persdruk Hr	bar	11,55	10,63	10,68	9,60	9,02	7,99	6,67	8,83
zuigdruk Ha	-/- bar	0,64	0,22	0,65	0,41	0,07	0,12	-0,07	0,20
$(Vr^2 - Va^2)/2g$ @ DN 150/250	bar	0,00	0,02	0,08	0,16	0,28	0,44	0,63	0,33
Har	bar	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
H-man	bar	11,01	10,53	10,21	9,45	9,33	8,41	7,47	9,06
speed droop	rpm	2108	2106	2098	2088	2078	2066	2066	2076
uitleatgassentemp. na turbo	°C	354,2	359,6	371,6	378,8	380,1	385,5	390	381,8
turbodruk	bar	0,38	0,45	0,55	0,64	0,70	0,76	0,79	0,70
pompkamertemp.	12,5 °C	atm. druk		1028 mbar		Q1		Q2	
koelwaterflow ~	16 m ³ /h	drukreducer inst.		4,0 bar		koelwatertemp. in		9 °C	
oliedruk (warm)	4,5 bar	motor KW temp.		75 °C		koelwatertemp. uit		16 °C	

MEETOPSTELLING



flowmeter (FG)	KROHNE	FP 2300W	s/n	A0693353
pomp	AURORA	8-481-17B	s/n	2463738-2
	waaierdiameter	381	mm	
diesel	DE MAAS	DF12TIH	s/n	546875
vermogen	261 kW	@	2100 rpm	<FM>

Van Wijk & Boerma Firepacks B.V.



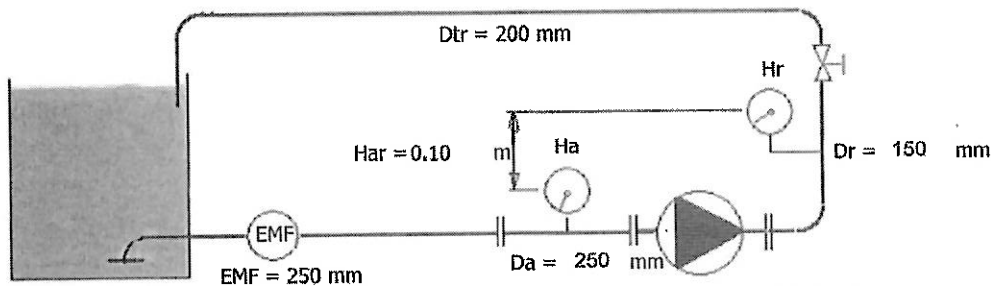
Hoedemakersstraat 14 3334 KK Zwijndrecht - Holland
 Postbus 1128 3330 CC Zwijndrecht - Holland
 Tel.: 078-6231500 Fax: 078-6103078
 KvK 23045822 E-mail: firepacks@firepacks.nl
 BTW Nr. 8040.39.458.B01
 ING Bank IBAN NL20 INGB 0656 6378 62 BIC: INGBNL2A

TESTRAPPORT HORIZONTALE DIESEL FIREPACK

Klant	De Groot Installatiegroep, Hengelo		RAPPORT	31435001
Bestemming	DC Noordland, Bergen op Zoom			
Rating	568.0 m ³ /h	9.3 bar	2100 opm	volgens <FM>
Testdatum	19-2-2016	Testengineer: P.Niesing	akkoord:	M.Kastelein

		MEETWAARDEN				Q1	Q2	Qmax	
Te meten Capaciteit	m ³ /h	0.0	142.0	284.0	426.0	568.0	710.0	852.0	611.8
Te meten Q eff t.o.v. Q r	%	0.0	25.0	50.0	75.0	100.0	125.0	150.0	107.7
Capaciteit pomp Qp	m ³ /h	17.8	159.8	302.3	444.8	584.6	726.4	868.5	628.1
Koelwaterflow Qkw	m ³ /h	17.8	17.6	17.5	16.8	16.4	16.1	15.6	16.3
Capaciteit eff. Qeff=Qp-Qkw	m ³ /h	0.0	142.2	284.8	428.0	568.2	710.3	852.5	611.8
Gemeten Q eff t.o.v. Q r	%	0.2	25.0	50.1	75.4	100.0	125.0	150.1	107.7
Persdruk Hr	bar	11.55	10.63	10.68	9.90	9.02	7.99	6.67	8.83
Zulgdruk Ha	-/ bar	0.64	0.22	0.65	0.41	0.07	0.12	-0.07	0.20
(Vr ² -Va ²)/2g @ DN 150/250	bar	0.0003	0.0213	0.0761	0.1647	0.2844	0.4392	0.6278	0.3284
Har	bar	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
H-man	bar	11.01	10.53	10.21	9.75	9.33	8.41	7.47	9.06
Toerental / speed droop 2.0% opm		2108	2106	2098	2088	2078	2066	2066	2076
Uitlaatgassentemp	°C	354.2	359.6	371.6	378.8	380.1	385.5	390.0	381.8
Turbodruk	bar	0.38	0.45	0.55	0.64	0.70	0.76	0.79	0.70
Pompkamertemp	12.5 °C	Atm Druk		1028 mbar	Temp bij flow		Q1	Q2	
Kw- flow	16.0 m ³ /h	Drukreduceer inst		4.00 bar	Temp koelw in °C		9.2	9.5	
Oliedruk (warm)	4.50 bar	Motor kw Temp		75.0 °C	Temp koelw uit °C		15.7	16.9	

MEETOPSTELLING



Flowmeter EMF Krohne Optiflux FP 2300 W DN 250	s/n A06 93353
Ha E+H PMC131-A15F1A3E s/n	Tachometer s/n CH A3-05123
Hr E+H PMC131-A15F1A1T s/n	H102AF1617
Pomp Aurora 8-481-17B	s/n 2463738-2
Waaierdiameter 381 mm	
Motor Doosan DF12TIH	s/n 546875
Rating 261 kW @ 2100 opm	



Van Wijk & Boerma Firepacks B.V.

Hoedemakersstraat 14 3334 KK Zwijndrecht - Holland
 Postbus 1128 3330 CC Zwijndrecht - Holland
 Tel.: 078-6231500 Fax: 078-6103078
 KvK 23045822 E-mail: firepacks@firepacks.nl
 BTW Nr. 8040.39.458.B01
 ING Bank IBAN NL20 INGB 0656 6378 62 BIC: INGBNL2A

TESTRAPPORT TEMPERATUURMETINGEN				
klant	De Groot Installatiegroep, HENGEL0 OV		RAPPORT	31435001
bestemming	DC Noordland, BERGEN OP ZOOM (NL)			
rating	568 m ³ /h	9,30 bar	2100 rpm	volgens <FM>
testdatum	test engineer:		akkoord: M. Kastelein	

MEETWAARDEN KOELWATERTEMPERATUURMETING (Q₁ & Q₂)

pomp AURORA 8-481-17B
 diesel DE MAAS DF12TIH

A Ruw koelwater IN
B Ruw koelwater UIT
C Motor koelwater na thermostaat
D Motor koelwater RETOUR naar motor
E Motor koelwater ladeluchtkoeler IN
F Motor koelwater ladeluchtkoeler UIT
G Inlaatlucht na TURBO
H Inlaatlucht na ladelucht koeler

NB Alle metingen ca. 5 cm vanaf koelers

	Q ₁	Q ₂			Q ₁	Q ₂	
A	9.2	9.5	°C	E	8.3	9.1	°C
B	15.7	16.9	°C	F	15.7	14.4	°C
C	41.7	42.0	°C	G	112.6	123.7	°C
D	51.8	53.9	°C	H	31.8	32.3	°C

Metingen m.b.v. stift / infra rood

MEETWAARDEN LAGERTEMPERATUURMETING (Q₁)

lagertemp. a.z.	23.4 °C	lagertemp. n.a.z.	34.4 °C	na ca. 30 min
-----------------	---------	-------------------	---------	---------------

MEETWAARDEN KOELSYSTEEM

	Q ₁	Q ₂		Q ₁	Q ₂	
drukreduceer instelling	4.0	1.8	bar	bij koelwaterflow	16.4	m ³ /h
ruwkoelwaterdruk HOOFD systeem	1.8	1.7	bar	bij koelwaterflow	16.4	15.6 m ³ /h
ruwkoelwaterdruk By-pass systeem	1.8	1.7	bar	bij koelwaterflow	16.4	15.6 m ³ /h



Van Wijk & Boerma Firepacks B.V.

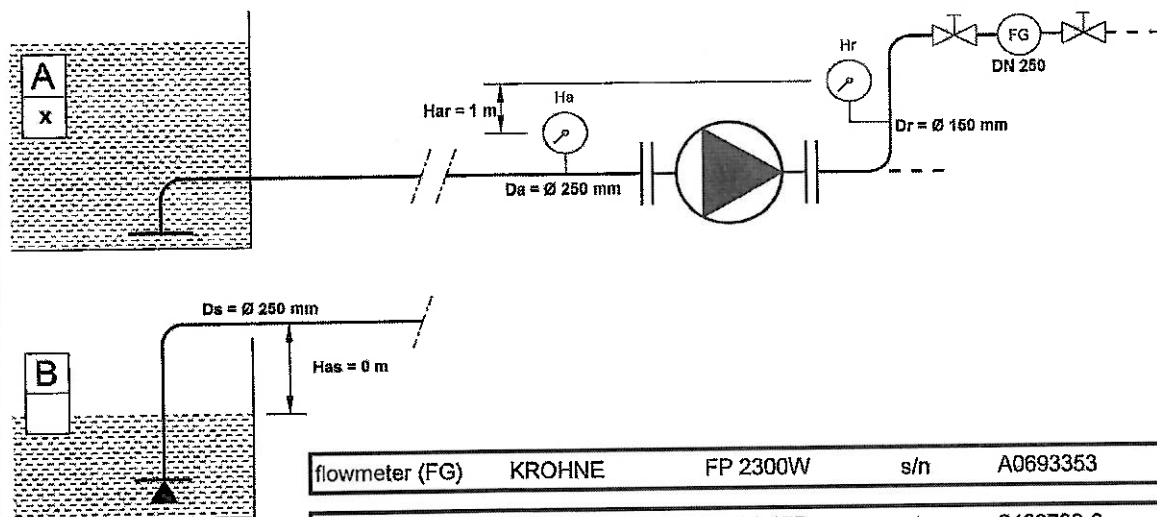
Hoedemakersstraat 14 3334 KK Zwijndrecht - Holland
 Posibus 1128 3330 CC Zwijndrecht - Holland
 Tel.: 078-6231500 Fax: 078-6103078
 KvK 23045822 E-mail: firepacks@firepacks.nl
 BTW Nr. 8040.39.458.B01
 ING Bank IBAN NL20 INGB 0656 6378 62 BIC: INGBNL2A

TESTRAPPORT HORIZONTALE DIESEL FIREPACK

klant	De Groot Installatiegroep, HENGELO OV			RAPPORT	31435002
bestemming	DC Noordland, BERGEN OP ZOOM (NL)				
rating	568 m ³ /h	9,30 bar	2100 rpm	volgens <FM>	
testdatum	23-02-2016	test engineer:	P. Niesing	akkoord: M. Kastelein	

		MEETWAARDEN				Q1	Q2	Qmax	
capaciteit	%	0	25	50	75	100	125	150	107,4
capaciteit	m ³ /h	0	142	284	426	568	710	852	610
capaciteit	USgpm	0	625	1250	1875	2500	3125	3750	2685
persdruk Hr	bar	12,15	11,49	10,84	10,27	9,27	8,26	6,88	8,95
zuigdruk Ha	-/- bar	0,81	0,49	0,40	0,51	0,33	0,02	-0,09	0,20
(Vr ² -Va ²)/2g @ DN 150/250	bar	0,00	0,02	0,08	0,16	0,28	0,44	0,63	0,33
Har	bar	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
H-man	bar	11,44	11,12	10,62	10,02	9,32	8,78	7,70	9,18
speed droop	rpm	2140	2139	2133	2110	2097	2091	2087	2097
uitlaatgastemp. na turbo	°C	361,3	366,6	376,6	385,8	384,9	395,3	401,5	389,9
turbodruk	bar	0,38	0,43	0,53	0,60	0,68	0,73	0,77	0,69
pompkamertemp.	12,1 °C	atm. druk		1027 mbar		Q1		Q2	
koelwaterflow ~	16 m ³ /h	drukreducer inst.		4,0 bar		koelwatertemp. in		10 °C	
oliedruk (warm)	4,0 bar	motor KW temp.		75 °C		koelwatertemp. uit		17 °C	

MEETOPSTELLING



flowmeter (FG)	KROHNE	FP 2300W	s/n	A0693353
pomp	AURORA	8-481-17B	s/n	2463738-3
	waaierdiameter	381 mm		
diesel	DE MAAS	DF12TIH	s/n	546922
vermogen	261 kW	@ 2100 rpm	<FM>	

Van Wijk & Boerma Firepacks B.V.



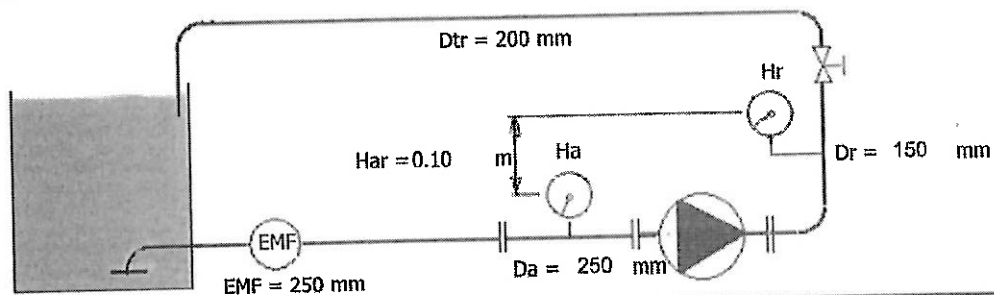
Hoedemakersstraat 14 3334 KK Zwijndrecht - Holland
 Posbus 1128 3330 CC Zwijndrecht - Holland
 Tel.: 078-6231500 Fax: 078-6103078
 KvK 23045822 E-mail: firepacks@firepacks.nl
 BTW Nr. 8040.39.458.B01
 ING Bank IBAN NL20 INGB 0656 6378 62 BIC: INGBNL2A

TESTRAPPORT HORIZONTALE DIESEL FIREPACK

Klant De Groot Installatiegroep, Hengelo RAPPORT 31435002
 Bestemming DC Noordland, Bergen op Zoom
 Rating 568.0 m³/h 9.3 bar 2100 opm volgens <FM>
 Testdatum 23-2-2016 Testengineer: P.Niesing akkoord: M.Kastelein

MEETWAARDEN			Q1	Q2	Qmax				
Te meten Capaciteit	m ³ /h	0.0	142.0	284.0	426.0	568.0	710.0	852.0	610.7
Te meten Q eff t.o.v. Q r	%	0.0	25.0	50.0	75.0	100.0	125.0	150.0	107.5
Capaciteit pomp Qp	m ³ /h	17.3	159.4	301.5	443.6	584.6	726.8	867.8	627.0
Koelwaterflow Qkw	m ³ /h	17.3	17.1	16.9	16.7	16.3	16.0	15.3	16.3
Capaciteit eff. Qeff=Qp-Qkw	m ³ /h	0.0	142.3	284.6	426.9	568.0	710.8	852.5	610.7
Gemeten Q eff t.o.v. Q r	%	0.3	25.1	50.1	75.2	100.0	125.2	150.0	107.5
Persdruk Hr	bar	12.15	11.49	10.84	10.27	9.27	8.26	6.88	8.95
Zuigdruk Ha	-/ bar	0.81	0.49	0.40	0.51	0.33	0.02	-0.09	0.20
$(v^2-v_a^2)/2g @ DN 150/250$	bar	0.0003	0.0211	0.0757	0.1638	0.2844	0.4397	0.6268	0.3272
Har	bar	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
H-man	bar	11.44	11.12	10.62	10.02	9.32	8.78	7.70	9.18
Toerental / speed droop 2.5%	opm	2140	2139	2133	2110	2097	2091	2087	2097
Uillaatgassentemp	°C	361.3	366.6	376.6	385.8	384.9	395.3	401.5	389.9
Turbodruk	bar	0.38	0.43	0.53	0.60	0.68	0.73	0.77	0.69
Pompkamertemp	12.1 °C	Atm Druk		1027 mbar	Temp bij flow		Q1	Q2	
Kw - flow	16.0 m ³ /h	Drukreduceer inst		4.00 bar	Temp koelw in °C		10.4	10.6	
Olledruk (warm)	4.00 bar	Motor kw Temp		75.0 °C	Temp koelw uit °C		16.9	18.5	

MEETOPSTELLING



Flowmeter EMF Krohne Optiflux FP 2300 W DN 250	s/n A06 93353
Ha E+H PMC131-A15F1A3E	s/n Tachometer s/n CH A3-05123
Hr E+H PMC131-A15F1A1T	s/n H102AF1617
Pomp Aurora 8-481-17B	s/n 2463738-3
Waaierdiameter 381 mm	
Motor Doosan DF12TiH	s/n 546922
Rating 261 kW @ 2100 opm	



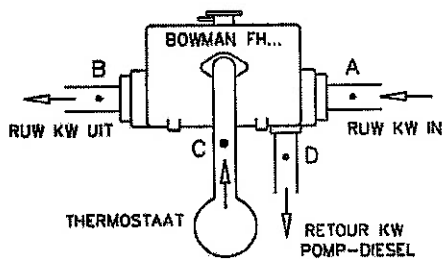
Van Wijk & Boerma Firepacks B.V.

Hoedemakersstraat 14 3334 KK Zwijndrecht - Holland
 Postbus 1128 3330 CC Zwijndrecht - Holland
 Tel.: 078-6231500 Fax: 078-6103078
 KvK 23045822 E-mail: firepacks@firepacks.nl
 BTW Nr. 8040.39.458.B01
 ING Bank IBAN NL20 INGB 0656 6378 62 BIC: INGBNL2A

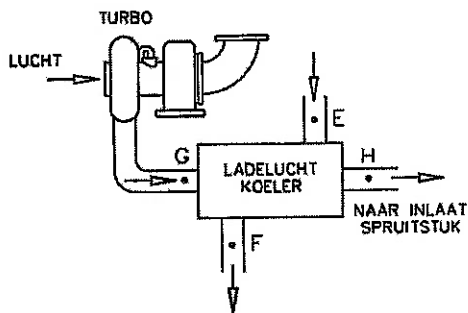
TESTRAPPORT TEMPERATUURMETINGEN

klant:	De Groot Installatiegroep, HENGELO OV	RAPPORT	31435002
bestemming	DC Noordland, BERGEN OP ZOOM (NL)		
rating	568 m ³ /h	9,30 bar	2100 rpm volgens <FM>
testdatum	test engineer:		akkoord: M. Kastelein

MEETWAARDEN KOELWATERTEMPERATUURMETING (Q₁ & Q₂)



pomp AURORA 8-481-17B
 diesel DE MAAS DF12TiH



- A Ruw koelwater IN
- B Ruw koelwater UIT
- C Motor koelwater na thermostaat
- D Motor koelwater RETOUR naar motor
- E Motor koelwater ladeluchtkoeler IN
- F Motor koelwater ladeluchtkoeler UIT
- G Inlaatlucht na TURBO
- H Inlaatlucht na ladelucht koeler

NB Alle metingen ca. 5 cm vanaf koelers

	Q ₁	Q ₂			Q ₁	Q ₂		Metingen m.b.v. stift / infra rood
A	10.4	10.6	°C	E	9.2	10.7	°C	
B	16.9	18.5	°C	F	15.4	16.1	°C	
C	72.2	74.8	°C	G	117.5	129.5	°C	
D	52.3	54.3	°C	H	38.3	41.8	°C	

MEETWAARDEN LAGERTEMPERATUURMETING (Q₁)

lagertemp. a.z.	22.0 °C	lagertemp. n.a.z.	32.6 °C	na ca. 30 min
-----------------	---------	-------------------	---------	---------------

MEETWAARDEN KOELSYSTEEM

	Q ₁	Q ₂			Q ₁	Q ₂	
drukreduceer instelling	4.0	1.6	bar	bij koelwaterflow		1.6	m ³ /h
ruwkoelwaterdruk HOOFD systeem	1.8	1.6	bar	bij koelwaterflow	16.3	15.3	m ³ /h
ruwkoelwaterdruk By-pass systeem	1.8	1.6	bar	bij koelwaterflow	16.3	15.3	m ³ /h



BIJLAGE: EROSIEKRATERBEREKENING

Berekening van de veiligheidszone conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 3.1 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project		: Bergen op Zoom Blusleiding HDPE dia. 160 t=14,6 mm	
Projectonderdeel		: Waterkering niet verheeld 3,2m	
Gegevens van de leiding			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Vloeistof	
Ontwerpdruk	p_d	= 0,9	N/mm ²
Volumieke massa medium	ρ	= 1000,0	kg/m ³
Maximaal debiet	Q_m	= 568,0	m ³ /uur
Maximale opvoerhoogte	H_m	= 93,0	mvk
Afmetingen van de leiding			
Uitwendige middellijn	D_e	= 160	mm
Wanddikte	d_n	= 14,6	mm
Inwendige middellijn	D_i	= 130,8	mm
Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone			
Waterstaatswerk: Niet Verheeld			
Hoogteverschil kruin-maaiveld	H_{werk}	= 3,20	m
Berekening van de halve breedte van de erosiekrater R_B			
$Q = Q_m = 568,00/3.600 = 0,16 \text{ m}^3/\text{s}$			
$h = H_m = 93,00 \text{ mvk}$			
$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h = 1000,0 \cdot 9,81 \cdot 0,16 \cdot 93,00 = 143.945,40 \text{ W}$			
$h > 50 \text{ mvk} \rightarrow \mu = 0,5$			
$R_B = 7,8 \cdot D_i \cdot \left(\frac{P}{\rho \cdot g^{1,5} \cdot \mu \cdot D_i^{3,5}} \right)^{0,243}$			
$R_B = 7,8 \cdot 0,1308 \cdot \left(\frac{143.945,40}{1000,0 \cdot 9,81^{1,5} \cdot 0,87 \cdot 0,1308^{3,5}} \right)^{0,243} = 8,66 \text{ m}$			
Berekening van de halve lengte van de erosiekrater R_L			
Indien er sprake is van een klein gat: $R_{L1} = 0,5 \cdot R_B = 4,33 \text{ m}$			
Indien er sprake is van een groot gat: $R_{L2} = R_B = 8,66 \text{ m}$			
Indien er sprake is van niet-trekvraste verbindingen: $R_{L3} = 2 \cdot R_B = 17,33 \text{ m}$			
Berekening van de veiligheidszone			
<i>Indien er sprake is van een evenwijdige ligging met een waterkering:</i>			
Veiligheidszone = $4 \cdot H_{werk} + R_B = 4 \cdot 3,20 + 8,66 = 21,46 \text{ m}$			
<i>Indien er sprake is van een kruising met een waterkering:</i>			
Veiligheidszone = $4 \cdot H_{werk} + R_{L1} = 4 \cdot 3,20 + 4,33 = 17,13 \text{ m}$			
Veiligheidszone = $4 \cdot H_{werk} + R_{L2} = 4 \cdot 3,20 + 8,66 = 21,46 \text{ m}$			
Veiligheidszone = $4 \cdot H_{werk} + R_{L3} = 4 \cdot 3,20 + 17,33 = 30,13 \text{ m}$			
Berekening van de diepte van de erosiekrater			
$D_K = 1,2 \cdot (D_0 + H) = 1,2 \cdot (0,16 + 1) = 1,39 \text{ m}$			

Berekening van de veiligheidszone conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 3.1 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project	: Bergen op Zoom Blusleiding HDPE dia. 160 t=14,6 mm		
Projectonderdeel	: Waterkering niet verheeld 1,5m		
Gegevens van de leiding			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Vloeistof	
Ontwerpdruk	p_d	= 0,9	N/mm ²
Volumieke massa medium	ρ	= 1000,0	kg/m ³
Maximaal debiet	Q_m	= 568,0	m ³ /uur
Maximale opvoerhoogte	H_m	= 93,0	mvk
Afmetingen van de leiding			
Uitwendige middellijn	D_e	= 160	mm
Wanddikte	d_n	= 14,6	mm
Inwendige middellijn	D_i	= 130,8	mm
Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone			
Waterstaatswerk: Niet Verheeld			
Hoogteverschil kruin-maaiveld	H_{werk}	= 1,5	m
Berekening van de halve breedte van de erosiekrater R_B			
$Q = Q_m = 568,00/3.600 = 0,16 \text{ m}^3/\text{s}$ $h = H_m = 93,00 \text{ mvk}$ $P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h = 1000,0 \cdot 9,81 \cdot 0,16 \cdot 93,00 = 143.945,40 \text{ W}$ $h > 50 \text{ mvk} \rightarrow \mu = 0,5$ $R_B = 7,8 \cdot D_i \cdot \left(\frac{P}{\rho \cdot g^{1,5} \cdot \mu \cdot D_i^{3,5}} \right)^{0,243}$ $R_B = 7,8 \cdot 0,1308 \cdot \left(\frac{143.945,40}{1000,0 \cdot 9,81^{1,5} \cdot 0,87 \cdot 0,1308^{3,5}} \right)^{0,243} = 8,66 \text{ m}$			
Berekening van de halve lengte van de erosiekrater R_L			
Indien er sprake is van een klein gat: $R_{L1} = 0,5 \cdot R_B = 4,33 \text{ m}$			
Indien er sprake is van een groot gat: $R_{L2} = R_B = 8,66 \text{ m}$			
Indien er sprake is van niet-trekvraste verbindingen: $R_{L3} = 2 \cdot R_B = 17,33 \text{ m}$			
Berekening van de veiligheidszone			
<i>Indien er sprake is van een evenwijdige ligging met een waterkering:</i>			
Veiligheidszone = $4 \cdot H_{werk} + R_B = 4 \cdot 1,50 + 8,66 = 14,66 \text{ m}$			
<i>Indien er sprake is van een kruising met een waterkering:</i>			
Veiligheidszone = $4 \cdot H_{werk} + R_{L1} = 4 \cdot 1,50 + 4,33 = 10,33 \text{ m}$			
Veiligheidszone = $4 \cdot H_{werk} + R_{L2} = 4 \cdot 1,50 + 8,66 = 14,66 \text{ m}$			
Veiligheidszone = $4 \cdot H_{werk} + R_{L3} = 4 \cdot 1,50 + 17,33 = 23,33 \text{ m}$			
Berekening van de diepte van de erosiekrater			
$D_K = 1,2 \cdot (D_0 + H) = 1,2 \cdot (0,16 + 1) = 1,39 \text{ m}$			
		11-08-2022 10:45:04	



BIJLAGE: STERKTEBEREKENING SDR11 HDPE Ø160 MM

Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 3.1 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project	: Bergen op Zoom		
Projectonderdeel	: Blusleiding HDPE SDR11 dia. 160 Sterkteberekening open sleuf Druk 9,7 bar		
Importatiefactor S	: 0,75		
Materiaalgegevens			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100 SDR 11		
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm ²
Materiaalfactor	γ_M	= 1,25	-
Toelaatbare langeduur spanning	$\bar{\sigma}_t$	= 8,00	N/mm ²
Elasticiteitsmodulus korte duur	E	= 975	N/mm ²
Elasticiteitsmodulus lange duur	E'	= 350	N/mm ²
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	α_g	= 16,0·10 ⁻⁵	mm/(mm·K)
Alfa Tangentieel / Alfa Axiaal	α_σ	= 0,65	-
Toelaatbare deflectie	δ	= 8,00	%
Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D _e	= 160,00	mm
Wanddikte	d _n	= 14,6	mm
Geen bocht aanwezig			
Procesgegevens			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Vloeistof	
Maximale opvoerhoogte	H _m	= 93	mvk
Ontwerpdruk	p _d	= 0,97	N/mm ²
Maximaal debiet	Q _m	= 568	m ³ /uur
Volumieke massa medium	ρ	= 1000	kg/m ³
Temperatuurverschil	Δt	= 10	°
Aanleggegevens			
Ligging: Kruising met een waterstaatswerk			
Zettingslengte	L	= 11.344	mm
Dekking van de leiding t.o.v. maaiveld	H	= 1,0	m
Belastinghoek	α	= 180	°
Ondersteuningshoek	β	= 70	°
Uitvoeringszakkingverschil	f _v	= 10	mm
Zettingsverschil	f _z	= 100	mm
Klinkpercentage	μ	= 0,075	%
Marstonfactor	f _m	= 0,3	-
Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone			
Waterstaatswerk: Niet Verheeld			
Hoogteverschil kruin-maaiveld	H _{werk}	= 3,2	m
		11-08-2022 11:23:24	

Grondmechanische gegevens

Grondsoort		= Klei	
Volumiek gewicht droge grond	γ_d	= 15,0	kN/m ³
Inwendige wrijvingshoek grond	ϕ	= 22,5	°
Effectieve cohesie	c'	= 0	kN/m ²
Ongedraineerde schuifsterkte	c_u	= 40	kN/m ²
Minimale verticale beddingconstante	$k_{v,min}$	= 0,0032	N/mm ³
Gemiddelde verticale beddingconstante	$k_{v,gem}$	= 0,005	N/mm ³
E-modulus ondergrond	E_{100}	= 1,5	MN/m ²
Niet rekenen met horizontale steundruk			
Grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	γ	= 1,1	

Verkeersbelasting

Grafiek I: Fatigue Load Model 3

Niet rekenen met ontlastende invloed wegdek

1. Eigenschappen van de leiding

Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 130,80	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 145,40	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 160,00	mm
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 80,00	mm
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 65,40	mm
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 72,70	mm
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi / 64$	= 17.801.758,07	mm ⁴
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 222.521,98	mm ³
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 259,34	mm ⁴ /mm ¹
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 35,53	mm ³ /mm ¹

2. Toetsing of vereenvoudigde berekeningsmethode is toegestaan

Voor vloeistofleidingen geldt: $H^3 \cdot D_i^5$ moet kleiner dan 40 m⁸ zijn.

H is de druk in meters vloeistofkolom.

Rekening houdende met $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ volgt:

$$H = \frac{p_d}{\rho \cdot g}$$

$$H = \frac{970.000}{1.000 \cdot 9,81} = 98,88 \text{ m} \rightarrow H^3 \cdot D_i^5 = 98,88^3 \cdot 0,13^5 = 37,01 \text{ m}^8$$

3. Berekening van de veiligheidszone

$$Q = Q_m = 568,00/3.600 = 0,16 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$h = H_m = 93,00 \text{ mvk}$$

$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h = 1000 \cdot 9,81 \cdot 0,16 \cdot 93,00 = 143.945,40 \text{ W}$$

$$h > 50 \text{ mvk} \rightarrow \mu = 0,5$$

$$R_B = 7,8 \cdot D_i \cdot \left(\frac{P}{\rho \cdot g^{1,5} \cdot \mu \cdot D_i^{3,5}} \right)^{0,243}$$

$$R_B = 7,8 \cdot 0,1308 \cdot \left(\frac{143.945,40}{1000 \cdot 9,81^{1,5} \cdot 0,87 \cdot 0,1308^{3,5}} \right)^{0,243} = 8,66 \text{ m}$$

$$\text{Indien er sprake is van een klein gat: } R_{L1} = 0,5 \cdot R_B = 4,33 \text{ m}$$

$$\text{Indien er sprake is van een groot gat: } R_{L2} = R_B = 8,66 \text{ m}$$

$$\text{Indien er sprake is van niet-trekvaste verbindingen: } R_{L3} = 2 \cdot R_B = 17,33 \text{ m}$$

$$\text{Veiligheidszone} = 4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L1} = 4 \cdot 3,20 + 4,33 = 17,13 \text{ m}$$

$$\text{Veiligheidszone} = 4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L2} = 4 \cdot 3,20 + 8,66 = 21,46 \text{ m}$$

$$\text{Veiligheidszone} = 4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L3} = 4 \cdot 3,20 + 17,33 = 30,13 \text{ m}$$

$$D_K = 1,2 \cdot (D_o + H) = 1,2 \cdot (0,16 + 1,0) = 1,39 \text{ m}$$

4. Berekening van de spanningen s_p en s_{pl} t.g.v. inwendige druk

$D_g/d_n = 145,40/14,60 = 9,96 \rightarrow D_g/d_n \leq 20 \rightarrow$ Dikwandige leiding

$$\sigma_p = \frac{r_e^2 + r_i^2}{r_e^2 - r_i^2} \cdot p_d$$

$$\sigma_p = \frac{80,00^2 + 65,40^2}{80,00^2 - 65,40^2} \cdot 0,97 = 4,88 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{y1} = \sigma_p = 4,88 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{pl} = \nu \cdot \sigma_p = 0,4 \cdot 4,88 = 1,95 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Toelaatbare spanning} = \bar{\sigma}_t \cdot S = 8,00 \cdot 0,75 = \mathbf{6,00 \text{ N/mm}^2}$$

5. Berekening reroundingfactor f_{rr}

$$f_{rr} = 1 / \left(1 + \frac{2 \cdot p_d \cdot r_g^3 \cdot k_y}{E \cdot I_w} \right)$$

$$f_{rr} = 1 / \left(1 + \frac{2 \cdot 0,97 \cdot 72,7^3 \cdot 0,102}{975 \cdot 259,34} \right) = 0,77$$

6. Berekening van de neutrale grondbelasting Q_n

$$q_n = \gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d$$

$$q_n = 1,1 \cdot 15,0 \cdot 1,0 = 16,50 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_n = q_n \cdot D_o$$

$$Q_n = 16,50 \cdot 10^{-3} \cdot 160 = 2,64 \text{ N/mm}^1$$

7. Berekening van de passieve grondbelasting Q_p

$$\sigma_{\text{vert}} = \frac{\gamma_d}{\gamma} \cdot H_d$$

$$\sigma_{\text{vert}} = \frac{15,0}{1,1} \cdot 1,0 = 13,64 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{\text{hor}} = \sigma_{\text{vert}} \cdot (1 - \sin(\varphi))$$

$$\sigma_{\text{hor}} = 13,64 \cdot (1 - \sin(22,5)) = 8,42 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_o' = \frac{\sigma_{\text{vert}} + \sigma_{\text{hor}}}{2}$$

$$\sigma_o' = \frac{13,64 + 8,42}{2} = 11,03 \text{ kN/m}^2$$

$$p_f' = \sigma_o' \cdot (1 + \sin(\varphi)) + c \cdot \cos(\varphi)$$

$$p_f' = 11,03 \cdot (1 + \sin(22,5)) + 0 \cdot \cos(22,5) = 15,25 \text{ kN/m}^2$$

$$\kappa = 1 - \sin(\varphi)$$

$$\kappa = 1 - \sin(22,5) = 0,617$$

$$\nu = \frac{\kappa}{1 + \kappa}$$

$$\nu = \frac{0,617}{1 + 0,617} = 0,38$$

$$G = \frac{E_{100}}{2 \cdot (1 + \nu)}$$

$$G = \frac{1,5}{2 \cdot (1 + 0,38)} = 0,24$$

$$Q = \frac{\sigma_o' \cdot \sin(\varphi) + c \cdot \cos(\varphi)}{G}$$

$$Q = \frac{11,03 \cdot \sin(22,5) + 0 \cdot \cos(22,5)}{0,24 \cdot 10^3} = 0,017$$

$$p'_{\text{max}} = (p_f' + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot \left(\frac{0,5 \cdot D_0^2}{0,5 \cdot D_0 + H} + Q \right)^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi)$$

$$p'_{\text{max}} = (15,25 + 22,5 \cdot \cot(0)) \cdot \left(\frac{0,5 \cdot 0,16^2}{0,5 \cdot 0,16 + 1,0} + 0,02 \right)^{\frac{-\sin 22,5}{1 + \sin 22,5}} - 0 \cdot \cot(22,5)$$

$$p'_{\text{max}} = \mathbf{43,38 \text{ kN/m}^2}$$

$$Q_p = p'_{\text{max}} \cdot D_o$$

$$Q_p = 43,38 \cdot 10^{-3} \cdot 160 = 6,94 \text{ N/mm}^1$$

8. Berekening van de reële grondbelasting Q_k

$$E_{100, \text{norm}} = E_{100} \cdot (q_n/100)^{0,8} = 1,5 \cdot (16,50/100)^{0,8} = 0,35 \text{ MN/m}^2$$

$$E_1 = E_{100, \text{norm}} / \frac{1 - \nu - 2 \cdot \nu^2}{1 - \nu}$$

$$E_1 = 0,35 / \frac{1 - 0,38 - 2 \cdot 0,38^2}{1 - 0,38} = 0,67 \text{ MN/m}^2$$

$$z_{\text{max}} = 0,25 \cdot \frac{D_o}{E_1^{1,5} \cdot \sqrt{H/D_o}}$$

$$z_{\text{max}} = 0,25 \cdot \frac{0,16}{0,67^{1,5} \cdot \sqrt{1,0/0,16}} = 0,029 \text{ m}$$

$$q_k = q_n + \frac{\frac{\mu \cdot D_o}{z_{\text{max}}} \cdot (q_p - q_n)}{1 + \frac{q_p - q_n}{z_{\text{max}} \cdot k_{v, \text{min}}}}$$

$$q_k = 16,50 + \frac{\frac{0,075 \cdot 0,16}{0,029} \cdot (43,38 - 16,50)}{1 + \frac{43,38 - 16,50}{0,029 \cdot 0,0032 \cdot 10^6}} = 25,10 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_k = q_k \cdot D_o$$

$$Q_k = 25,10 \cdot 10^{-3} \cdot 160 = 4,02 \text{ N/mm}^1$$

9. Berekening van de verkeersbelasting Q_v volgens Grafiek I NEN 3650-1:C.17

Niet rekenen met ontlastende invloed

$$q_v = 54,07 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_v = q_v \cdot D_o$$

$$Q_v = 54,07 \cdot 10^{-3} \cdot 160 = 8,65 \text{ N/mm}^1$$

10. Berekening van de stijfheidsverhouding grond/leiding λ

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{D_o \cdot k_{v, \text{gem}}}{4 \cdot E \cdot I_b}}$$

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{160 \cdot 0,005}{4 \cdot 975 \cdot 17.801.758,07}} = 0,0018 \text{ mm}^{-1}$$

11. Berekening van de indirect overgedragen bovenbelasting (1^e en 2^e jaar)

$$\text{Zettingslengte } L = 11.344 \text{ mm}$$

$$\lambda \cdot L = 0,0018 \cdot 11.344 = 20,90$$

$$i = 0,900 \text{ (= 90,0 \% inklemming)}$$

$$B_z = 0,000360 \text{ (volgens NEN 3651 - 8.5.2.4 tabel 5)}$$

$$Q_z = B_z \cdot f_v \cdot D_o \cdot k_{v, \text{gem}}$$

$$Q_z = 0,000360 \cdot 10 \cdot 160 \cdot 0,005 = 0,0029 \text{ N/mm}^1$$

$$Q_d = Q_z \cdot \lambda \cdot L \cdot \left(i + \frac{i \cdot \lambda \cdot L}{6} \right)$$

$$Q_d = 0,0029 \cdot 0,0018 \cdot 11.344 \cdot \left(0,900 + \frac{0,900 \cdot 0,0018 \cdot 11.344}{6} \right) = 0,24 \text{ N/mm}^1$$

12. Berekening van de indirect overgedragen bovenbelasting (na 2 jaar)

$$Q_z = B_z \cdot (f_v + 2,0 \cdot f_z) \cdot D_o \cdot k_{v, \text{gem}}$$

$$Q_z = 0,000360 \cdot (10 + 2,0 \cdot 100) \cdot 160 \cdot 0,005 = 0,060 \text{ N/mm}^1$$

$$Q_d = Q_z \cdot \lambda \cdot L \cdot \left(i + \frac{i \cdot \lambda \cdot L}{6} \right)$$

$$Q_d = 0,060 \cdot 0,0018 \cdot 11.344 \cdot \left(0,900 + \frac{0,900 \cdot 0,0018 \cdot 11.344}{6} \right) = 5,09 \text{ N/mm}^1$$

13. Berekening evenwichtsdraagvermogen en controle met bovenbelastingen

Berekening evenwichtsdraagvermogen

$$B = D_o = 0,16 \text{ m}$$

$$B/L = 0,1$$

$$Z = h + D_o / 2 = 1,00 + 0,16 / 2 = 1,08 \text{ m}$$

$$S_c = 0,2 \cdot B/L = 0,02$$

$$d_c = 0,4 \cdot \tan^{-1}(Z/B) = 0,4 \cdot \tan^{-1}(1,08/0,16) = 0,57$$

$$P_{we} = 0,85 \cdot c_u \cdot (\pi + 2) \cdot (1 + S_c + d_c)$$

$$P_{we} = 0,85 \cdot 40 \cdot (\pi + 2) \cdot (1 + 0,02 + 0,57)$$

$$P_{we} = 277,86 \text{ kN/m}^2 = 0,28 \text{ N/mm}^2$$

$$P_{weD_o} = P_{we} \cdot D_o = 0,28 \cdot 160,00 = 44,46 \text{ N/mm}^1$$

Controle bovenbelastingen met evenwichtsdraagvermogen

Situatie 1 ^e en 2 ^e jaar	Conclusie:	Situatie na 2 jaar	Conclusie:
$Q_k = 4,02 \text{ N/mm}^1$	Geen aanpassing van Q_d nodig	$Q_n = 2,64 \text{ N/mm}^1$	Geen aanpassing van Q_d nodig
$Q_v = 8,65 \text{ N/mm}^1$		$Q_v = 8,65 \text{ N/mm}^1$	
$Q_d = 0,24 \text{ N/mm}^1 +$		$Q_d = 5,09 \text{ N/mm}^1 +$	
$\Sigma = 12,91 \text{ N/mm}^1$		$\Sigma = 16,38 \text{ N/mm}^1$	

14. Momenten en spanningen t.g.v. directe en indirecte bovenbelastingen (1^e en 2^e jaar)

Moment t.g.v. Q_k en Q_v

$$M_q = K_b \cdot (Q_k + Q_v) \cdot r_g$$

$$M_q = 0,177 \cdot (4,02 + 8,65) \cdot 72,70$$

$$M_q = 163,00 \text{ Nmm/mm}^1$$

Spanning t.g.v. M_q en M_{qd}

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot (M_q + M_{qd}) / W_w$$

$$\sigma_q = 0,77 \cdot (163,00 + 2,15) / 35,53 = 3,57 \text{ N/mm}^2$$

Moment t.g.v. Q_d

$$M_{qd} = K_{b, \text{ind}} \cdot Q_d \cdot r_g$$

$$M_{qd} = 0,122 \cdot 0,24 \cdot 72,70$$

$$M_{qd} = 2,15 \text{ Nmm/mm}^1$$

15. Momenten en spanningen t.g.v. directe en indirecte bovenbelastingen (na 2 jaar)

Moment t.g.v. Q_n en Q_v

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g$$

$$M_q = 0,177 \cdot (2,64 + 8,65) \cdot 72,70$$

$$M_q = 145,29 \text{ Nmm/mm}^1$$

Spanning t.g.v. M_q en M_{qd}

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot (M_q + M_{qd}) / W_w$$

$$\sigma_q = 0,77 \cdot (145,29 + 45,18) / 35,53 = 4,12 \text{ N/mm}^2$$

Moment t.g.v. Q_d

$$M_{qd} = K_{b, \text{ind}} \cdot Q_d \cdot r_g$$

$$M_{qd} = 0,122 \cdot 5,09 \cdot 72,70$$

$$M_{qd} = 45,18 \text{ Nmm/mm}^1$$

Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2020	Sigma 2020 3.1 ©
16. Berekening van de spanning σ_{bx} t.g.v. uitvoeringszakkingverschil f_v	
$\sigma_{bx} = C_z \cdot f_v \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k_{v,gem}}{d_n}}$ $\sigma_{bx} = 0,0192 \cdot 10 \cdot \sqrt{\frac{975 \cdot 0,005}{14,6}} = \mathbf{0,11 \text{ N/mm}^2}$	
17. Berekening van de spanning σ_{bx} t.g.v. uitvoeringszakkingverschil f_v en zettingsverschil f_z	
$\sigma_{bx} = C_z \cdot (f_v + 2,0 \cdot f_z) \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k_{v,gem}}{d_n}}$ $\sigma_{bx} = 0,0192 \cdot (10 + 2,0 \cdot 100) \cdot \sqrt{\frac{975 \cdot 0,005}{14,6}} = \mathbf{2,33 \text{ N/mm}^2}$	
18. Berekening van de spanning σ_{ax} t.g.v. temperatuurverschil	
$\sigma_{ax} = \Delta t \cdot \alpha_g \cdot E$ $\sigma_{ax} = 10 \cdot 0,00016 \cdot 975 = \mathbf{1,56 \text{ N/mm}^2}$	
19. Berekening van de spanningsverhogingsfactoren van de bocht	
<p>Aangezien er geen bocht wordt toegepast volgt:</p> $i_x = 1, i_y = 0, i_{xp} = 1, i_{yp} = 0$	
20. Toetsing op minimale ringstijfheid S_N	
$S_N = E \cdot \frac{I_w}{D_g^3}$ $S_N = 975 \cdot \frac{259,34}{145,4^3} = 0,0823 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{82,26 \text{ kN/m}^2}$ <p>Minimaal vereiste ringstijfheid = 2 kN/m²</p>	
21. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk	
<p>Veiligheidsfactor γ voor langdurige onderdruk: $\gamma = 3$ Veiligheidsfactor γ voor kortdurende onderdruk: $\gamma = 1,5$</p> $p_o = \frac{1}{\gamma \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \frac{24 \cdot E \cdot I_w}{D_g^3}$ $p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975,00 \cdot 259,34}{145,40^3} = 1,57 \text{ N/mm}^2$ $p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350,00 \cdot 259,34}{145,40^3} = 0,28 \text{ N/mm}^2$ <p>Conclusie: Kans op implosie bij 28,12 m grondwater boven de leiding</p>	
22. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie	
$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot Q - 0,095 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_d) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$ $\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,095 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_d) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$ $\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (2,64 + \frac{1}{2} \cdot 8,65) - 0,095 \cdot (1 - \sin(22,5^\circ)) \cdot (2,64 + \frac{1}{2} \cdot 8,65) + 0,048 \cdot 5,09) \cdot 72,70^3}{350 \cdot 259,34} = \mathbf{1,93 \text{ mm} (= 1,33\%)}$ <p>Toelaatbare deflectie = 8% · importantiefactor S · $D_g = 0,08 \cdot 0,75 \cdot 145,40 = \mathbf{8,72 \text{ mm}}$</p>	
	11-08-2022 11:23:25

23. Berekening van het totaal aan optredende spanningen (1^e en 2^e jaar)

Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding

$$\sigma_{y2} = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_q$$

$$\sigma_{y2} = 0,65 \cdot 3,57 = \mathbf{2,32 \text{ N/mm}^2}$$

Optredende spanningen in langsrichting van de leiding

$$\sigma_x = \sigma_{pl} + \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_{bx} + \sigma_{ax}$$

$$\sigma_x = 1,95 + 0,65 \cdot 0,11 + 1,56 = \mathbf{3,58 \text{ N/mm}^2}$$

$$\text{Toelaatbare spanning} = \bar{\sigma}_t \cdot S = 8,00 \cdot 0,75 = \mathbf{6,00 \text{ N/mm}^2}$$

24. Berekening van het totaal aan optredende spanningen (na 2 jaar)

Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding

$$\sigma_{y2} = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_q$$

$$\sigma_{y2} = 0,65 \cdot 4,12 = \mathbf{2,68 \text{ N/mm}^2}$$

Optredende spanningen in langsrichting van de leiding

$$\sigma_x = \sigma_{pl} + \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_{bx} + \sigma_{ax}$$

$$\sigma_x = 1,95 + 0,65 \cdot 2,33 + 1,56 = \mathbf{5,03 \text{ N/mm}^2}$$

$$\text{Toelaatbare spanning} = \bar{\sigma}_t \cdot S = 8,00 \cdot 0,75 = \mathbf{6,00 \text{ N/mm}^2}$$

Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 3.1 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project	: Bergen op Zoom		
Projectonderdeel	: Blusleiding HDPE SDR11 dia. 160 Sterkteberekening open sleuf Drukloos		
Importatiefactor S	: 0,75		
Materiaalgegevens			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100 SDR 11		
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm ²
Materiaalfactor	γ_M	= 1,25	-
Toelaatbare langeduur spanning	$\bar{\sigma}_t$	= 8,00	N/mm ²
Elasticiteitsmodulus korte duur	E	= 975	N/mm ²
Elasticiteitsmodulus lange duur	E'	= 350	N/mm ²
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	α_g	= 16,0·10 ⁻⁵	mm/(mm·K)
Alfa Tangentieel / Alfa Axiaal	α_σ	= 0,65	-
Toelaatbare deflectie	δ	= 8,00	%
Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D _e	= 160,00	mm
Wanddikte	d _n	= 14,6	mm
Geen bocht aanwezig			
Procesgegevens			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)	= Drukloos		
Aanleggegevens			
Ligging: Kruising met een waterstaatswerk			
Zettingslengte	L	= 11.344	mm
Dekking van de leiding t.o.v. maaiveld	H	= 1,0	m
Belastinghoek	α	= 180	°
Ondersteuningshoek	β	= 120	°
Uitvoeringszakkingverschil	f _v	= 10	mm
Zettingsverschil	f _z	= 100	mm
Klinkpercentage	μ	= 0,075	%
Marstonfactor	f _m	= 0,3	-
Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone			
Waterstaatswerk: Niet Verheeld			
Hoogteverschil kruin-maaiveld	H _{werk}	= 3,2	m
		11-08-2022 11:28:23	

Grondmechanische gegevens

Grondsoort		= Klei	
Volumiek gewicht droge grond	γ_d	= 15,0	kN/m ³
Inwendige wrijvingshoek grond	ϕ	= 22,5	°
Effectieve cohesie	c'	= 0	kN/m ²
Ongedraineerde schuifsterkte	c_u	= 40	kN/m ²
Minimale verticale beddingconstante	$k_{v,min}$	= 0,0032	N/mm ³
Gemiddelde verticale beddingconstante	$k_{v,gem}$	= 0,005	N/mm ³
E-modulus ondergrond	E_{100}	= 1,5	MN/m ²
Niet rekenen met horizontale steundruk			
Grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	γ	= 1,1	

Verkeersbelasting

Grafiek I:

Fatigue Load Model 3

Niet rekenen met ontlastende invloed wegdek

Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2020			Sigma 2020 3.1 ©
1. Eigenschappen van de leiding			
Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 130,80	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 145,40	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 160,00	mm
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 80,00	mm
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 65,40	mm
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 72,70	mm
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi/64$	= 17.801.758,07	mm ⁴
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 222.521,98	mm ³
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 259,34	mm ⁴ /mm ¹
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 35,53	mm ³ /mm ¹
2. Toetsing of vereenvoudigde berekeningsmethode is toegestaan			
Leiding is drukloos: Controle is niet mogelijk.			
3. Berekening van de veiligheidszone			
Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} = 4 \cdot 3,20 = 12,80$ m			
4. Berekening van de spanningen s_p en s_{pl} t.g.v. inwendige druk			
Leiding is drukloos: $\sigma_p = 0,00$ N/mm ²			
5. Berekening reroundingfactor f_{rr}			
Leiding is drukloos: $f_{rr} = 1,00$			
6. Berekening van de neutrale grondbelasting Q_n			
$q_n = \gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d$ $q_n = 1,1 \cdot 15,0 \cdot 1,0 = 16,50$ kN/m ² $Q_n = q_n \cdot D_o$ $Q_n = 16,50 \cdot 10^{-3} \cdot 160 = 2,64$ N/mm ¹			
			11-08-2022 11:28:23

7. Berekening van de passieve grondbelasting Q_p

$$\sigma_{\text{vert}} = \frac{\gamma_d}{\gamma} \cdot H_d$$

$$\sigma_{\text{vert}} = \frac{15,0}{1,1} \cdot 1,0 = 13,64 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{\text{hor}} = \sigma_{\text{vert}} \cdot (1 - \sin(\varphi))$$

$$\sigma_{\text{hor}} = 13,64 \cdot (1 - \sin(22,5)) = 8,42 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_o' = \frac{\sigma_{\text{vert}} + \sigma_{\text{hor}}}{2}$$

$$\sigma_o' = \frac{13,64 + 8,42}{2} = 11,03 \text{ kN/m}^2$$

$$p_f' = \sigma_o' \cdot (1 + \sin(\varphi)) + c \cdot \cos(\varphi)$$

$$p_f' = 11,03 \cdot (1 + \sin(22,5)) + 0 \cdot \cos(22,5) = 15,25 \text{ kN/m}^2$$

$$\kappa = 1 - \sin(\varphi)$$

$$\kappa = 1 - \sin(22,5) = 0,617$$

$$v = \frac{\kappa}{1 + \kappa}$$

$$v = \frac{0,617}{1 + 0,617} = 0,38$$

$$G = \frac{E_{100}}{2 \cdot (1 + v)}$$

$$G = \frac{1,5}{2 \cdot (1 + 0,38)} = 0,24$$

$$Q = \frac{\sigma_o' \cdot \sin(\varphi) + c \cdot \cos(\varphi)}{G}$$

$$Q = \frac{11,03 \cdot \sin(22,5) + 0 \cdot \cos(22,5)}{0,24 \cdot 10^3} = 0,017$$

$$p'_{\text{max}} = (p_f' + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot \left(\frac{0,5 \cdot D_0^2}{0,5 \cdot D_0 + H} + Q \right)^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi)$$

$$p'_{\text{max}} = (15,25 + 22,5 \cdot \cot(0)) \cdot \left(\frac{0,5 \cdot 0,16^2}{0,5 \cdot 0,16 + 1,0} + 0,02 \right)^{\frac{-\sin 22,5}{1 + \sin 22,5}} - 0 \cdot \cot(22,5)$$

$$p'_{\text{max}} = \mathbf{43,38 \text{ kN/m}^2}$$

$$Q_p = p'_{\text{max}} \cdot D_o$$

$$Q_p = 43,38 \cdot 10^{-3} \cdot 160 = 6,94 \text{ N/mm}^1$$

8. Berekening van de reële grondbelasting Q_k

$$E_{100, \text{norm}} = E_{100} \cdot (q_n/100)^{0,8} = 1,5 \cdot (16,50/100)^{0,8} = 0,35 \text{ MN/m}^2$$

$$E_1 = E_{100, \text{norm}} / \frac{1 - \nu - 2 \cdot \nu^2}{1 - \nu}$$

$$E_1 = 0,35 / \frac{1 - 0,38 - 2 \cdot 0,38^2}{1 - 0,38} = 0,67 \text{ MN/m}^2$$

$$z_{\text{max}} = 0,25 \cdot \frac{D_o}{E_1^{1,5} \cdot \sqrt{H/D_o}}$$

$$z_{\text{max}} = 0,25 \cdot \frac{0,16}{0,67^{1,5} \cdot \sqrt{1,0/0,16}} = 0,029 \text{ m}$$

$$q_k = q_n + \frac{\frac{\mu \cdot D_o}{z_{\text{max}}} \cdot (q_p - q_n)}{1 + \frac{q_p - q_n}{z_{\text{max}} \cdot k_{v, \text{min}}}}$$

$$q_k = 16,50 + \frac{\frac{0,075 \cdot 0,16}{0,029} \cdot (43,38 - 16,50)}{1 + \frac{43,38 - 16,50}{0,029 \cdot 0,0032 \cdot 10^6}} = 25,10 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_k = q_k \cdot D_o$$

$$Q_k = 25,10 \cdot 10^{-3} \cdot 160 = 4,02 \text{ N/mm}^1$$

9. Berekening van de verkeersbelasting Q_v volgens Grafiek I NEN 3650-1:C.17

Niet rekenen met ontlastende invloed

$$q_v = 54,07 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_v = q_v \cdot D_o$$

$$Q_v = 54,07 \cdot 10^{-3} \cdot 160 = 8,65 \text{ N/mm}^1$$

10. Berekening van de stijfheidsverhouding grond/leiding λ

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{D_o \cdot k_{v, \text{gem}}}{4 \cdot E \cdot I_b}}$$

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{160 \cdot 0,005}{4 \cdot 975 \cdot 17.801.758,07}} = 0,0018 \text{ mm}^{-1}$$

11. Berekening van de indirect overgedragen bovenbelasting (1^e en 2^e jaar)

$$\text{Zettingslengte } L = 11.344 \text{ mm}$$

$$\lambda \cdot L = 0,0018 \cdot 11.344 = 20,90$$

$$i = 0,900 \text{ (= 90,0 \% inklemming)}$$

$$B_z = 0,000360 \text{ (volgens NEN 3651 - 8.5.2.4 tabel 5)}$$

$$Q_z = B_z \cdot f_v \cdot D_o \cdot k_{v, \text{gem}}$$

$$Q_z = 0,000360 \cdot 10 \cdot 160 \cdot 0,005 = 0,0029 \text{ N/mm}^1$$

$$Q_d = Q_z \cdot \lambda \cdot L \cdot \left(i + \frac{i \cdot \lambda \cdot L}{6}\right)$$

$$Q_d = 0,0029 \cdot 0,0018 \cdot 11.344 \cdot \left(0,900 + \frac{0,900 \cdot 0,0018 \cdot 11.344}{6}\right) = 0,24 \text{ N/mm}^1$$

12. Berekening van de indirect overgedragen bovenbelasting (na 2 jaar)

$$Q_z = B_z \cdot (f_v + 2,0 \cdot f_z) \cdot D_o \cdot k_{v, \text{gem}}$$

$$Q_z = 0,000360 \cdot (10 + 2,0 \cdot 100) \cdot 160 \cdot 0,005 = 0,060 \text{ N/mm}^1$$

$$Q_d = Q_z \cdot \lambda \cdot L \cdot \left(i + \frac{i \cdot \lambda \cdot L}{6} \right)$$

$$Q_d = 0,060 \cdot 0,0018 \cdot 11.344 \cdot \left(0,900 + \frac{0,900 \cdot 0,0018 \cdot 11.344}{6} \right) = 5,09 \text{ N/mm}^1$$

13. Berekening evenwichtsdraagvermogen en controle met bovenbelastingen

Berekening evenwichtsdraagvermogen

$$B = D_o = 0,16 \text{ m}$$

$$B/L = 0,1$$

$$Z = h + D_o / 2 = 1,00 + 0,16 / 2 = 1,08 \text{ m}$$

$$S_c = 0,2 \cdot B/L = 0,02$$

$$d_c = 0,4 \cdot \tan^{-1}(Z/B) = 0,4 \cdot \tan^{-1}(1,08/0,16) = 0,57$$

$$P_{we} = 0,85 \cdot c_u \cdot (\pi + 2) \cdot (1 + S_c + d_c)$$

$$P_{we} = 0,85 \cdot 40 \cdot (\pi + 2) \cdot (1 + 0,02 + 0,57)$$

$$P_{we} = 277,86 \text{ kN/m}^2 = 0,28 \text{ N/mm}^2$$

$$P_{weD_o} = P_{we} \cdot D_o = 0,28 \cdot 160,00 = 44,46 \text{ N/mm}^1$$

Controle bovenbelastingen met evenwichtsdraagvermogen

<i>Situatie 1^e en 2^e jaar</i>	<i>Conclusie:</i>	<i>Situatie na 2 jaar</i>	<i>Conclusie:</i>
$Q_k = 4,02 \text{ N/mm}^1$	Geen aanpassing	$Q_n = 2,64 \text{ N/mm}^1$	Geen aanpassing
$Q_v = 8,65 \text{ N/mm}^1$	van Q_d nodig	$Q_v = 8,65 \text{ N/mm}^1$	van Q_d nodig
$Q_d = 0,24 \text{ N/mm}^1 +$		$Q_d = 5,09 \text{ N/mm}^1 +$	
$\Sigma = 12,91 \text{ N/mm}^1$		$\Sigma = 16,38 \text{ N/mm}^1$	

14. Momenten en spanningen t.g.v. directe en indirecte bovenbelastingen (1^e en 2^e jaar)

Moment t.g.v. Q_k en Q_v

$$M_q = K_b \cdot (Q_k + Q_v) \cdot r_g$$

$$M_q = 0,138 \cdot (4,02 + 8,65) \cdot 72,70$$

$$M_q = 127,08 \text{ Nmm/mm}^1$$

Spanning t.g.v. M_q en M_{qd}

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot (M_q + M_{qd}) / W_w$$

$$\sigma_q = 1,00 \cdot (127,08 + 1,46) / 35,53 = 3,62 \text{ N/mm}^2$$

Moment t.g.v. Q_d

$$M_{qd} = K_{b, \text{ind}} \cdot Q_d \cdot r_g$$

$$M_{qd} = 0,083 \cdot 0,24 \cdot 72,70$$

$$M_{qd} = 1,46 \text{ Nmm/mm}^1$$

15. Momenten en spanningen t.g.v. directe en indirecte bovenbelastingen (na 2 jaar)

Moment t.g.v. Q_n en Q_v

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g$$

$$M_q = 0,138 \cdot (2,64 + 8,65) \cdot 72,70$$

$$M_q = 113,27 \text{ Nmm/mm}^1$$

Spanning t.g.v. M_q en M_{qd}

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot (M_q + M_{qd}) / W_w$$

$$\sigma_q = 1,00 \cdot (113,27 + 30,74) / 35,53 = 4,05 \text{ N/mm}^2$$

Moment t.g.v. Q_d

$$M_{qd} = K_{b, \text{ind}} \cdot Q_d \cdot r_g$$

$$M_{qd} = 0,083 \cdot 5,09 \cdot 72,70$$

$$M_{qd} = 30,74 \text{ Nmm/mm}^1$$

Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2020	Sigma 2020 3.1 ©
16. Berekening van de spanning σ_{bx} t.g.v. uitvoeringszakkingverschil f_v	
$\sigma_{bx} = C_z \cdot f_v \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k_{v,gem}}{d_n}}$ $\sigma_{bx} = 0,0192 \cdot 10 \cdot \sqrt{\frac{975 \cdot 0,005}{14,6}} = \mathbf{0,11 \text{ N/mm}^2}$	
17. Berekening van de spanning σ_{bx} t.g.v. uitvoeringszakkingverschil f_v en zettingsverschil f_z	
$\sigma_{bx} = C_z \cdot (f_v + 2,0 \cdot f_z) \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k_{v,gem}}{d_n}}$ $\sigma_{bx} = 0,0192 \cdot (10 + 2,0 \cdot 100) \cdot \sqrt{\frac{975 \cdot 0,005}{14,6}} = \mathbf{2,33 \text{ N/mm}^2}$	
18. Berekening van de spanning σ_{ax} t.g.v. temperatuurverschil	
Leiding is drukloos $\sigma_{ax} = \mathbf{0 \text{ N/mm}^2}$	
19. Berekening van de spanningsverhogingsfactoren van de bocht	
Aangezien er geen bocht wordt toegepast volgt: $i_x = 1, i_y = 0, i_{xp} = 1, i_{yp} = 0$	
20. Toetsing op minimale ringstijfheid S_N	
$S_N = E \cdot \frac{I_w}{D_g^3}$ $S_N = 975 \cdot \frac{259,34}{145,4^3} = 0,0823 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{82,26 \text{ kN/m}^2}$ Minimaal vereiste ringstijfheid = 2 kN/m²	
21. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk	
Veiligheidsfactor γ voor langdurige onderdruk: $\gamma = 3$ Veiligheidsfactor γ voor kortdurende onderdruk: $\gamma = 1,5$ $p_o = \frac{1}{\gamma \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \frac{24 \cdot E \cdot I_w}{D_g^3}$ $p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975,00 \cdot 259,34}{145,40^3} = 1,57 \text{ N/mm}^2$ $p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350,00 \cdot 259,34}{145,40^3} = 0,28 \text{ N/mm}^2$ Conclusie: Kans op implosie bij 28,12 m grondwater boven de leiding	
22. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie	
$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot Q - 0,095 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_d) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$ $\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,095 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_d) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$ $\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (2,64 + \frac{1}{2} \cdot 8,65) - 0,095 \cdot (1 - \sin(22,5^\circ)) \cdot (2,64 + \frac{1}{2} \cdot 8,65) + 0,048 \cdot 5,09) \cdot 72,70^3}{350 \cdot 259,34} = \mathbf{1,93 \text{ mm} (= 1,33\%)}$ Toelaatbare deflectie = 8% · importantiefactor S · $D_g = 0,08 \cdot 0,75 \cdot 145,40 = \mathbf{8,72 \text{ mm}}$	
	11-08-2022 11:28:24

23. Berekening van het totaal aan optredende spanningen (1^e en 2^e jaar)

Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding

$$\sigma_{y2} = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_q$$

$$\sigma_{y2} = 0,65 \cdot 3,62 = \mathbf{2,35 \text{ N/mm}^2}$$

Optredende spanningen in langsrichting van de leiding

$$\sigma_x = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_{bx}$$

$$\sigma_x = 0,65 \cdot 0,11 = \mathbf{0,07 \text{ N/mm}^2}$$

$$\text{Toelaatbare spanning} = \bar{\sigma}_t \cdot S = 8,00 \cdot 0,75 = \mathbf{6,00 \text{ N/mm}^2}$$

24. Berekening van het totaal aan optredende spanningen (na 2 jaar)

Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding

$$\sigma_{y2} = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_q$$

$$\sigma_{y2} = 0,65 \cdot 4,05 = \mathbf{2,63 \text{ N/mm}^2}$$

Optredende spanningen in langsrichting van de leiding

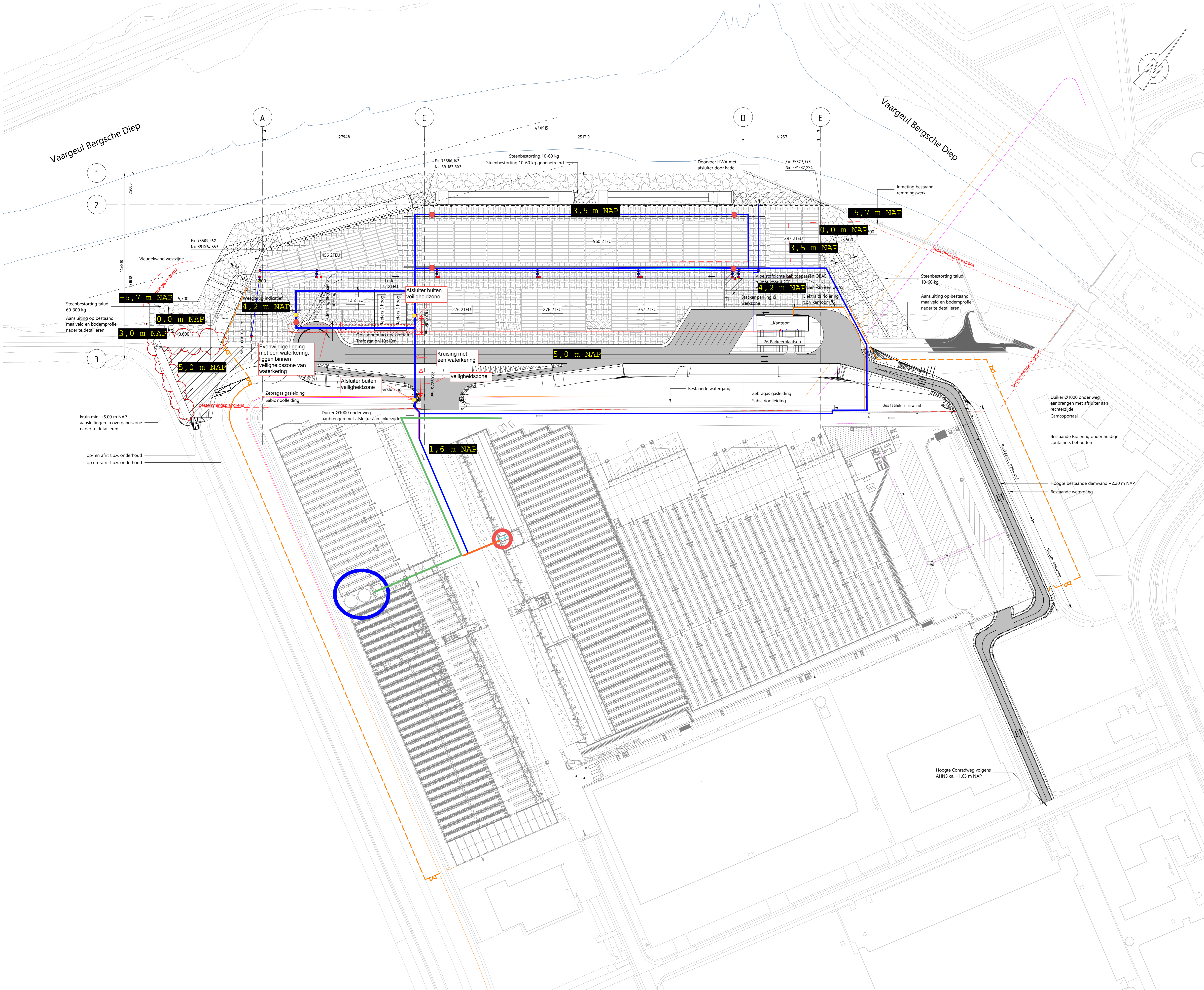
$$\sigma_x = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_{bx}$$

$$\sigma_x = 0,65 \cdot 2,33 = \mathbf{1,51 \text{ N/mm}^2}$$

$$\text{Toelaatbare spanning} = \bar{\sigma}_t \cdot S = 8,00 \cdot 0,75 = \mathbf{6,00 \text{ N/mm}^2}$$

IV

BIJLAGE: TEKENINGEN



LEGENDA

- Elektrakabel
- Busleiding
- Gasleiding
- DWA riolering
- HWA riolering
- Put
- Hydrant
- Afsluiters
- OBAS put
- Asfalt verharding
150 mm asfalt
250 mm Menggranulaat
- Betonstraatssteen verharding
- - - Hekwerk

REFERENTIE TEKENINGEN

- 115018_12_2000 Bovenaanzicht nieuwe situatie
- 115018_12_2002 Bovenaanzicht nieuwe situatie Noordlandterrein
- 115018_12_2003 Bovenaanzicht zones dijkluchtaam
- 115018_12_2004 Dwarsdoorsnedes en aanzichten MCT
- 115018_12_2005 Dwarsdoorsnedes dijkluchtaam
- 115018_12_2006 Bovenaanzichten overkruizingen
- 115018_12_2007 Details overkruizingen

VERKLARING ASSEN

AS-naam	Omschrijving
A	- Einde voorkant kade west
B	- Vleugelwand west
C	- Einde/begin 'sprong' hoofde kade
D	- Einde/begin aanleglaats
E	- Einde voorkant kad oost/Vleugelwand oost
1	- Voorkant NGD vak
2	- Voorkant kadewand
3	- Kruihoogte +5,00 m NAP

OPMERKINGEN

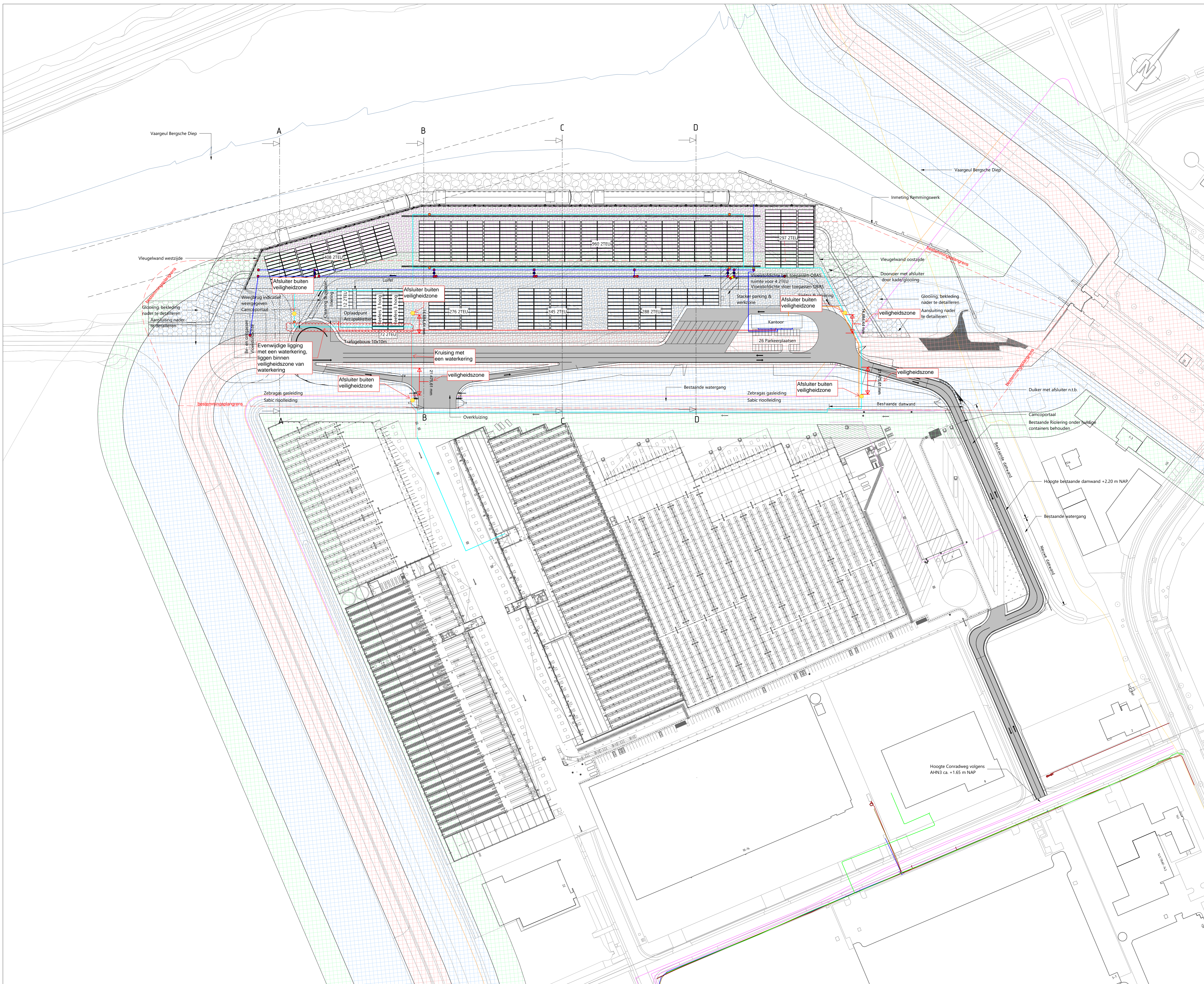
- Maten in millimeters, tenzij anders vermeld
- Peilmaten in meters t.o.v. N.A.P., tenzij anders vermeld
- Diameters in millimeters, tenzij anders vermeld
- Coördinaten in meters in het RD-stelsel



Wjz.	Getek.	Datum	Omschrijving
1			

Opdrachtgever
Mepavex Logistics B.V.
Project
Buitenhaven Bergen op Zoom
Voorlopig ontwerp
Onderdeel
Nieuwe situatie
Bovenaanzicht

Status	Definitief	Getekend	H. Paalman
Datum	29-07-2022	Goedgekeurd	M. Buckers
Formaat	A0	Goedgekeurd	G. Spaargaren
Schaal	1:1000	Projectcode	115018
		Tekeningnummer	12_2000
		Bladnummer	1/1



LEGENDA ZONES DIJKLICHAAM

- Waterstaatswerk waterkering
- Beschermingszone A
- Beschermingszone B
- Uitbreiding beschermingszone B

REFERENTIE TEKENINGEN

- 115018_12_2000_Bovenaanzicht nieuwe situatie
- 115018_12_2003_Bovenaanzicht zones dijkllichaam
- 115018_12_2004_Dwarsdoorsneden en aanzichten MCT
- 115018_12_2005_Dwarsdoorsneden dijkllichaam
- 115018_12_2006_Bovenaanzichten overkluizingen
- 115018_12_2007_Details overkluizingen

OPMERKINGEN

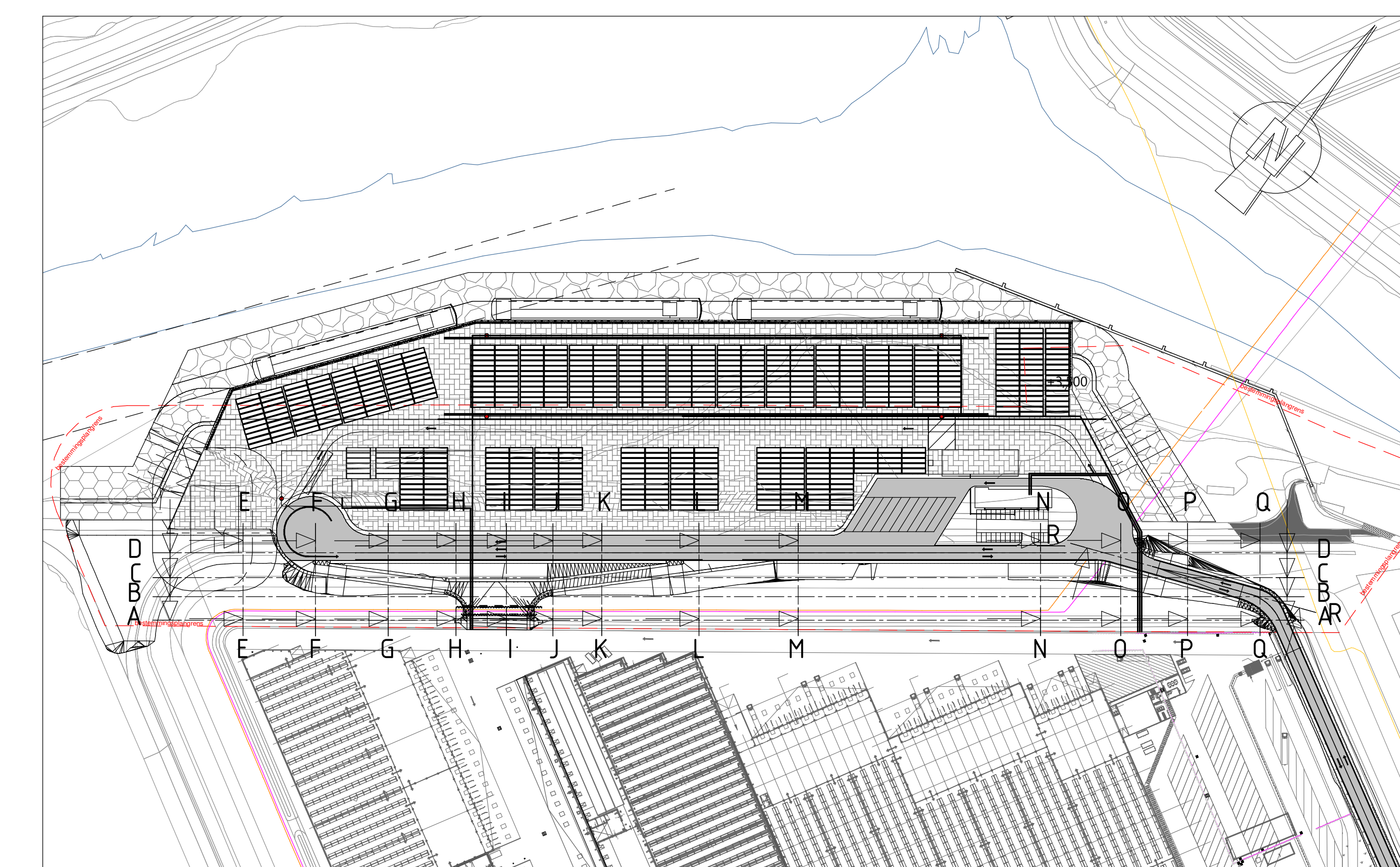
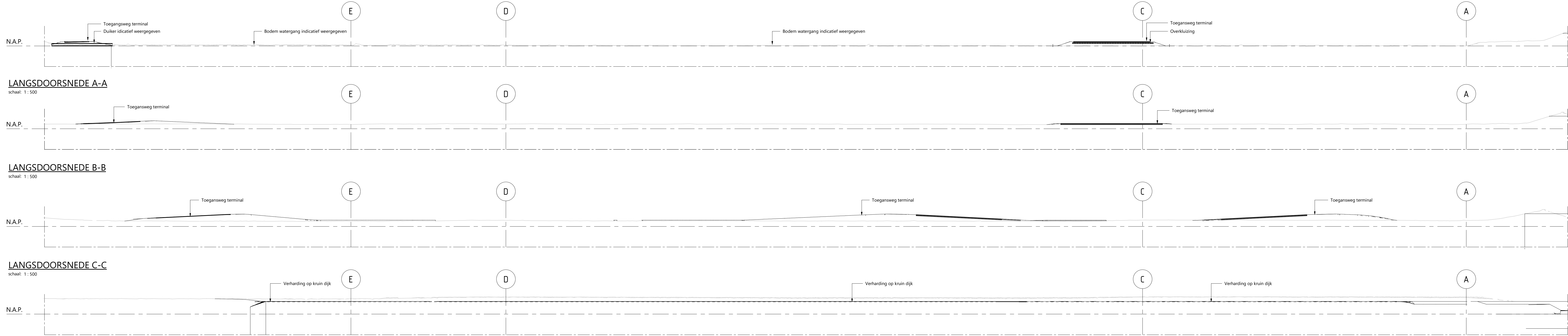
- Maten in millimeters, tenzij anders vermeld
- Peilmaten in meters t.o.v. N.A.P., tenzij anders vermeld
- Diameters in millimeters, tenzij anders vermeld
- Coördinaten in meters in het RD-stelsel



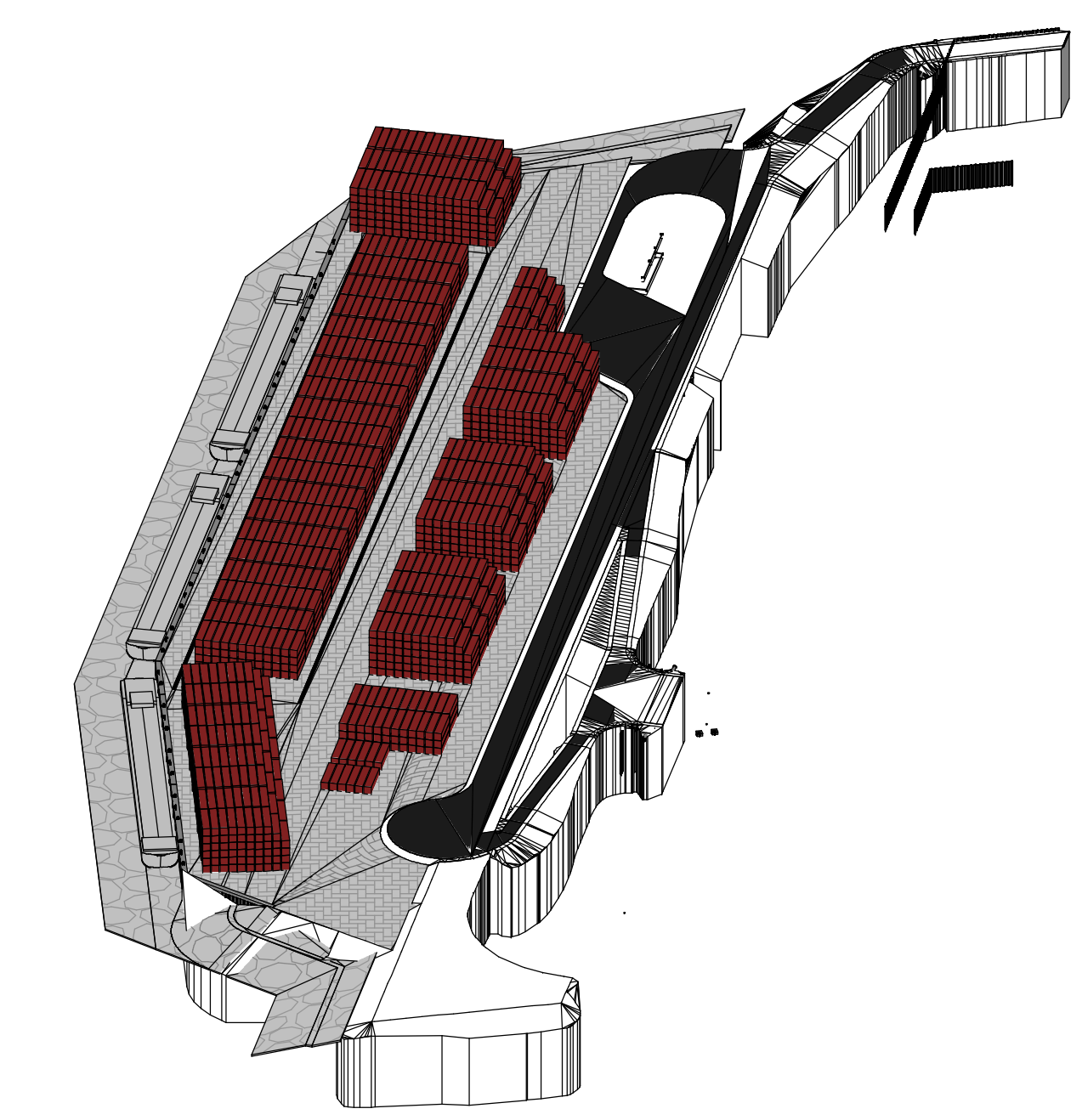
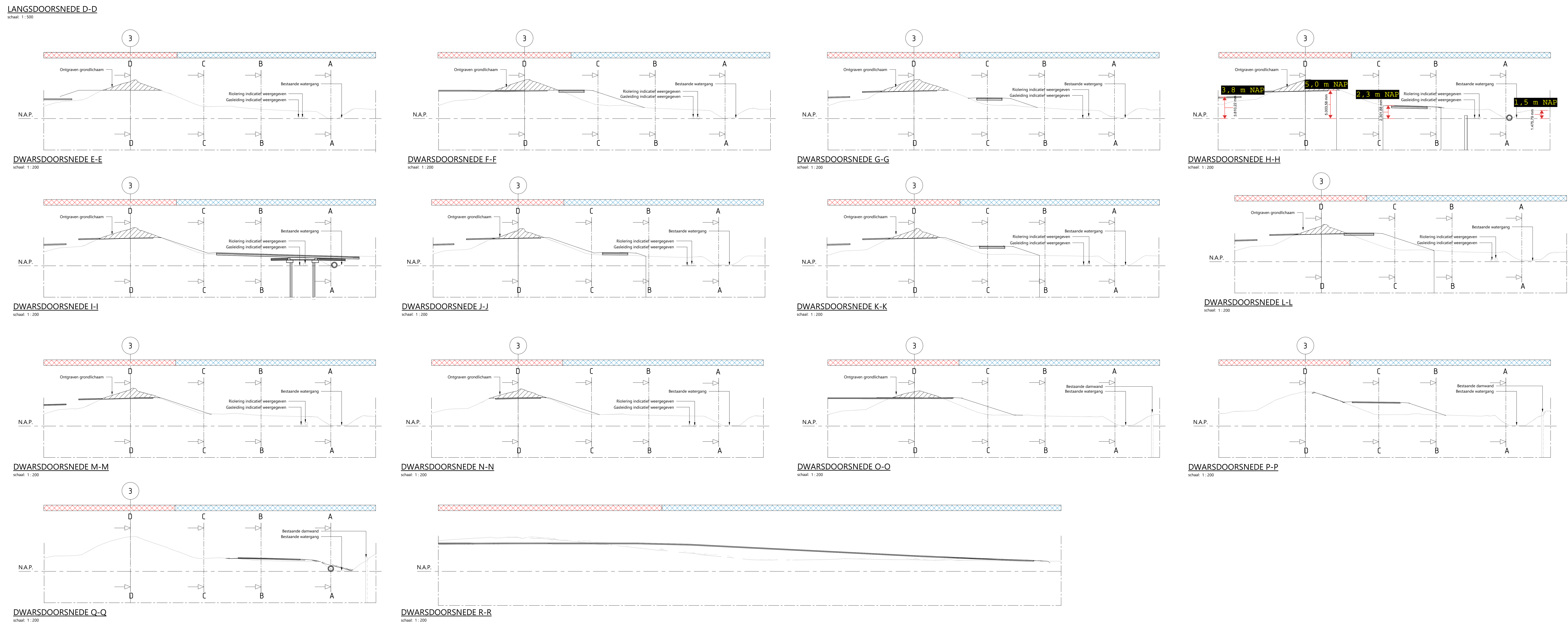
Witteveen+Bos
 Wijk: Getak Datum: Omschrijving:

Opdrachtgever: **Mepavex Logistics B.V.**
 Project: **Buitenhaven Bergen op Zoom**
 Voorlopig ontwerp
 Bovenaanzicht nieuwe situatie incl zones dijkllichaam

Status:	Definitief	Getekend:	H. Paalman
Datum:	01-06-2022	Geoorloofd:	M. Buckers
Formaat:	A0	Goedgekeurd:	G. Spaargaren
Schaal:	1:1000	Projectcode:	115018
		Tekeningnummer:	12_2003
		Bladnummer:	1/1



BOVENAANZICHT DWARSDOORSNEDES



3D AANZICHT

LEGENDA ZONES DIJKLICHAAM

- Waterstaatswerk waterkering
- Beschermingszone A
- Beschermingszone B
- Uitbreiding Beschermingszone B

VERKLARING ASSEN

AS-naam	Omschrijving
A	Einde voorzijde kade west
B	Vleugelrand west
C	Einde/Begin 'sprong' hooide kade
D	Einde/Begin aanrijgelaas
E	Einde voorzijde kad oost/Vleugelrand oost
1	Voorzijde NGO veld
Z	Voorzijde bedwaaier
3	Kruinhoogte +5.00 m NAP

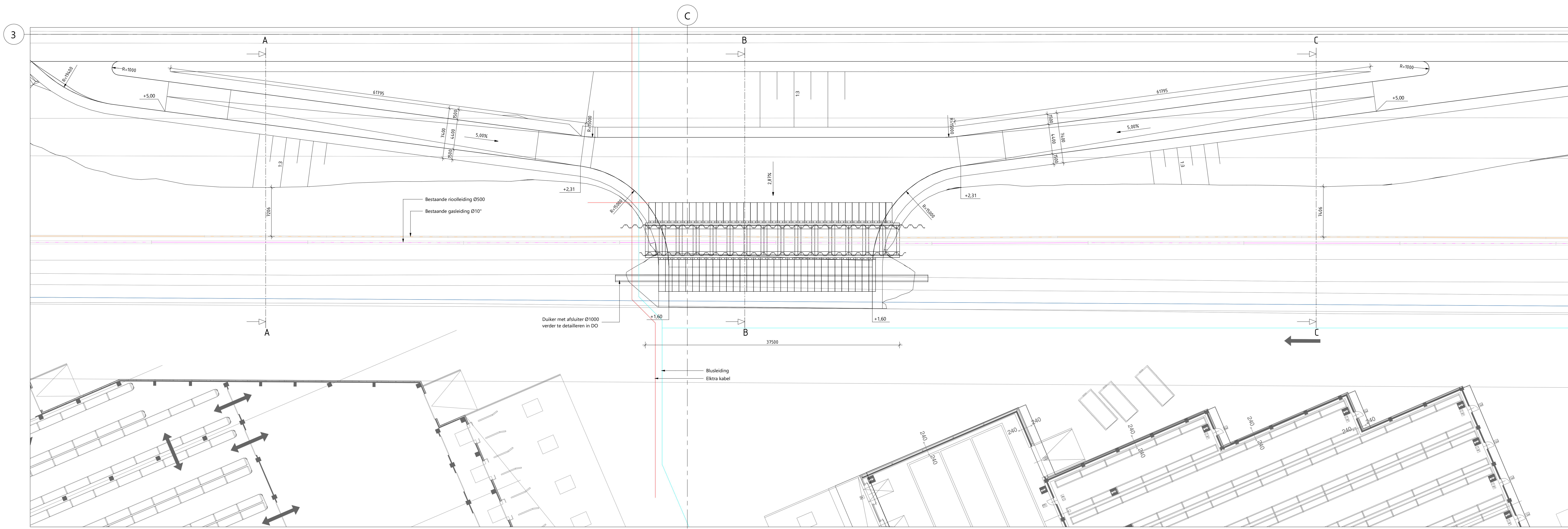
OPMERKINGEN

- Maten in millimeters, tenzij anders vermeld
- Afstanden in meters (c.v. N.A.P. tenzij anders vermeld)
- Diameters in millimeters, tenzij anders vermeld
- Coördinaten in meters in het RD-stelsel
- Bestand maaiwijd volgens de AHN4 DTM
- Aanname nieuwe tabu's 1:5, Bem maas verharding ca. 1.50 m
- E&L indicatief weergegeven hoogte is aangenomen op 100m onder bestaand maaiwijd

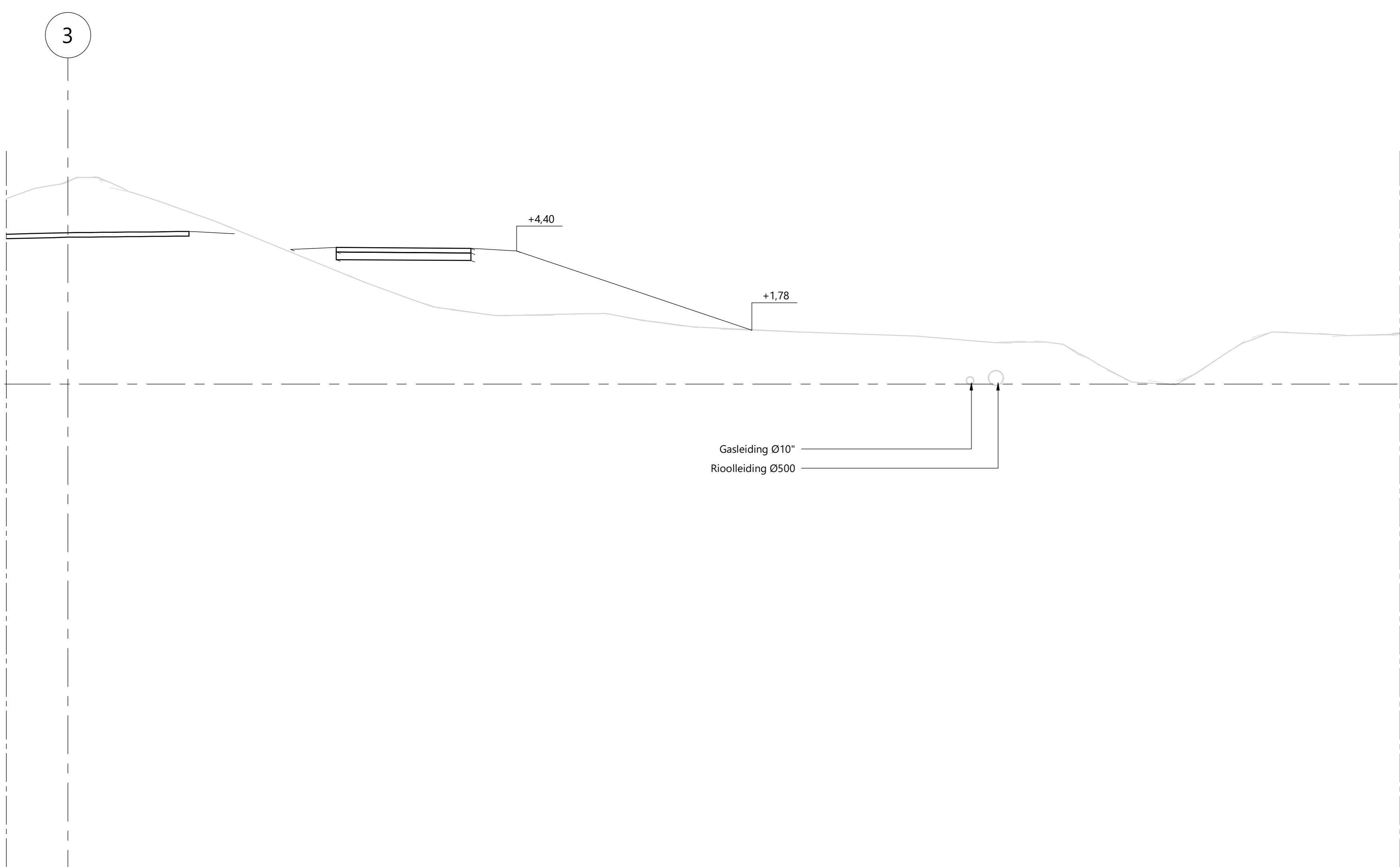
Witteveen		Bos	
Wijk	Genet.	Datum	Omschrijving

Ontwerper: Mepavex Logistics B.V.
 Project: Buitenhaven Bergen op Zoom
 Voorlopig ontwerp
 Dwarsdoorsnedes dijkllichaam

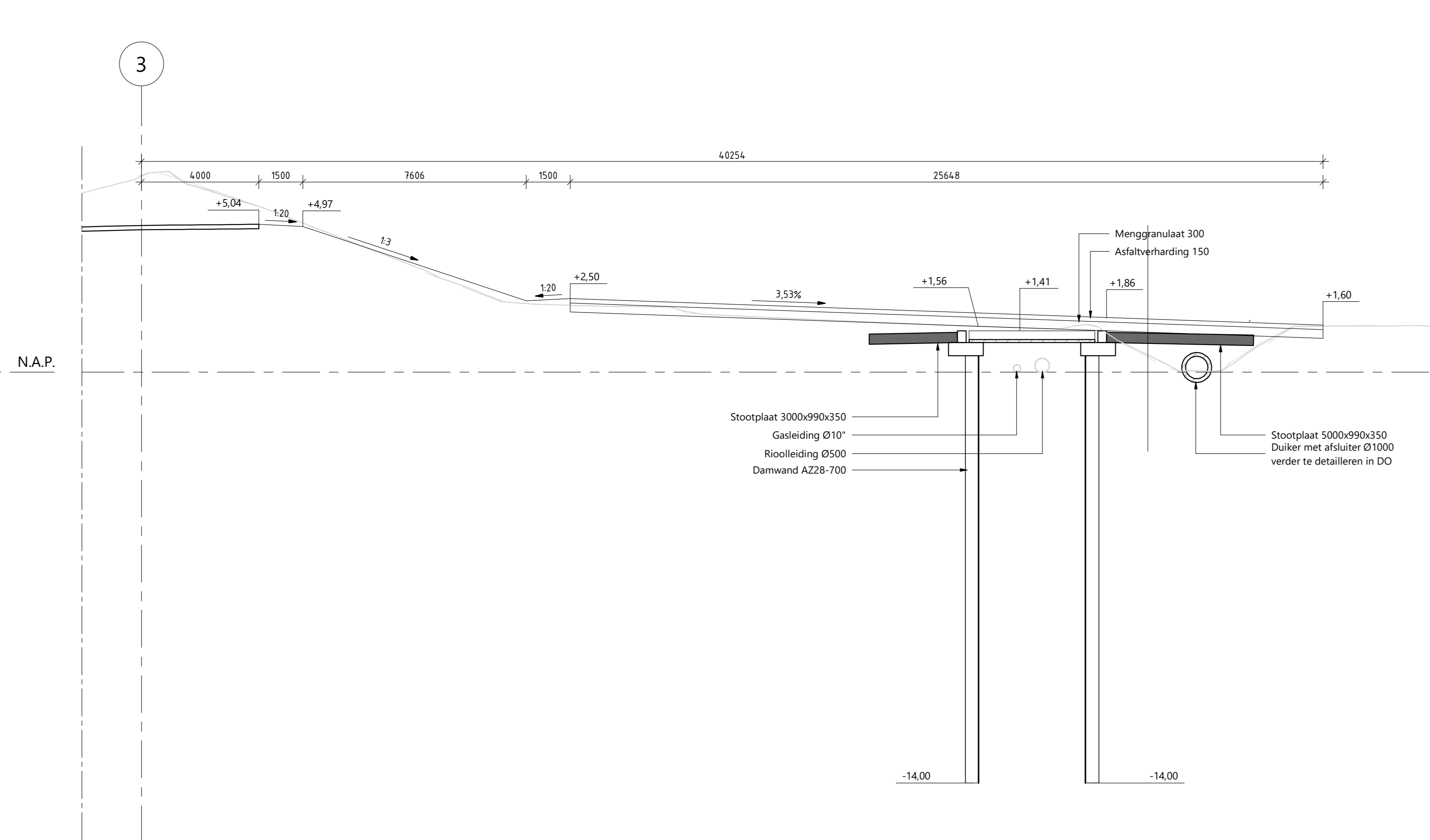
Situ.	Definitief	Genet.	H. Paalman
Datum	29-07-2022	Goedgekeurd	M. Buckers
Formaat	A0-1890 1:500, 1:200	Projectcode	12_2005
Witteveen-Bos	Beleidsplan Ingeval van N.V.	Uitvoering	1/1



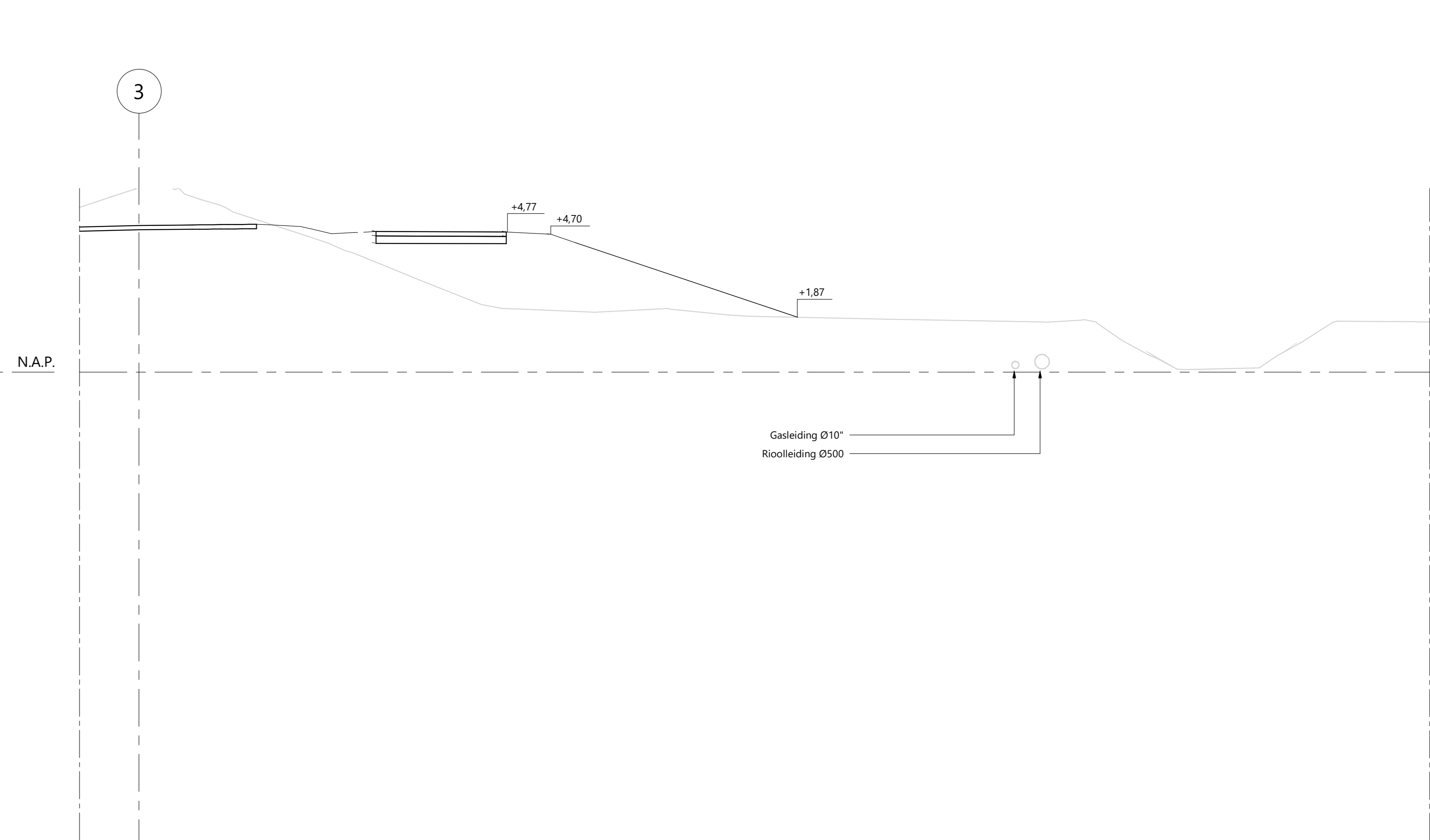
BOVENAANZICHT OVERKLUIZING
 schaal: 1:200



DWARSDOORSNEDE A-A
 schaal: 1:100



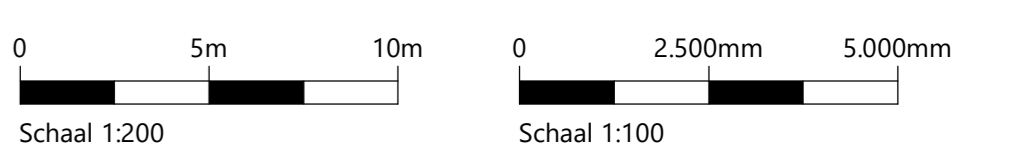
DWARSDOORSNEDE B-B
 schaal: 1:100



DWARSDOORSNEDE C-C
 schaal: 1:100

OPMERKINGEN

- Maten in millimeters, tenzij anders vermeld
- Reëlmaten in meters t.o.v. N.A.P., tenzij anders vermeld
- Diameters in millimeters, tenzij anders vermeld
- Coördinaten in meters in het RD-stelsel



Willevoens Bos
 Wijk: Genk Datum: Omschrijving:

Opdrachtgever:
Mepavex Logistics B.V.
 Project:
Buithaven Bergen op Zoom
 Omschrijving:
Aanzichten overkluzing

Status:	Definitief	Getekend:	H. Paalman
Datum:	01-06-2022	Goedgekeurd:	E. Carver
Formaat:	A3	Projectcode:	115018
AD-1680	1:200/1:100	Tekeningnummer:	12_5203
		Buiknummer:	1/1

Willevoens-Bos Raadgevende Ingenieurs B.V.
 Leenweg 8 | Postbus 233 | 7400 AE Deventer | +31 (0)570 69 79 11 | www.willevoensbos.com | KvK 38020751