

Analyse oorzaak wateroverlast op het pad tussen de N208 en het Nova College in Haarlem



Analyse oorzaak wateroverlast op het pad tussen de N208 en het Nova College in Haarlem

Auteur(s)

Bas van Haaren

Daan Rooze

Analyse oorzaak wateroverlast op het pad tussen de N208 en het Nova College in Haarlem

Opdrachtgever	PosadMaxwan strategy x design
Contactpersoon	Rene Heijne
Referenties	-
Trefwoorden	-

Documentgegevens

Versie	1.0
Datum	21-03-2025
Projectnummer	11211665
Document ID	11211665-002-BGS-0001
Pagina's	34
Classificatie	
Status	definitief

Auteur(s)

	Bas van Haaren	
	Daan Rooze	

Inhoud

	Inhoud	4
1	Inleiding	5
1.1	Aanleiding en doel	5
1.2	Methode	6
1.3	Leeswijzer	6
2	Beschrijving ondergrond- en grondwatersituatie	7
2.1	Ondergrond	7
2.2	Grondwater	8
2.3	Lokale situatie	10
2.3.1	Boormonsterprofielen	10
2.3.2	Grondwaterreeksen	14
3	Beschrijving afstroming hemelwater	18
3.1	Inleiding wateroverlastlocatie	18
3.1.1	Westelijke Randweg (N208)	18
3.1.2	Hemelwater vanaf Zijlweg buiten beschouwing	19
3.1.3	Hemelwater vanaf terrein Nova College	19
3.1.3.1	Afstroming vanaf Nova College in de oude situatie	19
3.1.3.2	Afstroming vanaf Nova College in de nieuwe situatie	19
3.2	Afstroming hemelwater in de oude situatie	20
3.3	Afstroming hemelwater na uitbreiding Nova College	22
4	Conclusie	24
4.1	Conclusies bodem- en grondwatersituatie	24
4.2	Conclusies hemelwaterafvoer	24
4.3	Aanbevelingen	24
A	Bijlage: boormonsterprofielen	26

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

Tussen de Westelijke Randweg (N208) en het Nova College is met regelmaat wateroverlast aanwezig op het voetpad (zie Figuur 1-1) en mogelijk ook op het fietspad. Deze wateroverlast heeft directe gevolgen voor de toegankelijkheid en veiligheid voor scooters, fietsers, en voetgangers.



Figuur 1-1 Foto van de wateroverlastlocatie uit 2024 (bron: BAM Infra bv)

De wateroverlast is mogelijk ontstaan -of toegenomen in hevigheid/ frequentie- na de voltooiing van de uitbreiding van het Nova College in december 2020. Met de uitbreiding van het Nova College is een stuk stedelijk groen bestaande uit grasland met vegetatie van bomen en struiken verwijderd. Op de plek van het stedelijk groen is een grondwal in de plaats gekomen.

PosadMaxwan heeft aan Deltares gevraagd om expert-advies te leveren over de oorzaken van de wateroverlast.

1.2 Methode

Voor het stellen van een diagnose over de oorzaak van de waterlast is door een adviseur-onderzoeker grondwater van Deltares en adviseur-onderzoeker stedelijk waterbeheer van Deltares de grondwatersituatie geanalyseerd in samenhang met de oppervlakkige afstroming van het hemelwater. Dit is uitgevoerd middels een bureaustudie waarbij gebruik is gemaakt van openbare data, bestaande uit:

- DINOloket <https://www.dinoloket.nl/>
- BROloket <https://www.broloket.nl/ondergrondgegevens>
- Geologische Dienst Nederland (TNO). <https://www.grondwatertools.nl/gwsinbeeld/>
- KNMI. <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/uurgegevens>
- Klimaat-effectatlas. <https://www.klimaat-effectatlas.nl/en/viewer>
- Rijkswaterstaat. 2014. Actueel Hoogtebestand Nederland 3, AHN3
- Rijkswaterstaat. 2023. Actueel Hoogtebestand Nederland 5, AHN5
- Google Earth en Google Streetview (actuele en historische beelden)

Daarnaast is kennisgenomen van deze documenten:

- BAM Infra bv (Jordi Woestenburger). 29 februari 2024. Probleemstelling waterprobleem Nova College (N208). KPW-ZKIJ-066 Memo Nova College.
- Nova College (Nico Helder). 17 september 2024. Memo wateroverlast Zijlweg/Randweg.

1.3 Leeswijzer

Voorliggende rapportage beschrijft de resultaten van het onderzoek en conclusies. Eerst wordt de hemelwaterafvoer beschreven in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 wordt de grondwater situatie besproken. De analyses uit hoofdstuk 3 en 4 vormen samen de basis voor conclusies in hoofdstuk 5.

De situatie vóór de uitbreiding van het Nova College wordt in voorliggende rapportage de 'oude situatie' genoemd. Na de uitbreiding van het Nova College spreken we van de 'nieuwe situatie'.

2 Beschrijving ondergrond- en grondwatersituatie

Er is gestart met het analyseren van de ondergrond- en grondwatersituatie in de omgeving en ter plaatse van het Nova College. Deze informatie is behulpzaam voor het verkrijgen van een referentie van de werking van het (grond)watersysteem en te kunnen beoordelen of hiermee voldoende rekening is gehouden bij bouw en inrichting, en hoe aanpassingen (bouw- en graafwerkzaamheden) invloed hebben op de werking van het (grond)watersysteem.

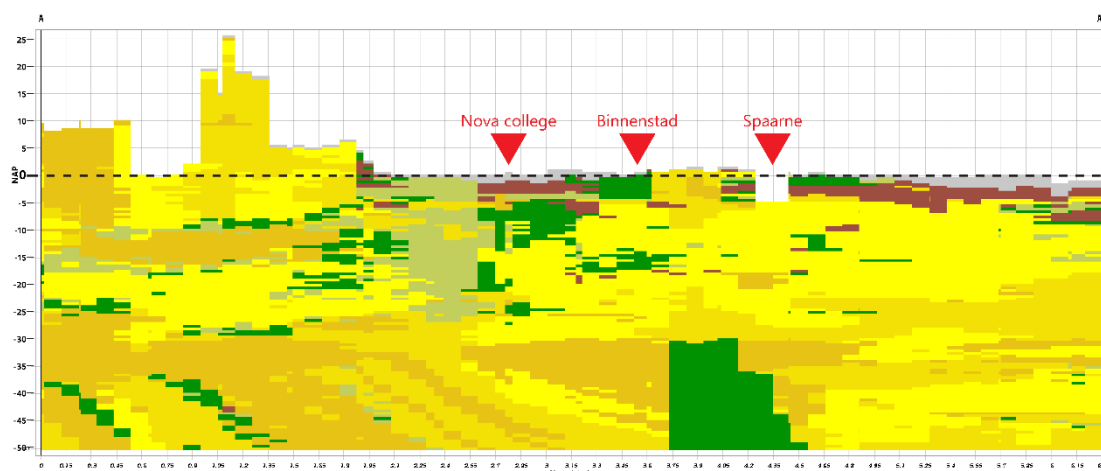
2.1 Ondergrond

Figuur 2-1 tot Figuur 2-3 tonen geologische doorsnedes op basis van BRO-datasets, verkregen via DINOloket. Deze geven een beeld van de samenstelling van de ondergrond op regionale schaal, wat basisinformatie geeft voor het analyseren van de grondwatersituatie.

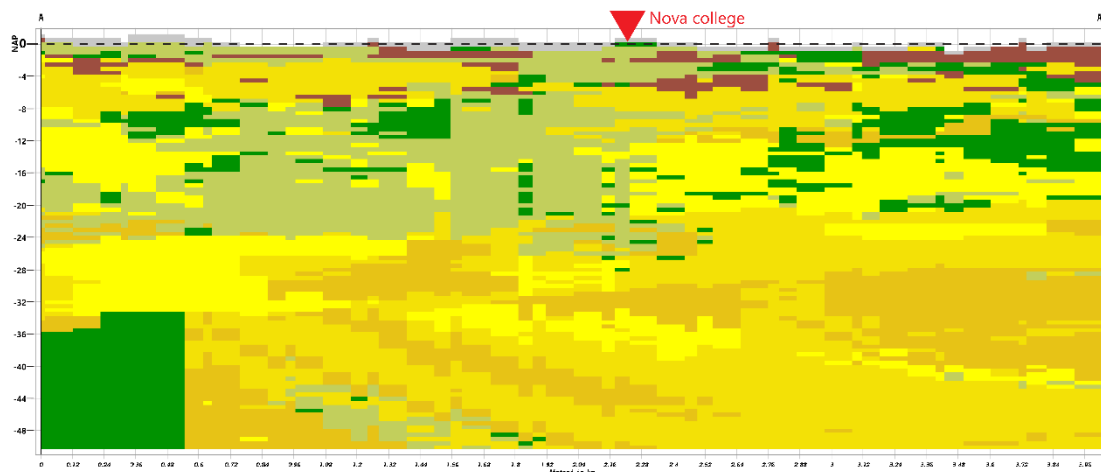
De zandige lagen zijn goed zichtbaar, zowel aan de oppervlakte in de duinen als in de historische binnenstad. Ter hoogte van het Nova College zijn klei- en leemlagen aanwezig, gecombineerd met veenpakketten. In de polder ten oosten van het Spaarne komen eveneens veen- en kleilagen voor. De klei- en leemlagen beperken de oppervlakkige infiltratie van regenwater, wat invloed heeft op de werking van infiltratievoorzieningen.

Op grotere diepte zorgen zandlagen voor een verbinding tussen de hydrologie van de duinen en die van het binnenland.

Daarnaast is een antropogene ophooglaag zichtbaar. De samenstelling van deze laag is zeer wisselend waardoor de doorlatendheid van deze laag niet éénduidig is te karakteriseren.



Figuur 2-1: Oost-west geologische doorsnede (bron: TNO / DINOloket).



Figuur 2-2: Noord-zuid geologische doorsnede (bron: TNO / DINoloket).



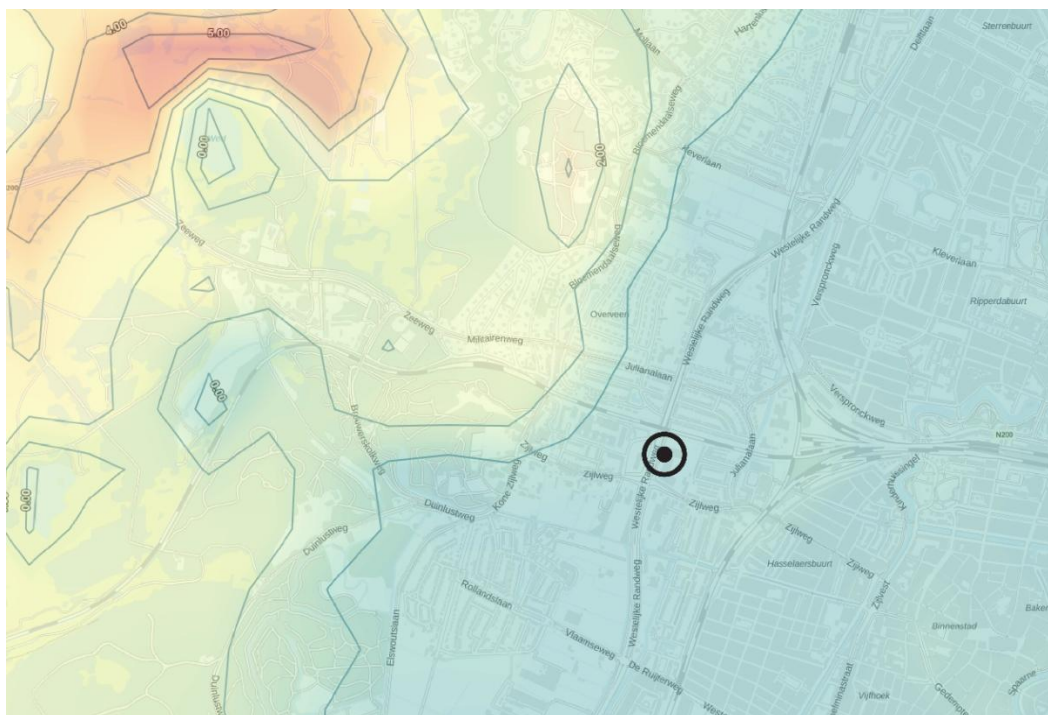
Figuur 2-3: Locaties van doorsnedes en legenda (bron: TNO / DINoloket).

2.2 Grondwater

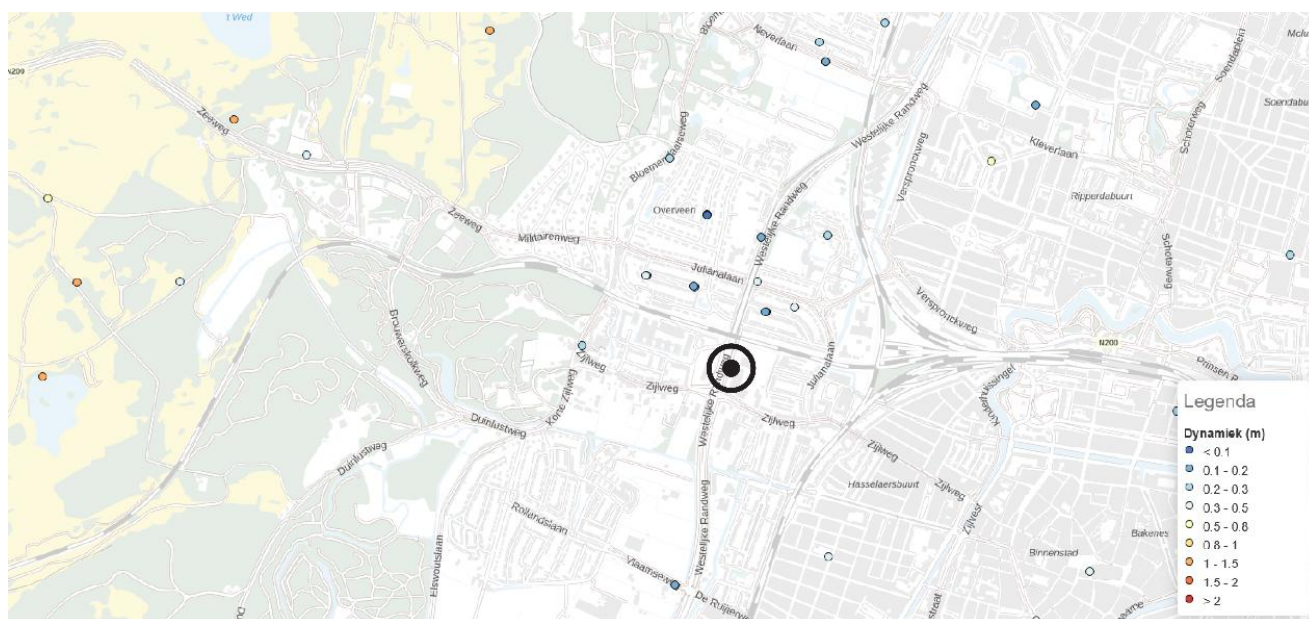
Door de ligging ten opzichte van het duinsysteem (zie paragraaf 2.1) verschillen de grondwaterstanden lokaal sterk. Figuur 2-4 laat zien dat de stijghoogte in het oppervlakkige pakket in de duinen grofweg 5 meter hoger ligt dan ter hoogte van het Nova College.

Het Nova College bevindt zich aan de voet van de duinen, waar infiltrerend regenwater zorgt voor kweldruk. Hierdoor treedt op sommige plekken kwelwater uit, wat de aanwezigheid van een 'wel' onder het gebouw verklaart. Door ruimtelijke verschillen in de samenstelling van de bodem is de kweldruk niet overal in het gebied gelijk. Kwel belemmert de infiltratie van regenwater naar de diepere bodemlagen.

De grondwaterdynamiek (Figuur 2-5) laat een duidelijk verschil zien tussen de zandige duinen en de kleiige ondergrond bij het Nova College. In de duinen zorgt de hoge doorlatendheid van het zand, gecombineerd met het ontbreken van infrastructuur, voor een sterke dynamiek in de grondwaterstand. Bij het Nova College is deze dynamiek aanzienlijk lager, onder andere door de aanwezigheid van drainerende infrastructuur en sloten, maar ook doordat infiltratie van regenwater in de ondergrond moeilijk verloopt dan in de zandiger ondergrond van de duinen.

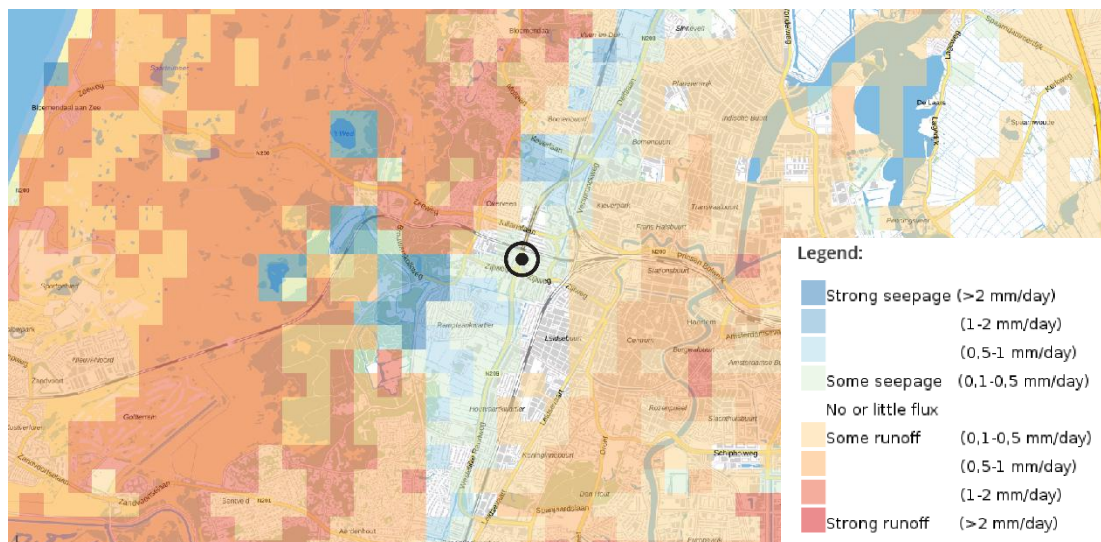


Figuur 2-4: Oppervlakkige stijghoogte van grondwater in de regio rondom het Nova College – zo'n 5 meter +NAP in de duinen versus 0 meter +NAP op de projectlocatie (bron: TNO).



Figuur 2-5: Grondwaterdynamiek rondom het Nova College. Te zien is dat de peilbuizen in de directe (verstedelijkte) omgeving minder dynamiek/schommelingen tonen dan die in de zandige duinen (bron: TNO).

De kwel- en infiltratiekaart van Deltares uit 2016 (beschikbaar via de Klimaat-effectatlas) bevestigt dat het Nova College zich bevindt in een kwelgebied, gelegen tussen de hoger gelegen zandige duinen en de historische binnenstad. Het onderscheid tussen infiltratie- en kwelgebieden wordt zichtbaar in Figuur 2-6.



Figuur 2-6: Kwel- en infiltratiekaart (bron: Deltares, via Klimateffectatlas).

2.3 Lokale situatie

2.3.1 Boormonsterprofielen

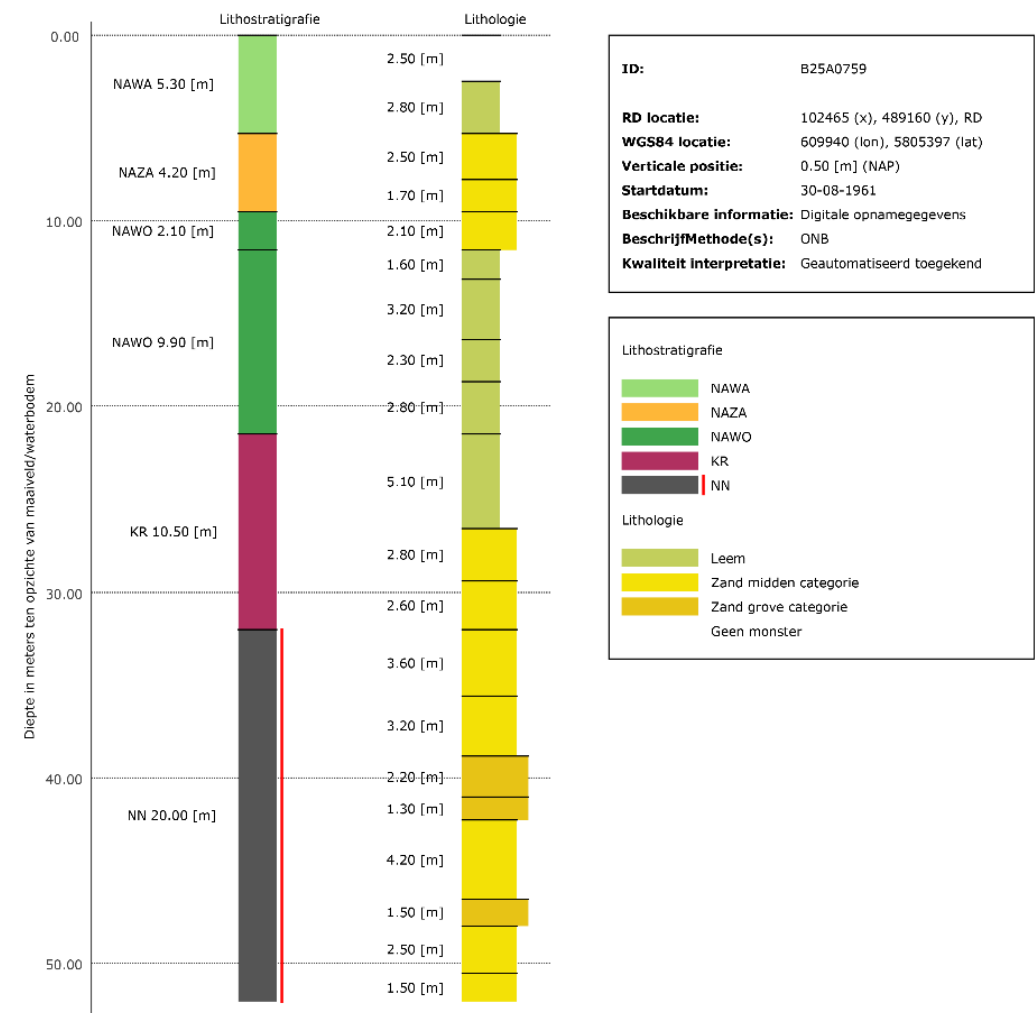
Een analyse van boormonsterprofielen uit DINOloket laat zien dat de ondergrond op en rond de locatie van het Nova College een heterogene samenstelling heeft.

Figuur 2-7 toont een overzicht van beschikbare boorbeschrijvingen rondom het Nova College. Ter illustratie worden hieronder twee representatieve boringen gepresenteerd (de andere boringen te vinden zijn in Bijlage A). Hierbij wordt opgemerkt dat de meeste boringen in dit gebied uit de late jaren '50 of de vroege jaren '60 komen. In de afgelopen 60 jaar is de bovenste laag van de bodem hoogstwaarschijnlijk geroerd door graafwerkzaamheden, en is het mogelijk dat door belasting de bodem is verdicht.



Figuur 2-7: Overzicht van beschikbare boorbeschrijvingen rondom het Nova College (bron: ESRI, BRO).

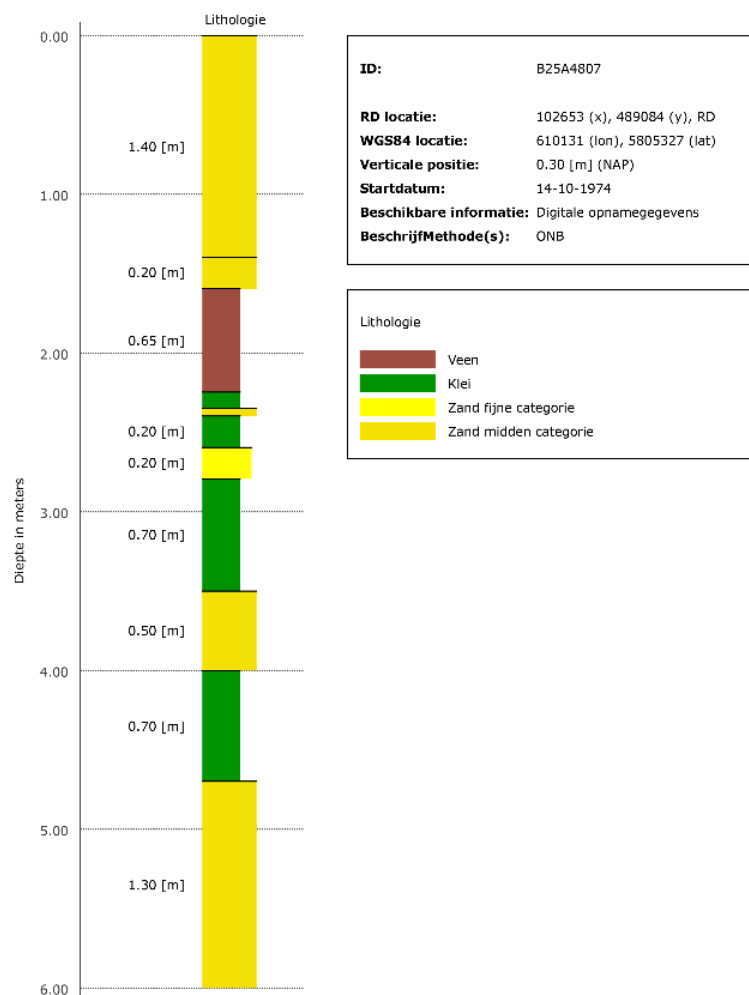
De meest representatieve locatie voor de beschrijving van de ondergrond bevindt zich ongeveer halverwege het perceel van het Nova College, ter hoogte van de Westelijke Randweg (boorbeschrijving B25A0759, Figuur 2-8). Op deze locatie is een onbekende (antropogene) toplaag zichtbaar, met daaronder een afwisseling van leem- en zandlagen. De leemlagen kunnen plaatselijk doorlatend zijn, maar worden over het algemeen als slecht doorlatend beschouwd. Dit is in lijn met het eerder geschetste beeld van de ondergrondskarakteristieken en de invloed op grondwaterstromen in het gebied.



Figuur 2-8: Boorbeschrijving van profiel B25A0759 ten westen van het Nova College (bron: BRO).

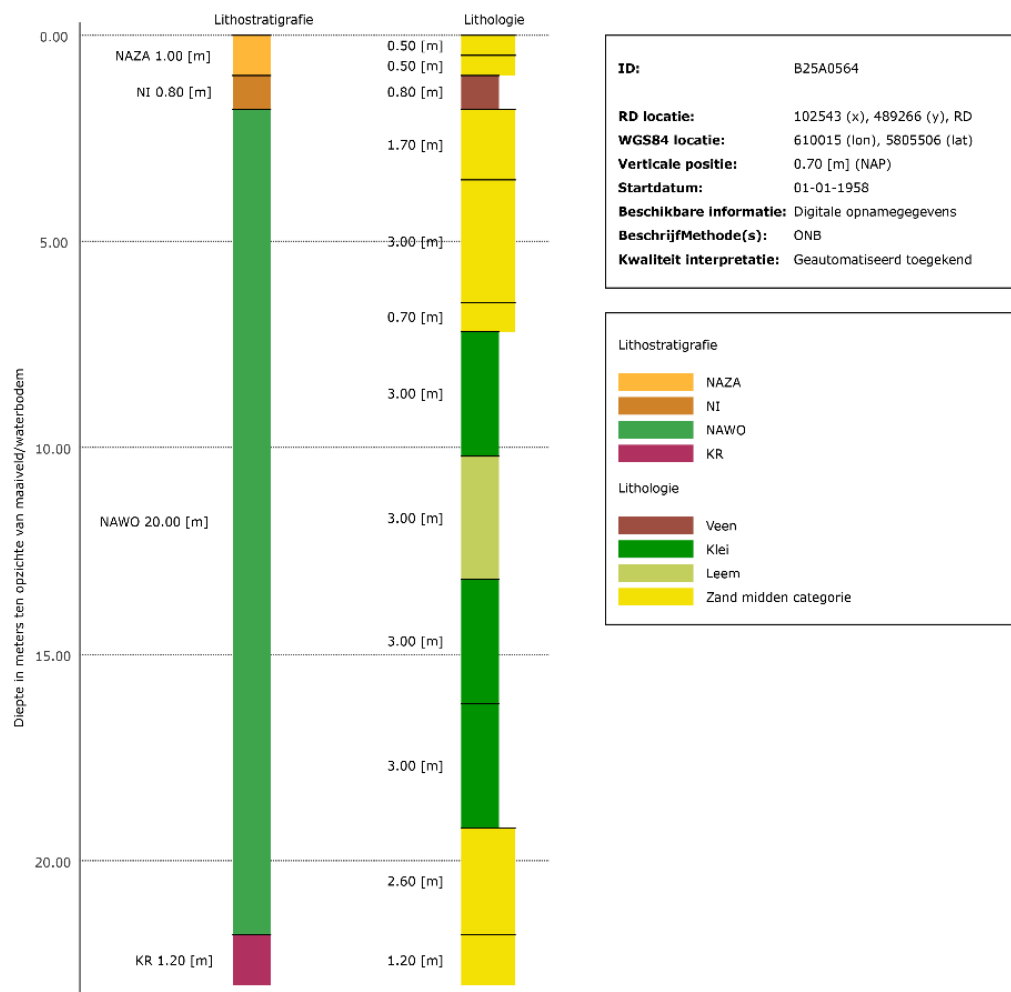
Figuur 2-9 (boorbeschrijving B25A4807) toont de boorbeschrijving van een boring die is uitgevoerd aan de oostzijde van het perceel van het Nova College, ongeveer halverwege het terrein. Op deze locatie is een zandige toplaag zichtbaar, waarin ook veenresten voorkomen. In tegenstelling tot de eerder besproken boring is hier geen leem aangetroffen. In plaats daarvan bestaat de ondergrond uit een afwisseling van zand- en kleilagen.

De aanwezigheid van kleilagen heeft invloed op de waterhuishouding in dit gebied. Kleilagen zijn over het algemeen slecht doorlatend, waardoor infiltratie van regenwater wordt bemoeilijkt. Dit kan effect hebben op zowel de grondwaterstanden als de afvoer van neerslag in dit deel van het terrein.



Figuur 2-9: Boorbeschrijving van profiel B25A4807 ten oosten van het Nova College (bron: BRO).

Figuur 2-10 toont de boorbeschrijving van profiel B25A0564, ten noorden van het Nova College. Dit profiel toont een dikkere zandige toplaag (afgewisseld met veen), met op een diepte van 7 meter onder maaiveld een kleilaag.



Figuur 2-10: Boorbeschrijving van profiel B25A0564 ten noorden van het Nova College (bron: BRO).

De ondiepe zandlaag, gevolgd door leem- en/of kleilagen, brengt een groot risico op schijngrondwaterstanden met zich mee. Regenwater dat in de bodem infiltreert, wordt snel opgenomen door de doorlatende zandlaag aan de oppervlakte. Echter, doordat leem- en kleilagen een veel lagere doorlatendheid hebben, kan het water niet gemakkelijk naar diepere bodemlagen zakken. Dit kan leiden tot tijdelijke ophoping van water boven deze minder doorlatende lagen, wat lokaal verhoogde grondwaterstanden veroorzaakt. Dit effect is belangrijk om rekening mee te houden bij waterbeheer en infiltratiemaatregelen in het gebied.

2.3.2 Grondwaterreeksen

Figuur 2-11 toont een overzicht van de beschikbare meetpunten uit het DINOloket in de omgeving van het Nova College, waarbij representatieve meetgegevens zijn geselecteerd. De locatienummers in deze figuur komen overeen met de navolgende grafieken. In Figuur 2-12, Figuur 2-13 en Figuur 2-14 is respectievelijk de grondwaterstand over de afgelopen 10, 4 en 2 jaar weergegeven.

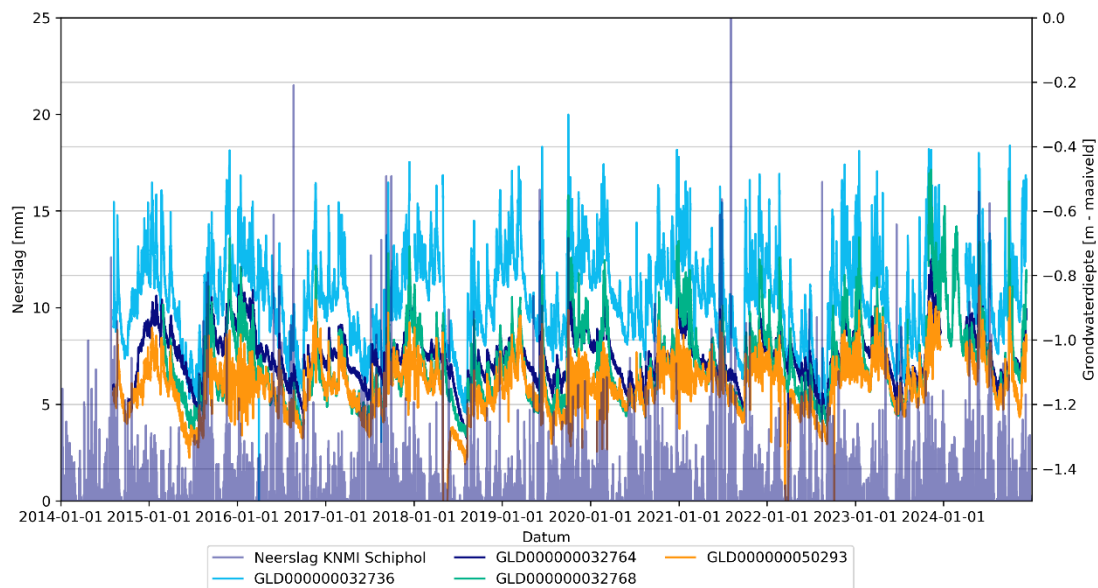
Uit de grafieken blijkt dat de grondwaterstanden bij drie meetpunten in de buurt van het Nova College vaak schommelen tussen 1,2 en 0,7 meter onder maaiveld. Eén specifiek meetpunt, GLD000000032736, toont structureel hogere grondwaterstanden in vergelijking met de andere locaties.

Tijdens natte perioden, zoals eind 2023 - begin 2024, is een duidelijke stijging van de grondwaterstanden zichtbaar. Gedurende dat jaar lagen de grondwaterstanden structureel hoger dan in de rest van de meetperiode. Dit is ook het moment dat foto's gemaakt zijn van het ondergelopen voetpad in de memo van het Nova College (17 september 2024). Na hevige neerslag of langdurig natte omstandigheden kan het grondwater op sommige locaties stijgen tot minder dan 50 cm onder maaiveld. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de beperkte infiltratiecapaciteit van de bodem als gevolg van de aanwezigheid van leem- en kleilagen, wat leidt tot schijngrondwaterstanden. Dit resulteert in een drassige bodem met een beperkte capaciteit om regenwater tijdelijk te bufferen.

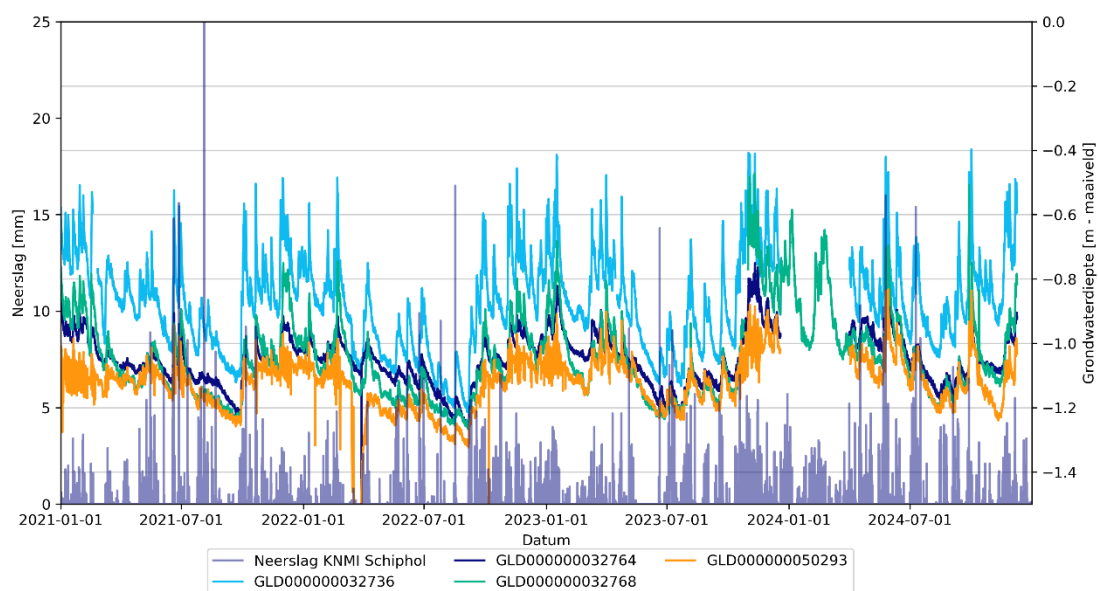
Daarnaast leert een analyse van de meetreeksen dat het vaak enkele weken duurt voordat de grondwaterstanden weer dalen na een natte periode. Dit is in lijn met de geconstateerde lage infiltratiecapaciteit en de invloed van kweldruk in het gebied.



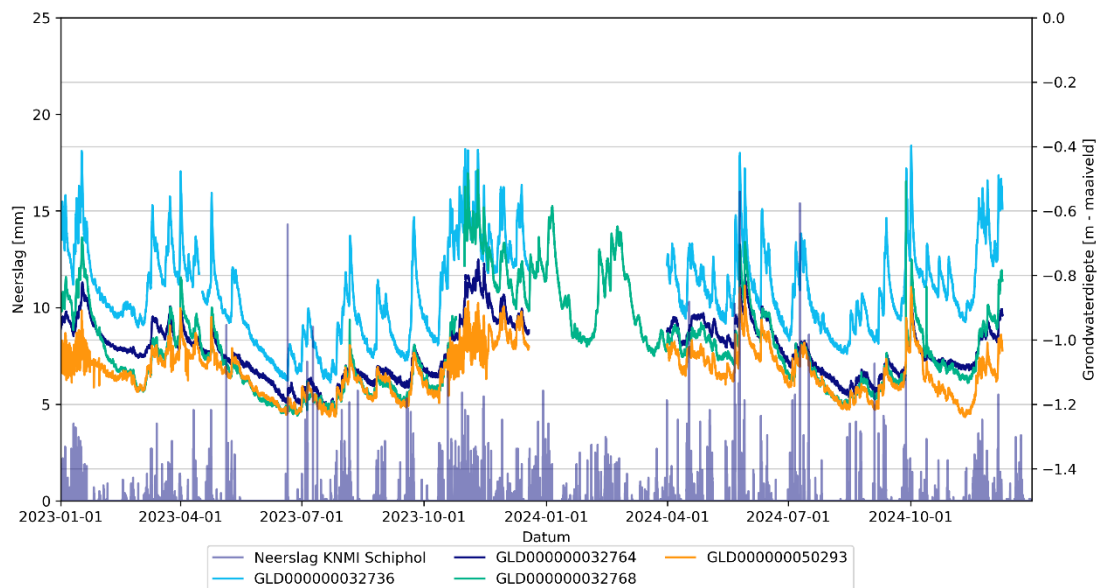
Figuur 2-11: Beschikbare grondwatermeetpunten in de buurt van het Nova College (bron: ESRI, BRO)



Figuur 2-12: 10-jarige grondwaterreeks in meetpunten nabij het Nova College (bron: BRO (Gemeente Bloemendaal) / KNMI).

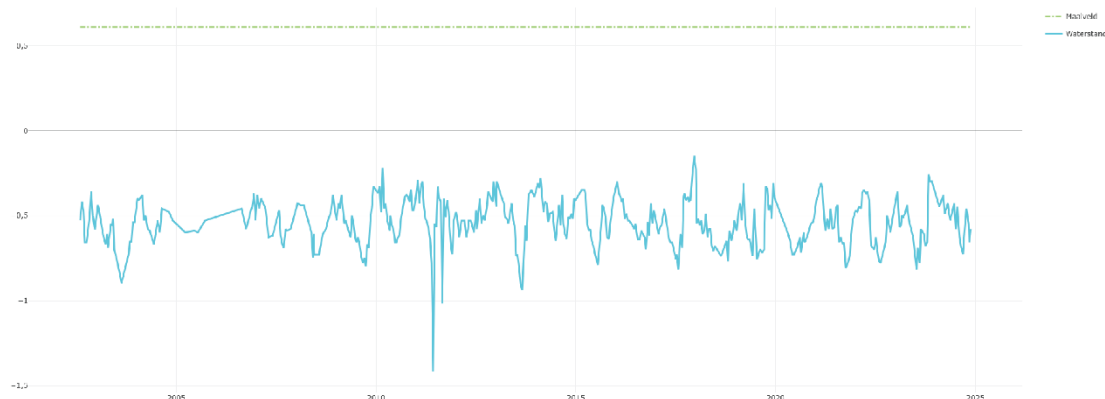


Figuur 2-13: 4-jarige grondwaterreeks in meetpunten nabij het Nova College (bron: BRO (Gemeente Bloemendaal) / KNMI).

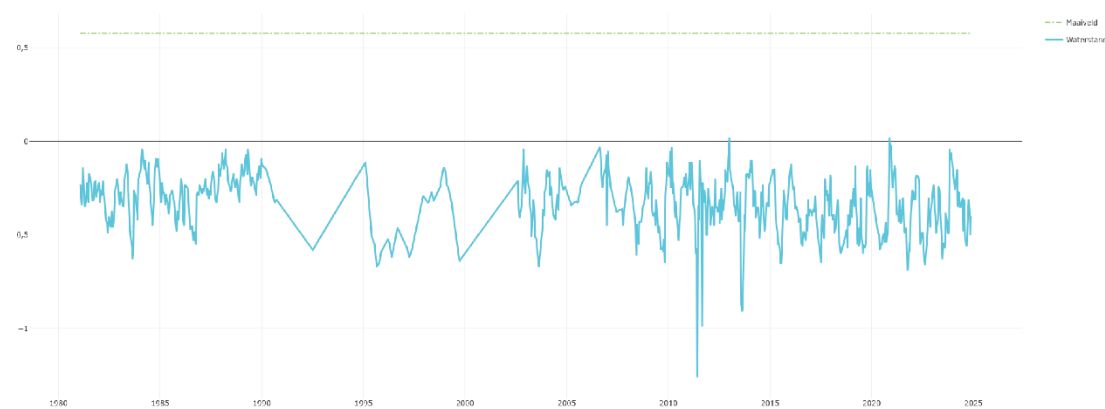


Figuur 2-14: 2-jarige grondwaterreeks in meetpunten nabij het Nova College (bron: BRO (Gemeente Bloemendaal) / KNMI).

Twee gemeentelijke peilbuizen (brondata niet beschikbaar via DINOloket) aan de Veldzigtlaan (Peilmerk 10-110 en 10-203) tonen een vergelijkbaar beeld Figuur 2-15 en Figuur 2-16.



Figuur 2-15: Gemeentelijke peilbuis Peilmerk 10-110.



Figuur 2-16: Gemeentelijke peilbuis Peilmerk 10-203.

In de memo van BAM van 29 februari 2024 zijn foto's opgenomen van proefsleuven die in week 8 van 2024 zijn gemaakt. Deze proefsleuven waren bedoeld om de ligging van kabels en leidingen te verifiëren en bevatten geen boorbeschrijving van de aangetroffen bodemsamenstelling. Desondanks geven de foto's een indicatie van de (schijn)grondwaterstand. Op alle beelden is zichtbaar dat het grondwater zich op ongeveer 70-80 cm onder maaiveld bevindt.

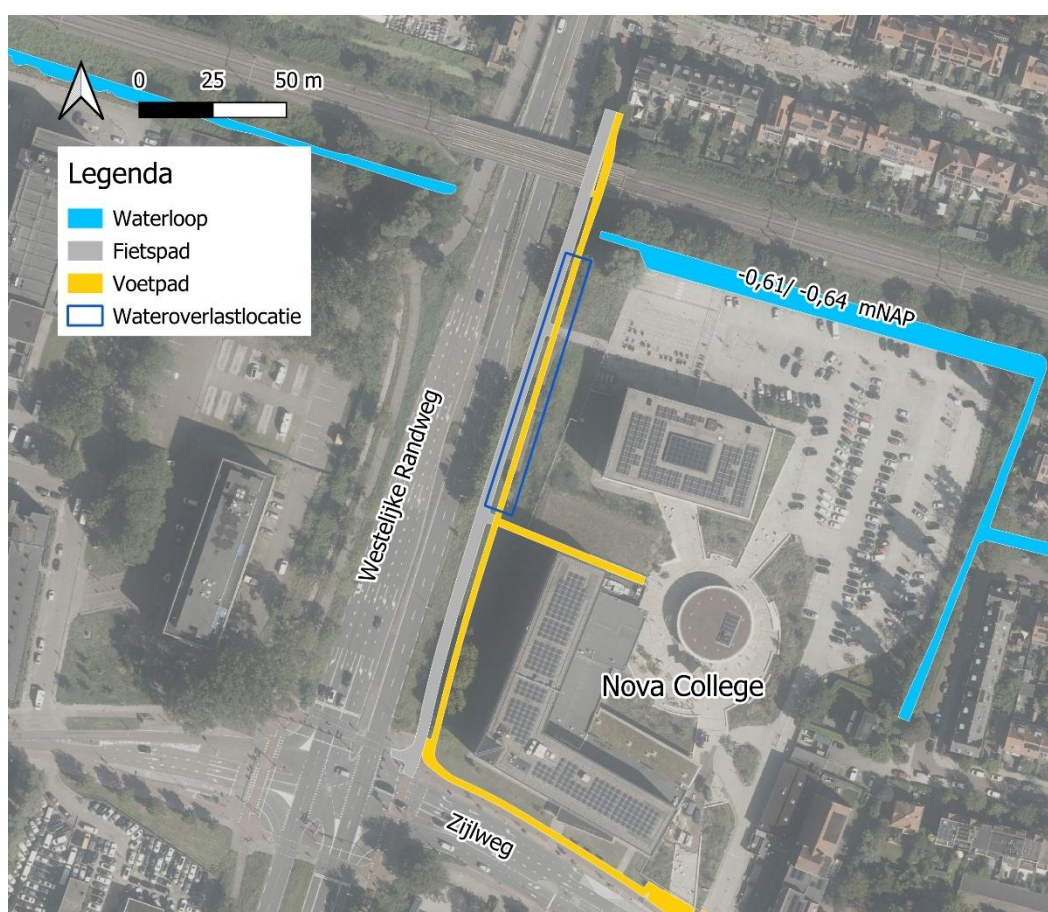
Tijdens deze week was alleen meetpunt GLD000000032768 operationeel. De metingen van dit punt bevestigen dat de grondwaterstand inderdaad rond de 70 cm onder maaiveld lag, wat overeenkomt met de observaties uit de proefsleuven.

3 Beschrijving afstroming hemelwater

3.1 Inleiding wateroverlastlocatie

Figuur 3-1 toont een overzichtsbild van het Nova College. Het Nova College wordt omsloten door de Westelijke Randweg (N208) aan de westzijde, de Zijlweg aan de zuidkant, en een waterloop aan de noord- en oostzijde. De wateroverlastlocatie bevindt zich op het voet- en fietspad tussen de Westelijke Randweg en het Nova College (omcirkeld in Figuur 3-1). De omlijning van de wateroverlast locatie in Figuur 3-1 is een benadering op basis van de foto's uit de aangeleverde memo's (paragraaf 1.2).

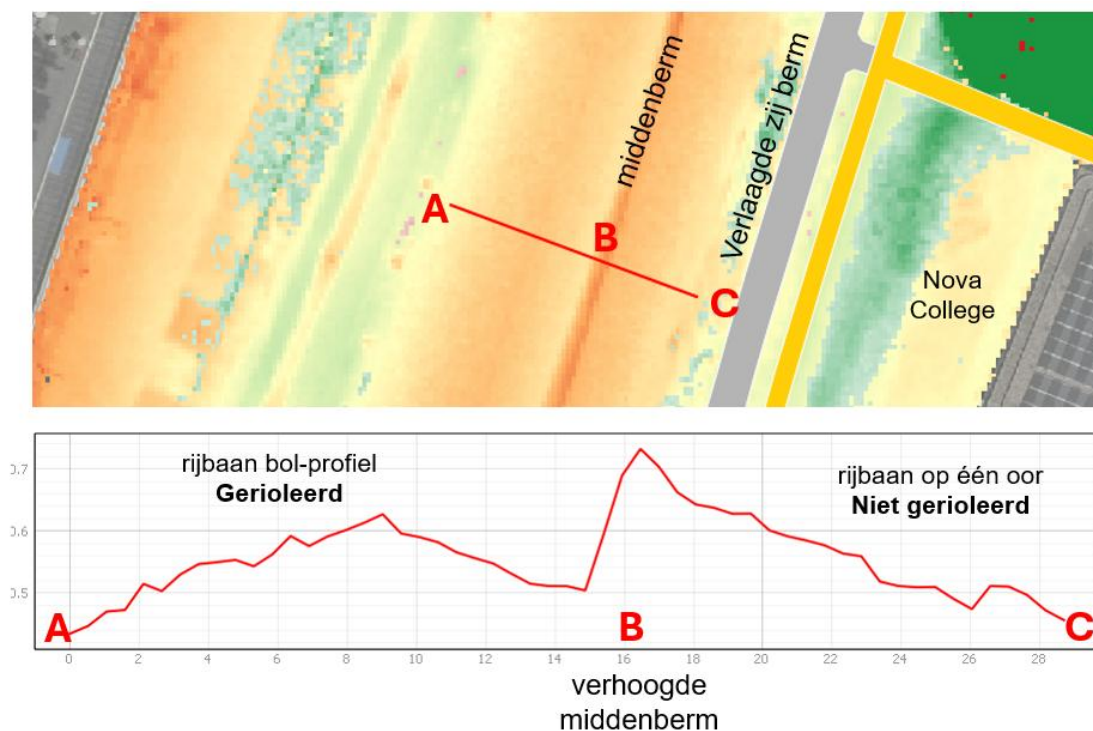
De aanliggende waterloop is een secundaire watergang van tussen de 2 en 3 meter breed met een diepte van 35-50 cm. De waterlopen zijn onderdeel van peilgebied Boezem Rijnland. Via bemaling wordt het waterpeil constant gehouden op -0,61 mNAP (zomerpeil) en -0,64 mNAP (winterpeil). Infiltrerend hemelwater wordt uiteindelijk via de bemaling van het peilgebied afgevoerd.



Figuur 3-1 Overzichtskaart Nova College

3.1.1 Westelijke Randweg (N208)

Figuur 3-2 laat de dwarsdoorsnede zien van de Westelijk Randweg. De rijbaan in zuidelijke richting heeft een bol wegprofiel en bevat kolken bij de middenberm. De rijbaan in noordelijke richting ligt op één oor: vanaf de middenberm stroomt het hemelwater af in oostelijke en noordoostelijke richting, richting het Nova College en de wateroverlastlocatie. De zijbermen van de Westelijke randweg zijn verlaagd om daar water vast te houden en te infiltreren.



Figuur 3-2 Dwarsdoorsnede van de Westelijke Randweg in de AHN5 (2023).

3.1.2 Hemelwater vanaf Zijlweg buiten beschouwing

Vanuit de Zijlweg aan de zuidkant van het Nova College is geen afstormend hemelwater te verwachten. De Zijlweg inclusief het fietspad is gerioleerd - op de Google Streetview zijn duidelijk straatkolken te zien (de rioolbeheerdata van de gemeente Haarlem is niet openbaar ontsloten). De hoogtekaart uit Figuur 3-5 laat zien dat bij overschrijding van de rioolcapaciteit water-op-saat zal afstromen in zuidoostelijke richting, niet in de richting van het Nova College noch de wateroverlastlocatie. De Zijlweg blijft daarom verder buiten beschouwing.

3.1.3 Hemelwater vanaf terrein Nova College

3.1.3.1 Afstroming vanaf Nova College in de oude situatie

In de oude situatie vond geen afstroming van hemelwater vanaf het Nova College naar het voetpad plaats. Ter plaatse van de uitbreiding op het Nova College terrein lag een groot grasveld - hoger gelegen dan het voetpad zelf. Afstroming van het grasveld richting het voetpad werd afgevangen door een tussen- en laaggelegen groenstrook met daarin een drainerende greppel die richting de noordelijk gelegen watergang liep (zie Figuur 3-3).

3.1.3.2 Afstroming vanaf Nova College in de nieuwe situatie

Ook in de nieuwe situatie vindt geen afstroming van hemelwater vanaf het Nova College naar het voetpad plaats. De grondwal creëert een fysieke scheiding tussen het Nova College en de wateroverlast locatie. In de grondwal bevindt zich één opening (Figuur 3-4). Gezien de aanwezigheid van de watergang aan de noord- en oostzijde is in deze analyse aangenomen dat het waterhuishoudkundige plan van de uitbreiding voorziet om hemelwater naar de watergang af te voeren, en niet via de in Figuur 3-4 getoonde doorgang – ook niet tijdens situaties van extreme neerslag. Dat betekent dat enkel het oppervlak lopend van de kruin van de grondwal tot aan de voet kan afvoeren (afstromen of via horizontale infiltratie) in de richting van het voetpad. Dit betreft een oppervlak van grofweg 600 m².



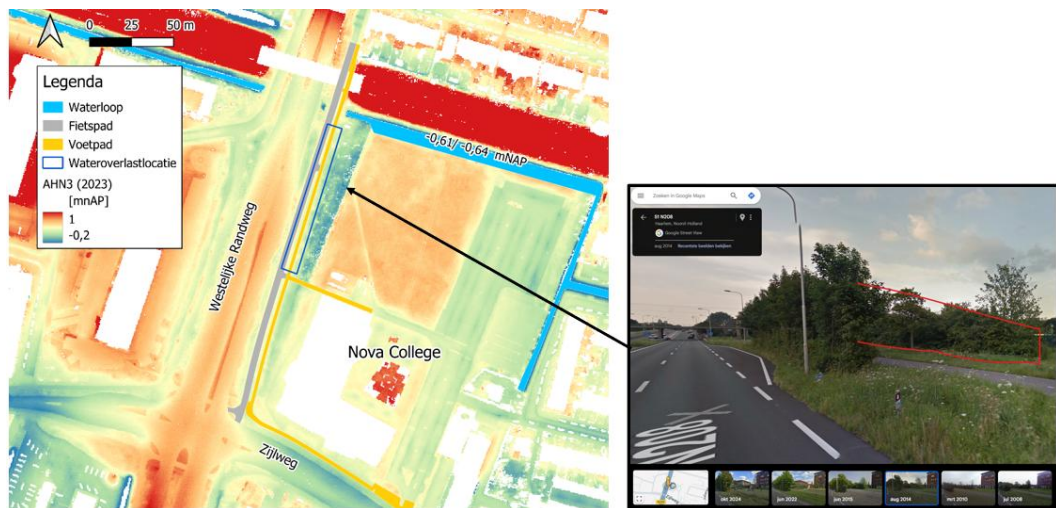
Figuur 3-3 Luchtfoto uit april 2018 (bron: Google Earth Pro) van de oude situatie met daarop te zien van rechts naar links: het grasveld van het nova college, de greppel (rode pijlen), het stuk groen, het voetpad, fietspad en de Westelijke Randweg.



Figuur 3-4 Opening in de grondwal die het Nova College verbindt met de Westelijke Randweg in de nieuwe situatie (bron: Google Streetview)

3.2 Afstroming hemelwater in de oude situatie

In de oude situatie konden het fiets- en voetpad afwateren naar de groenstrook van het Nova College, en vanaf daar infiltreren of via de greppel afstromen naar de watergang. De N208 waterde in eerste instantie af op de verlaagde berm. In de oude situatie kon er geen hemelwater van het Nova College afstromen naar het voetpad.



Figuur 3-5 Actueel Hoogtebestand Nederland, ingevlogen op 6 maart 2014 (AHN3). Foto uit 2014 van het stedelijk groen naast het voetpad (bron: Google Streetview).

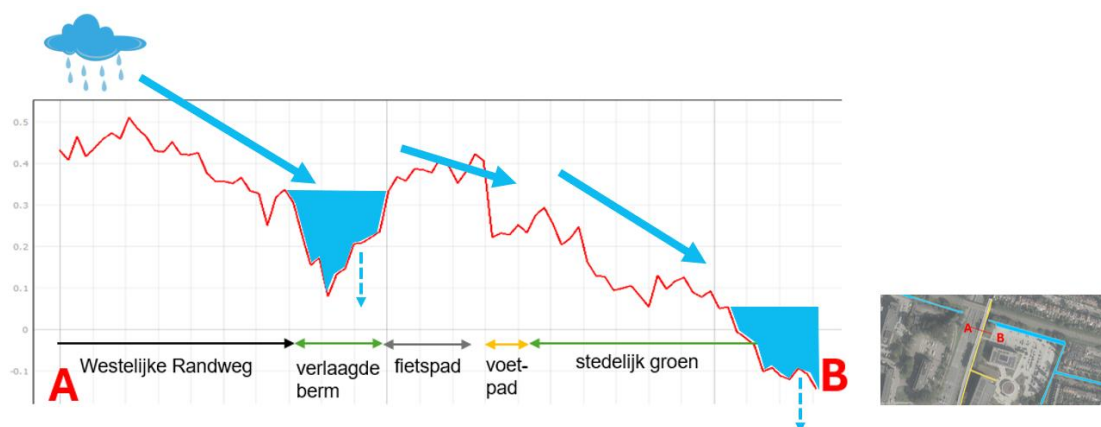
De oppervlakte van de groenstrook op het terrein van het Nova College was ca. 1500 m². In de hoogtekaart van Figuur 3-5 is op de plek van het groen een heel duidelijke laagte te zien (blauw gekleurd). In verhouding tot de wegberm was het oppervlakte van dit groen groot. Zodoende heeft het groen naast het voetpad bijgedragen aan het voorkomen van wateroverlast tijdens extreme neerslag gebeurtenissen, opéénvolgende buien en of langdurig natte periodes. Wanneer de bergingscapaciteit van de berm naast de N208 is bereikt dan loopt deze over op het fietspad, zie dwarsdoorsnede in Figuur 3-6. Hemelwater op het fietspad stroomt af naar het voetpad. Vervolgens kon in de oude situatie het voetpad overlopen naar het groen. Op die manier vond in de oude situatie een cascade van afstromend hemelwater plaats, startend op de kruin van de Westelijke Randweg en eindigend in de groenstrook van het Nova College (zie Figuur 3-7).

De afwatering in deze cascade verloopt zowel via oppervlakkige afstroming (met name bij hevige neerslag) als via een drainerende werking (ondiepe grondwaterstroming richting groen/greppel).

Omdat het groen geen andere functies had - zullen natte omstandigheden op die plek niet eerder tot meldingen van overlast hebben geleid.



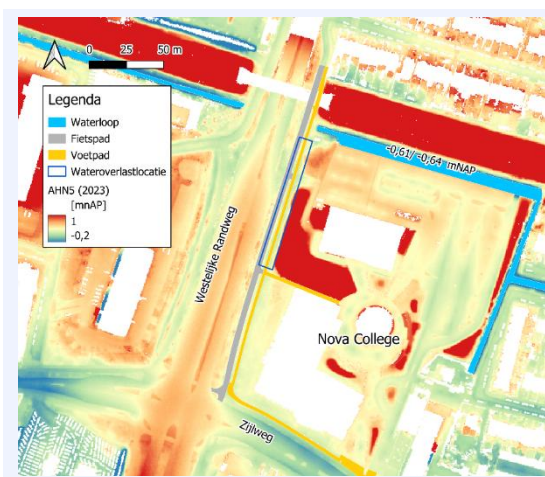
Figuur 3-6: Hoogteverloop in het AHN3 (2014) vanaf de Westelijke randweg via het fietspad, voetpad richting het Nova college. Foto uit 2014 van het stedelijk groen naast het voetpad (bron: Google Streetview).



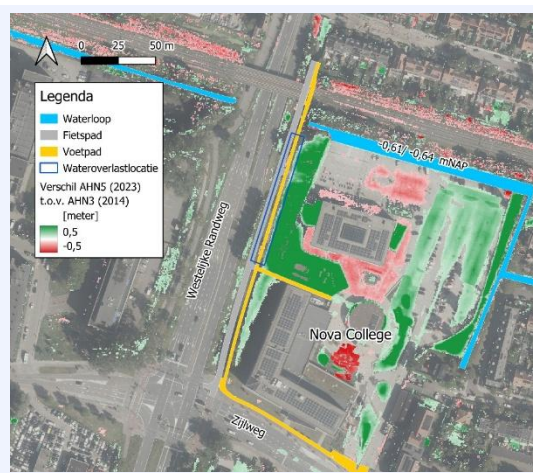
Figuur 3-7: Hoogteverloop in het AHN3 (2014) vanaf de Westelijke randweg via het fietspad, voetpad richting het Nova college, met een indicatie van de afstroming van het hemelwater.

3.3 Afstroming hemelwater na uitbreiding Nova College

De hoogtekkaart uit 2023 (Figuur 3-8) toont het maaiveldverloop van de nieuwe situatie, na de uitbreiding van het Nova College. Figuur 3-9 laat zien hoe het maaiveldverloop is veranderd door de uitbreiding van het Nova College.



Figuur 3-8 Actueel Hoogtebestand Nederland ingevlogen op 7 februari 2023 (AHN5)



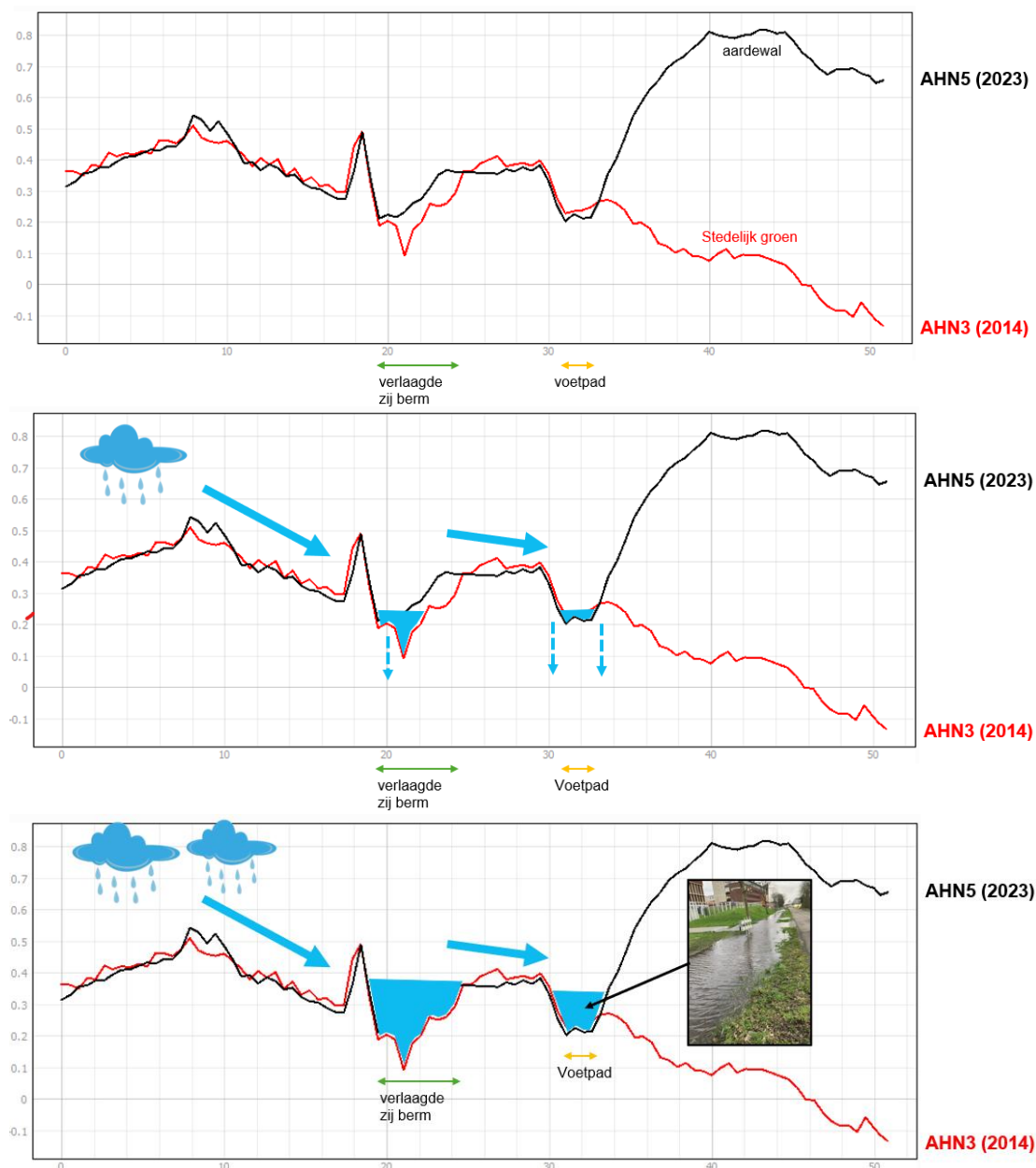
Figuur 3-9 Verschil tussen AHN5 (2023) en AHN3 (2014), rekening gehouden met een maximale afwijking van 5 cm tussen beide kaarten. Groen is ophoging van het maaiveld, rood is verlaging van het maaiveld.

Met de uitbreiding van het Nova College heeft het laag gelegen groen inclusief de greppel richting de watergang plaatsgemaakt voor een grondwal. De grondwal heeft op meerder manieren invloed op het hemelwater afstroomregime.

Ten eerste heeft het fiets- en voetpad in die nieuwe situatie geen voorziening meer om naartoe af te wateren. Water botst vanaf het voetpad als het ware tegen een dijklichaam op, Figuur 3-10 geeft daar een duidelijke visualisatie van. Hemelwater blijft nu ook bij normatieve situaties op het voetpad staan en is daar afhankelijk van de infiltratiemogelijkheden naar de bodem.

Ten tweede is de oorspronkelijke cascade onderbroken die overlast voorkwam in situaties met extreme neerslag, opéénvolgende buien/ langdurig natte periodes en/of bij ongunstige geohydrologische omstandigheden. Het voetpad is het nieuwe eindpunt van de cascade (zie Figuur 3-10), door de beperkte capaciteit van het voetpad kan nu ook het fietspad onderdeel worden van de waterberging op maaiveld. Omdat het voet- (en fiets) pad wel een intensieve gebruiksfunctie heeft in tegenstelling tot het verwijderde groen, wordt de tijdelijk berging van hemelwater-op-maaiveld nu als overlast en verkeersveiligheidsrisico ervaren.

Ten derde stroomt er in de nieuwe situatie neerslag van het Nova College naar het voetpad toe, wat in de oude situatie niet het geval was. Neerslag dat op de grondwal valt tussen het voetpad en de top van grondwal stroomt af naar het voetpad. Hierdoor is het afstroomoppervlak naar het voetpad met ca. 600 m² toegenomen.



Figuur 3-10: Dwarsdoorsnede van de AHN3 (2014) en AHN5 (2023) waarop te zien is hoe het laag gelegen stedelijk groen plaats heeft gemaakt voor een grondwal. De middelste afbeelding schets een beeld van een normatieve situatie en de onderstaande afbeelding van een extreme/ ongunstige situatie.

4 Conclusie

4.1 Conclusies bodem- en grondwatersituatie

Het Nova College bevindt zich in een kwelgebied tussen de zandige duinen en de historische binnenstad. Mede door de aanwezige kweldruk is infiltratie naar diepere bodemlagen niet mogelijk.

Daarnaast wordt oppervlakkige infiltratie van regenwater bemoeilijkt door de aanwezigheid van klei- en leemlagen. Deze slecht doorlatende lagen zorgen ervoor dat regenwater niet gemakkelijk in de bodem wegzakt. Dit maakt dat de diepere ondergrond geen of slechts een beperkte bufferende bijdrage levert aan het verwerken van regenwater, en ingrepen op het maaiveld en in de ondiepe ondergronden een relatief grote invloed hebben in de werking van het watersysteem.

Na een natte periode of een hevige bui stijgen de grondwaterstanden snel, wat wijst op een beperkte capaciteit van de bodem om regenwater tijdelijk te bufferen. In extreem natte perioden, zoals de periode van het najaar van 2023 tot en met het voorjaar van 2024, leidt dit plaatselijk tot ondiepe grondwaterstanden, met niveaus tot ongeveer 50 cm onder maaiveld.

4.2 Conclusies hemelwaterafvoer

In normatieve neerslagsituaties met gunstig geohydrologische omstandigheden kon in de oude situatie hemelwater oppervlakkig afstromen en worden opgevangen in de verlaagde berm naast de N208 en in het stedelijk groen naast het voetpad; om daar te infiltreren en/of uiteindelijk af te voeren naar de watergang.

Bij extreme neerslag gebeurtenissen, opéénvolgende buien/ langdurig natte periodes en/of ongunstige geohydrologische omstandigheden; kon in de oude situatie een cascade van afstromend hemelwater plaatsvinden. Deze cascade start op het de middenberm van de Westelijke Randweg en eindigde in de groenstrook, waarin tevens een greppel aanwezig was die afvoerde richting de watergang.

Door de uitbreiding van het Nova College (de plaatsing van de grondwal) is de cascade onderbroken en eindigt het afstromend regenwater nu ter plaatse van het voetpad. Dit voetpad is echter ongeschikt als eindpunt van de cascade: water vasthouden op het voetpad zorgt daar voor hinder en een verkeersveiligheidsrisico. Het voetpad is ook niet ontworpen om water oppervlakkig af te voeren naar de watergang. Daarbij is de geohydrologische situatie niet geschikt voor infiltratie ter plaatse van het pad. Wateroverlast op het voetpad is dan een te verwachten gevolg.

Door de verwijdering van het groen (en komst van de grondwal) heeft het voetpad ook in normatieve situaties geen plek meer om naartoe af te wateren, en is te verwachten dat neerlag op het voetpad blijft staan. Daar bovenop komt dat sinds de uitbreiding van het Nova College een klein deel van het terrein à 600m², namelijk de westzijde van de grondwal, afwatert op het voetpad.

4.3 Aanbevelingen

Ten eerste heeft het fiets- en voetpad een afwateringsvoorziening nodig voor neerslag, mogelijk moet daarvoor ook het voetpad zelf worden herontworpen. Daarnaast heeft de cascade lopend vanaf de middenberm van de N208 tot aan het voetpad een nieuw eindpunt

nodig. Dit nieuwe eindpunt kan samenvallen met de afwateringsvoorziening voor het voetpad. De ruimte rond het voetpad is beperkt, wat aanleiding geeft om óók te kijken naar 'bovenstroomse oplossingen' om de cascade te beperken, zoals een afwateringsvoorziening op de N208.

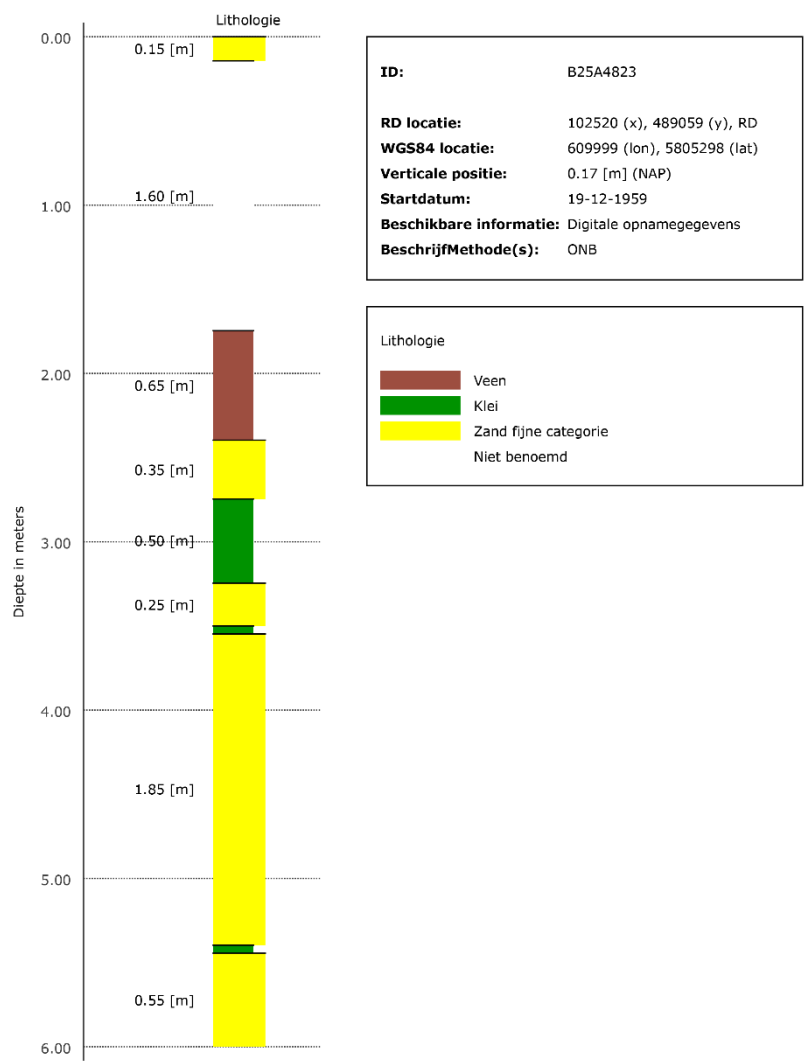
Wij bevelen aan om te kijken naar een oplossing die voorziet in water tijdelijk bufferen en vervolgens afvoeren richting de watergang. Gelet op de ongunstige geohydrologische situatie bevelen geen oplossingen aan met infiltratie naar de bodem, tenzij gecombineerd met drainage. Wel bevelen wij aan om te kijken naar bovengrondse oplossingen zoals een greppel en/of grijze oplossingen zoals riolering te overwegen.

A Bijlage: boormonsterprofielen

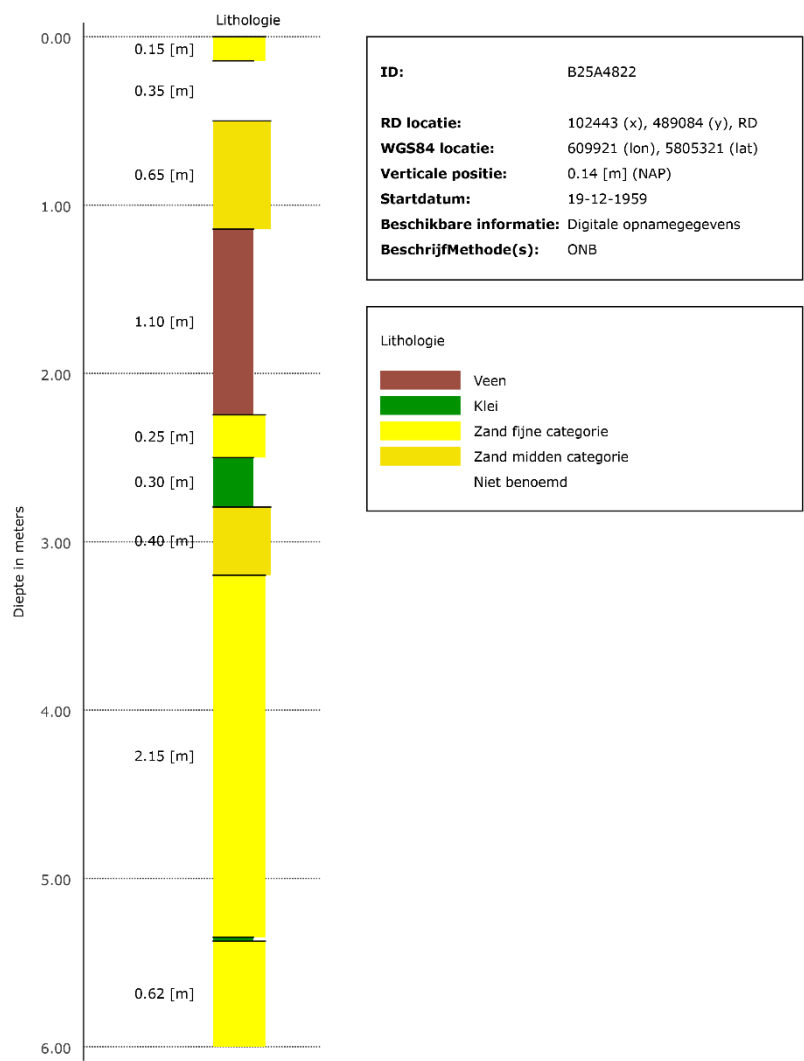
In deze bijlage zijn de boormonsterprofielen rondom het Nova College opgenomen. Onderstaande kaart laat de locaties en nummer van de boormonsterprofielen zien. De gebruikte bron voor de boormonsterprofielen is de BasisRegistratie Ondergrond (BRO), opgevraagd via DINOloket.



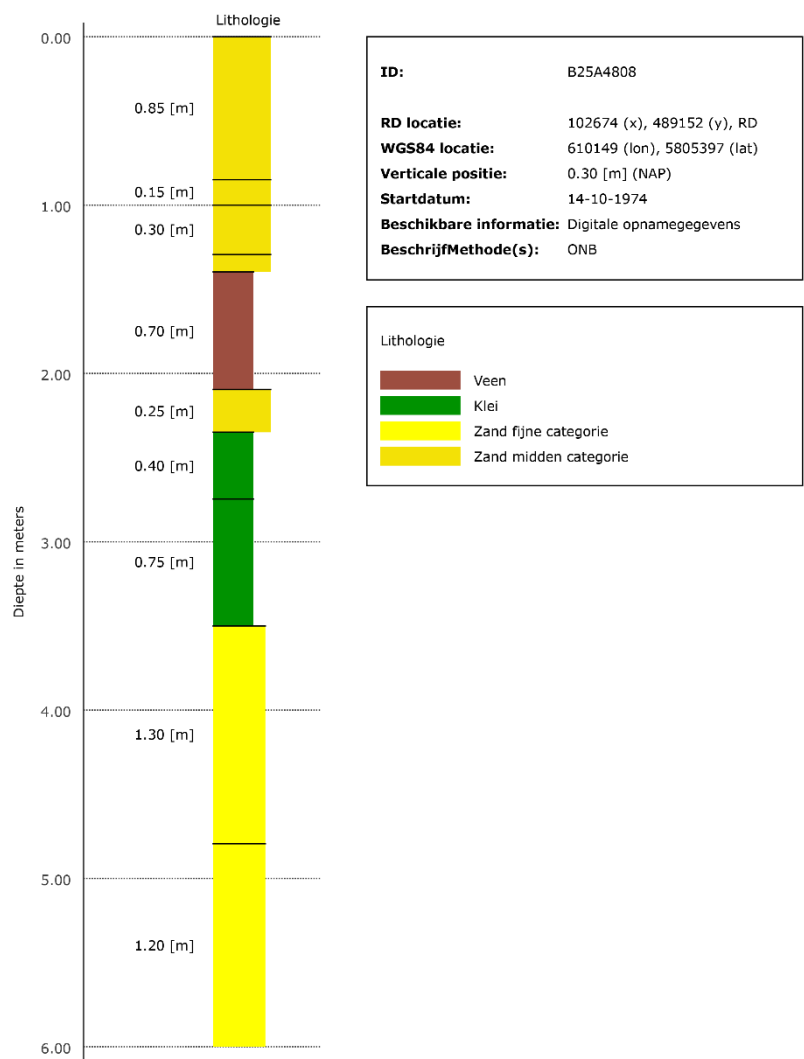
Boormonsterprofiel B25A4823



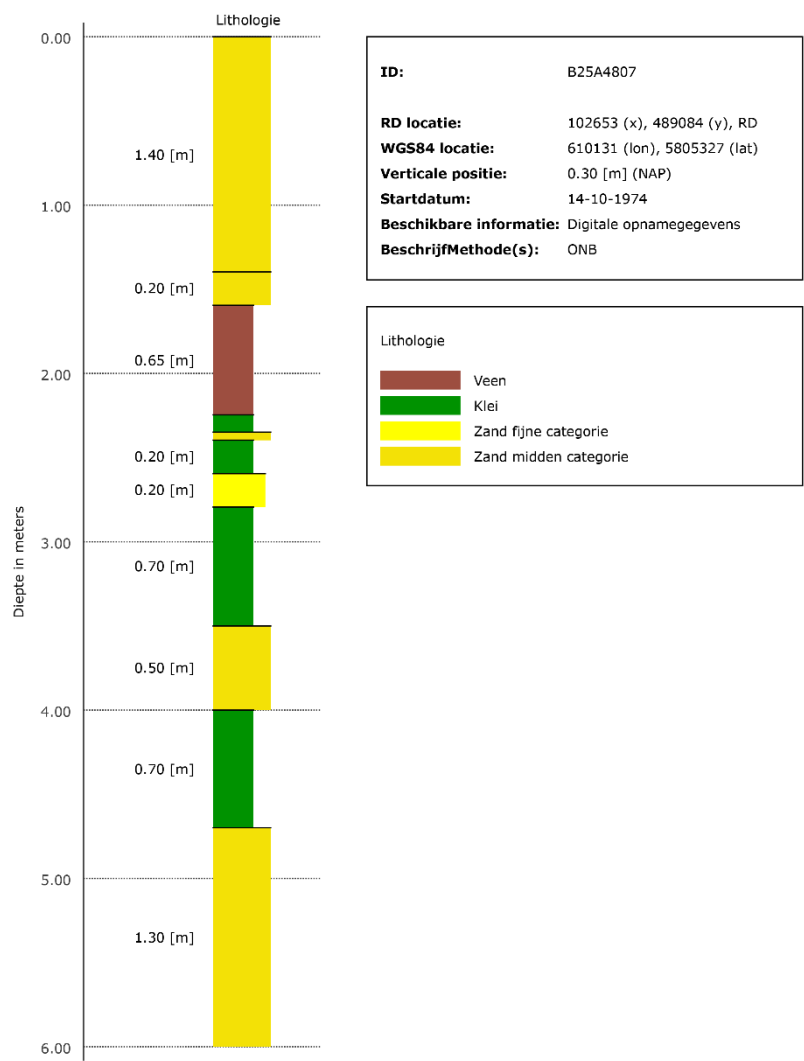
Boormonsterprofiel B25A4822



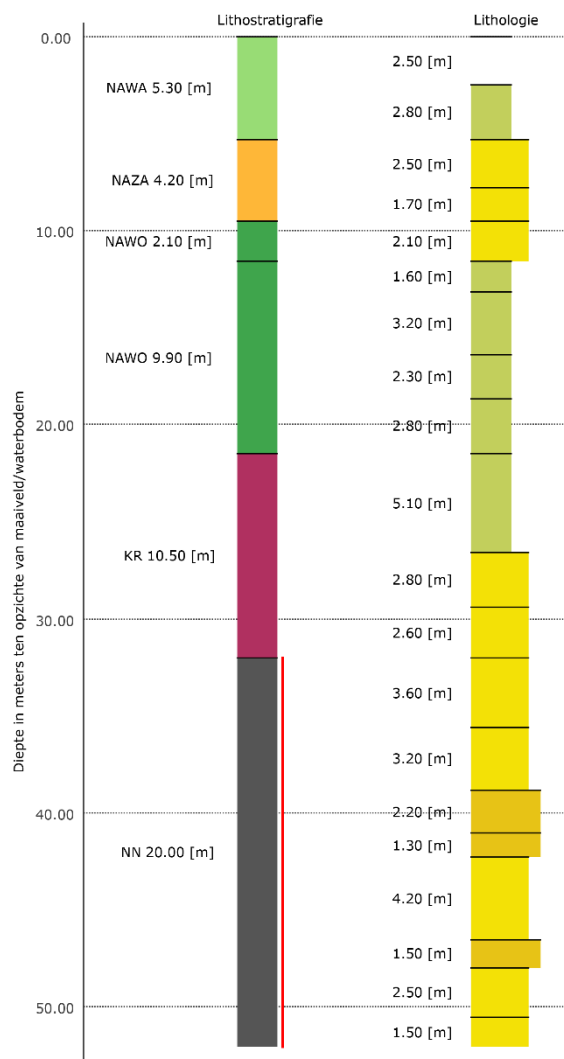
Boormonsterprofiel B25A4808



Boormonsterprofiel B25A4807



Boormonsterprofiel B25A0759



ID:	B25A0759
RD locatie:	102465 (x), 489160 (y), RD
WGS84 locatie:	609940 (lon), 5805397 (lat)
Verticale positie:	0.50 [m] (NAP)
Startdatum:	30-08-1961
Beschikbare informatie:	Digitale opnamegegevens
BeschrijfMethode(s):	ONB
Kwaliteit interpretatie:	Geautomatiseerd toegekend

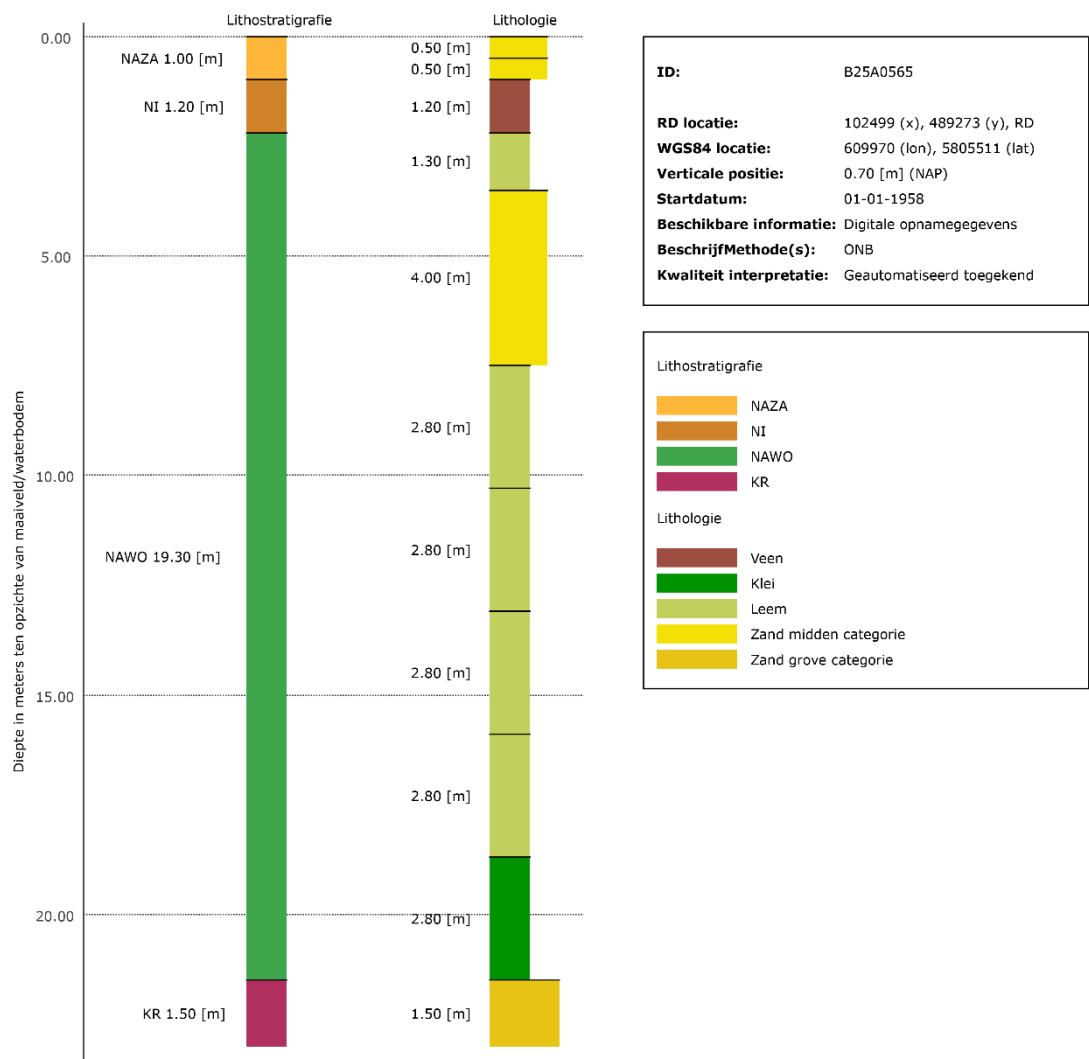
Lithostratigrafie

- NAWA
- NAZA
- NAWO
- KR
- NN

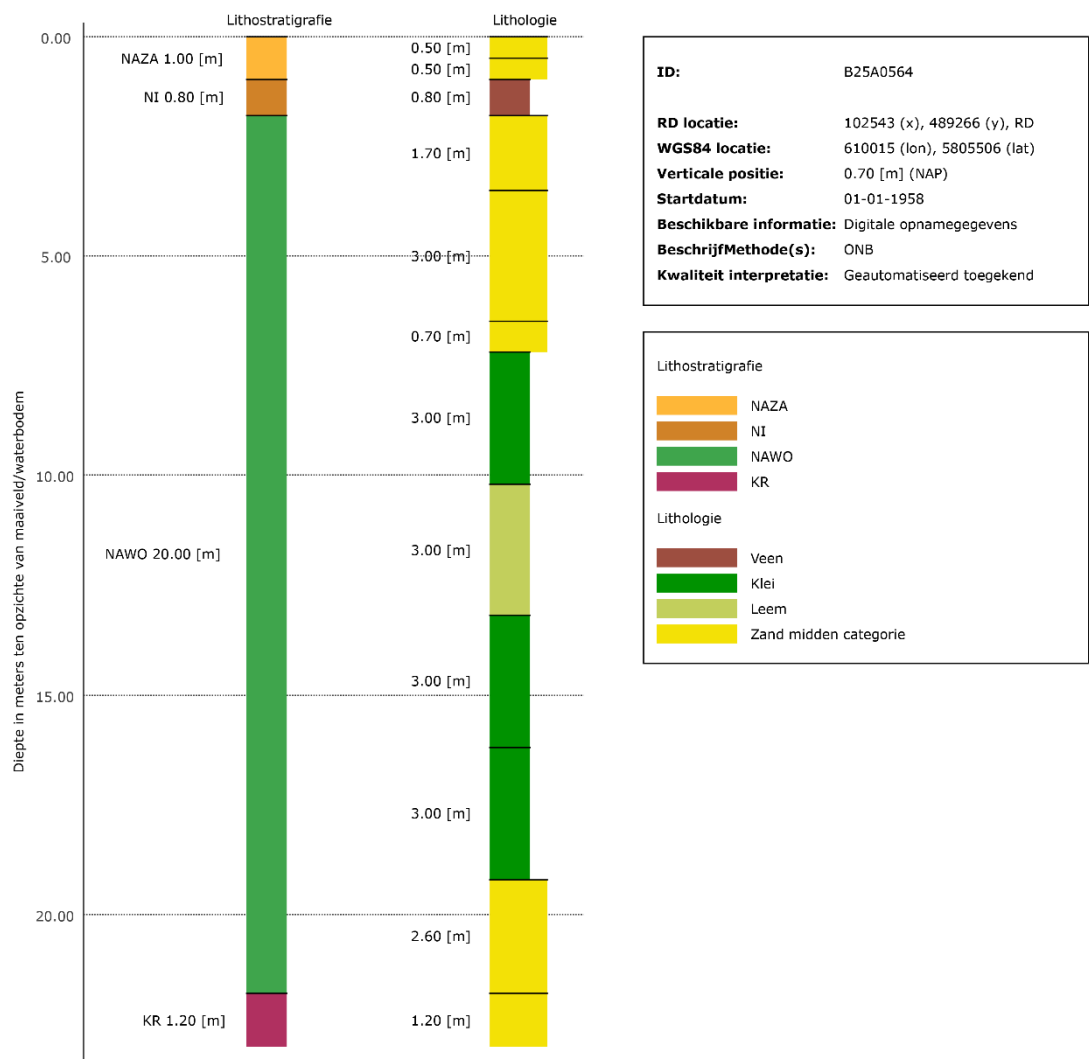
Lithologie

- Leem
- Zand midden categorie
- Zand grove categorie
- Geen monster

Boormonsterprofiel B25A0565



Boormonsterprofiel B25A0564



Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

Deltares

www.deltares.nl