

Berekening volgens NEN 3650:2020

Naam van het project : Voorbeeld bundelboring Sigma 2020 versie 3.1

Projectonderdeel : Bundelboring (1 x 90 mm + 1 x 110 mm + 1 x 160 mm + 1 x 200 mm)

Opdrachtgever : Kabel- en leidingbeheerder

Horizontaal gestuurde boring t.b.v. : Aanleg glasvezelverbinding / middenspanning
Bundelboring (1 x 90 mm + 1 x 110 mm + 1 x 160 mm + 1 x 200 mm)
Voorbeeld bundelboring Sigma 2020 versie 3.1

VOORBEELD

Datum rapport: 22 december 2021



Kees Schrijvers
Adviesbureau Schrijvers BV
+31(0)6-204 278 34





Inhoudsopgave

Blz.

Inleiding	1
Lengte boring (langs boorlijn)	1
In te zetten boormachine en ander materieel	1
Leidingmateriaal en leidingparameters	2
Gegevens van het waterstaatswerk	2
Berekening veiligheidszones	2
Vergunningverlenende instanties en voorschriften	3
Bestaande infrastructuur	3
Bijzonderheden	3
Uitvoeringsaspecten / boorspoeldrukken en trekkrachten	3
Meetsysteem waarmee de boring wordt uitgevoerd	3
Configuratie pilotboring/ruimgangen en intrekfase	4
Berekeningsresultaten boorspoeldrukken pilotfase	5
Berekeningsresultaten boorspoeldrukken ruimfase	5
Berekeningsresultaten boorspoeldrukken intrekken bundel	6
Berekening trekkrachten die op de leiding(en) worden uitgeoefend	7
Overzicht benodigde trekkrachten voor elke fase. T1 = rollenbaan/maaiveld.	7
Maximale trekkracht op de leiding	7
Toetsing of boorstelling voldoende trekkracht kan leveren	7
Overzicht berekende spanningen in de leiding tijdens het intrekken	8
De maximale spanning ten gevolge van het intrekken	8
De toelaatbare trekkracht volgens de NEN 3650:2020	8
Resultaten sterkteberekening van de leiding in de bedrijfssituatie	9
Berekeningen van de grondbelastingen (neutraal of gereduceerd)	9
Overzicht belangrijkste grondgegevens	9
Overzicht berekende grondbelastingen	9
Berekening van de verkeersbelastingen	10
Overzicht ingevoerde verkeersbelastingen met berekeningsresultaten	10
Toetsen berekeningsresultaten aan eisen NEN 3650:2020	11
1. Toetsen op spanningen t.g.v. directe en indirecte belastingen	11
Overzicht optredende spanningen in omtreksrichting	11
Overzicht optredende spanningen in langsrichting t.p.v. de bocht	11
2. Toetsen op minimale ringstijfheid	11
3. Toetsen op implosie	12
4. Toetsen op deflectie (vervorming)	12

Bijlagen

Bijlage A	: Grondgegevens
Bijlage B	: Overzicht eigenschappen boorinstallatie
Bijlage C	: Bewaken nauwkeurigheid boring tijdens uitvoeren pilotboring
Bijlage D	: Onderzoek naar kwelproblematiek
Bijlage E	: Bentonietparameters en hoeveelheden

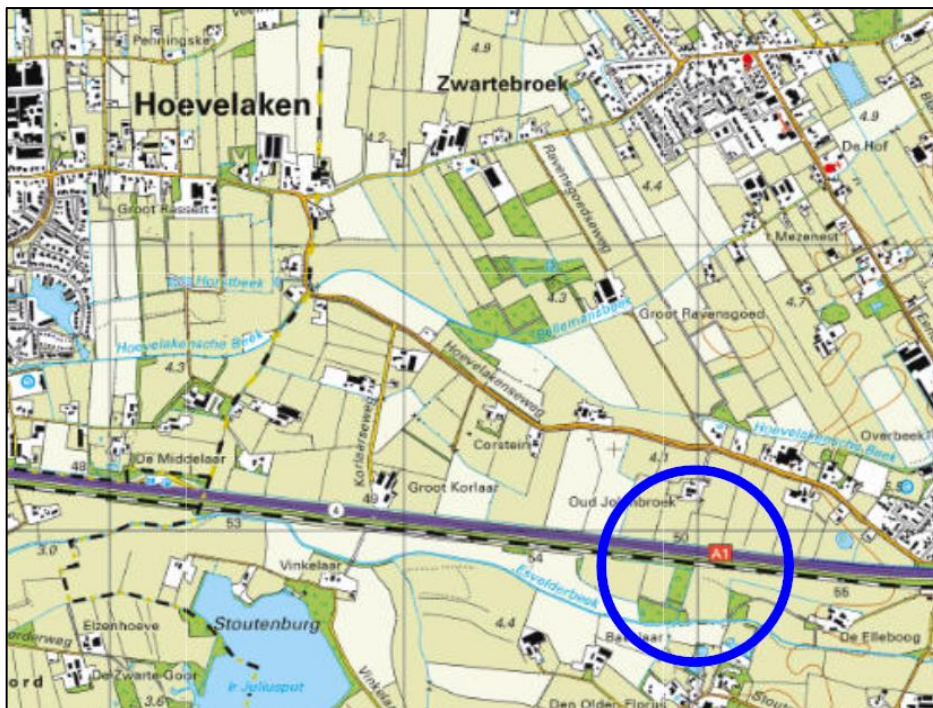


Inleiding

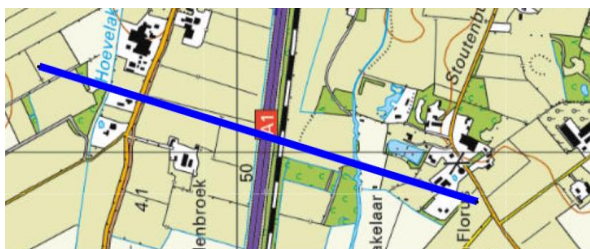
Een opdrachtgever is voornemens om een horizontaal gestuurde boring uit te voeren ten behoeve van de aanleg van een glasvezelnetwerk.

Samenstelling boring : Bundelboring (1 x 90 mm + 1 x 110 mm + 1 x 160 mm + 1 x 200 mm)

Voor het ontwerp van de boring is rekening gehouden met de in te zetten boorinstallatie.



Locatie van de te maken boring (fictief voorbeeld)



Bovenaanzicht geprojecteerde boring (fictief voorbeeld)

Lengte boring

Lengte boring (langs boorlijn) $L = 578,36 \text{ m}$

In te zetten boormachine en ander materieel

		Ditch Witch JT100
Maximale trekkracht boormachine	T_{rig}	= 49,00 ton
Diameter boorstangen	D_b	= 92,00 mm
Diameter boorgat tijdens pilotboring	D_p	= 170,00 mm
Diameter boorgat tijdens ruimen	$D_{g,r}$	= 350,00 mm
Diameter boorgat tijdens intrekken leiding(en)	$D_{g,i}$	= 470,00 mm
Minimale radius boorstangen	R_{rig}	= 70,00 m

Berekening volgens NEN 3650:2020

Naam van het project : Voorbeeld bundelboring Sigma 2020 versie 3.1

Projectonderdeel : Bundelboring (1 x 90 mm + 1 x 110 mm + 1 x 160 mm + 1 x 200 mm)

Bladzijde : 2



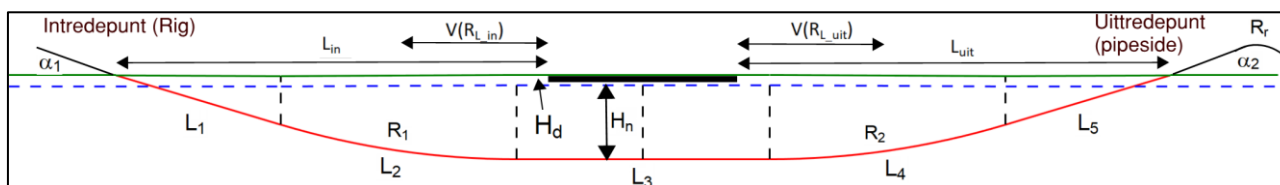
Basisgegevens

Leidingmateriaal en leidingparameters

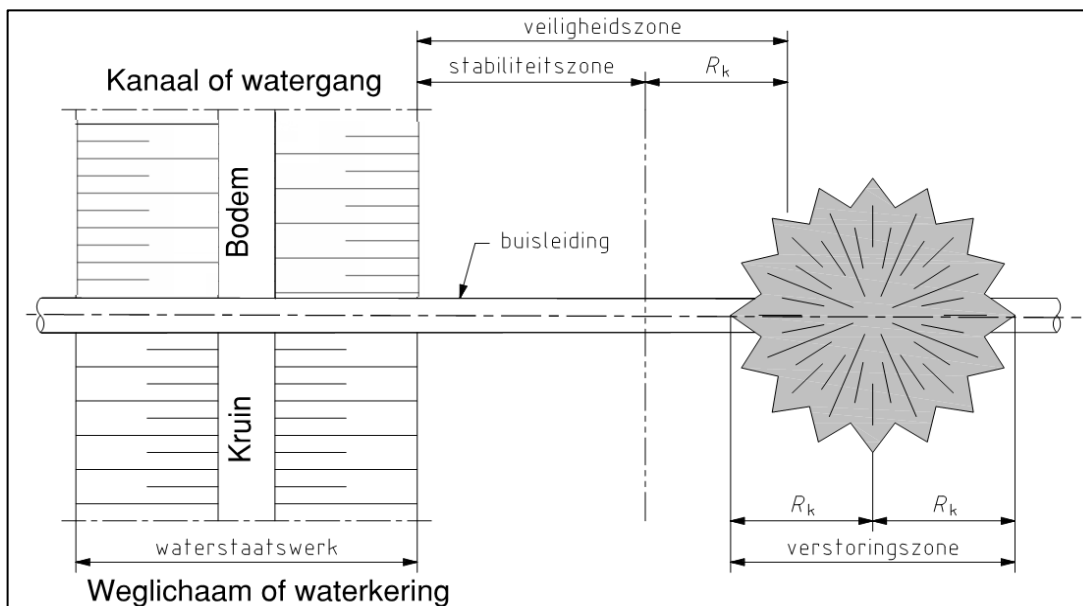
Materiaal		=	PE 100 SDR 11
Uitwendige diameter	D_e	=	200 mm
Wanddikte	d_n	=	18,2 mm
Inwendige diameter	D_i	=	163,6 mm
Gemiddelde diameter	D	=	181,8 mm

Gegevens van het waterstaatswerk

Afstand intredepunt tot zijkant weg/waterkering	L_{in}	=	88,50 m
Afstand uittredepunt tot zijkant weg/waterkering	L_{uit}	=	73,00 m
Hoogteverschil kruin-maaiveld nabij intredepunt	H_{werk_in}	=	2,00 m
Hieruit volgt viermaal hoogteverschil	$H_{werk_in} \times 4$	=	8,00 m
Hoogteverschil kruin-maaiveld nabij uittredepunt	H_{werk_uit}	=	1,50 m
Hieruit volgt viermaal hoogteverschil	$H_{werk_uit} \times 4$	=	6,00 m



Dwarsdoorsnede principe veiligheidszone volgens NEN 3651:2020



Schematische weergave van stabiliteitszone-, verstoringszone en veiligheidszone bij een kruising

Berekening veiligheidszones

De leiding is drukloos. Er is daardoor geen erosiekrater.

Veiligheidszone waterstaatswerk intredezijde	$V(R_{L_in})$	=	8,00 m
Veiligheidszone waterstaatswerk uittredezijde	$V(R_{L_uit})$	=	6,00 m



Vergunningverlenende instanties en voorschriften

Voor deze boring is vergunning vereist van Rijkswaterstaat. .

Bij het maken van het ontwerp is rekening gehouden met de Richtlijn Boortechnieken 2019 en de NEN 3650-serie. Er zijn 2 sonderingen gemaakt door een geotechnisch bureau.

Bestaande infrastructuur

Bij het maken van het ontwerp van de HDD is het van belang om zowel de ondergrondse -en de bovengrondse infrastructuur in beeld te brengen. Om de ondergrondse infrastructuur in beeld te krijgen is een Klic oriëntatieonderzoek gedaan. Met de Klic gegevens is rekening gehouden bij het uitwerken van het boorprofiel.

Bijzonderheden

Boring met twee verticale bochten. Lengte boring circa 580 m.

Bundel met vier buizen.

Voor de boring zijn twee sonderingen uitgevoerd. Deze GEF-bestanden zijn in Sigma ingelezen.

Uitvoeringsaspecten / boorspoeldrukken en trekkrachten

Om de horizontaal gestuurde boring uit te kunnen voeren wordt gebruik gemaakt van een boorstelling. Namelijk de Ditch Witch JT100

De kromtestraal van de neergaande bocht R_1 : 250 m

De kromtestraal van de opgaande bocht R_2 : 250 m

Geen extra horizontale of gecombineerde bocht

De pilotboring wordt uitgevoerd met boorstangen en een boorkop.

De diameter van de boorstangen bedraagt : 92,00 mm

De diameter van het boorgat is tijdens de pilot (gelet op stuurplaat of gyro) : 170,00 mm

Dit betekent dat er tijdens het maken van de pilotboring een annulaire ruimte aanwezig is waarlangs de losgewoelde boorspoeling moet worden afgevoerd van : 78,00 mm

Indien sprake is van een extra ruimgang dan wordt bedraagt de diameter

van het boorgat t.g.v. deze ruimer : 350 mm

Hierdoor is er tijdens het ruimen een annulaire ruimte aanwezig is van : 258,00 mm

Om de leiding in te trekken wordt gebruik gemaakt van een ruimer.

De diameter van het boorgat tijdens het intrekken bedraagt daardoor : 470,00 mm

Dit betekent dat er tijdens het intrekken van de leiding(en) een annulaire ruimte aanwezig is die gelijk is aan het verschil (boorgatdiameter - diameter(s) in te trekken leidingen)

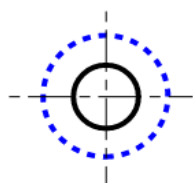
Ofwel er is een annulaire ruimte beschikbaar van : 177,08 mm

Meetsysteem waarmee de boring wordt uitgevoerd : Gyro



Configuratie pilotboring/ruimgangen en intrekfase

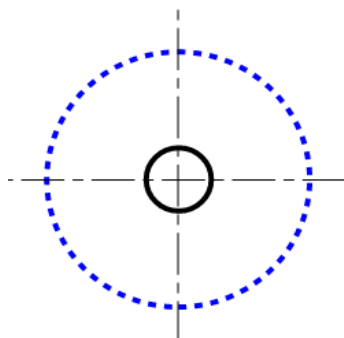
Configuratie pilotboring



Boorstang Ø 92 mm

Boorgat Ø 170 mm

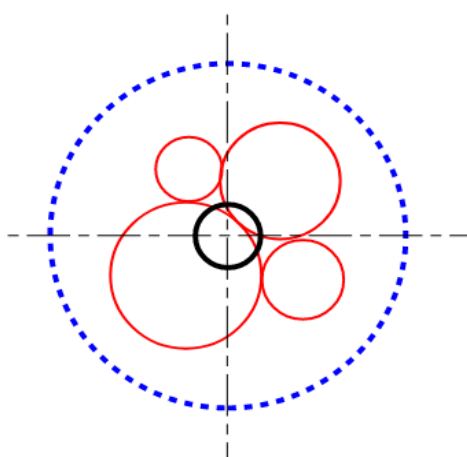
Configuratie ruimfase



Boorstang Ø 92 mm

Boorgat Ø 350 mm

Configuratie intrekfase

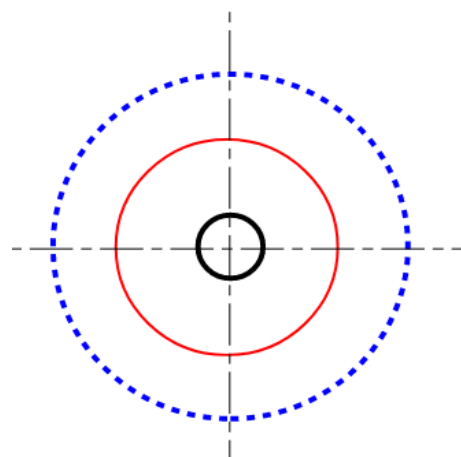


Boorstang Ø 92 mm

Boorgat Ø 470 mm

Vier buizen intrekken
Ø 90 mm + Ø 110 mm +
Ø 160 mm + Ø 200 mm

—



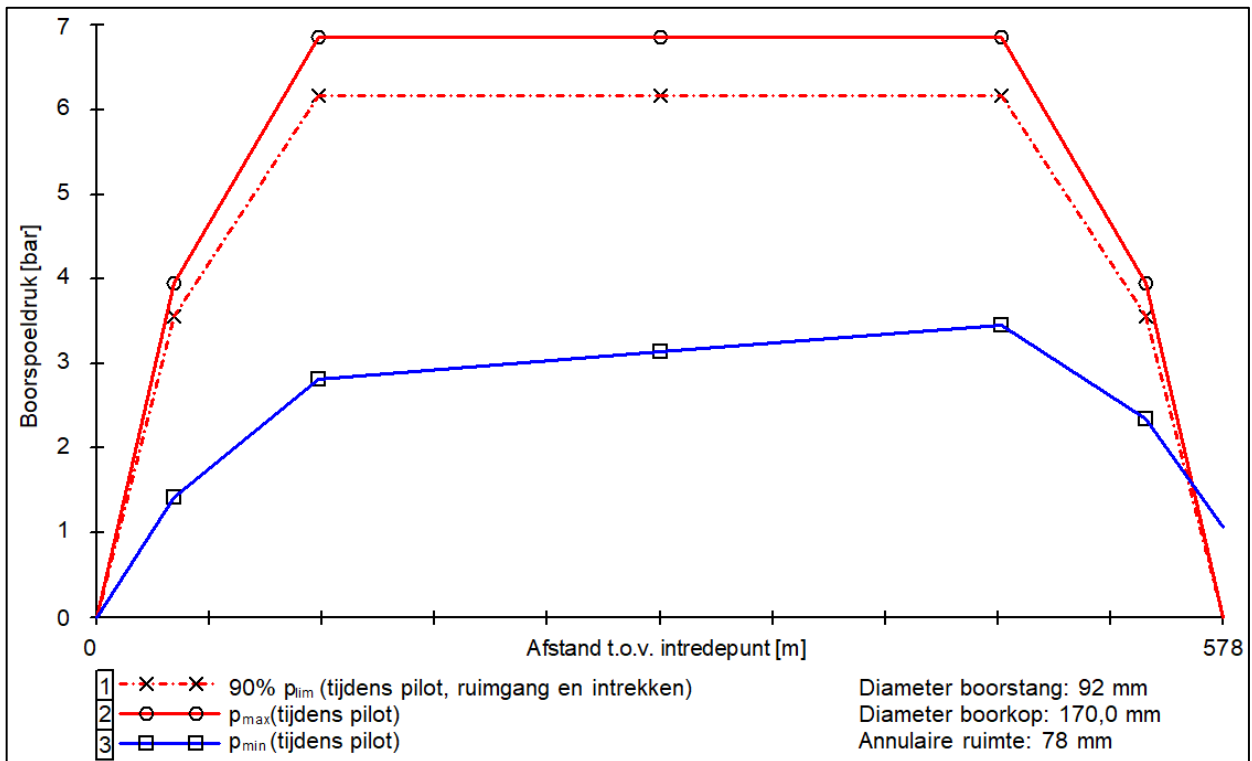
Boorstang Ø 92 mm

Boorgat Ø 470 mm

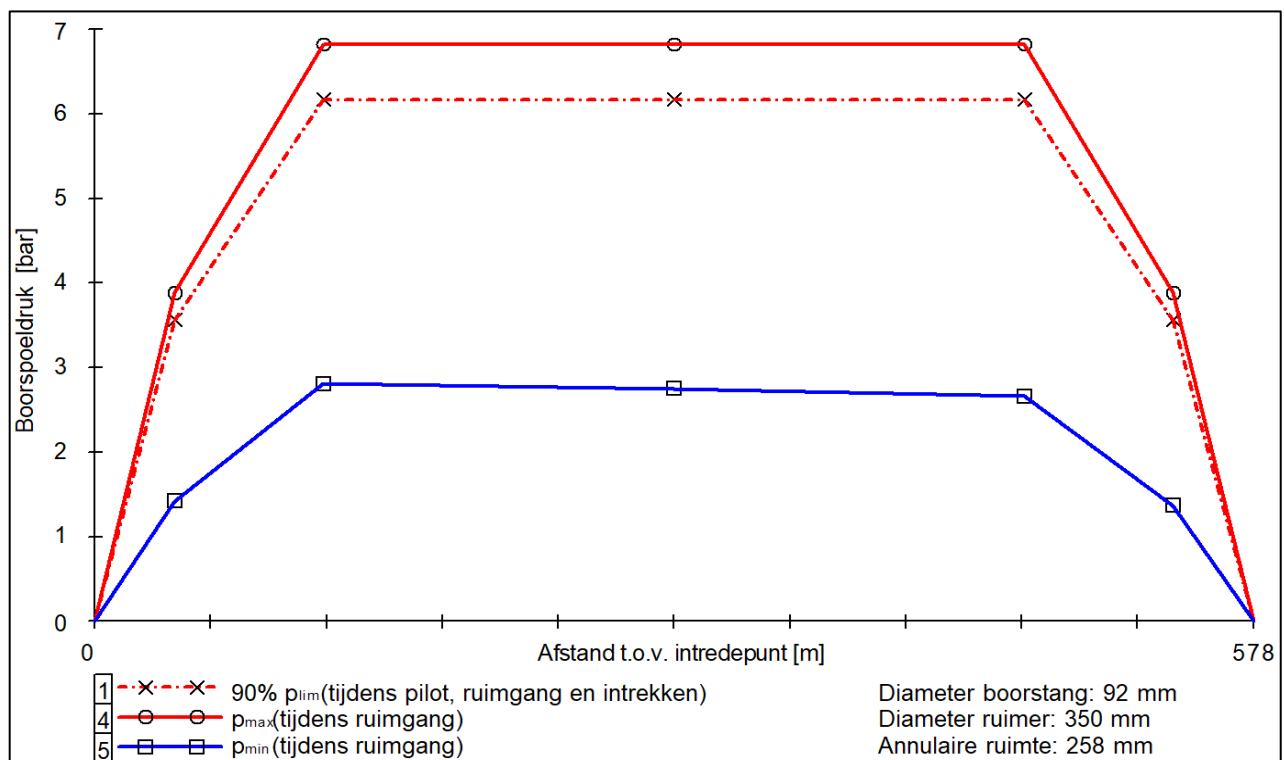
Vier buizen intrekken is
fictieve diameter van
Ø 292,9 mm



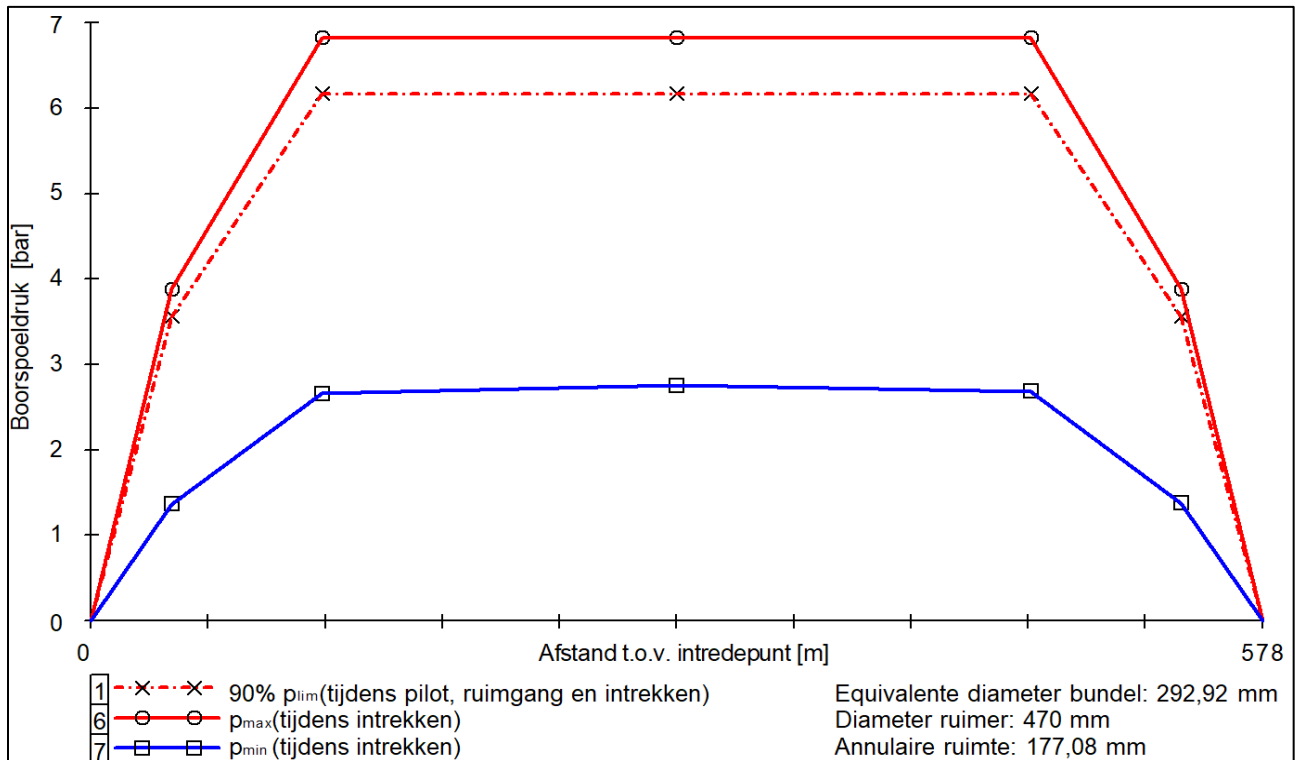
Met behulp van het programma Sigma:2020 zijn de toelaatbare en minimaal vereiste boorspoeldrukken berekend. De uitkomsten hiervan zijn in tabelvorm en grafisch weergegeven



Berekeningsresultaten boorspoeldrukken pilotfase



Berekeningsresultaten boorspoeldrukken ruimfase



Berekeningsresultaten boorspoeldrukken intrekken bundel

In het algemeen is bij zandgrond P_{max} maatgevend. Bij klei is dit in het algemeen $90\%P_{lim}$

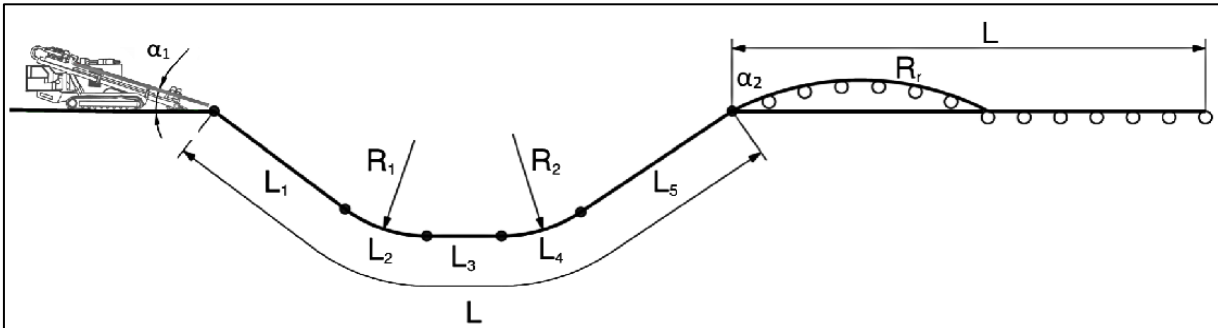
De pilotboring is maatgevend omdat dan in niet geroerde grond geboord wordt. Bij het ruimen van het boorgat is de benodigde boorspoeldruk lager dan bij de pilotboring.

Volgens de vigerende voorschriften dient het verschil tussen de minimaal vereiste boorspoeldruk (blauwe lijn) en de maximaal toelaatbare boorspoeldruk (rode lijn) ten minste 0,5 bar te bedragen. Inherent aan de boortechniek is sprake van enige uitbraak van boorspoeling aan het eind van de boring. Dit levert geen problemen op.



Berekening trekkkrachten die op de leiding(en) worden uitgeoefend

Om de leiding(en) vanaf het uittredepunt richting het intredepunt te trekken moet gebruik gemaakt worden van een geschikte boorinstallatie.



Algemeen principe optredende trekkkrachten in de leiding

De trekkkrachten zijn per leidinggedeelte te berekenen met het programma Sigma.

De trekkkracht is maximaal aan het eind van de boring, of aan het uiteinde van de opgaande bocht. Deze trekkkracht wordt bepaald om beoordelen of de in te trekken leiding hier tegen bestand is, maar ook om in te schatten welke boorstelling nodig is.

Trekkkracht T_{tot} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_2 / T_{3a} [N]	$T_{3b, \text{neer}}$ [N]	$T_{3c, \text{neer}}$ [N]	$T_{3b, \text{op}}$ [N]	$T_{3c, \text{op}}$ [N]	T_{tot} [N]
Na intrekken van L_5	28.859	3.011	-	-	-	-	31.870
Na intrekken van $L_5 + L_4$	24.883	8.595	185	3.582	-	-	37.245
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	6.121	34.940	185	3.582	-	-	44.828
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	2.144	40.524	185	3.582	185	4.580	51.200
Geheel ingetrokken	0	43.535	185	3.582	185	4.580	52.067

Overzicht benodigde trekkkrachten voor elke fase. T_1 = rollenbaan/maaiveld.

Maximale trekkkracht op de leiding

De maximale trekkkracht die de leiding ondervindt bedraagt : 52.067 N
 Omgerekend in ton trekkkracht bedraagt deze voor de leiding in het rapport : 5,21 ton
 De totale trekkkracht (alle buizen indien sprake is van een bundel) bedraagt : 13,53 ton

De aannemer maakt gebruik van een boormachine met een trekkkracht van : 49,00 ton

Toetsing of boorstelling voldoende trekkkracht kan leveren

De verhouding vereiste trekkkracht / beschikbare trekkkracht bedraagt : 3,62 -

Volgens Richtlijnen Aannemers Boortechnieken (DCA-Europe) dient deze verhouding minimaal twee tot drie keer de vereiste trekkkracht te bedragen. Hier wordt aan voldaan.

Deze voorgestelde machine kan de vereiste trekkkracht realiseren.

Berekening volgens NEN 3650:2020

Naam van het project : Voorbeeld bundelboring Sigma 2020 versie 3.1

Projectonderdeel : Bundelboring (1 x 90 mm + 1 x 110 mm + 1 x 160 mm + 1 x 200 mm)

Bladzijde : 8



Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Na intrekken van L_5	31.870	3,07	-	3,07
Na intrekken van $L_5 + L_4$	37.245	3,58	0,61	3,98
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	44.828	4,31	-	4,31
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	51.200	4,93	0,61	5,32
Geheel ingetrokken	52.067	5,01	-	5,01

Overzicht berekende spanningen in de leiding tijdens het intrekken

De maximale spanning ten gevolge van het intrekken : 5,32 N/mm²

De toelaatbare trekkracht volgens de NEN 3650:2020 : 10,00 N/mm²

Conclusie:

Voldoet



Resultaten sterkteberekening van de leiding in de bedrijfssituatie

Wanneer de boring is uitgevoerd wordt de leiding belast door grond en verkeer. Indien sprake is van een mediumleiding is sprake van inwendige druk en dit levert ook spanningen op.

In de NEN 3650 is voorgeschreven hoe die spanningen berekend moeten worden.

Berekeningen van de grondbelastingen (neutraal of gereduceerd)

Voor de grondbelasting op de leiding kan gebruik gemaakt worden van informatie uit het Dinoloket, sonderingen, grondboringen of kennis van het gebied.

In de NEN 3650 is tabel B.1 opgenomen. Deze tabel is afgeleid van de NEN 9997-1+C2.

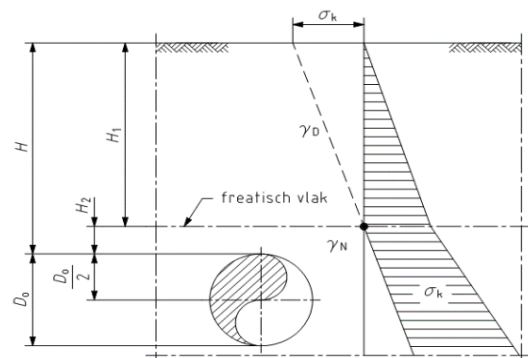
Berekening neutrale grondbelasting

Indien geen grondwater aanwezig is:

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

Indien ter plaatse grondwater boven de buis aanwezig is dan volgt:

$$q_n = \gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d + \gamma \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w$$



Gelet op het beschikbare grondonderzoek zijn de volgende gegevens ingevoerd:

Locatie	Afstand t.o.v. intrdepunt [m]	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grondsoort	Volumiek gewicht droge grond [kN/m³]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m³]	Wrijvingshoek grond [°]
1e rechte deel	40,00	12,00	2,00	Klei	17,00	17,00	17,50
Neergaande bocht	114,18	23,00	2,00	Klei	17,00	17,00	17,50
2e rechte deel	289,18	23,00	2,00	Klei	17,00	17,00	17,50
Opgaande bocht	464,18	23,00	2,00	Klei	17,00	17,00	17,50
3e rechte deel	538,36	12,00	2,00	Klei	17,00	17,00	17,50

Overzicht belangrijkste grondgegevens

Rekening houdende met de grondeigenschappen en de grondwaterstanden zien we:

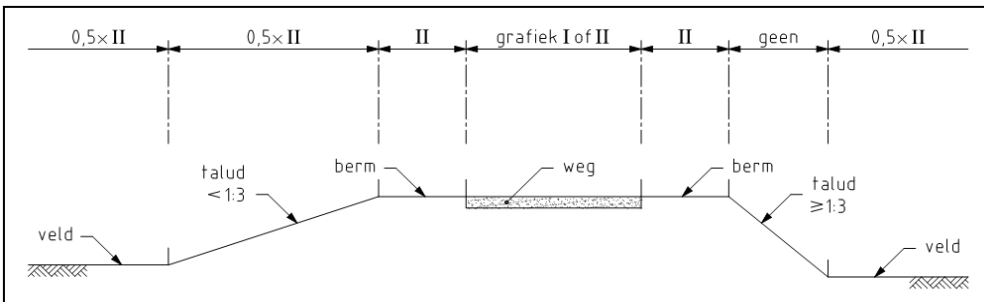
Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grondsoort	q _{droog} [kN/m²]	q _{nat} [kN/m²]	q _{totaal} [kN/m²]	Q _n [N/mm¹]
1e rechte deel	12,00	2,00	Klei	37,40	187,00	224,40	24,88
Neergaande bocht	23,00	2,00	Klei	37,40	392,70	430,10	44,02
2e rechte deel	23,00	2,00	Klei	37,40	392,70	430,10	44,02
Opgaande bocht	23,00	2,00	Klei	37,40	392,70	430,10	44,02
3e rechte deel	12,00	2,00	Klei	37,40	187,00	224,40	24,88

Overzicht berekende grondbelastingen



Berekening van de verkeersbelastingen

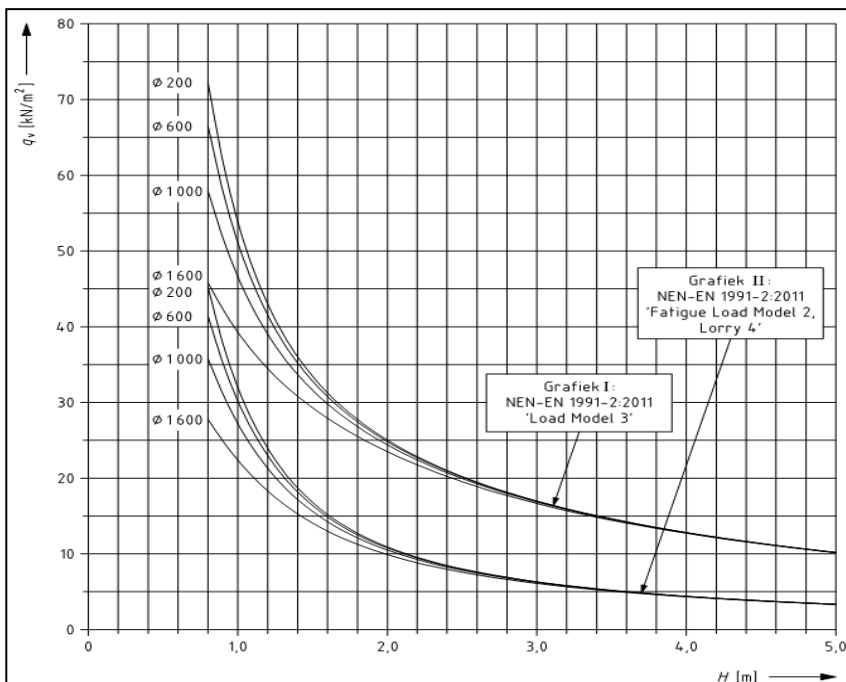
Er wordt bij verkeersbelasting onderscheid gemaakt in drie verkeersklassen:



Grafiek I is van toepassing op stroomwegen zoals rijkswegen en provinciale wegen.

Grafiek II is van toepassing voor stadswegen.

Grafiek $\frac{1}{2} \times II$ is wordt gebruikt voor gebieden waar incidenteel verkeer komt bijvoorbeeld voor bij maaierwerkzaamheden



Verkeersbelasting volgens NEN 3650:2020

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	Verkeers- belasting	q_v [kN/m ²]	Q_v [N/mm ¹]
1e rechte deel	12,00	Grafiek $\frac{1}{2} \times II$	0,65	0,13
Neergaande bocht	23,00	Grafiek II	0,45	0,09
2e rechte deel	23,00	Grafiek I	1,01	0,20
Opgaande bocht	23,00	Grafiek II	0,45	0,09
3e rechte deel	12,00	Grafiek $\frac{1}{2} \times II$	0,65	0,13

Overzicht ingevoerde verkeersbelastingen met berekeningsresultaten



Toetsen berekeningsresultaten aan eisen NEN 3650:2020

1. Toetsen op spanningen t.g.v. directe en indirecte belastingen

Locatie	σ_q [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]	α_σ [-]	σ_{y2} [N/mm ²]
1e rechte deel	7,02	-	0,65	4,56
Neergaande bocht	12,38	0,036	0,65	8,07
2e rechte deel	12,41	-	0,65	8,06
Opgaande bocht	12,38	0,036	0,65	8,07
3e rechte deel	7,02	-	0,65	4,56

Overzicht optredende spanningen in omtreksrichting

Maximale spanning in omtreksrichting	$\sigma_{y2} =$	8,07 N/mm ²	Voldoet niet
Toelaabare spanning leidingmateriaal	$\sigma_{ld} =$	8,00 N/mm ²	

In langsrichting zien we de volgende spanningen:

Locatie	σ_{pl} [N/mm ²]	σ_{ax} [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	α_σ [-]	σ_x [N/mm ²]
1e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00
Neergaande bocht	0,00	0,00	0,61	0,65	0,39
2e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00
Opgaande bocht	0,00	0,00	0,61	0,65	0,39
3e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00

Overzicht optredende spanningen in langsrichting t.p.v. de bocht

Maximale spanning in langsrichting	$\sigma_x =$	0,39 N/mm ²	Voldoet
Toelaabare spanning leidingmateriaal	$\sigma_{ld} =$	10 N/mm ²	

2. Toetsen op minimale ringstijfheid

Met de wanddikte en de elasticiteitsmodulus van het materiaal kan de wandstijfheid worden berekend.

De ringstijfheid van de leiding is $S_N = 81,25 \text{ kN/m}^2$

Minimale ringstijfheid volgens NEN 3650 $S_{N_min} = 2 \text{ kN/m}^2$

Conclusie toetsing op minimale ringstijfheid: **Voldoet**



3. Toetsen op implosie

Als gevolg van de druk van het grondwater kan de leiding imploderen. Bij horizontaal gestuurde boringen kan de leiding imploderen door te hoge boorspoeldrukken.

Volgens de NEN 3650 moet daarom getoetst worden op implosie. Hierbij wordt gekeken naar implosie korte duur en implosie lange duur.

$$p_o = \frac{1}{\gamma \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \frac{24 \cdot E \cdot I_w}{D_g^3}$$

Implosie korte duur	$p_{o,kort}$	=	1,55	N/mm ²
Implosie lange duur	$p_{o,lang}$	=	0,28	N/mm ²

Er is een risico op implosie indien meer grondwater aanwezig is dan		27,78	m
Ter plaatse is grondwater boven de buis van	h_n	=	21,00 m

Conclusie toetsing op implosie:

Voldoet

4. Toetsen op deflectie (vervorming)

Met name bij kunststofleidingen is toetsing op deflectie noodzakelijk. Bij het berekenen hiervan wordt bij kunststof gerekend met E' . Bij staal met E . Voor elke doorsnede is de deflectie uitgerekend.

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,083 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_d) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$$

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_r [N/mm ²]	δ_Y [mm]	δ_Y/D_g [%]
1e rechte deel	24,88	0,13	-	2,40	1,32
Neergaande bocht	44,02	0,09	0,00055	4,25	2,34
2e rechte deel	44,02	0,20	-	4,25	2,34
Opgaande bocht	44,02	0,09	0,00055	4,25	2,34
3e rechte deel	24,88	0,13	-	2,40	1,32

Overzicht deflectie in mm en %

Maximale deflectie als gevolg van grond- verkeer en indirecte belasting	=	4,25	mm
Maximaal toelaatbare deflectie	=	8,00	mm

Conclusie toetsing op implosie:

Voldoet

Berekening volgens NEN 3650:2020

Naam van het project : Voorbeeld bundelboring Sigma 2020 versie 3.1

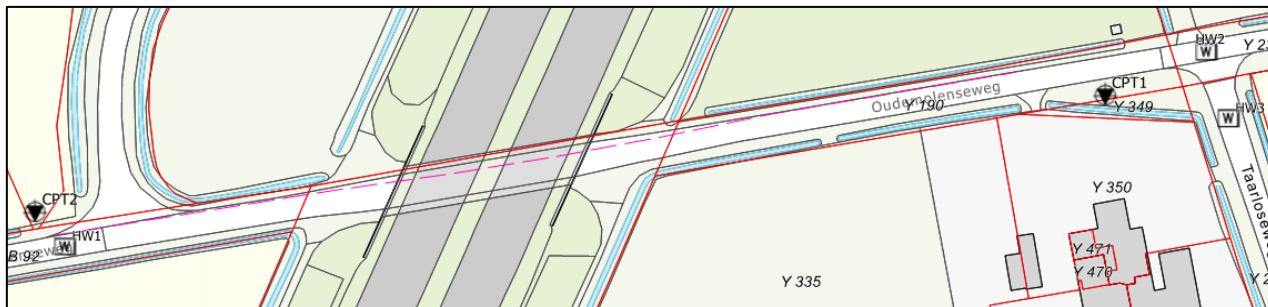
Projectonderdeel : Bundelboring (1 x 90 mm + 1 x 110 mm + 1 x 160 mm + 1 x 200 mm)

Bijlage A : Grondgegevens



Overzicht beschikbaar grondonderzoek

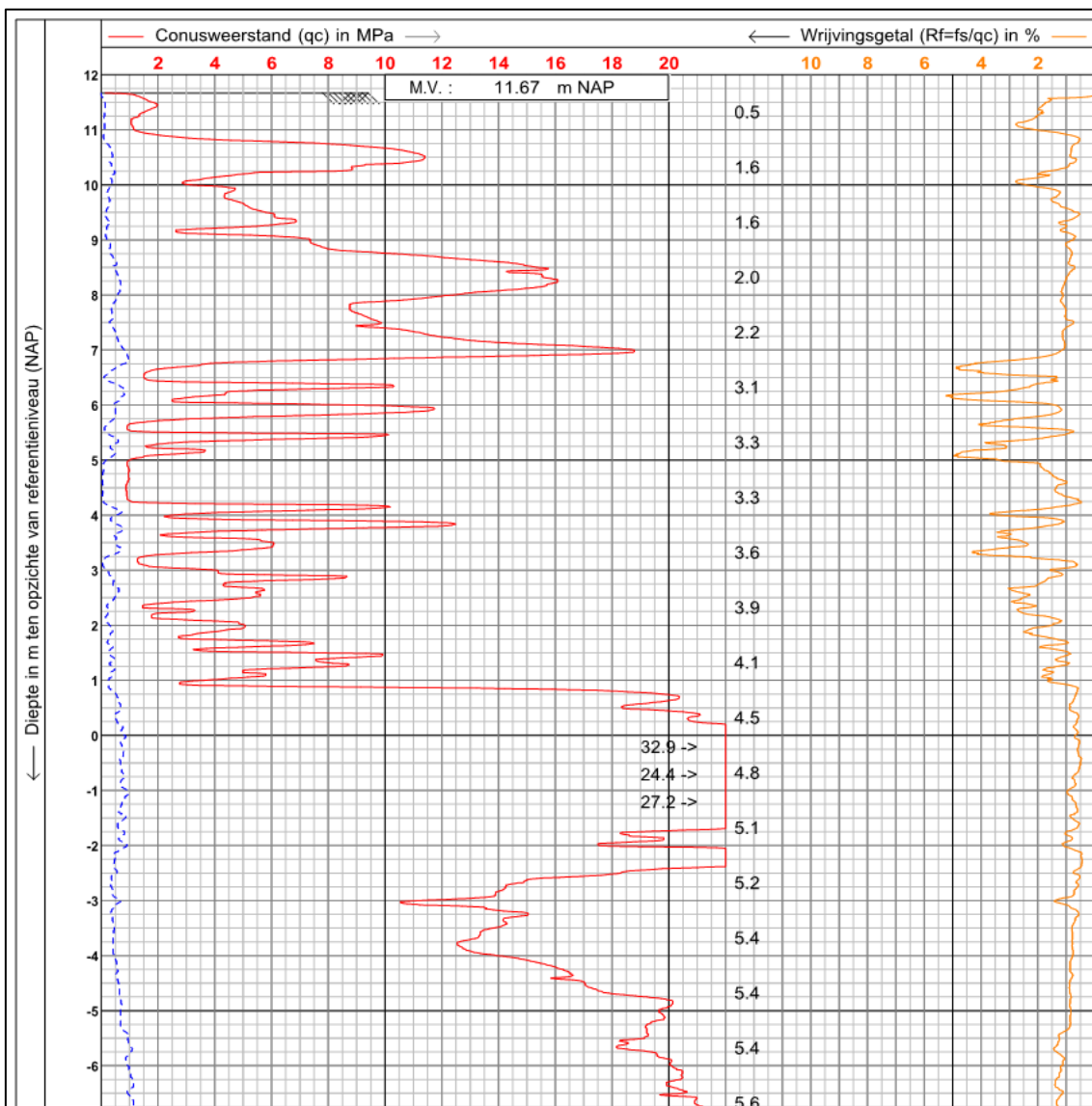
Er is grondonderzoek uitgevoerd. Dit is ingelezen in het programma Sigma.



Grondonderzoeken die gebruikt zijn voor de berekeningen

Aantal sonderingen welke van toepassing zijn voor deze boring : 2 stuks

Aantal grondboringen welke van toepassing zijn voor deze boring : 0 stuks



Fragment van sondering nr. 1

Berekening volgens NEN 3650:2020

Naam van het project : Voorbeeld bundelboring Sigma 2020 versie 3.1

Projectonderdeel : Bundelboring (1 x 90 mm + 1 x 110 mm + 1 x 160 mm + 1 x 200 mm)

Bijlage B : Overzicht eigenschappen boorinstallatie



Gegevens in te zetten boorinstallatie: Ditch Witch JT100



Informatie over de boorinstallatie

Fabrikant	:	Ditch Witch
Type	:	JT100
Maximale trekkracht	:	49 ton
Maximale duwkracht	:	32 ton
Maximaal draaimoment	:	16.300 Nm
Lengte boormachine	:	9 m
Breedte boormachine	:	3 m
Hoogte boormachine	:	3 m
Lengte boorstangen	:	5 m
Eigen gewicht	:	21.532 kg
Diameter boorstangen	:	92 mm
Diameter boorgat tijdens μ	:	170 mm
Diameter boorgat tijdens τ	:	350 mm
Materiaal boorstangen	:	Staal
Minimum buigstraal	:	70 m
Maximale pompdruk	:	69 bar
Maximaal debiet	:	870 liter/min



Bewaking nauwkeurigheid boring tijdens pilot

Het is mogelijk dat de pilotboring door bepaalde omstandigheden afwijkt van het vooraf geplande boortracé.

De boormeester en assistent-boormeester moeten continu en nauwlettend het boorproces in de gaten houden en eventuele afwijkingen registreren.

Wanneer de boring de 'maximale toegestane afwijking' overschrijdt moet direct contact worden opgenomen met de opdrachtgever. Na overleg met de opdrachtgever wordt bepaald of er passende maatregelen dienen te worden genomen om de gestuurde boring te kunnen vervolgen of dat de gestuurde boring dient te worden beëindigd.

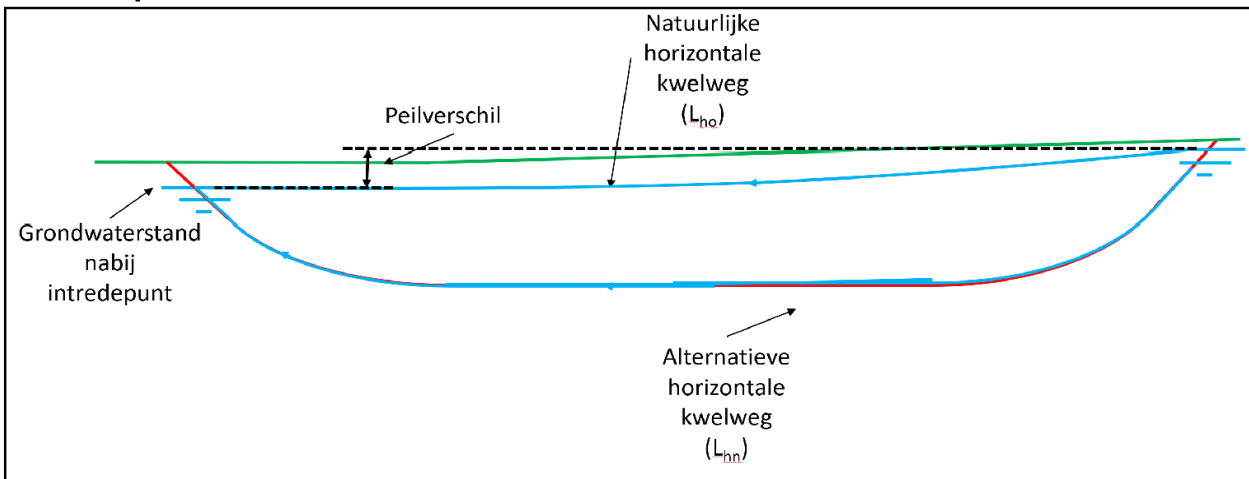
De 'maximale toegestane uitvoeringsafwijkingen' van de boorlijn zijn weergegeven in de onderstaande tabel:

Richting:	Maximale uitvoeringsafwijking:
Verticaal	+0,25 / -0,25 m ¹
Horizontaal: - in lengterichting; t.p.v. uittredepunt - in dwarsrichting; t.p.v. uittredepunt - in dwarsrichting; tracé tussen in- en uittredepunt	+0,5 / -0,5 m ¹ +0,5 / -0,5 m ¹ +0,5 / -0,5 m ¹
Bochtstralen	< 10%

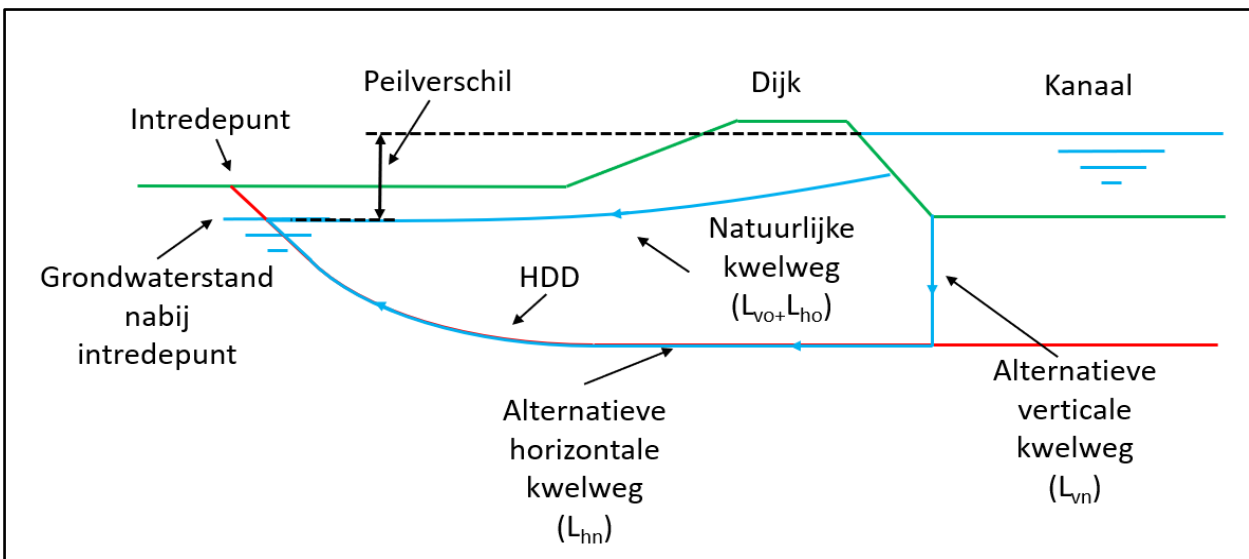
Maximaal toegestane uitvoeringsafwijking



Risico op kwel



Algemeen principe kwelweg bij wegkruising: hoog water aan rechterzijde, laag water aan linkerzijde



Algemeen principe kwelweg bij kanaalkruising: rechts hoog water, links laag water

Gelet op de maaiveldshoogten in het gebied en de diepteligging van het grondwater is er geen risico voor kwel.

Berekening volgens NEN 3650:2020

Naam van het project : Voorbeeld bundelboring Sigma 2020 versie 3.1

Projectonderdeel : Bundelboring (1 x 90 mm + 1 x 110 mm + 1 x 160 mm + 1 x 200 mm)

Bijlage E : Bentonietparameters en hoeveelheden



Overzicht van bentoniet / debieten

Bentoniet	OCMA	OCMA + 1% PAC-L	Tunnel Gel Plus	Tunnel Gel Max	Drill Grout	Drill Grout Plus
PV	9	15	16	13	7	7
YP	28	20	30	41	27	42

Meest gebruikelijke waarden volgens CEBO

PV = Plastische viscositeit

YP = Zwichtspanning

De waarden van Drill Grout zijn indicatief. Aannemer dient tijdens het boorproces PV en YP te meten.

Debieten boorvloeistof zijn afhankelijk van o.a. de grootte van de boormachine.

	Debiet boorvloeistof [l/min.]		
Type	Pilot	Ruimen	Intrekken
Mini	40	110	80
Midi	100	500	300
Maxi	600	2000	1400

Enige kentallen aangaande debieten boorvloeistof volgens Deltares