

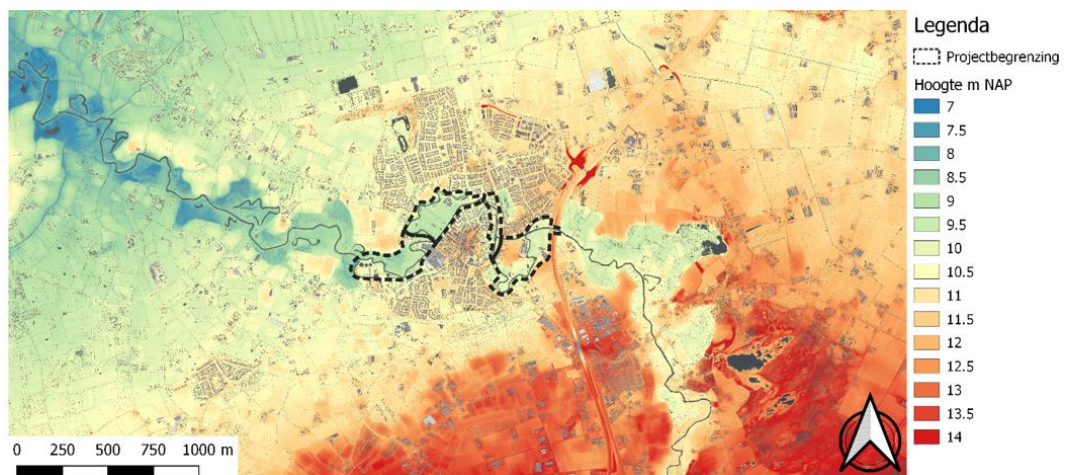
## Memo

Datum: 01-12-2021  
Projectnummer: 010-19-BWZ  
Van: Rob Klaarenbeek, BWZ Ingenieurs  
Aan: t.b.v. PPWW Klimaatrobuust Beekdal Sint-Oedenrode  
Onderwerp: Onderbouwing, Huidig oppervlaktewater en grondwatersysteem

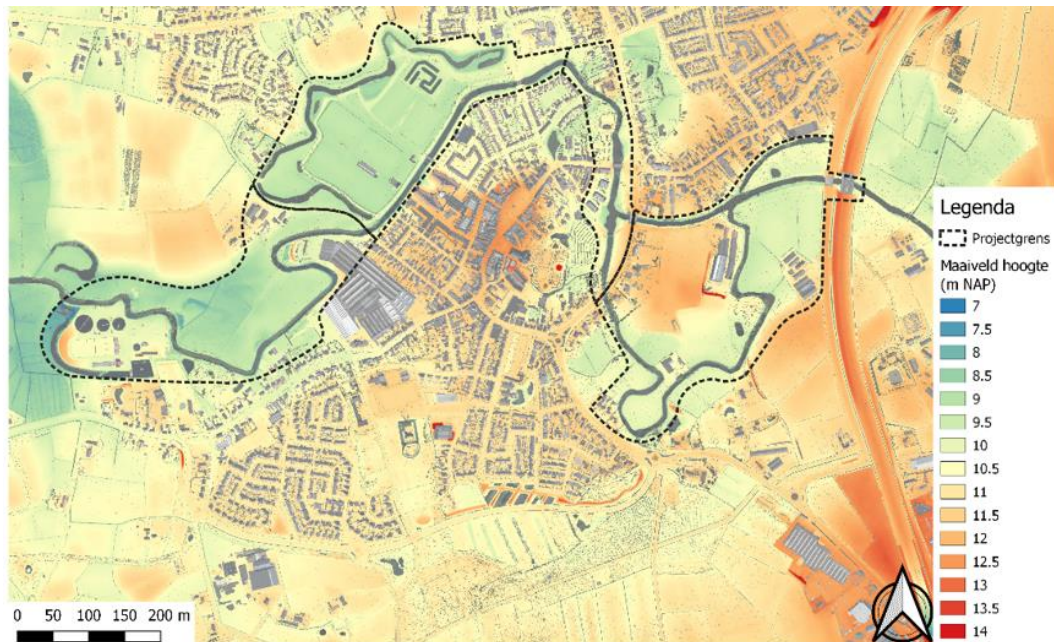
# 1 Gebiedsbeschrijving en –analyse

## 1.1 Hoogteligging en reliëf

De hoogteligging in de omgeving van Sint-Oedenrode loopt af van zuidelijke/oostelijke richting naar noordelijke/westelijke richting (figuur 1). Het aandachtgebied maakt deel uit van het beekdal van de Dommel, dat duidelijk zichtbaar is in het landschap. De maaiveldhoogte binnen het projectgebied ligt in het algemeen tussen circa 9,0 en 12,3 m NAP (figuur 2). Daarbij liggen de laagste delen langs het tracé van de Dommel. Van oost naar west loopt de hoogte hierbij af van circa 10,0 mNAP tot 9,0 mNAP. De hogere delen binnen het projectgebied liggen aan de oostkant tussen de Dommel en een aftakking hiervan, en aan de zuidwestkant. De bebouwde gebieden aan de noord- en zuidzijde van het projectgebied zijn eveneens hoger gelegen dan het beekdal van de Dommel.



Figuur 1: Hoogtekaart projectgebied



Figuur 2: Hoogtekaart omgeving projectgebied

## 1.2 Bodemopbouw en geohydrologische kenmerken

De ondergrond van Sint Oedenrode ligt binnen de Centrale Slenk. Hier liggen zeer dikke watervoerende lagen die zich uitstrekken tot aan Keulen. De Centrale Slenk kenmerkt zich door grootschalige grondwatersystemen en de geohydrologische situatie is zeer complex. (Brabant Waterland, watersystemen in beeld; Provincie Noord-Brabant, april 2007)

De regionale en lokale bodemopbouw rond de planlocatie is beschreven op basis van gegevens uit REGIS II v2.2. en een aantal boringen uit DINOloket (B51B0048, B51B1452). Zie bijlage 1.

De toplaag bestaat afwisselend uit leem en matig tot fijn zand. Plaatselijk is een holocene afzetting aanwezig tot 2m dik. Vanaf maaiveld tot circa 85 m-mv is het eerste watervoerend pakket aanwezig, wat voornamelijk bestaat uit fijn tot grof zand (Tabel 1 1). Het doorlaatvermogen van dit watervoerende pakket (kD-waarde) ligt tot een diepte van circa 25 m-mv op 100 tot 250 m<sup>2</sup>/dag, en hieronder op meer dan 1000 m<sup>2</sup>/dag.

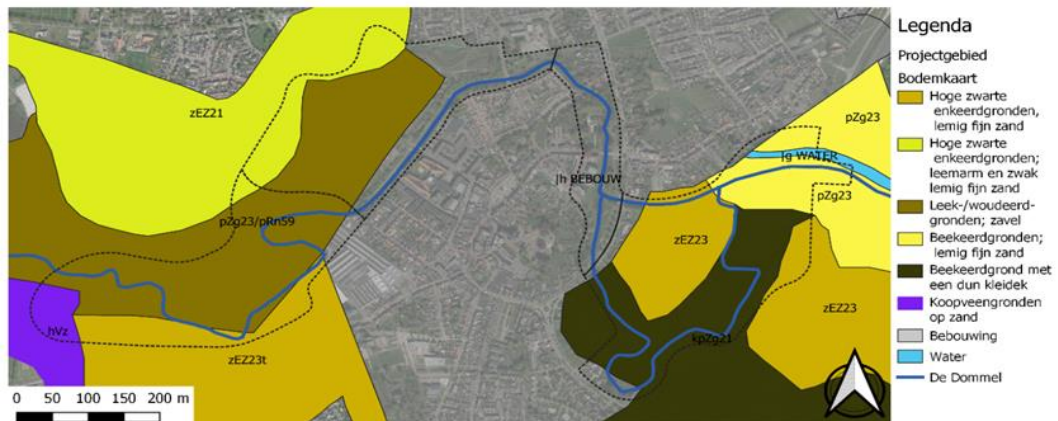
Op een diepte van 85 tot 120m – maaiveld is een scheidende laag aanwezig bestaande uit klei. De weerstandswaarde van deze laag ligt op 1000 tot 5000 dagen. Hieronder ligt het tweede watervoerend pakket tot 140m – maaiveld, bestaande uit zand.

Bodemlaag	Grondsoort	Diepte (m - maaiveld)
Eerste watervoerend pakket	Leem, fijn – grof zand	0 - 85
Scheidende laag	Klei	85 - 120
Tweede watervoerend pakket	Zand	120 - 140

De ondiepe bodemopbouw is afgeleid van de Bodemkaart van Nederland schaal 1:50000, kaartblad 45-Oost (Stichting voor Bodemkartering, 1976).



pZg23	beekeerdgronden met minerale eerdlaag; lemig fijn zand
kpZg21	beekeerdgronden met minerale eerdlaag; leemarm tot zwak lemig, fijn zand
zEZ23(t)	hoge zwarte enkeerdgrond, lemig fijn zand (t: tenminste 20 cm gerijpte oude klei beginnend tussen 40 en 120 cm beneden maaiveld)
pRn59	leek-/woudeerdgrond; zavel op zandgrond (aflopend)
hVz	koopveengrond op zand (kleige bovengrond van 15 tot 50 cm dik)



Figuur 3: Bodemtypen in projectgebied (Bodemkaart van Nederland schaal 1:50000, kaartblad 45 Oost)

### 1.3 Grondwaterstroming en grondwaterstanden

In de huidige situatie worden de grondwaterstanden in de omgeving van Sint-Oedenrode grotendeels bepaald door de Dommel. Deze ligt in een dal en heeft daardoor een drainerend effect op de rest van de omgeving.

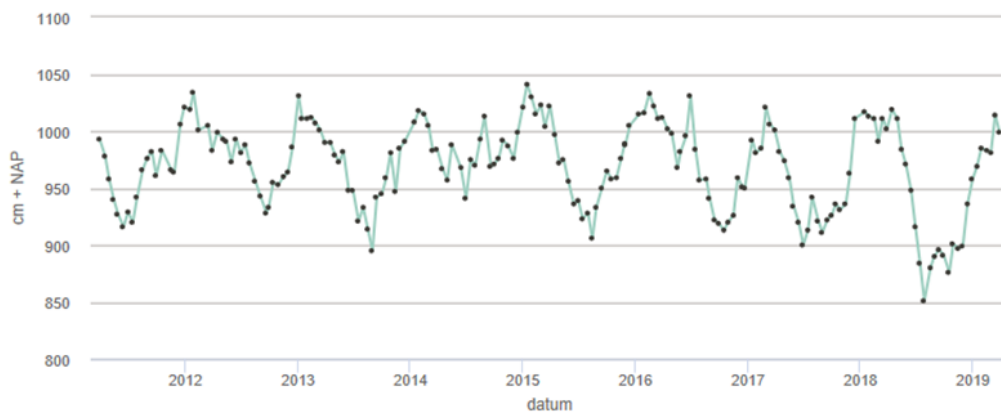
In de omgeving van Sint Oedenrode zijn op basis van Dinoloket (landelijke database met meetgegevens peilbuizen) slechts weinig peilbuizen aanwezig waarmee het verloop van de grondwaterstand/stijghoogte wordt gemonitord. Zie figuur 4. Op de meeste locaties met een peilbuis is sprake van oude en/of eendaagse metingen, waardoor deze niet bruikbaar zijn om inzicht te krijgen in het grondwaterstandsverloop. Bij peilbuis B51077 is wel sprake van een meerjarige, recente meetreeks. Figuur 5 geeft het verloop van de grondwaterstand/stijghoogte op deze locatie weer, gemeten op een diepte van circa -20 tot -30 mNAP. Voor deze peilbuis zijn de volgende kenmerken afgeleid ([www.grondwatertools.nl](http://www.grondwatertools.nl)):

- GHG: 10,22 mNAP
- GVG: 9,19 mNAP
- GLG: 10,01 mNAP

In het verleden (periode 1950-1990) zijn vrij regelmatig ook hogere grondwaterstanden gemeten (hoger NAP 10,50 mNAP).



Figuur 4: Locatie peilbuis B51E0177 in de rode cirkel

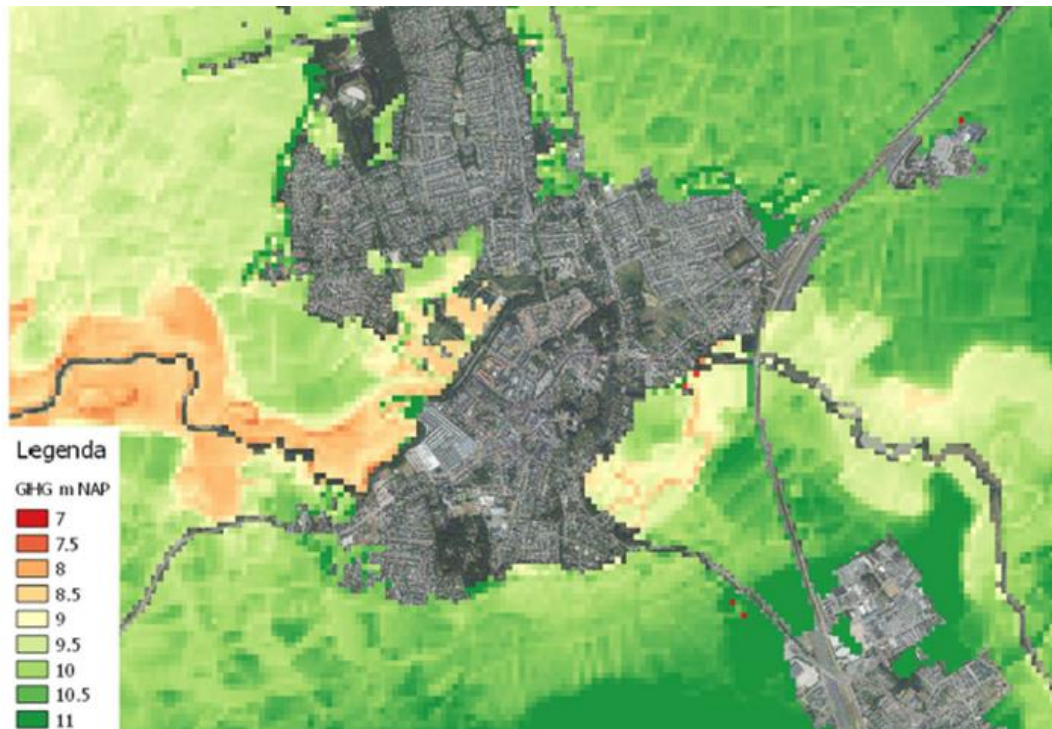


Figuur 5: Meetgegevens van peilbuis B51E0177

In de rapportage Hydrologisch rapport Ruimte voor de Dommel (Iv-Infra, september 2018) is op basis van grondwaterstandskarten van Waterschap de Dommel (2004) een ruimtelijk beeld gegeven van het verloop van de GHG in de omgeving van Sint Oedenrode. De drainerende werking van de Dommel komt hierin duidelijk tot uitdrukking. Voor het bebouwde deel van Sint Oedenrode geeft deze kaart geen inzicht in de GHG. In de rapportage Hoogwaterbescherming Sint Oedenrode, eindrapport (Iv Infra, september 2018) zijn op basis van de grondwaterstandskarten van Waterschap de Dommel voor het projectgebied en omgeving de volgende grondwaterstandskenmerken afgeleid:

- GHG: tussen NAP + 8,5 en + 10,4
- GVG: tussen NAP +7,8 en +10,0
- GLG: tussen NAP + 6,9 en 9,4



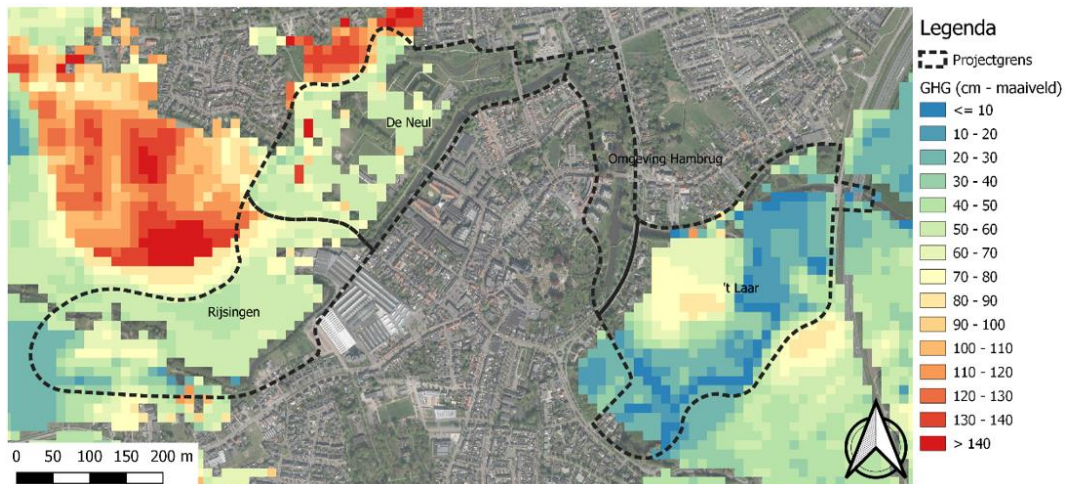


Figuur 6: GHG op basis van grondwaterstandskarten de Dommel 2004 (bron: Hoogwaterbescherming Sint-Oedenrode, eindrapport; IV Infra, september 2018)

In 2010 heeft Alterra op basis van de landsdekkende Gt-kaart van de bodemkaart 1:50.000, het AHN en grondwaterinformatie uit profielbeschrijvingen, een geactualiseerde, landsdekkende grondwaterkaart gemaakt. Figuur 7 en figuur 8 geven de GHG en GLG volgens deze kaart weer. Ook bij deze kaart zijn er geen uitkomsten voor het bebouwde gebied van Sint Oedenrode.



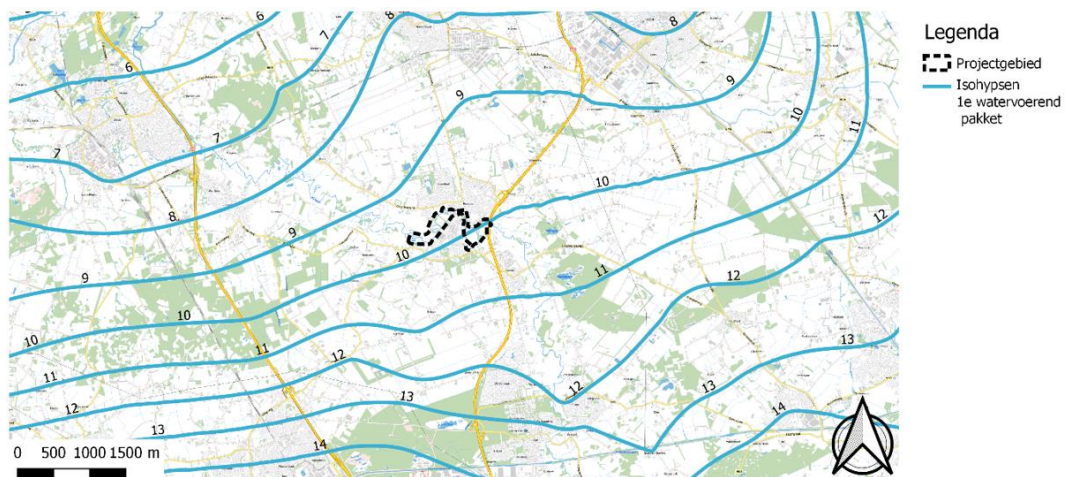
Figuur 7: Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) ten opzichte van maaiveld (bron: GKN 2010; Alterra)



Figuur 8: Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) (bron: GKN 2010; Alterra)

### Grondwaterstroming – isohypsen

De grondwaterstroming in het eerste watervoerende pakket is ter hoogte van projectgebied globaal noord- tot noordwestwaarts gericht. Dit is af te leiden uit de isohypsenkaart die voor Noord-Brabant is opgesteld (figuur 9, situatie 1995; bron: dinoloket Regis I). De grondwaterstroming is afkomstig uit de richting van de hoger gelegen gronden aan de zuidkant. Ter hoogte van het projectgebied ligt de stijghoogte van het grondwater volgens deze kaart op circa NAP +10,0 meter. Dit sluit aan bij de peilbuisgegevens van peilbuis B51E0177.



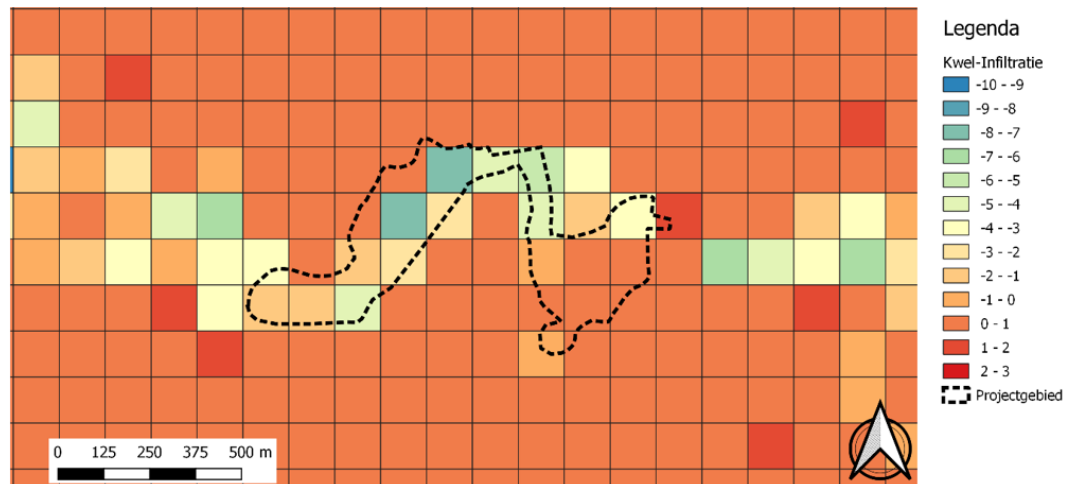
Figuur 9: Isohypsen uit eerste watervoerend pakket

Uit analyse van de isohypsen blijkt dat de stijghoogtes in het eerste watervoerend pakket hoger zijn dan in het tweede watervoerend pakket. Regionaal gezien zal grondwater wegzijgen richting het tweede, als ook het derde watervoerend pakket.



### Kwel-wegzijing

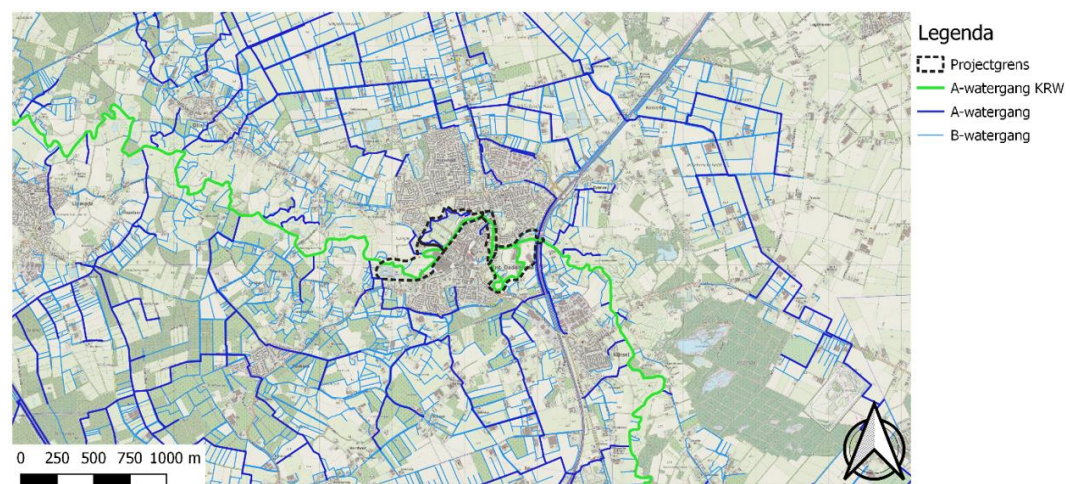
De kwel-infiltratiekaart van het Nederland Hydrologisch Instrumentarium (NHI, 2018) geeft aan dat ten noorden en zuiden van projectgebied, evenals in het oosten van het projectgebied sprake is van een lichte infiltratie van 0 tot 1,0 mm/dag (figuur 10). De contouren van de Dommel zijn duidelijk te herkennen in de kwel-infiltratiekaart. Op locatie van de Dommel en in het beekdal is sprake van kwel van 0,9 tot 7,9 mm/dag.



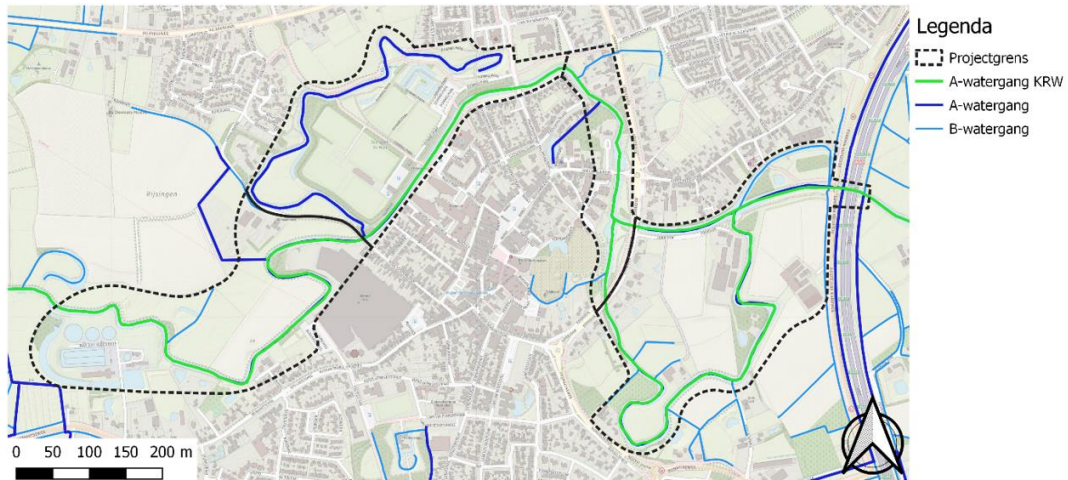
Figuur 10: Mate van kwel (negatief) en mate van infiltratie (positief) in mm per dag.

## 1.4 Oppervlaktewater

Het oppervlaktewatersysteem van Sint Oedenrode wordt doorkruist door een grotere watergang, de Dommel (figuur 11, 12). De Dommel heeft een belangrijke functie voor de regionale waterafvoer. De afvoer van de Dommel is onregelmatig en is afhankelijk van de hoeveelheid regen die gevallen is in het bekken van de Dommel. In droge tijden kan de afvoer slechts enkele kubieke meters per seconde bedragen, terwijl dit in natte tijden kan oplopen tot enkele tientallen kubieke meters per seconde.

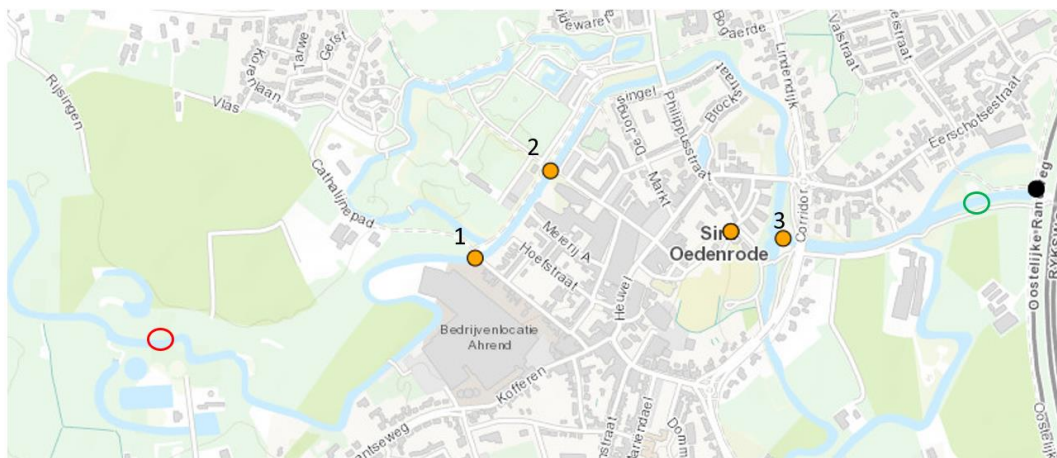


Figuur 11: Watersysteem omgeving projectgebied. Stroomrichting zuidoost naar noordwest.



Figuur 12: Watersysteem projectgebied. In groen de Dommel.

Volgens de legger van Waterschap De Dommel geldt voor De Dommel aan de oostzijde van het projectgebied een maatgevende waterafvoer van 33,07 m<sup>3</sup>/s, en een maatgevende waterhoogte van 9,92 mNAP. Aan de westkant van het projectgebied is dit een maatgevende afvoer van 33,13 m<sup>3</sup>/s en een maatgevende waterhoogte van 9,06 mNAP. (Legger 2018, Waterschap de Dommel).

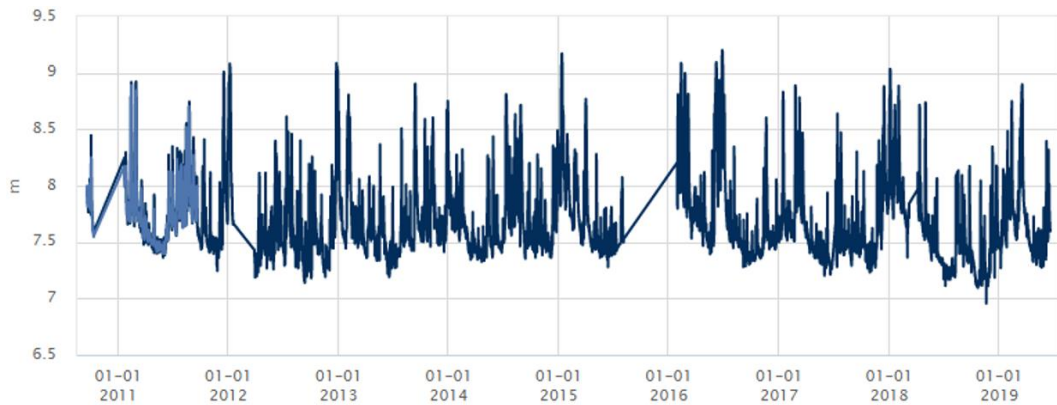


Figuur 13: Meetpunten oppervlakte water. Meetpunt oostkant (groene cirkel), meetpunt westkant (rode cirkel). Oranje cirkel; 1: Waterhoogte, 2: Stroomsnelheid, 3: Waterhoogte. Zwarte cirkel: debietmeter.

De waterhoogte in de Dommel varieert van circa NAP +9,1 tot circa +9,7 m, met een gemiddelde van NAP+9,4 m in het oosten van het projectgebied (figuur 13, cirkel 3). In het midden - westen varieert de waterhoogte tussen NAP 7 en 9,2 m (figuur 13, cirkel 1, figuur 14). Stroomsnelheden schommelen tussen de 0,25 en 0,75 m/s met een enkele uitschieter naar 1,25 m/s.

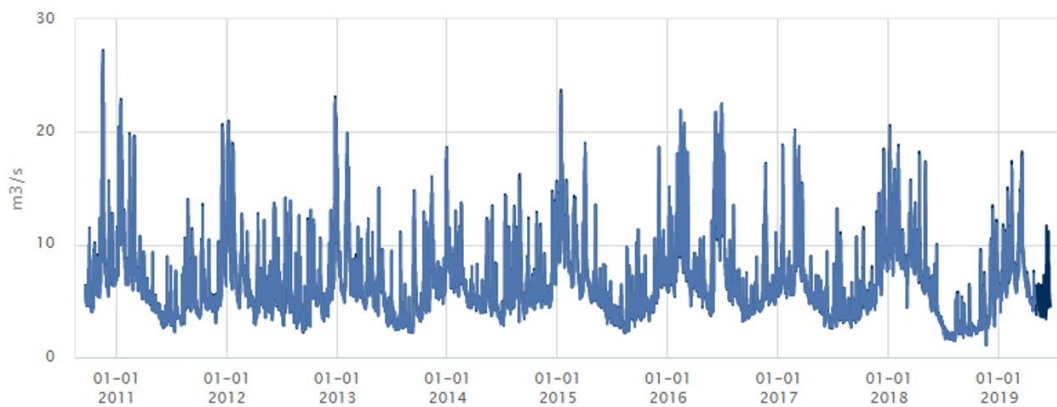






Figuur 14: Peilverloop op een statisch meetpunt in de Dommel. Locatie meetpunt: (Cirkel 1, figuur 13)

Het debiet in de Dommel varieert tussen circa 3 m<sup>3</sup>/s en 27 m<sup>3</sup>/s blijkt uit meetgegevens van de debietmeter aan de oostelijke randweg (figuur 15).

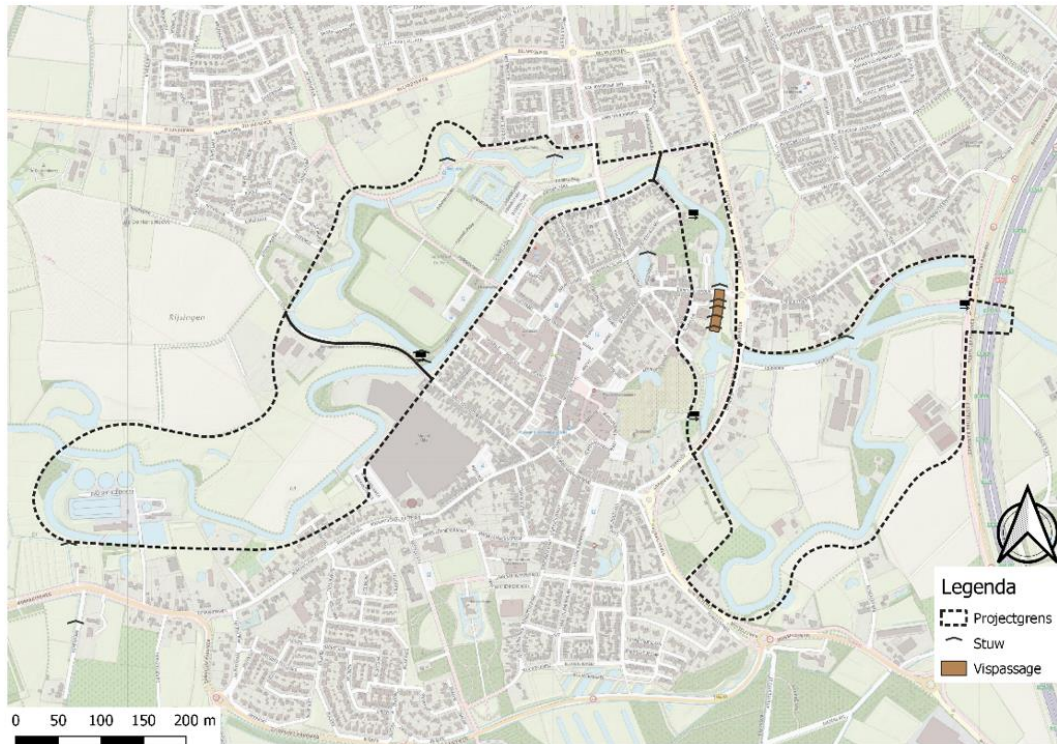


Figuur 15: Debiet in de Dommel nabij de Oostelijke Randweg in de periode 19-09-2010 - 19-06-2019. (meetpunt 0121)(<https://brabant.hydronet.nl>)

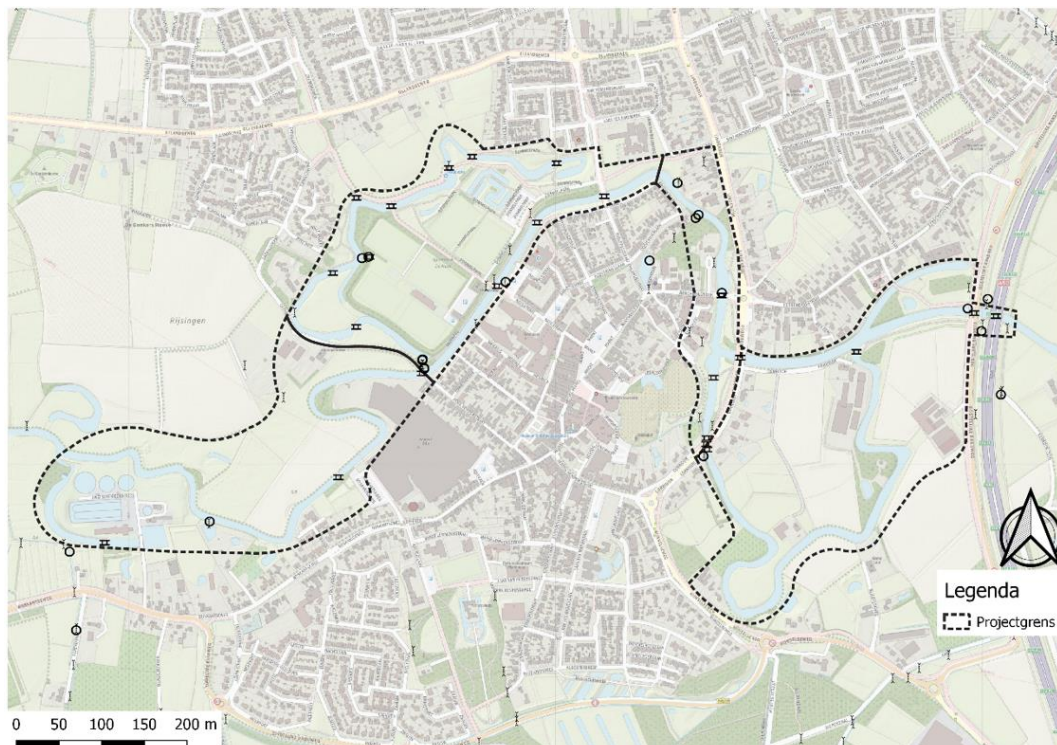
## 1.5 Kunstwerken

In het projectgebied zijn een aantal kunstwerken aanwezig die van invloed zijn op het functioneren van het watersysteem in en rondom het projectgebied (figuur 16 en 17).





Figuur 16: Aanwezige vispassage, stuwen en gemalen in het projectgebied.



Figuur 17: Aanwezige duikers, afsluitmiddelen en bruggen in het projectgebied.



De stuwen zijn in de meeste gevallen vaste stuwen, in het gebied liggen echter ook twee schotbalkstuwen.

Het debiet van de gemalen is onbekend.

## 2 Maatregelen en mogelijke effecten

Er worden maatregelen genomen in het oppervlaktewater die effecten zullen hebben op het grondwater. De effecten in het oppervlaktewater (lagere waterstanden bij hoge afvoeren en hogere waterstanden bij lage afvoeren) zijn gewenste effecten. Het effect op grondwater is secundair. Maatregelen die van invloed kunnen zijn op de grondwatersituatie zijn:

- Tracéverlegging: door verlegging van het tracé van de Dommel zal ter plekke van het nieuwe tracé mogelijk sprake zijn van een drainerend effect
- Profielaanpassing winterbed (verbreding): door profielaanpassing kan het drainerend effect van de Dommel toenemen.
- Profielaanpassing zomerbed (versmalling): door profielaanpassing kan het drainerend effect van de Dommel afnemen.
- Peilaanpassing: bij een peilverhoging/-verlaging zal de grondwaterstand in de omgeving kunnen toenemen/afnemen.

De grondwaterstanden in de kern van Sint Oedenrode worden sterk beïnvloed door de Dommel. Als de waterstand in de Dommel hoger is dan de grondwaterstand, infiltreert er water in de bodem en komt de grondwaterstand omhoog. Als de waterstand in de Dommel lager is dan de grondwaterstand, draineert er water de Dommel in en daalt de grondwaterstand. Dit proces kost tijd, de grondwaterstand reageert langzaam op de oppervlaktewaterstand. Hoogwaterpieken die relatief kort duren zullen daarom weinig effect hebben op de grondwaterstand.

In het project worden met een oppervlaktewatermodel de effecten van de maatregelen doorgerekend voor verschillende hoogwaterpieken en seizoensgemiddelde afvoeren. De seizoensgemiddelde afvoeren representeren situaties die het grootste deel van het jaar aanwezig zijn en hebben daarmee een duidelijke relatie met het grondwater. Zo lang de effecten van de maatregelen in deze seizoensgemiddelde situaties nihil zijn, is de verwachting dat de effecten op het grondwater ook klein zullen zijn. Voor de najaar-, winter en voorjaarsituaties wordt er weinig effect verwacht van de maatregelen. In de zomersituatie is er wel significant effect. Bij die lage afvoeren zal de waterstand in de Dommel hoger zijn dan in de huidige situatie (maar lager dan de huidige winterwaterstand, die niet tot problemen leidt). Het uitstralingseffect (de grootte van de zone waarin dit de grondwaterstanden beïnvloedt) is afhankelijk van de grootte van de verandering. Naar verwachting is die zodanig beperkt (enkele cm's) dat dit in de grondwaterstanden op korte afstand van de beek al nauwelijks terug te zien is. Het effect dat er is, is een verhoging van de lage grondwaterstanden, wat als positief beoordeeld is.

### **Indicatie effecten peilaanpassing.**

Ter indicatie van het uitstralingseffect van een eventuele peilaanpassing (peilverhoging) in de Dommel zijn enkele eenvoudige, analytische berekeningen uitgevoerd. Hierbij is

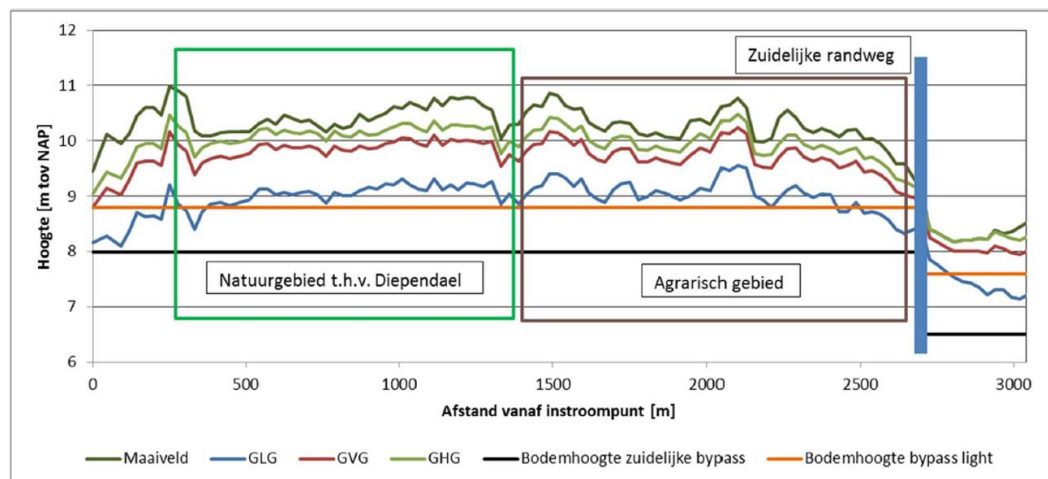
uitgegaan van een doorlaatvermogen van 150 m<sup>2</sup>/dag, een berging coëfficiënt van 0,2, en een peilverhoging van 0,05, 0,10 of 0,15 meter gedurende 2 maanden. Bijgaande tabel geeft de resultaten hiervan weer. Wanneer rekening wordt gehouden met het optreden van een bodemweerstand in de watergang, dan zijn deze effecten kleiner.

	Grondwaterstandsverhoging			
	Afstand (m)			
Peilverhoging (m)	20	50	100	200
0,05	0,05	0,04	0,04	0,03
0,10	0,09	0,09	0,07	0,05
0,15	0,14	0,13	0,11	0,08

Met bodemweerstand 1 dag/meter

	Grondwaterstandsverhoging			
	Afstand (m)			
Peilverhoging (m)	20	50	100	200
0,05	0,02	0,02	0,02	0,01
0,10	0,04	0,04	0,03	0,02
0,15	0,07	0,06	0,05	0,03

In de rapportage Hydrologisch rapport Ruimte voor de Dommel (IV Infra 2018) is een algemene beschouwing gegeven over de mogelijke grondwatereffecten bij de verschillende bouwstenen die zijn onderscheiden voor aanpak van de wateropgave. Belangrijk is daarbij het niveau van de huidige GxG.



Figuur 18: Lengteprofiel van zuidelijke bypass met de GxG, maaiveld- en bodemhoogtes 0,0 m is de aansluiting van de bypass op de meander 't Laar.



### 3 Verwijzingen

IV-Infra. (2018). *Hydrologisch rapport Ruimte voor de Dommel*. Sliedrecht: IV-Infra.

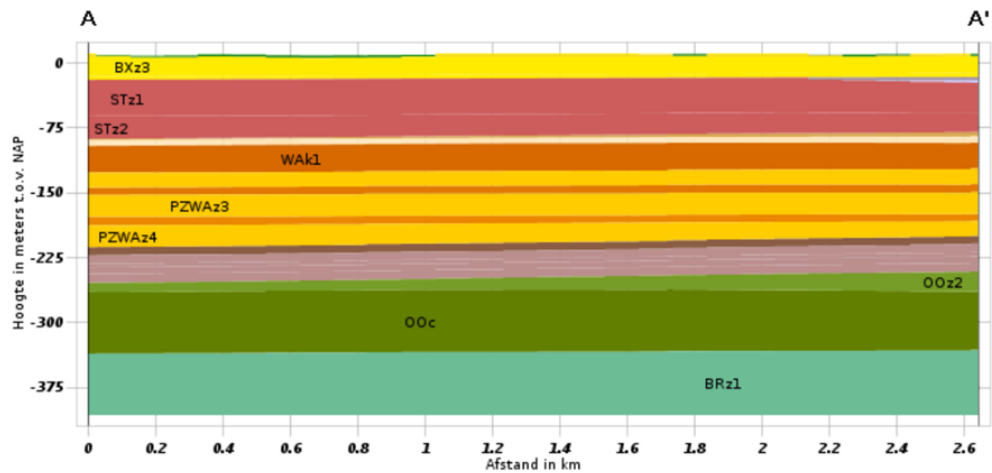
Waterschap De Dommel. (2018). *Legger oppervlaktewaterlichamen*. Boxtel: Waterschap De Dommel.

Waterschap De Dommel. (2019). *Hydronet*. Boxtel: Waterschap De Dommel.

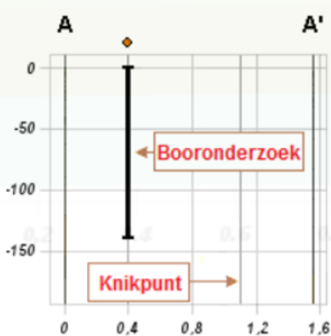
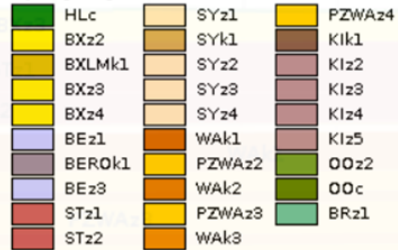
## Bijlage 1: Geohydrologische bodemopbouw

Doorsnede bodemopbouw te plaatse van plangebied.

Verticale Doorsnede REGIS II v2.2



Hydrogeologie



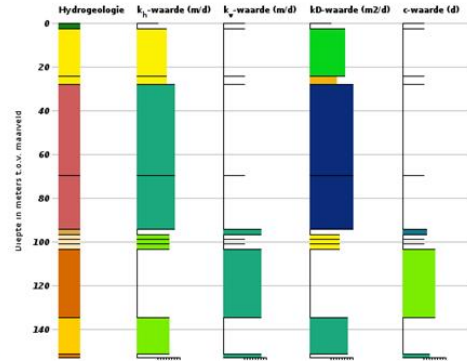
**Appelboor REGIS II v2.2**

 Coördinaten: 159522, 397181 (RD)  
 Maaiveld: 9.85 m t.o.v. NAP  
 Diepte t.o.v. maaiveld: 0.00 m - 1136.27 m  
 Geselecteerde diepte: 0.00 m - 152.80 m

0 152.8 Diepte t.o.v. maaiveld in meters 1136.27

Opslaan profiel Maaiveld

Kies een ander model  
 REGIS II v2.2


 kD-waarde

**kD-waarde (m<sup>2</sup>/d, transmissiviteit)**

- 0.0E0 ≤ kD < 1.0E0
- 1.0E0 ≤ kD < 5.0E0
- 5.0E0 ≤ kD < 2.5E1
- 2.5E1 ≤ kD < 5.0E1
- 5.0E1 ≤ kD < 1.0E2
- 1.0E2 ≤ kD < 2.5E2
- 2.5E2 ≤ kD < 5.0E2
- 5.0E2 ≤ kD < 1.0E3
- 1.0E3 ≤ kD < 1.0E9

 c-waarde

**c-waarde (d, hydraulische weerstand)**

- 0.0E0 ≤ c < 5.0E1
- 5.0E1 ≤ c < 1.0E2
- 1.0E2 ≤ c < 5.0E2
- 5.0E2 ≤ c < 1.0E3
- 1.0E3 ≤ c < 5.0E3
- 5.0E3 ≤ c < 1.0E4
- 1.0E4 ≤ c < 1.0E5
- 1.0E5 ≤ c < 1.0E6
- 1.0E6 ≤ c < 1.0E9