



Geohydrologisch advies stationsgebied Nunspeet

26 maart 2021

Verantwoording

Titel	Geohydrologisch advies stationsgebied Nunspeet
Opdrachtgever	Gemeente Nunspeet
Projectleider	Martijn Gerritsen
Auteur(s)	Marc Jansen
Tweede lezer	Alex van der Tuin
Projectnummer	1278875
Aantal pagina's	21
Datum	26 maart 2021
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

TAUW bv
Handelskade 37
Postbus 133
7400 AC Deventer
T +31 57 06 99 91 1
E info.deventer@tauw.com

Inhoud

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding en doel	4
1.2	Normen en richtlijnen	5
2	Geohydrologische situatie	6
2.1	Maaiveldhoogte	6
2.2	Bodemopbouw	6
2.3	Oppervlaktewaterstanden	8
2.4	Grondwaterstanden en stijghoogten	8
3	Bemalingsberekeningen	12
3.1	Uitvoering zonder bemaling	12
3.2	Uitvoering met bemaling	12
3.2.1	Uitgangspunten	12
3.2.2	Debieten en waterbezwaar	15
3.2.3	Bemalingssysteem	16
4	Effecten in de omgeving	16
4.1	Aanleg zonder bemaling	16
4.2	Verlagingen bij uitvoering met bemaling	16
4.2.1	Grondwaterverontreinigingen	17
5	Lozing	18
5.1	Onttrekking van grondwater	18
5.2	Lozing van het bemalingswater	19
6	Opstuwing tijdens gebruiksfase	20
7	Conclusie en aanbevelingen	20

Bijlage 1 Maatgevende sonderingen en boringen

Bijlage 2 Geschematiseerde bodemopbouw

1 Inleiding

In de zomer van 2018 heeft TAUW in opdracht van de gemeente Nunspeet een geohydrologische verkenning¹ opgesteld voor de aanleg van een spoortunnel in Nunspeet. In het overleg van 14 oktober 2020 zijn de wijzigingen in het ontwerp en de fasering besproken. Op basis van de besproken punten tijdens het overleg, aangevuld met de aangeleverde gegevens van de gemeente Nunspeet in een e-mail van 19 oktober 2020 om 11:19 uur is de rapportage aangevuld.

De regionale ligging van de onderdoorgangen is weergegeven in bijlage 1. Een lokaal beeld van de locatie is opgenomen in bijlage 2 en in figuur 1.1.



Figuur 1.1 Locatie plangebied verbetering verkeersdoorstroming in Nunspeet en locatie onderdoorgangen

1.1 Aanleiding en doel

De aanleiding voor het opstellen van het geohydrologisch advies is dat de gemeente Nunspeet de verkeersveiligheid, verkeersafwikkeling en ruimtelijke kwaliteit van de stationsomgeving in Nunspeet wil verbeteren. Onderdeel daarvan is het realiseren van onderdoorgangen van het spoor en de stationsweg, om de verkeersdoorstroming te bevorderen.

¹ Verkenning geohydrologische situatie stationsgebied Nunspeet d.d. 23-08-2018, kenmerk: R003-1265284BMS-V01-efm-NL

Voorafgaand aan het ontwerp van de onderdoorgangen wil de gemeente een inschatting hebben van de mogelijke effecten op de omgeving. In deze rapportage worden twee varianten uitgewerkt. De eerste variant is de aanleg van de onderdoorgangen met behulp van een gesloten bouwkuip en onderwaterbeton, de tweede variant is de aanleg van de toeritten zonder onderwaterbeton, zodat een bemaling nodig is om deze veilig en in den droge aan te leggen.

Het ontwerp met de tunnelbak inclusief toeritten wordt zeer waarschijnlijk in onderwaterbeton uitgevoerd, maar daarbij is de aannemer vrij in de keuze om de aanleg anders in te richten zodat vooralsnog beide varianten uitgewerkt zijn:

- Een bouwwijze waarin de gehele tunnel in onderwaterbeton wordt uitgevoerd als variant met de minste effecten op het grondwaterregime
- Een bouwwijze waarin alleen de toeritten met behulp van een open bemaling worden toegepast, als worst-case benadering voor het grondwaterregime
- De optie waarin de gehele tunnel in open bemaling wordt toegepast is niet uitgewerkt, omdat dit niet reëel is, vanwege de grote effecten op de omgeving

Het doel van het advies is om inzicht te geven in de mogelijke effecten van de bemaling op de omgeving. Indien de toeritten met een bemaling worden uitgevoerd, zijn onttrekkingsdebiet en waterbezwaar uitgerekend, evenals de verlagingen in de omgeving. Het advies is niet bedoeld om de noodzakelijke vergunningen aan te vragen voor de onttrekking en lozing van het bemalingswater.

1.2 Normen en richtlijnen

Om het advies op te stellen, is gebruik gemaakt van de normen, richtlijnen en andere documenten, zoals vermeld in tabel 1.1. Bij het opstellen van het onderdeel “bemalingen” zijn de richtlijnen opgevolgd, zoals deze zijn opgesteld in de BRL SIKB 12000, protocol 12010. Door het volgen van deze richtlijnen wordt de kans op schade en ongewenste effecten verminderd.

Tabel 1.1 Normen, richtlijnen en uitgangspunten

Titel	Kenmerk	Uitgave
Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1: Algemene regels	NEN 9997-1:2017	2017
Beoordelingsrichtlijn tijdelijke grondwaterbemaling – ontwerpversie 2	BRL SIKB 12000	30 maart 2017
Bemaling van Bouwputten	SBR 190.03	November 2003

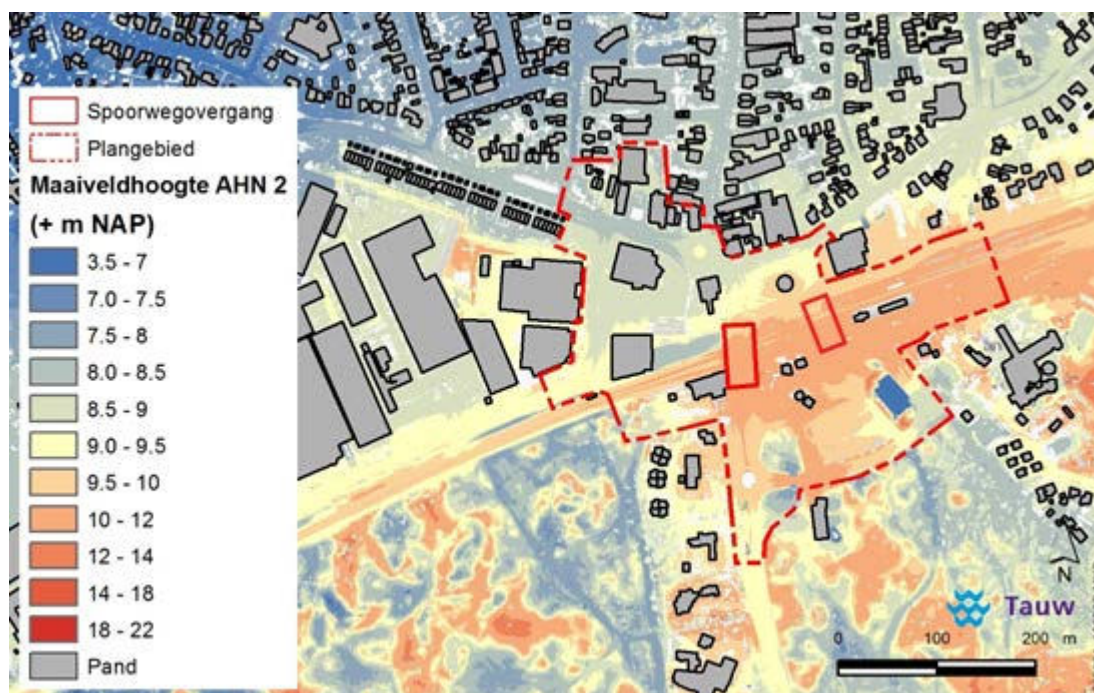
2 Geohydrologische situatie

Op basis van de aangeleverde informatie en extern geraadpleegde bronnen is de geohydrologische situatie vastgesteld. Tevens zijn bemalingsberekeningen uitgevoerd, om zo de verlagingen in de omgeving vast te kunnen stellen. Als uitgangspunt is aangenomen dat de volledige tunnel in onderwaterbeton uitgevoerd wordt. De worst case optie open bouwput voor toeritten van de tunnels wordt verder onderzocht.

Het definitieve ontwerp is momenteel nog niet beschikbaar.

2.1 Maaiveldhoogte

Ter plaatse van de toekomstige langzaamverkeeronderdoorgang (fietsers en voetgangers) varieert het maaiveldniveau tussen de +9,5 tot +10,0 m NAP. Bij locatie van de toekomstige snelverkeeronderdoorgang + 8,8 tot +10,3 m NAP. Het spoor zelf ligt op ongeveer +10,5 à +11,0 m NAP.



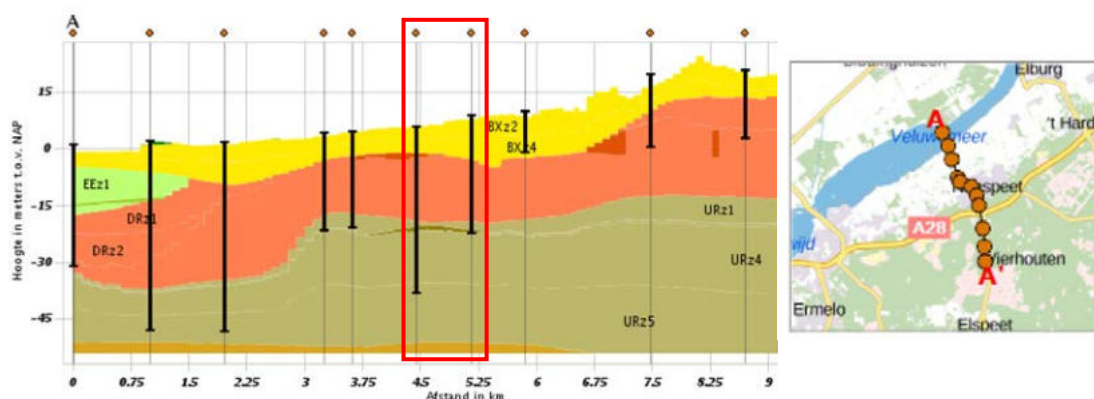
Figuur 2.1 Maaiveldhoogte van het onderzoeksgebied van de herontwikkeling en de beoogde verkeerstunnel

2.2 Bodemopbouw

In tabel 2.1 is de geohydrologische bodemopbouw ter plaatse van de onderdoorgangen schematisch weergegeven. Deze bodemopbouw is gebaseerd op de door TAUW uitgevoerde lokale boring van de geplaatste peilbuis tussen de Elspeterweg en Brasserie 'Het Stationshuisje' aan de Plesmanlaan, en boringen en sonderingen uitgevoerd voor het geotechnisch onderzoek van Royal HaskoningDHV in 2009 (kenmerk: WA-HW20090307); zie bijlage 1 voor de boorprofielen.

Deze informatie is aangevuld met gegevens afkomstig uit het landelijk geohydrologisch model REGIS II v2.2 van TNO en boringen en sonderingen uit het DINOloket van TNO.

In figuur 2.2 is het geohydrologisch dwarsprofiel weergegeven, gebaseerd op REGIS II, v2.2. Op basis van de boringen en sonderingen is de bodemopbouw geschematiseerd, zoals weergegeven in tabel 2.1.



Figuur 2.2 Doorsnede van de regionale bodemopbouw uit REGIS II v2.2 model (Dinoloket). In het rode kader is aangegeven in welk gebied de spoorwegovergang ligt

Tabel 2.1 Schematisering geohydrologische bodemopbouw, met weerstanden uit het REGIS II v2.2 model

Bovenkant laag (m t.o.v. NAP)	Onderkant laag (m t.o.v. NAP)	Samenstelling	Geohydrologische eenheid	k-waarde (m/dag)	c (dagen)
+7,5	-1,1	Fijn zand, sterk siltig, lagen van matig fijn grindhoudend zand, lagen leem	Formatie van Boxtel	5 – 10	-
-1,1	-18,9	Zand, matig grof tot grof, zwak grindig, zwak siltig	Formatie van Drenthe	10 – 20	-
-18,9	-21,5	Zand, matig grof tot uiterst grof	Formatie van Urk (1 ^e t/m 3 ^e zandige eenheid)	50 – 100	-
-21,5	-35,4	Zand, matig grof tot uiterst grof	Formatie van Urk (4 ^e zandige eenheid)	25 – 50	-
-35,4	-51	Zand, matig grof tot uiterst grof	Formatie van Urk (5 ^e zandige eenheid)	50 – 100	-
-51	-66	Zand en grind matig fijn tot uiterst grof	Formatie van Appelscha	50 – 100	-
-66	-93	Zand matig grof tot uiterst grof, zwak tot matig grindig	Formatie van Peize en Waalre (2 ^e zandige eenheid)	50 – 100	-

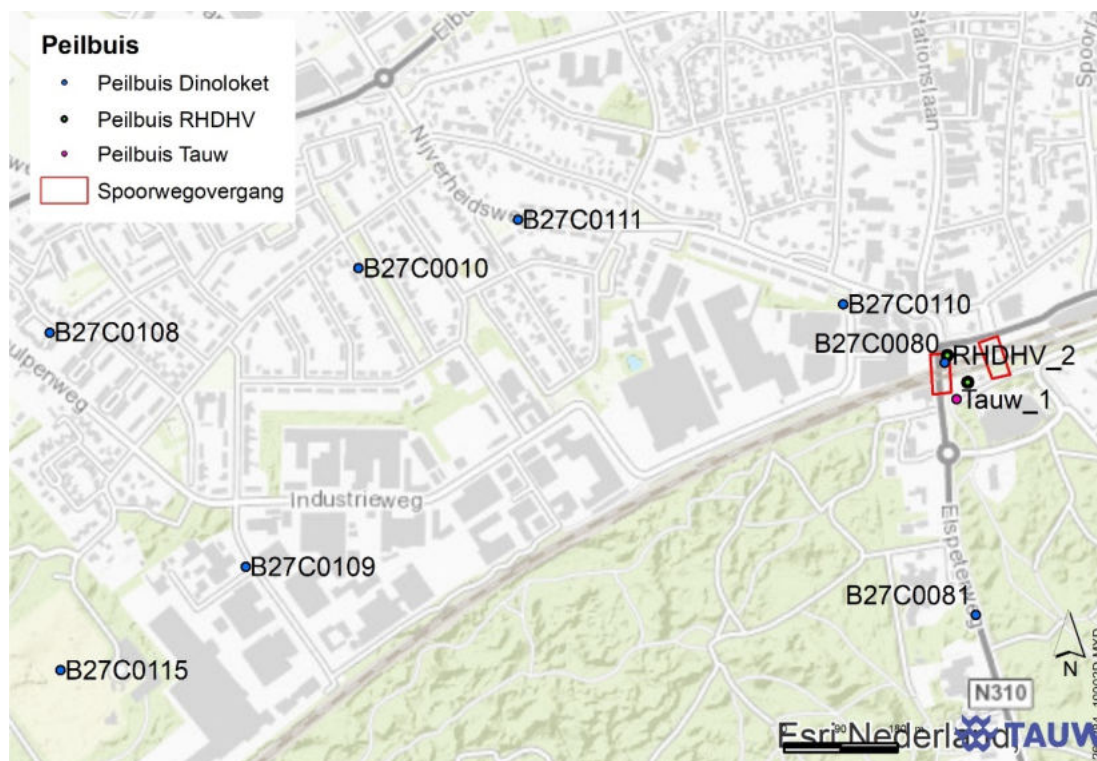
Bovenkant laag (m t.o.v. NAP)	Onderkant laag (m t.o.v. NAP)	Samenstelling	Geohydrologische eenheid	k-waarde (m/dag)	c (dagen)
-93	-170	Zand matig grof tot uiterst grof, zwak tot matig grindig	Formatie van Peize en Waalre (3 ^e zandige eenheid)	50 – 100	-
-170	-193	Fijn zand met ingeschakelde klei of leemlaag	Formatie van Peize (complexe eenheid)	-	500 – 1000
-193	-200	Zand matig grof tot uiterst grof, zwak tot matig grindig	Formatie van Peize en Waalre	40	-
-200	-207	Klei, siltig en zandig	Formatie van Maassluis	-	1700

2.3 Oppervlaktewaterstanden

In de omgeving van het onderzoeksgebied is geen oppervlaktewater aanwezig. Het dichtstbijzijnde grote oppervlaktewater is het Veluwemeer en bevindt zich op een afstand van circa 4,2 km ten noordwesten van de onderzoekslocatie. Ter plaatse van Elburgerbrug wordt de waterstand van het Veluwemeer door Rijkswaterstaat gemeten. Er zijn alleen actuele waterstanden beschikbaar van de afgelopen 28 dagen en statistische bandbreedtes. Het Veluwemeer heeft volgens deze data een normale waterstand van +0,10 tot -0,35 m NAP (bron: Waterinfo Rijkswaterstaat, meetpunt Elburgerbrug).

2.4 Grondwaterstanden en stijghoogten

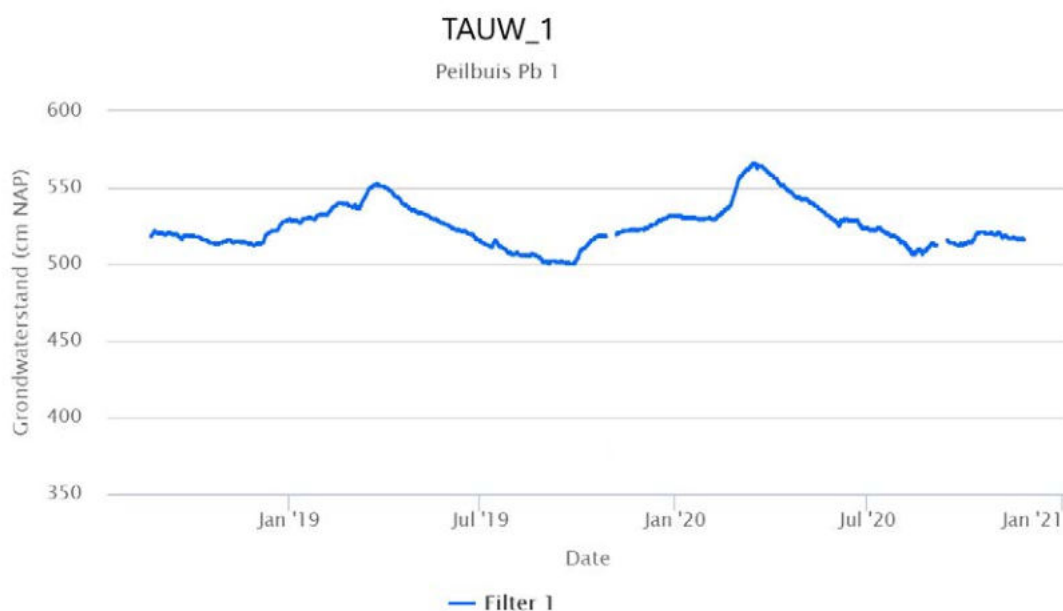
Op 19 juli 2018 is ter plaatse van de projectlocatie door Hoogveld Sonderingen BV een peilbuis (TAUW_1) geplaatst. De peilbuis is tot heden actief en is representatief voor de lokale gegevens. Naast de lokale peilbuis zijn ook regionale peilbuizen geraadpleegd uit het DINOloket. De situering van de peilbuizen is weergegeven in figuur 2.3. In tabel 2.2 zijn de meetgegevens en statistieken opgenomen van een tiental peilbuizen rondom de projectlocatie. In figuur 2.4 is de grondwaterreeks opgenomen van peilbuis TAUW_1. In figuur 2.45 en 2.6 zijn de grondwaterreeksen opgenomen van regionale peilbuizen in de omgeving van de projectlocatie.



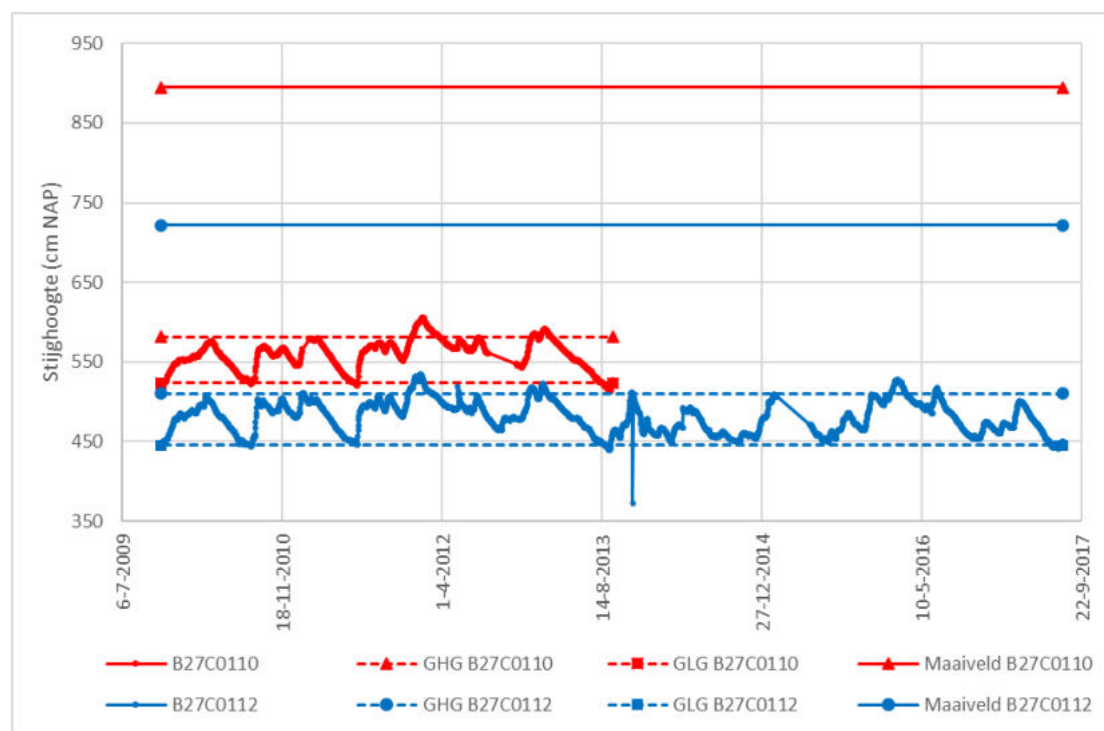
Figuur 2.3 Situering peilbuizen Dinoloket, Royal HaskoningDHV en TAUW

Tabel 2.2 Meetgegevens grondwaterstand in m NAP

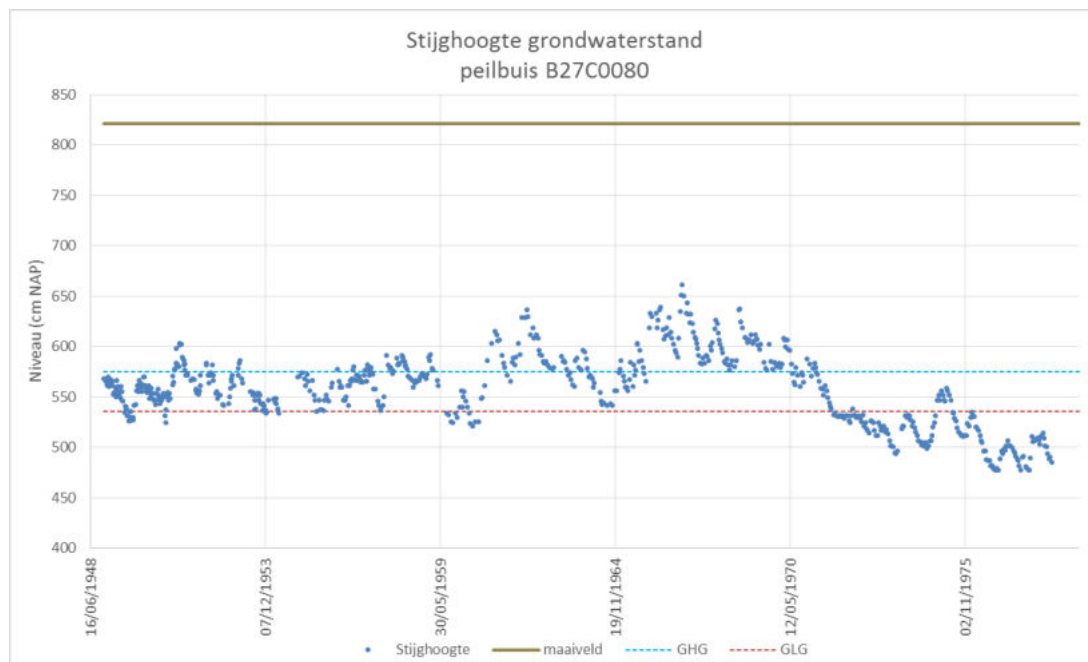
Peilbuis	Meetperiode	Filterstelling	GLG	GG	GHG	Afstand / richting	Aantal metingen
TAUW_1	8-2018 t/m 11-2020	-5,00 – -9,00	+5,08	+5,25	+5,42	0 m -	24863
B27C0112	4-2009 t/m 07-2017	+3,04 – +4,04	+4,46	+4,78	+5,10	480 NW	2718
B27C0110	03-2009 t/m 09-2013	+4,13 – +5,13	+5,23	+5,56	+5,82	150 m NW	1310
B27C0115	10-2009 t/m 07-2017	+2,98 – +3,98	+4,79	+5,03	+5,34	1,4 km W	2717
B27C0111	10-2009 t/m 07-2017	+2,79 – +3,79	+4,45	+4,87	+5,19	685 m NW	2821
B27C0109	09-2009 t/m 07-2017	+3,06 – +4,06	+4,79	+5,02	+5,26	1,1 km W	2674
B27C0108	09-2009 t/m 07-2017	+2,59 – +3,59	+4,15	+4,36	+4,63	1,4 km W	2526
B27A0273	071962 t/m 05-1995	+3,78 – +4,28	+5,01	+5,28	+5,61	600 m NO	4994
B27C0080	11-1948 t/m 06-1983	-22,50	+5,35	+5,54	+5,75	0 m -	804
B27C0010	03-1956 t/m 12-2000	-12,25 – -23,35	+4,57	+4,79	+5,07	920 NW	1065
B27C0081	11-1948 t/m 12-1988	-22,20	+5,90	+6,08	+6,28	315 m Z	922



Figuur 2.4 Grondwaterstand lokale peilbuis TAUW_1 nabij de onderzoekslocatie



Figuur 2.5 Stijghoogte regionale freatische peilbuizen nabij de onderzoekslocatie



Figuur 2.6 Stijghoogte regionale diepere grondwaterpakket nabij de onderzoekslocatie

De bepaling van het grondwaterregime is momenteel afgeleid van de beschikbare peilbuismetingen. Op basis van deze meetreeksen zijn de volgende statistieken afgeleid:

- De gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG)
- De gemiddelde grondwaterstand (GG)
- De gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG)

Lokaal

De GxG's zijn berekend op basis van de gemiddelden van de 3 uiterste (hoogste of laagste) waarden per jaar. Voor alle jaren die zijn gemeten is het gemiddelde van deze statistiek genomen. De GHG van de lokale peilbuis (TAUW_1) bedraagt +5,40 m NAP. De maximale grondwaterstand is +5,66 m NAP. De GLG bedraagt +5,10 m NAP. De fluctuatie van de grondwaterstanden beperkt zich overwegend tot 0,3 m tussen de GLG en de GHG. Deze waarden zijn representatief voor de bemalingslocatie.

Recente langdurige meetreeksen (> 8 jaar meten) ter plaatse van de onderzoekslocatie zijn niet beschikbaar, zodat de peilbuis van TAUW als representatief wordt geacht. In het ontwerp dient rekening gehouden te worden dat de werkelijke GHG hoger kan uitvallen.

Regionaal

De regionale grondwaterstatistieken van de diepe peilbuizen (onderste drie in tabel 2.2) wijken niet veel af van de grondwaterstanden van de ondiepe peilbuizen, gecompenseerd voor de ligging ervan. Hieruit kan geconcludeerd worden dat geen doorlopende scheidende lagen aanwezig zijn, die een verschil in drukopbouw tussen de zandlagen veroorzaken. Dit komt overeen met het beeld van de bodemopbouw.

De fluctuatie van de grondwaterstanden beperkt zich overwegend tot 0,5 m tussen de GLG en de GHG. Uit deze beschikbare gegevens is voor de berekening uitgegaan van een gemiddeld hoogste grondwaterstanden ter plaatse van de beoogde locatie van de verkeerstunnel, welke circa +5,80 m NAP bedraagt (peilbuizen B27C0110 en B27C0080). De meetgegevens van peilbuis B27C0112 reiken tot in 2017. Deze peilbuis laat eveneens een fluctuatie zien van 0,5 m. De grondwaterstanden voor de jaren 2014-2017 laten dezelfde GHG en GLG zien als de jaren daarvoor.

Op basis van de meetreeks uit peilbuis TAUW_1 wordt uitgegaan van een GHG van NAP +5,40 m ter plaatse van de onderdoorgangen.

Peilbuis B27C0080 (met een filter op circa -22 m NAP) laat een meerjarige fluctuatie zien. Er zijn complete sets van jaren waarbij de grondwaterstand boven de GHG ligt, en complete aaneengesloten jaren waarbij de grondwaterstand beneden de GLG ligt. Dit beeld is kenmerkend voor de stijghoogte in het watervoerend pakket op grote delen van de Veluwe.

3 Bemalingsberekeningen

3.1 Uitvoering zonder bemaling

De meest realistische bouwwijze is om zowel de tunnelbakken als de toeritten aan te leggen door middel van damwanden een vloer van onderwaterbeton. Door het gebruik van onderwaterbeton is geen bemaling noodzakelijk. De effecten op de omgeving zijn dan eveneens beperkt. Omdat geen bemaling nodig is, treden ook geen verlagingen in de omgeving op.

Wel dient de tunnelbak eenmalig leeggepompt te worden, na het storten van de betonvloer. Tevens is een kleine afvoer van water noodzakelijk, afkomstig van neerslag en een beperkt lekdebiet door de damwandsloten.

3.2 Uitvoering met bemaling

Om de te verwachten bemalingsdebieten te berekenen zijn eerst de uitgangspunten vastgesteld. Op basis hiervan is het bemalingsdebiet en waterbezwaar berekend.

3.2.1 Uitgangspunten

De uitgangspunten voor deze berekeningen zijn gemaakt op basis van het ontwerp uit 2020 van Royal HaskoningDHV en de locatie randvoorwaarden. De exacte bemalingsduur is afhankelijk van de uitvoeringswijze en bouwmethode, welke op dit moment nog niet bekend zijn.

De bemalingsduur/bouwtijd is erg bepalend voor het berekenen van het waterbezwaar en de verlagingcontouren. Aangenomen is dat de bemalingsduur 6 maanden zal zijn voor de toeritten. De totale aanlegduur zal langer zijn, maar zodra de vloeren gestort zijn en de wanden opgetrokken, is de toerit in principe waterdicht en is geen bemaling nodig.

Op het moment dat de detail engineering van de toeritten beschikbaar is, inclusief de bijbehorende bouwmethode, kan een nauwkeurige inschatting van het werkelijke waterbezwaar gemaakt worden. Het te verwachten waterbezwaar is het onttrekkingsdebiet, vermenigvuldigd met de aanlegduur. De berekende debieten veranderen niet bij een langere uitvoeringsduur.

Naar verwachting worden de tunnelbakken geheel in onderwaterbeton aangelegd. De uiteindelijke inrichting van de bemaling is ter keuze en verantwoordelijkheid van de uitvoerende aannemer, daarom is het worst-case scenario toeritten met open bemaling berekend.

Ontwerp tunnelbak

Door de geringe diepte van de oostelijke onderdoorgang (fietsers en voetgangerspassage) is hier geen bemaling nodig. Voor de westelijke onderdoorgang (snelverkeer) is een vereiste grondwaterstandverlaging ingeschat van 0,75 m. De grootte van de bouwput is ingeschat aan de hand van de ontwerptekeningen. Zie tabel 3.1 voor bemalingsparameters langzaamverkeer en snelverkeer.

Tabel 3.1 Bemalingsparameters langzaamverkeer en snelverkeer per toerit

Parameter	Langzaamverkeer	Snelverkeer
Maaiveldhoogte	+10,3 m NAP	+10,3 m NAP
Ontgravingsdiepte	+5,6 m NAP / 4,7 m-mv	+4,95 m NAP / 5,35 m -mv
Freatische grondwaterstand (GHG)	+5,4 m NAP / 4,9 m-mv	+5,4 m NAP / 4,9 m -mv
Gewenste grondwaterstand	+5,4 m NAP / 4,9 m-mv	+4,65 m NAP / 5,65 m -mv
Gewenste grondwaterstandverlaging	n.v.t.	0,75 m

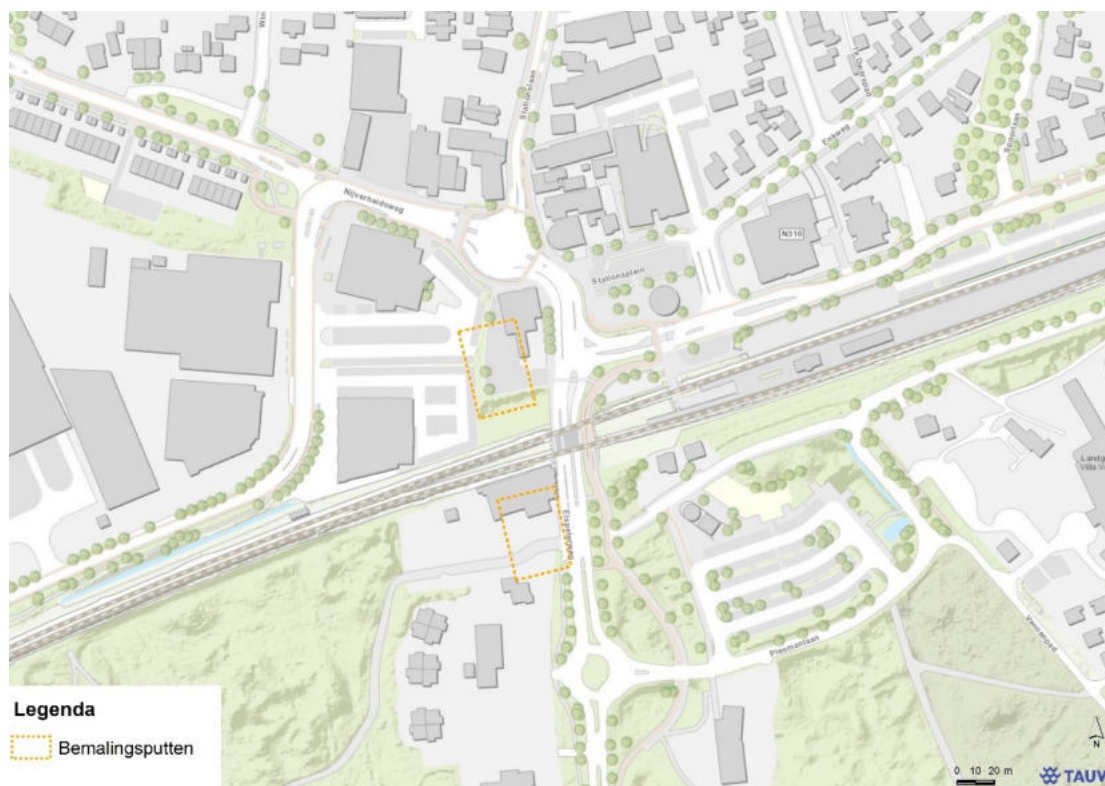
Uitgangspunten bodemopbouw

De uitgangspunten van de bodemopbouw en de bijbehorende doorlaatfactoren zijn vermeld in de geohydrologische schematisering van de ondergrond in tabel 2.1. Een visuele weergave van de bodemschematisatie is weergegeven in figuur 3.2.

Uitgangspunten grondwaterstand

Bij de berekening is uitgegaan van een grondwaterstand van +5,40 m NAP gebaseerd op de GHG van de freatische peilbuis TAUW_1. De maximale grondwaterstand bedraagt +5,66 m NAP.

De geohydrologische uitgangspunten voor de berekening van het bemalingsdebiet van de ontgraving zijn vermeld in tabel 3.2. Een visuele weergave van de situering van de bouwputten is weergegeven in figuur 3.1.



Figuur 3.1 Situatie bemalingsputten toeritten

Tabel 3.2 Geohydrologische uitgangspunten bemalingsberekening snelverkeer

Parameter	Waarde
Maaiveldhoogte	+7,5 m NAP
Freatische grondwaterstand (GHG)	+5,4 m NAP / 4,9 m -mv
Stijghoogte watervoerend pakket	+5,8 m NAP / 4,5 m -mv
Dikte freatisch pakket	200 m
Doorlatendheid	Lagenmodel; zie tabel 2.1

Civiltechnische uitgangspunten

Op basis van technische tekening uit de ontwerpbeschrijving voor de onderdoorgangen (Royal HaskoningDHV BV, september 2020) zijn de civiltechnische uitgangspunten voor de bemalingsberekening van de ontgraving bepaald. Er is uitgegaan van een benodigde drooglegging van 4,65 m NAP (aangenomen uit het schetsontwerp).

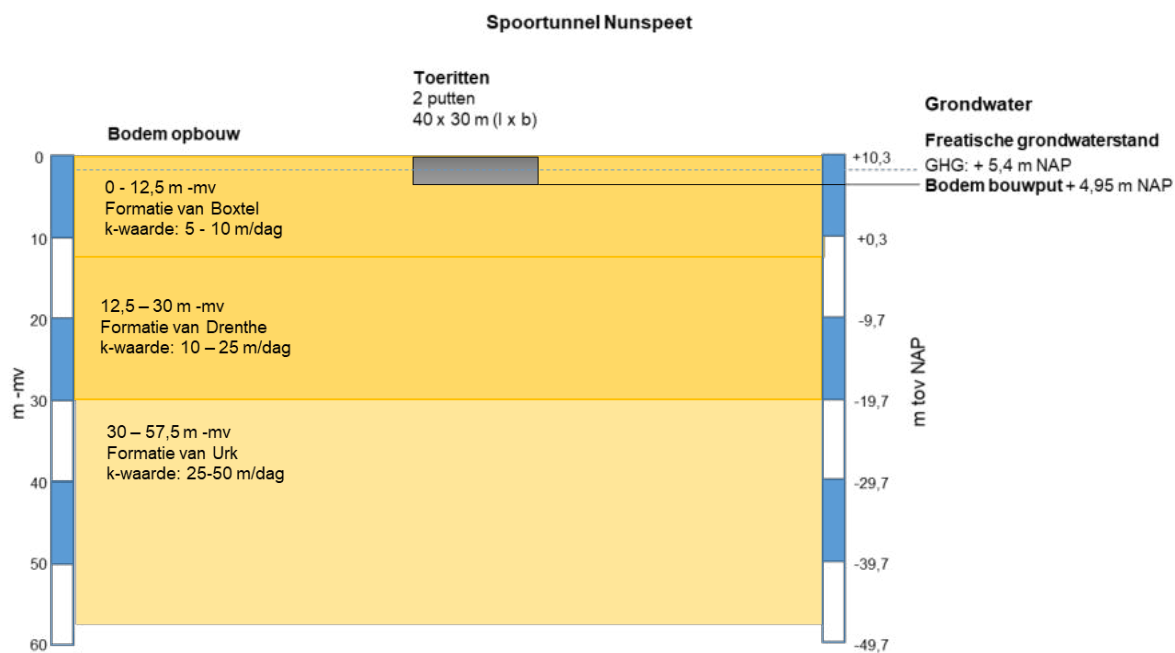
De civiltechnische uitgangspunten voor de berekening van het bemalingsdebiet van de ontgraving zijn vermeld in tabel 3.3. Bij de uitvoering is uitgegaan dat beide toeritten gelijktijdig in bemaling staan.

Tabel 3.3 Civiel technische uitgangspunten bemalingsberekeningen

Parameter	Waarde
Oppervlakte (l x b) ontgravingsputten	2 putten 40 x 30 m
Breedte bouwput op ontgravingsdiepte	40 m / 30 m
Talud	N.v.t. (damwanden)
Aanlegsnelheid	7 tot 30 dagen
Ontgravingsdiepte	+4,95 m NAP / 5,35 m -mv
Gewenste grondwaterstand	+4,65 m NAP / 5,65 m -mv
Gewenste grondwaterstandverlaging	0,75 m

3.2.2 Debieten en waterbezwaar

De benodigde onttrekkingsdebieten om in den droge te kunnen ontgraven zijn met een analytisch model berekend (MLU, versie 2.25). Hierbij zijn de verschillende zandlagen met doorlatendheden meegenomen in de schematisering, gebaseerd op het REGIS II v2.2 model. In bijlage 2 is het lagenmodel zoals ingevoerd in MLU weergegeven, alsmede de doorlatendheden gebaseerd op het REGIS II v2.2 model en de dimensionering van de bouwputten.



Figuur 3.2 Schematisering van de bodemopbouw, grondwater en constructie spoortunnel

In tabel 3.4 zijn de berekende debieten en het waterbezwaar weergegeven.

Tabel 3.4 Berekende bemalingsdebieten en waterbezwaren

Bouwput (m)	Verlaging grondwaterstand (m)	Bemalingsduur (weken)	Debiet (m ³ /dag)*	Waterbezwaar (m ³)*
40 x 30 per toerit	0,75	26	2.240	407.680

^{*)} Debiet en waterbezwaar is voor beide toeritten gelijktijdig in bemaling.

Het maximaal berekende bemalingsdebiet bedraagt 2.240 m³/dag. Het totale waterbezwaar bedraagt circa 407.680 m³.

3.2.3 Bemalingssysteem

Gelet op de bodemopbouw (dik pakket zand), de ontgravingsdiepte en de grote te verwachten bemalingsdebieten wordt geadviseerd om de bemaling uit te voeren door het toepassen van verticale filterbemaling. Indien damwanden toegepast worden, dienen de filters aan de binnenzijde van de bouwkuip, in de damwandkassen, geplaatst te worden.

Bij een uitvoering met verticale filters dient rekening gehouden te worden met het plaatsen van de pompen in de bouwput, om te zorgen dat ze water kunnen onttrekken.

De uiteindelijke inrichting van de bemaling is ter keuze en verantwoordelijkheid van de uitvoerende aannemer.

4 Effecten in de omgeving

4.1 Aanleg zonder bemaling

Bij een realisatie zonder bemaling zijn geen effecten op de omgeving te verwachten. De onderwaterbeton vloer en damwanden zijn nagenoeg waterdicht, zodat geen verlagingen met bijkomende effecten optreden.

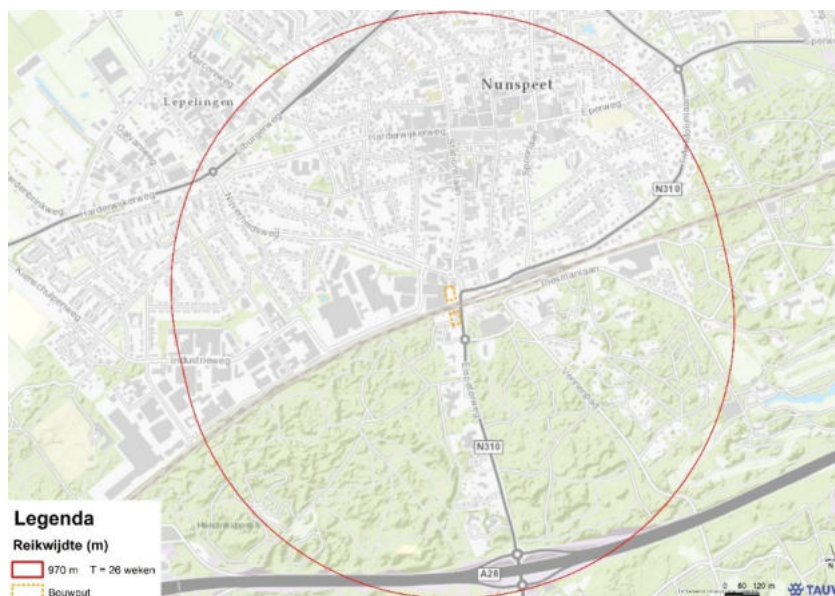
Een kleine pomp kan wel nodig zijn, om overtollig neerslag en een zeer beperkt lekdebiet uit de damwand te compenseren. De verwachting is dat het lekdebiet maximaal 5 m³/dag zal bedragen. Dit heeft geen noemenswaardige verlagingen in de omgeving tot gevolg. De aanleg zal volgens dit scenario uitgevoerd worden tenzij de aannemer de keuze maakt om de open bemaling toe te passen.

4.2 Verlagingen bij uitvoering met bemaling

De maximale grondwaterstandverlagingen zijn weergegeven in tabel 4.1, de verlaging nabij de bouwput bedraagt 0,75 m. Deze maximale verlaging neemt af met toenemende afstand tot de bemaling. Het hydrologische beïnvloedingsgebied (5 cm verlagingcontour) dat berekend is, is gepresenteerd in figuur 4.1. Uit de berekening blijkt dat de straal van het beïnvloedingsgebied circa 1 km bedraagt, na 26 weken bemalen

Tabel 4.1 Hydrologisch beïnvloedingsgebied (m)

Verlaging nabij de bouwput (m)	Hydrologisch beïnvloedingsgebied (m)
	T = 26 weken
0,75	1 km


Figuur 4.1 Verlagingcontour van 5 cm op basis van een bemalingsperiode van 26 weken

4.2.1 Grondwaterverontreinigingen

Binnen het beïnvloedingsgebied van de grondwateronttrekking zijn mobiele grondwaterverontreinigingen aanwezig. In figuur 4.2 is een verontreiniging van vluchtige chloorkoolwaterstoffen (VOCI) weergegeven.



Figuur 4.2 Grondwaterverontreinigingen projectgebied

bron: viewer bodemverontreiniging Gelderland

De afstand vanaf de bemalingen tot de verontreiniging bedraagt circa 150 m. Met het berekende debiet zal de verplaatsing van de VOCI verontreiniging circa 20 – 50 m richting de bemaling zijn. Vanuit de Wet bodembescherming is het niet toegestaan verontreinigen te verplaatsen. Om de verplaatsing tegen te gaan moeten mitigerende maatregelen genomen worden zoals retour- of interceptiebemaling.

Afgewogen kan worden om de toeritten eveneens aan te leggen door gebruik te maken van onderwaterbeton zodat geen bemaling nodig is. Mede vanwege de aanwezigheid van de verontreinigingen kan hier de keuze op gemaakt worden.

5 Lozing

5.1 Onttrekking van grondwater

Voor de onttrekking van grondwater is de Keur van Waterschap Vallei en Veluwe van toepassing. In de Algemene regel onttrekking voor bouwputbemaling, sleufbemaling, proefbronnering of grondsanering, artikel 1 en 2 zijn de voorwaarden voor het onttrekken van grondwater beschreven. De regelgeving is samengevat in tabel 5.1.

Tabel 5.1 Regelgeving grondwateronttrekkingen Waterschap Vallei en Veluwe

	Melding	Vergunning	Meet- en rapportageplicht
Waterbezwaar	< 3.000 m ³ /dag en	> 3.000 m ³ /dag of	> 35 m ³ /dag of > 12.000 m ³ totaal
Duur	< 6 maanden en	> 6 maanden of	
Verlaging t.o.v. ontgravingsniveau	< 0,5 m	> 0,5 m	
Proceduretermijn	Niet bekend	5 dagen (indien duur < 8 weken) 2 weken (indien duur > 8 weken)	

Op basis van het bemalingsdebiet van 2.240 m³/dag en de duur van 6 maanden dient een melding te worden gedaan voor de bemaling. In het kader van de Waterwet is Waterschap Vallei en Veluwe het bevoegd gezag.

Bij toepassing van een gesloten bouwkuip met onderwaterbeton, dient het leegpompen van de bouwkuip afgestemd te worden met het waterschap. Omdat het een gesloten bouwkuip is, is het totale waterbezwaar kleiner dan bij een bemaling. Wel kan het lozingsdebiet hoger zijn tijdens het leegpompen van de kuip.

5.2 Lozing van het bemalingswater

In overleg met de gemeente en waterschap zal afgesproken moeten worden waar het water geloosd kan worden. Er is geen oppervlaktewater in de buurt van de bouwput waarop het water geloosd kan worden. Het te lozen water zal dus via een retourbemaling of via het riool afgevoerd moeten worden.

Dit geldt ook voor het leegpompen van de bouwkuip bij toepassing van onderwaterbeton. Vanwege de relatief korte duur van het leegpompen, wordt niet logisch geacht om dit water te retourneren in de bodem.

6 Opstuwing tijdens gebruiksfase

Tijdens de gebruiksfase zijn geen negatieve geohydrologische effecten op de omgeving te verwachten. De tunnel kan opstuwing van het grondwater tot gevolg hebben. Hier is alleen sprake van indien de tunnel het watervoerend pakket volledig afsluit. Het watervoerend pakket is aanzienlijk dikker dan de onderzijde van de tunnelvloer, zodat het water vrij onder de constructie kan doorstromen.

7 Conclusie en aanbevelingen

TAUW heeft in opdracht van de gemeente Nunspeet een bemalingsberekening uitgevoerd voor de aanleg van een onderdoorgang onder het spoor. In het advies is gekeken naar de onttrekkingsdebieten en verlagingen in de omgeving, om een inschatting te maken voor de noodzakelijke vergunningen in het kader van de Waterwet.

Waarschijnlijk wordt het ontwerp gerealiseerd zonder open bemaling. Op basis van de beschikbare gegevens is uitgerekend dat circa 2.240 m³/dag onttrokken moet worden om de bouwput met een open ontgraving te realiseren mocht hiervoor gekozen worden. De effecten in de omgeving reiken tot 1 km vanaf de bouwput bij zes maanden bemalen.

In het kader van de Waterwet is de bemaling meldingsplichtig, bij een bemalingsperiode van maximaal 6 maanden. Binnen dit invloedsgebied moet nog nader gekeken worden naar de effecten op de omgeving, waaronder:

- Effecten op verdroging in het Natura-2000 gebied
- Uitwerking mitigerende maatregelen om de mobiele grondwaterverontreinigingen niet te verplaatsen (waaronder de aanwezige VOCl verontreiniging)
- De effecten op de verlagingen in omgeving, met betrekking tot infrastructuur. Op basis van de bodemopbouw (zandgrond) worden geen risico's ten aanzien van zettingen verwacht ten gevolge van de bemaling
- Effecten op andere onttrekkingen in de omgeving, zoals bodemenergiesystemen

Tevens dient het de aanbeveling om alternatieve bouwmethoden uit te werken, om zo de omgevingseffecten te reduceren. Gekozen kan worden voor een bouwput met een vloer van onderwaterbeton en/of waterglasinjectie onder de bouwputvloer, zodat een kleine bemaling nodig is.

Door het grote onttrekkingsdebiet en de beperkte mogelijkheden tot lozen van het bronneringswater is retourbemaling een optie om af te wegen bij de uitvoering. De effecten van retourbemaling dienen nader uitgewerkt te worden, evenals de andere opties voor de uitvoering van het werk. Retourbemaling reduceert tevens de effecten op de omgeving. De ontwerpende partij dient de eventuele retourbemaling nader uit te werken en de effecten op de omgeving ten gevolge van de bemaling en retourbemaling nader inzichtelijk te maken.

De volgende aandachtspunten gelden bij retourbemaling:

- Verspreiding van mobiele grondwaterverontreinigingen; de effecten hiervan dienen onderzocht en afgestemd te worden met het bevoegd gezag Wet Bodembescherming
- Het op druk houden van de onttrekking en retourmatie. Naar verwachting is het ijzergehalte hoog in het grondwater, door het systeem op druk te houden wordt ontgassing voorkomen, met neerslagreacties in de retourbronnen tot gevolg (putverstopping)
- Rondpompen van bemalingswater. De afstand tussen de onttrekking en retourmatie dient voldoende groot te zijn om te voorkomen dat de debieten fors gaan toenemen

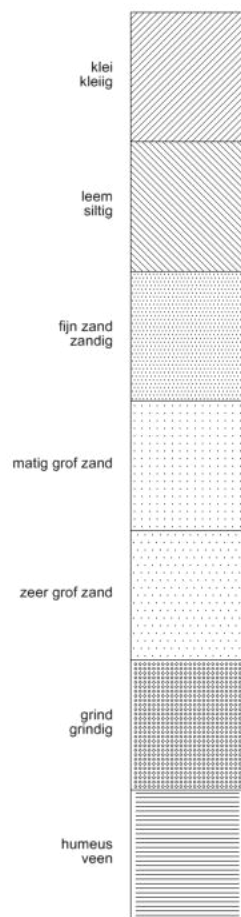
Tot slot dient het de aanbeveling om vroegtijdig het bevoegd gezag bij de werkzaamheden te betrekken, zodat de noodzakelijke vergunningen tijdig aangevraagd worden en de procedures goed doorlopen kunnen worden.

Bijlage 1**Maatgevende sonderingen en boringen**

Legenda boorprofielen

1

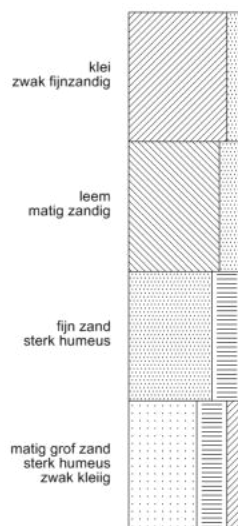
01-01-2013



Tauw bv

2

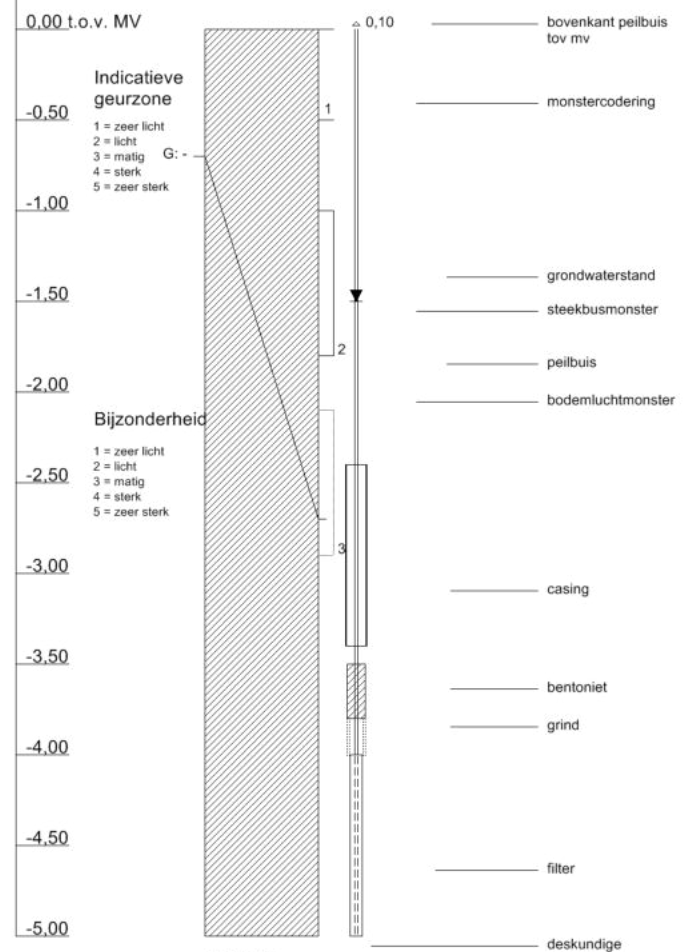
01-01-2013



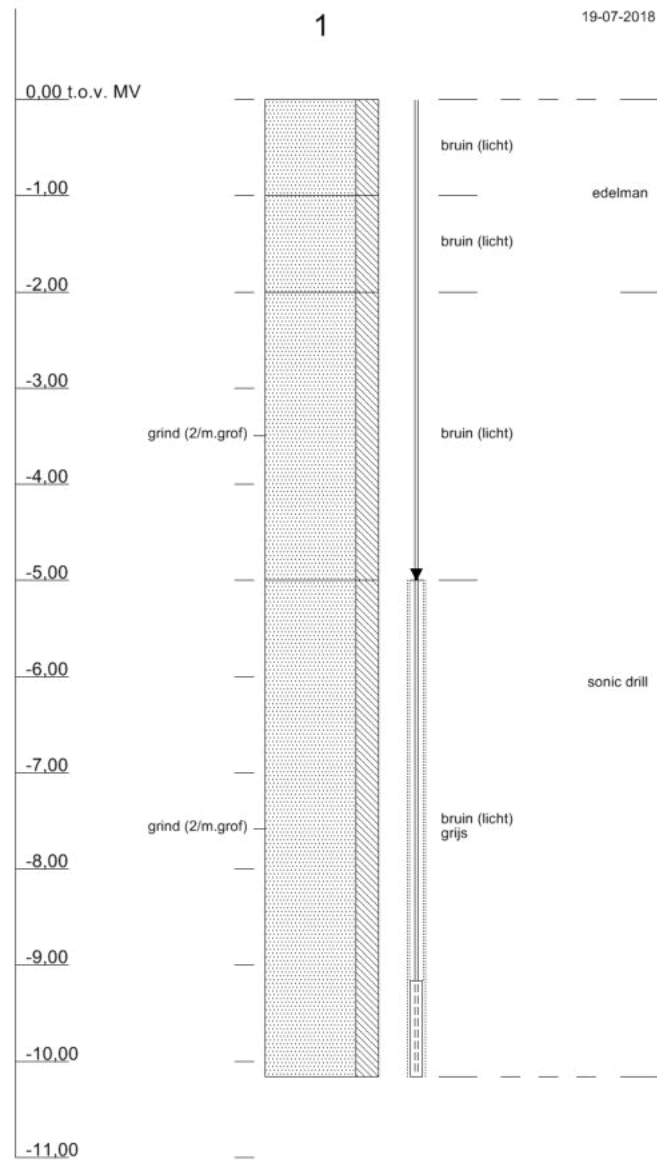
Tauw bv

3

01-01-2013



Tauw



Bijlage 2**Geschematiseerde bodemopbouw**

REGIS II v2.2 model

Naam en code	top (m NAP)	basis (m NAP)	dikte (m)	kh (m/dag)	c (dagen)	Laag nr in MLU
Formatie van Boxtel, BXz2	+9,87	+4,48	5,4	7,7		1
Formatie van Boxtel, BXz4	+4,48	-1,1	5,6	7,8		1
Formatie van Drente, DRz3	-1,1	-18,9	17,8	16		2
Formatie van Urk, URz1	-18,9	-20,95	2,1	50		3
Formatie van Urk, URz2	-20,95	-21,29	0,3	48		3
Formatie van Urk, URz3	-21,29	-21,53	0,2	50		3
Formatie van Urk, URz4	-21,53	-35,36	13,8	39		4
Formatie van Urk, URz5	-35,36	-50,93	15,6	50		5
Formatie van Appelscha, APz1	-50,93	-65,72	14,8	58		6
Formatie van Peize en Waalre, PZWAz2	-65,72	-92,89	1600	58		6
Formatie van Peize en Waalre, PZWAz3	-92,89	-169,61	5700	74		7
Formatie van Peize, PZc	-169,61	-193,39	23,8	7,3	480	8
Formatie van Peize en Waalre, PZWAz4	-193,39	-200,57	280	40		8
Formatie van Maassluis, MSk1	-200,57	-206,5	5,9		1700	9

Invoer in MLU

Layers
Number of aquifers
Top layer elevation

Boundary conditions
☐ Top aquitard present ☒ Impervious ☐ Leaky
☒ Bottom aquitard present ☒ Impervious ☐ Leaky

Aquifer	Base [m]	Thickness [m]	Kv [m/d]	Code	c [d]	#	Code	S' [-]
1	-1.1	8.6	7.7	T1	66.22		S1	0.25
	-1.1	0	13.2	c2	1		S'2	0
2	-18.9	17.8	16	T2	284.8		S2	0.001
	-18.9	0	10.215	c3	1		S'3	0
3	-21.53	2.63	50	T3	131.5		S3	0.001
	-21.53	0	8.23	c4	1		S'4	0
4	-35.36	13.83	39	T4	539.37		S4	0.001
	-35.36	0	14.7	c5	1		S'5	0
5	-50.93	15.57	50	T5	778.5		S5	0.001
	-50.93	0	28.765	c6	1		S'6	0
6	-92.89	41.96	58	T6	2433.68		S6	0.001
	-92.89	0	59.34	c7	1		S'7	0
7	-169.61	76.72	74	T7	5677.28		S7	0.001
	-193.39	23.78	0.049542	c8	480		S'8	0
8	-200.57	7.18	40	T8	287.2		S8	0.001
	-206.5	5.93	0.003488	c9	1700		S'9	0