



Waterhuishoudkundig plan



BLOKLAND
BOUWPARTNERS
De sleutel tot succes!

De Rokerij
te Boven-Hardinxveld



Titel document: Waterhuishoudkundig plan “De Rokerij” te Boven-Hardinxveld

Opgesteld door: KPM Civiel B.V., Kevin Leenarts
Gecontroleed: KPM Civiel B.V., Rob Kleinpenning
Vrijgegeven: Blokland Bouwpartners
Versie: 2.0
Status: Definitief
Datum: 01-12-2020

Disclaimer

Niets uit dit schrijven mag worden gereproduceerd en/of gepubliceerd door middel van druk, fotokopie, microfilm of op enige andere wijze, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van KPM Civiel B.V.; noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor andere doeleinden dan waarvoor deze is geproduceerd. KPM Civiel B.V. aanvaardt geen verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit schrijven ten opzichte van een andere partij dan de personen door wie het werd opgedragen.

Inhoudsopgave

1 Inleiding.....	4
2 Huidige situatie	5
2.1 Algemeen.....	5
2.2 Maaiveldhoogte	5
2.3 Bodem	6
2.4 Geohydrologie	6
2.5 Grondwater	6
2.6 Regenwaterafvoer	7
2.7 Vuilwaterafvoer	8
2.8 Oppervlaktewater.....	9
3 Toekomstige situatie	10
3.1 Algemeen.....	10
3.2 Eisen overheden.....	10
3.3 Het riolsysteem.....	10
3.3.1 Regenwater	10
3.3.2 Vuilwater	13
3.4 Hydraulische berekening	14
3.4.1 Verharde oppervlakken	14
3.4.2 Berging riolsysteem.....	14
3.4.3 Riolering regenwater	16
3.4.4 Riolering vuilwater.....	20
3.4.5 Ledigingscapaciteit HWA	20
3.4.6 Vergelijking met bestaande situatie	21
3.5 Materialisering	21
3.6 Bergingsvelden.....	22
3.7 Grondwater	23
3.7.1 Drainage	23
3.7.2 Grondwatermodel WSRL.....	24
3.8 Wateropvang plangrenzen	25
Bijlage 1: Bestaande hoogtes terrein.	28
Bijlage 2: Revisie riolering (Gemeente Hardinxveld-Giessendam).....	31
Bijlage 3: Rioleringstekening	33
Bijlage 4: Verhard oppervlak.....	36
Bijlage 5: Debietreeksen knijpconstructies conform hydraulische berekening.	38
Bijlage 6: Resultaten hydraulische berekening riolering nieuwe situatie.	39
Bijlage 7: Overstromingskaart De Rokerij	49
Bijlage 8: Waterstanden wadi bij diverse neerslagsituaties.....	50

1 Inleiding

De Rokerij ontleent haar naam aan de voormalige Rokerij, ooit gevestigd op de projectlocatie. Hiernaast heeft deze projectlocatie in het verleden gediend als bedrijfsterrein van diverse bedrijven.

Het plangebied is gelegen aan de Merwede en lag in het verleden buitendijks. Door de dijkverlegging is het plangebied binnendijks komen te liggen en geheel omsloten door dijklichamen. Aan de ene zijde de oude dijk genaamd “De Buurt” en aan de andere zijde de Rivierdijk. Het gehele gebied gelegen tussen de Rivierdijk en de nieuwe dijk van de Merwede wordt beschouwd als één hydrologisch geheel. Dit betekent dat niet alleen de bouwkavels maar ook de omliggende gronden meegenomen moeten worden bij het berekenen van de wateropgave. Al het regenwater dat er van deze gronden afstroomt moet binnen het plangebied geborgen worden.

Door de ontwikkeling van de woningbouw verandert de waterhuishouding van het gebied. In deze rapportage wordt de huidige en toekomstige situatie beschreven. Voor de toekomstige situatie wordt beschreven welke maatregelen genomen moeten worden om het watersysteem te laten voldoen aan het beleid van Gemeente Hardinxveld-Giessendam en Waterschap Rivierenland.

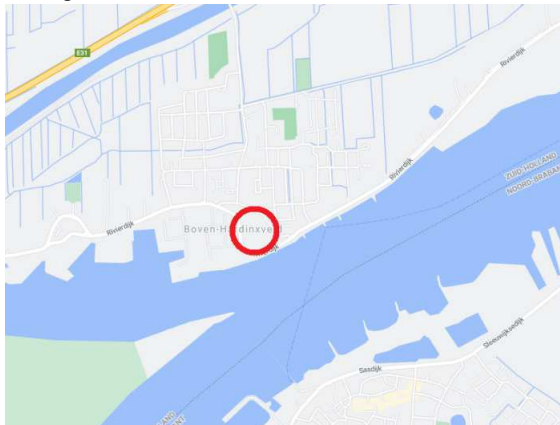
2 Huidige situatie

2.1 Algemeen

De Rokerij bevindt zich in Boven-Hardinxveld, in een binnenbocht van de Rivierdijk. Ten zuiden van de projectlocatie stroomt de Merwede. Aan de noordzijde van de projectlocatie bevindt zich "De Buurt", de oude rivierdijk.

Het plangebied lag in het verleden buitendijks. Door de dijkverlegging van de Rivierdijk is het plangebied binnendijks komen te liggen. Het plangebied wordt hierdoor geheel omsloten door dijklichamen.

Het huidige gebruik van het plangebied betreft wonen en industrie. De meeste bedrijfspanden worden enkel nog voor opslag gebruikt. Figuur 1 geeft de ligging aan en figuur 2 geeft een beeld van de huidige situatie van het terrein.

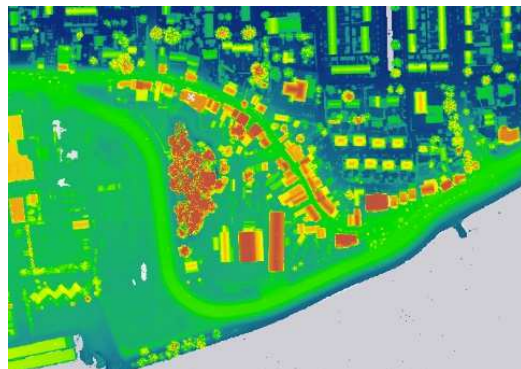


Figuur 1: Ligging plangebied De Rokerij te Hardinxveld-Giessendam (bron: Google Maps).



Figuur 2: Luchtfoto huidige situatie De Rokerij (bron: Google Maps).

2.2 Maaiveldhoogte



Figuur 3: hoogtekaart (bron: AHN).

De gemiddelde hoogte bedraagt ca. 3,15 m + NAP. Het laagste punt in het plangebied ligt op ca. 0,70 m + NAP. De hoogte van de kruin van de rivierdijk bedraagt minstens 5,40 (leggerprofiel) m + NAP.

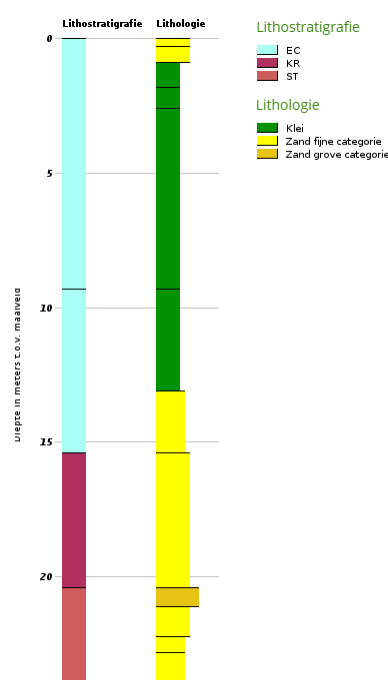
De rest van het dorp Boven-Hardinxveld ligt beduidend lager, met maaiveldhoogtes die gemiddeld beneden 0,00 m + NAP liggen. Onderstaande afbeelding geeft een impressie van de hoogteverschillen van het plangebied t.o.v. omliggend gebied.

Het laagstgelegen perceel rondom het plangebied ligt op ca. 2.50m NAP. Bestaande hoogtes uit de inmetingen zijn terug te vinden op de tekening uit bijlage 1.

2.3 Bodem

Uit Dinoloket blijkt dat op de onderzoekslocatie een deklaag van ongeveer 15.50 meter aanwezig is. De deklaag is een matig doorlatende laag waarvan de sedimenten behoren tot het Holoceen (formatie van Echteld). De deklaag bestaat hoofdzakelijk uit (slibhoudende) zand en klei, lokaal afgewisseld met veenlagen. In de deklaag bevindt zich de freatische waterspiegel. Het onderliggende goed doorlatende eerste watervoerende pakket is 30 à 40 meter dik en bestaat voornamelijk uit uiterst grove tot matig fijne zanden en is plaatselijk zwak slibhoudend (Formaties van Kreftenheye en Sterksel).

De bovenste bodemlagen van het holocene pakket variëren erg per locatie binnen het plangebied. De projectlocatie betreft een voormalig buitendijks gebied. De verwachting is dat in de loop der jaren verschillende bodemophogingen met verschillende materialen hebben plaatsgevonden. Dit komt ook naar voren uit het bodemonderzoek. De bovenste lagen bestaan met name uit klei- en puin houdende zandlagen en puinfundaties. Daaronder zit een dikke kleilaag tot ca. 10.00-13.50m minus maaiveld. Deze kleilaag wordt afgewisseld met veenlagen.



Figuur 4: Boring De Rokerij (bron: Dinoloket)

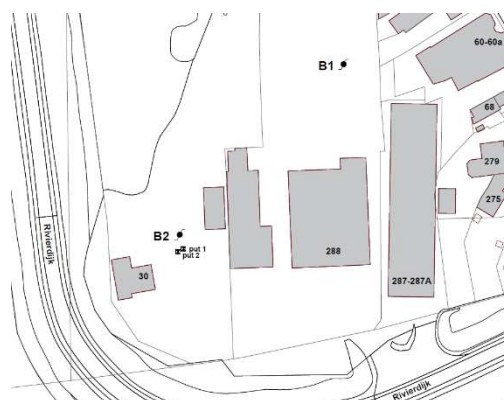
2.4 Geohydrologie

Het plan is niet in een grondwaterbeschermingsgebied gelegen. De grondwaterstromingsrichting in het eerste watervoerend pakket is globaal van oost naar west. Het stromingspatroon wordt sterk beïnvloed door de infiltrerende werking van de rivier de Merwede. Deze infiltratie naar het eerste watervoerend pakket heeft een kwelstroom naar het freatisch vlak in het gebied dicht langs de rivier tot gevolg. Doordat het plangebied duidelijk een stuk hoger gelegen is dan omliggend gebied, ca. 2.50-3.50m NAP, is er van kwel in de Rokerij geen sprake. De waterstand in de Beneden-Merwede is sterk afhankelijk van het af te voeren debiet. De gemiddeld laagste waterstand is circa 40 cm + N.A.P. De waterstand fluctueert onder invloed van eb en vloed.

Bron: Verhoeven Mileutechniek.

2.5 Grondwater

In het plangebied zijn twee peilbuizen geplaatst. Vanaf december tot eind juni zijn met een datalogger de grondwaterstanden vastgelegd. Deze zijn tezamen met de neerslag gegevens in Gorinchem verwerkt in figuur 6. De locaties van de peilbuizen zijn te zien in figuur 5.

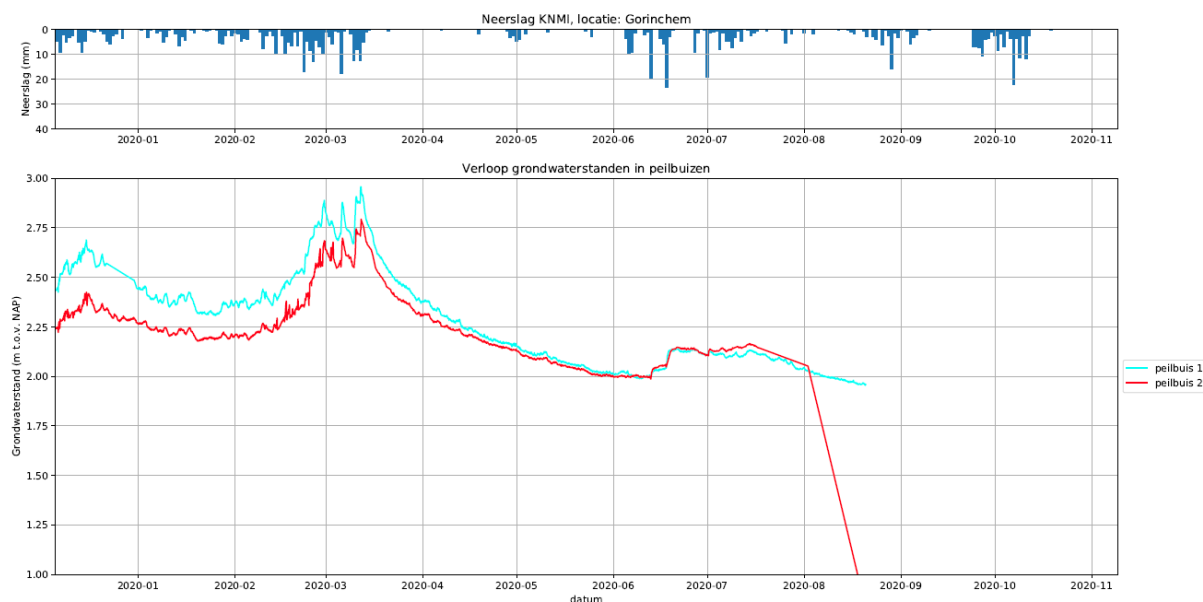


Figuur 5: Locaties peilbuizen

afkomt.

In de grafiek is duidelijk een relatie te zien tussen freatische grondwaterstand en neerslag. Dit komt door de dikke kleilaag in het holocene pakket welke een scheiding vormt met het eerste watervoerende pakket.

Gezien de nabijheid van de Merwede wordt verwacht dat de waterstanden in de Merwede invloed uitoefenen op de grondwaterstanden in het projectgebied. Echter heeft er tijdens de meetperiode geen hoogwatersituatie plaatsgevonden. Het effect van hoogwater op de grondwaterstand is dan ook niet bekend. Gezien de dikke kleilaag in het holocene pakket wordt geringe effecten verwacht. Wel vertonen de grondwaterstanden langs de rivier (zuidzijde plangebied) de minste variatie. Tevens is de grondwaterstand hoger als je verder van de rivier



Figuur 6: Resultaten grondwatermeting incl. neerslagsommen

Diepwand/drainage



Tijdens de dijkversterking is bij de woningen 72, 275, 276 en het appartementencomplex is een deepwand aangebracht. De deepwand zorgt voor problemen met het grondwater. Achter de deepwand is door het waterschap een drainage aangelegd om dit te voorkomen. De drainage is aangesloten op een pompinstallatie in de achtertuin van woning 72. De gehele deepwand en het drainage stelsel valt buiten het plangebied en wordt intact gehouden.

Figuur 7: Locatie deepwand (bron: Legger WSRL).

2.6 Regenwaterafvoer

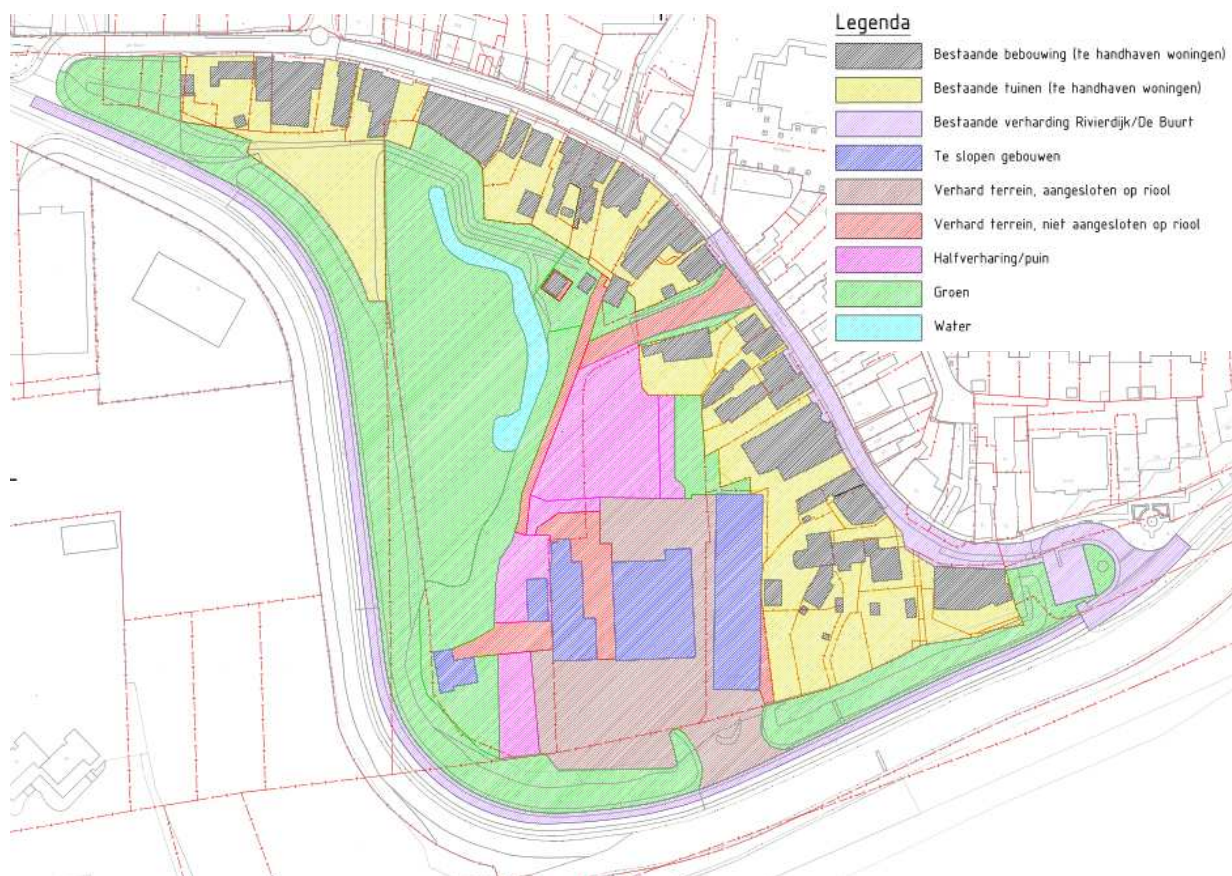
De bestaande woningen aan “De Buurt” en de panden binnen het plangebied zijn afgekoppeld. Dit is te herleiden uit de revisie tekeningen van Gemeente Hardinxveld-Giessendam. Dit wil zeggen dat hemelwater apart wordt opgevangen en afgevoerd in de riolering aan de achterzijde van de woningen in “De Buurt”. Binnen het plangebied “De Rokerij is een deel van de verhardingen aangesloten op het hemelwater riool. Het andere gedeelte stroomt af naar onverhard terrein en infiltreert in de bodem.

Het bestaande regenwaterstelsel lost via een rioolleiding onder de oude dijk “De Buurt” naar het rioolstelsel aan de andere kant van de dijk. Dit stelsel is aangesloten op de poldersloten in het achterliggende gebied en de watergang in de Frans Halsstraat. Ter verduidelijking zie revisie riolering in bijlage 2.

Op basis van figuur 7 is het verhard oppervlak bepaald en de resultaten zijn weergegeven in tabel 1. Hierin is het percentage verhard oppervlak opgenomen welke is aangesloten op het riool en uiteindelijk lost op het rioolstelsel aan de noordoostzijde van “De Buurt”.

Bestaande situatie totaal binnendijks gebied	Bruto oppervlak (m2)	Percentage verhard oppervlak (%)	Netto verhard oppervlak (m2)
Bestaande Rivierdijk	1660	0%	0
De buurt	1772	100%	1772
Te slopen panden	2192	100%	2192
Verhardingen aangesloten op riool	3039	100%	3039
Verharding afwateren op groen/halfverharding	1418	0%	0
Halfverharding/puin	2305	0%	0
Daken bestaande bebouwing/woningen aan "De Buurt"	3972	100%	3972
Tuinen bestaande woningen "De Buurt"	6673	40%	2669
Groen	12725	0%	0
Openwater	525	0%	0
Totaal plangebied + bestaande woningen	36281		13644

Tabel 1: Verhard oppervlak bestaande situatie Rokerij en omliggende percelen/verhardingen..



Figuur 8: Overzichtstekening verhard oppervlak bestaande situatie Rokerij en omliggende percelen/verhardingen, bijhorende bij tabel 1.

Op basis van deze gegevens is een berekening gemaakt van de regenwaterafvoer van dit gebied. Bij een neerslagreeks $T=10$ uit de leidraad riolering wordt er in totaal ca. 487m³ geloosd op het HWA-stelsel. Tijdens de piek van deze bui is dit ca. 287 liter per seconde. Hierbij is geen rekening gehouden met vertraging door het afstromen van water.

2.7 Vuilwaterafvoer

Het vuilwater van de woningen gelegen aan "de Buurt" wordt aan de achterzijde van deze woningen afgevoerd door het VWA-riool. Het vuilwater wordt verzameld in een pompput, ter hoogte van huisnr. 48, van waar het vuilwater wordt verpompt naar buiten het plangebied.

Ook de bebouwing die gesloopt zal worden is aangesloten op het VWA-stelsel. Deze streng is gelegen aan de voorzijde van deze gebouwen en loopt tussen de 2 grote loodsen door naar "achteren" waar deze streng is aangesloten op de rest van het VWA-stelsel.

Voor revisietekeningen zie bijlage 2.

2.8 Oppervlaktewater

Op onderstaande foto is de bestaande watergang op het terrein van De Rokerij weergegeven.



Afbeelding 1: Bestaande watergang plan De Rokerij

De watergang is een op zichzelf staande vijver. Er vindt geen doorstroming plaats en wordt gevoegd door grond en regenwater wat uit het plangebied. Zomers valt de watergang droog.

De watergang heeft een overstort op het riool in de zomerdijk aan de noordzijde van het plangebied. Wanneer het waterpeil op het 1.87m NAP komt gaat deze overstorten. Het overtollige water wordt dan via de transportleiding onder de oude dijk "De Buurt en het achterliggende riool afgevoerd naar de polder.

3 Toekomstige situatie

3.1 Algemeen

Het voormalige bedrijventerrein van de Rokerij wordt ontwikkeld tot woongebied. Er worden 25 grondgebonden woningen en 32 appartementen ontwikkeld.

De toename van het verhard oppervlak en de vuilwaterafvoer heeft gevolgen voor de waterhuishouding. Tevens gaat ontwikkeling van dit plangebied gepaard met een lichte ophoging van het bestaande maaiveld waardoor de grondwaterstanden kunnen stijgen.

Om het plan toekomstbestendig te kunnen maken en wateroverlast bij naast gelegen percelen uit te sluiten dienen er diverse maatregelen getroffen te worden. Hier wordt in dit hoofdstuk op ingegaan.

3.2 Eisen overheden

Het gehele gebied gelegen tussen de Rivierdijk en “de Buurt” wordt beschouwd als 1 hydrologisch geheel. Dit betekent dat niet alleen de bouwkavels maar ook de omliggende gronden meegenomen moeten worden bij het berekenen van de wateropgave. Al het regenwater dat er van deze gronden afstroomt moet binnen het plangebied geborgen worden.

Vanuit bevoegd gezag zijn er diverse eisen gesteld aan de waterhuishouding. Deze zijn terug te lezen in onderstaande opsomming:

- Bij een ontwerpbui van T=10+10% mag het oppervlaktewaterpeil niet meer dan 0,20m stijgen. Vuistregel 436m³/ha verhard oppervlak bergen.
- Bij een ontwerpbui van T=100+10% is een maximale peilstijging tot 0.20m onder de vloerpeilen. Vuistregel 664m³/ha verhard oppervlak bergen.
- Maximale afvoer uit plangebied op oppervlaktewater bedraagt 1,5l/s/ha. Deze eis is verruimd naar 2,0 l/s/ha
- Maximale afvoer buiten het gebied voor bestaande woningen/verhardingen “de Buurt” bedraagt 3,0 l/s/ha
- De waterberging dient in 96 uur volledig beschikbaar te zijn.
- In de beschermingszone is infiltreren niet toegestaan.
- In de beschermingszone mogen ondersgrondse bergingen aangebracht worden mits deze niet in het profiel van vrije ruimte komen te liggen..
- Minimale drooglegging tov vloerpeilen 0,80m t.o.v. as van de weg.
- Als aangetoond kan worden dat de waterhuishouding na ontwikkeling van het plangebied voldoet aan bovengenoemde eisen, hoeft te dempen oppervlakte water niet gecompenseerd te worden.

In dit project wordt geen oppervlaktewater gerealiseerd. De eis van ontwerpbui T=10+10% wordt hiermee overruled door de eis van ontwerpbui T=100+10%.

3.3 Het riolsysteem

Het riolsysteem bestaat uit een vrijverval vuilwater riool, twee vrijverval regenwaterriolen incl. ondergrondse waterbergingen, persleiding en een gemaal. Het aan te leggen riolsysteem is weergegeven in bijlage 3. Een deel van het bestaande rioolstelsel blijft in functie in de nieuwe situatie.

3.3.1 Regenwater

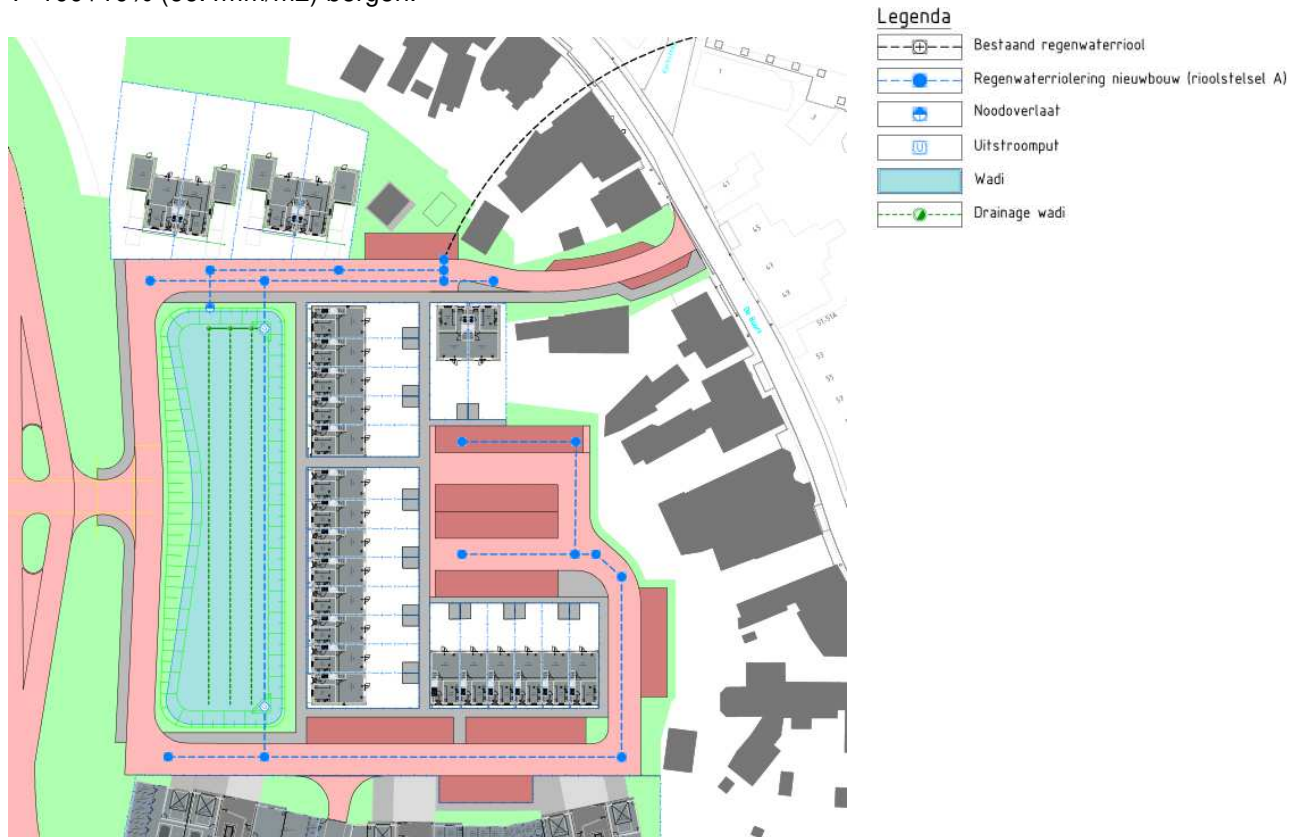
Er worden twee aparte regenwater riolsystemen aangelegd. Eén voor de nieuwe woningen in het plangebied (rioolstelsel A) en één voor de bestaande woningen aan “de Buurt” (rioolstelsel B). Het hemelwater dat in het nieuwe plangebied valt wordt geborgen in een wadi. Het hemelwater van “De Buurt” wordt ondergronds geborgen. Beide rioolstelsels lozen met een knijpconstructie op de riolering onder de dijk “De Buurt” naar het oppervlaktewater in de Frans Halsstraat. Bij extreme neerslag storten beide riolsystemen over naar de riolering aan de andere zijde van “de Buurt”.

Nieuwbouw

Voor de nieuw te realiseren woningen (rioolstelsel A) wordt binnen het plangebied een apart regenwater riolsysteem aangelegd. Deze is weergegeven op figuur 9. Het hemelwater dat in het

plangebied valt verzamelt zich in de wadi aan de westzijde van het plan. De wadi vult zich door uitstroomputten met een roosterdeksel (putnr's U1 en U2) op de bodem van de wadi. Om water in het rioolsysteem en de wadi vast te kunnen houden wordt er een noodoverlaat geplaatst.

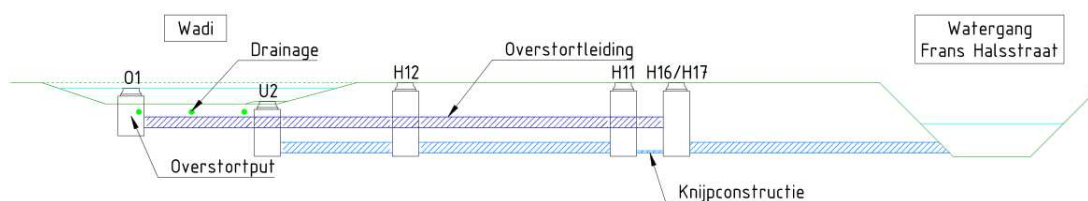
De noodoverlaat komt in de wadi (putnr O1) en voert het water af op de riolering onder de oude dijk "De Buurt". De bodem van de wadi komt op +3.20m NAP te liggen en de noodoverlaat komt op +3.80m NAP. Achter de overstort komt een aparte rioolstreng die rechtstreeks wordt aangesloten op het riool onder de oude dijk "De Buurt". De wadi samen met de berging in het riool kan de volledige bui $T=100+10\%$ (66.4mm/m²) bergen.



Figuur 9: Regenwaterstelsel nieuwbouw

De wadi vult zich door uitstroomputten met een roosterdeksel (put U1 en U2) op de bodem van de wadi. Via de uitstroomputten wordt de wadi gevuld maar kan deze ook weer leeglopen. Het rioolstelsel en de wadi loopt leeg door middel van een knijpconstructie tussen put H11 en H16. Deze zorgt ervoor dat de wadi maar ook het rioolstelsel langzaam (< 96 uur) leegloopt en daarmee worden piekbelastingen voorkomen. Om ervoor te zorgen dat de wadi volledig leegloopt wordt er onder de wadi drainage aangebracht. Deze drainage wordt aangesloten op putnr U2 waardoor ook dit water wordt afgevoerd via de knijpconstructie. Op deze wijze kan de wadi volledig leeglopen zonder te infiltreren in de bodem.

De knijpconstructie afgestemd op een afvoer van 2l/s/ha. De constructie wordt nader beschreven. Vanaf put H17 wordt het water direct afgevoerd naar de andere kan van de oude dijk "De Buurt". Via de uitstroomputten kan het water in de wadi terugstromen in het riool waardoor deze ledigt via de knijpconstructie bij put H11. Drainage onder de wadi zorgt ervoor dat de wadi volledig droogvalt. Het principe van het rioolstelsel A is aangegeven in figuur 11. Ter verduidelijking zie ook de riooltekening uit bijlage 3.



Figuur 10: Principe rioleringsstelsel nieuwbouw

De noodoverlaat gaat dienen als escape bij neerslagextremen (situatie waarin er meer neerslag valt dan de gehanteerde bui). De noodoverlaat werkt als slokop en betreft een inspectieput met roosterdeksel op een niveau 3.80m NAP.

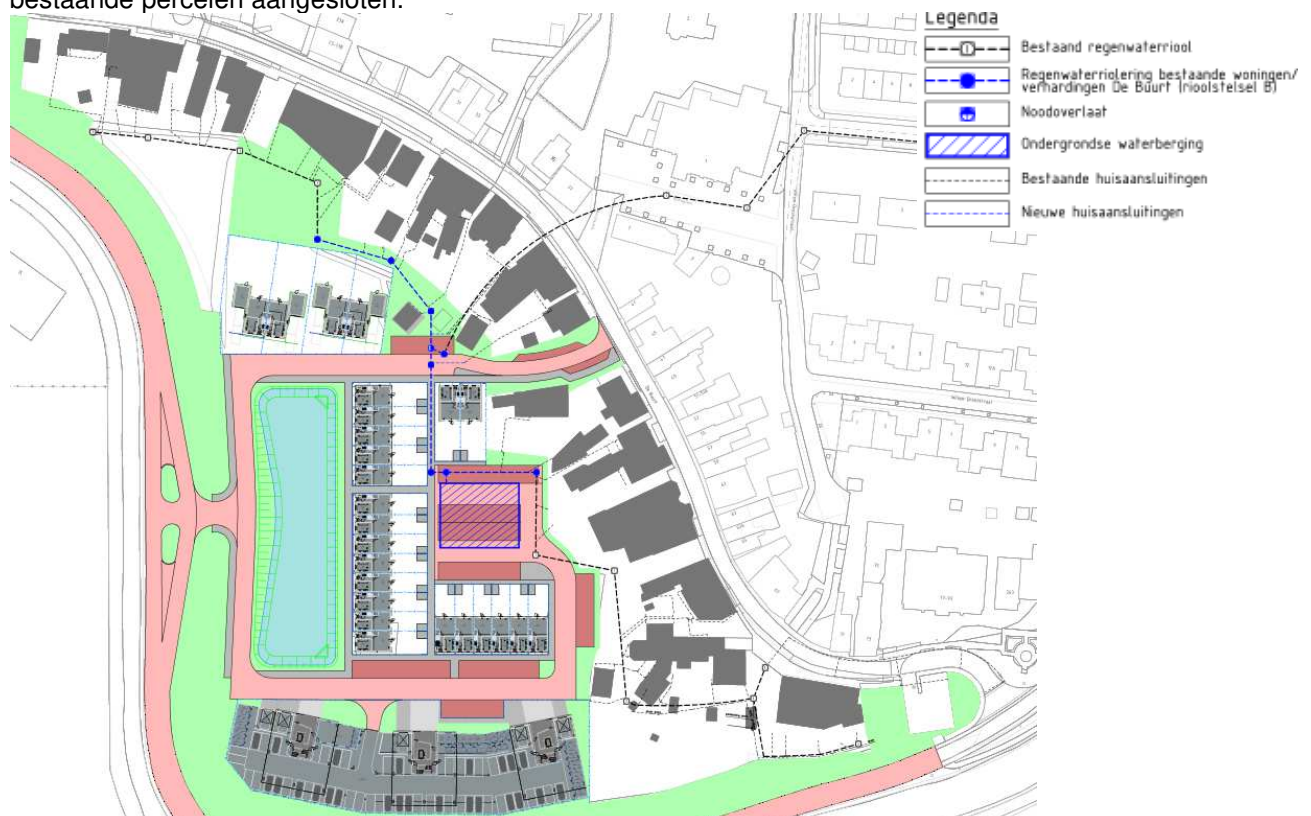
Bestaande woningen en tuinen “De Buurt”.

De bestaande woningen aan “De Buurt” (planzijde) zijn afgekoppeld en aangesloten op het regenwaterriool aan de achterzijde van de percelen. Waar mogelijk wordt dit riool zo veel mogelijk gehandhaafd. Op plekken waar dit niet mogelijk is wordt het riool vervangen en verlegd. Bestaande aansluitingen worden hier opnieuw aangesloten op het nieuwe riool

De bestaande woningen krijgen een apart regenwaterriool. De noodoverlaat van rioolstelsel A komt hoger te liggen dan de laagst gelegen bestaande percelen. Dit wil zeggen dat bij 1 stelsel voor het gehele hydrologische gebied het water bij de laagstgelegen percelen via de kolken het maaiveld uit komt. Om dit te voorkomen wordt er daarom langs de noordoostzijde van de plangrens een separaat rioolsysteem (rioolstelsel B) aangelegd. De twee rioolsystemen staan dan ook niet met elkaar in verbinding.

Het rioolstelsel (B) van de bestaande woningen krijgt een eigen ondergrondse waterberging onder de parkeerkoer aan de achterzijde van de woningen. De inhoud van deze berging in combinatie met de inhoud van het rioolleidingen in dit systeem is voldoende om de bui $T=100+10\%$ te bergen. De bergingsvoorziening kan bergen van 0.50m NAP tot een niveau van 2.00m NAP. Bij deze hoogten ligt de ondergrondse bergingen in natte perioden geheel of gedeeltelijk in het grondwater en worden als ‘waterdichte’ bergingsvoorziening aangelegd. Ook dit rioolsysteem krijgt een eigen noodoverlaat (overstortmuur) welke overstort op de bestaande rioolleiding onder de oude dijk “De Buurt”. In de overstort wordt een knijpconstructie (maximale b.o.b. 0.50m NAP) aangebracht welke zorgt voor het leeglopen van de waterberging. Ook deze knijpconstructie wordt nader beschreven. De overstortdrempel komt op een hoogte van 2.00m NAP zodat de berging volledig wordt benut.

Bij de bestaande percelen die lager liggen dan toekomstig maaiveld van het plangebied, wordt tussen plangrenzen en erfgrenzen van de bestaande woningen worden drainkoffers aangelegd (paragraaf 3.7 gaat hier nader op in). Regenwater dat op de percelen van de bestaande bebouwing valt wordt hiermee opgevangen en afgevoerd. De drainkoffers worden aangesloten op het aparte regenwaterstelsel (rioolstelsel B). Op dit rioolsysteem worden ook de regenwater aansluitingen van de bestaande percelen aangesloten.



Figuur 11: Regenwaterstelsel bestaande woningen De Buurt en verhardingen De Buurt

Knijpconstructies.

De knijpconstructie wordt uitgevoerd als debietbegrenzers. Hiervan zijn meerdere types beschikbaar. Het voornemen is om de TSK Limiet afvoerbegrenzing van AQA toe te passen. AQA heeft een debietbegrenzer ontworpen waarbij de stijghoogte in het riool geen invloed heeft op het debiet. De leverancier beschrijft de werking van het product als volgt:

"AQA TSK-LIMIT-V afvoerbegrenzing maximeert de afvoer door een combinatie van een TSK-Control en een V-vormige overlaat. Met de V-vormige overlaat aan uitstroomzijde van de put wordt het nauwkeurig berekende debiet bepaald. Als de toevoer toeneemt, stijgt het water voor de overlaatconstructie. Dan treedt de TSK-Control in werking: het stijgende water drukt de vlotter omhoog, die de terugslagklep aan toevierzijde dichtdrukt en de toevoer remt. Hierdoor blijft het peil in het regelcompartiment begrenst tot het berekende maximum debiet."

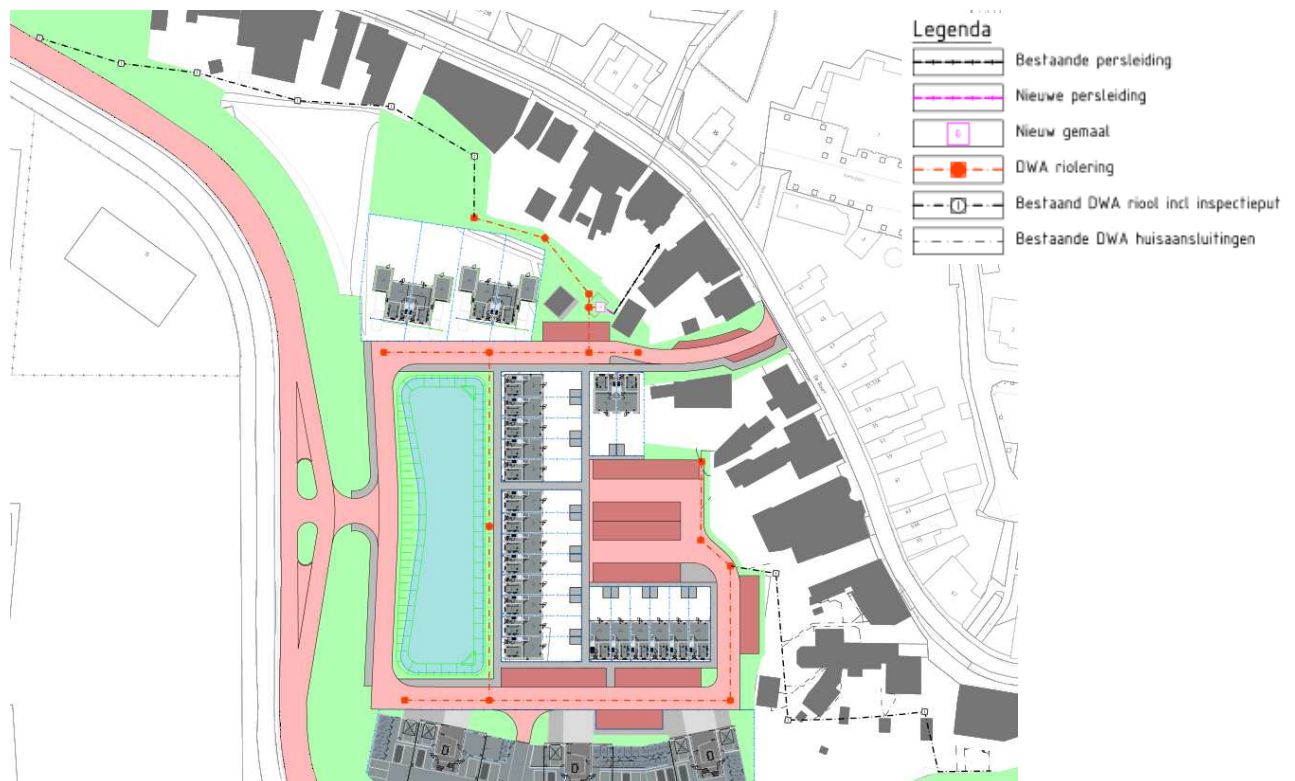


Figuur 12: Principe debietbegrenzes. Bron: AQA Hydrasep

Als voor de terugslagklep verstopping komt, daalt het peil in het regelcompartiment, de vlotter daalt mee en geeft de terugslagklep vrij. De V-vormige opening heeft genoeg ruimte om grove delen door te laten. Als er verstopping voor komt, stijgt het peil en wordt de verstopping gelost. Om blad e.d. tegen te houden kunnen putten worden geleverd met een gatenplaat rooster. Indien gewenst kan er voor de terugslagklep een gatenplaat rooster worden toegevoegd.

3.3.2 Vuilwater

Op figuur 13 is het ontwerp van het vuilwater riool weergegeven.



Figuur 13: Vuilwaterstelsel

Binnen het plangebied wordt een vrijerval vuilwaterstelsel, gemaal aangebracht en persleiding aangebracht. Dit vuilwaterstelsel gaat zowel het afvalwater van de bestaande- als de nieuwbouwwoningen en appartementen afvoeren. Waar mogelijk wordt het bestaande riool zo veel mogelijk gehandhaafd, met name in de achtertuinten van de bestaande woningen en in het “zomerdijkje” aan de noordzijde van het plan. Ter hoogte van het plan wordt een nieuw vrijerval riool aangebracht. Het bestaande, te handhaven, riool wordt hier op aangesloten. Een deel van het bestaande stelsel wordt overbodig en verwijderd. Bestaande huisaansluitingen worden indien nodig opnieuw aangesloten

Het bestaande gemaal wordt verwijderd, pompen worden hergebruikt en de persleiding wordt deels verwijderd. Het aangepaste vuilwaterstelsel wordt aangesloten op een nieuw gemaal ter hoogte van de trafo. Dit gemaal gaat afvoeren via de bestaande persleiding onder de oude dijk “De Buurt”.

3.4 Hydraulische berekening

3.4.1 Verharde oppervlakken

Het verhard oppervlak is berekend o.b.v. de tekening 18190-001-01 Verhard oppervlak nieuwe situatie. Deze tekening is goedgekeurd door de gemeente. De percentages verhard oppervlak zijn afgestemd met WSRL. De tekening is bijgevoegd in bijlage 4 van dit rapport. De oppervlaktes zijn opgenomen in onderstaande tabel.

	Bruto oppervlak (m2)	Percentage verhard oppervlak (%)	Netto verhard (m2)
Bestaande woningen/tuinen en verhardingen De Buurt/Rivierdijk	Totaal: 14011		Totaal:8385
Bestaande Rivierdijk (inzijging berm)	1615	0%	0
De Buurt (verhardingen)	1772	100%	1772
Verharding trafo (afwaterend in op groen)	19	0%	0
Daken te handhaven bebouwing binnen de rivierdijken	3952	100%	3952
Tuinen te handhaven woningen binnen de rivierdijken	6653	40%	2661
Plangebied Rokerij: nieuwe woningen/appartementen/tuinen en verhardingen	Totaal: 22170		Totaal: 11654
Uitgeefbaar bebouwing (appartementen)	2280	100%	2280
Uitgeefbaar bebouwing (woningen)	1601	100%	1601
Uitgeefbaar tuinen tussenwoningen	1228	50%	614
Uitgeefbaar tuinen 2 onder 1 kap	1030	50%	515
Verbreding Rivierdijk	335	100%	335
Straat nieuw	2374	100%	2374
Parkeren (opp. excl. overdekt parkeerterrein appartementen)	1075	100%	1075
Voetpaden	1180	100%	1180
Inritten appartementen	188	100%	188
Wadi (dichte bodem)	1492	100%	1492
Groen	9387	0%	0
Totaal nieuwbouw + bestaande woningen	36181		20039

Tabel 2: Vastgesteld verharde oppervlakte

Het verhard oppervlak is bepaald voor het gehele hydrologische gebied. Dit betreft het gehele terrein dat afwatert tussen de Rivierdijk en De Buurt. Dit zijn zowel de bestaande woningen/percelen, verhardingen van De Buurt en het te ontwikkelen terrein van De Rokerij.

3.4.2 Berging rioolsysteem

Het te bergen hemelwater is berekend o.b.v. een bui $T = 100 + 10\%$. In totaal moet 66,4 mm per m² verharde oppervlak geborgen worden. Dit komt neer op 774m³ voor rioolstelsel A en 557 m³ voor rioolstelsel B. Dit is berekend in tabel 3.

	Oppervlakte (ha)	Neerslag (m3/ha)	Berging (m3)
Te bergen m3 water plangebied Rokerij (Rioolstelsel A)			
Te bergen water in plan o.b.v. neerslagreeks 66.4mm (T=100+10%)	1,17	664	774
Te bergen m3 water bestaande woningen/tuinen en verhardingen De Buurt			
Te bergen water in plan o.b.v. neerslagreeks 66.4mm (T=100+10%)	0,84	664	557
		Totaal	1331

Tabel 3: Berekening te bergen neerslag

Tijdelijke berging van dit water vindt plaats in een wadi (rioolstelsel A) en een ondergrondse berging (rioolstelsel B) en in het riool.

De berging in het riool is berekend in tabel 4. In het riool van de nieuwbouw kan 7mm neerslag geborgen worden en 3mm in het riool van de bestaande woningen/verhardingen "De Buurt". De bergingscapaciteit van de wadi en ondergrondse berging is terug te vinden in tabel 5.

	Diameter (mm)	Oppervlakte (m2)	Lengte (m1)	Berging (m3)
Berging rioleringsstelsel plangebied Rokerij (rioolstelsel A)	315	0,078	65	5
	400	0,283	281	80
			Totaal	85
Berging rioleringsstelsel bestaande woningen/tuinen en verhardingen "De Buurt" (rioolstelsel B)	250	0,049	42	2
	315	0,078	183	14
	400	0,126	76	10
			Totaal	26

Tabel 4: Berekening berging in rioleringsstelsels.

De waterberging in de wadi is berekend aan de hand van het gemiddelde oppervlak van de maximale waterlijn en de bodem van de wadi. Deze wordt vermenigvuldigd met de maximale waterdiepte.

De ondergrondse berging wordt berekend o.b.v. lengte x breedte x hoogte. Dit wordt vermenigvuldigd met een factor 0.95 (netto bergend vermogen bergingssystemen).

	Oppervlakte (m2)	Opmerkingen	Berging (m3)
Wadi/waterberging (plangebied Rokerij)	1261,50	Maximale waterdiepte 0,60m (+3,20 tot +3,80m NAP)	757
Berging HWA-riolering (plangebied Rokerij)		Capaciteit in riool	85
Ondergrondse berging parkeerkoffer (bestaande woningen/ tuinen en verhardingen De Buurt)	395,00	Parkeerterrein buiten PVVR dus afhankelijk van GWS	563
Berging riolering (bestaande woningen/tuinen en verhardingen De Buurt)		Capaciteit in riool	26
		Totaal	1430

Tabel 5: Resultaten berekening waterberging

In totaal bedraagt de berging in rioolstelsel A (wadi en riolering), het systeem dat het hemelwater van de nieuwbouw afvoert, 842 m3. De wadi heeft hiermee een overcapaciteit van 68m3. Er kan dus voldoende water worden geborgen. In het rioolstelsel voor de bestaande woningen aan "de Buurt" (rioolstelsel B) kan in totaal 589 m3 geborgen worden en heeft hiermee 32m3 overcapaciteit. Hiermee voldoen de rioolstelsels aan de bergingseis van Waterschap Rivierenland.

Op basis van de berekende berging kan de maximale waterstand in de wadi bepaald worden. De berging in het riool wordt afgetrokken van de totale berging waarna de hoeveelheid water in de wadi overblijft. Het resultaat is weergegeven in tabel 6.

Berekening stijghoogte wadi (statisch)	Neerslag (mm)	Neerslag duur	Berging in wadi (m3)	Gemiddeld opp. wadi	Stijghoogte wadi
Bui T=10	35,7	45 min	331,53	1180	0,28
Bui T=100+10%	170	10 dagen	689,31	1245	0,55

Tabel 6: Berekening stijghoogte in wadi o.b.v. statische bergingsberekening

Bovengenoemde berekeningen is een statische berekening voor de waterberging. De bergingscapaciteit van de rioolstelsels (incl. bergingsvoorzieningen) kan ook dynamisch doorgerekend worden. Hierbij wordt rekening gehouden met de afvoer uit het plangebied (2l/s/ha). Deze afvoer is geïntrigeerd in de neerslagreeksen waardoor de maximale hoeveelheid neerslag in de wadi kan worden berekend. O.b.v. van deze hoeveelheid kan ook de maximale waterdiepte bepaald worden. In tabel 7 is het resultaat weergegeven.

Berekening stijghoogte wadi (dynamisch)	Neerslag (mm)	Neerslagduur	Berging in wadi (m3)	Gemiddeld opp. wadi	Stijghoogte wadi
Bui T=10	35,7	45 min	325,24	1180	0,28
Bui T=10+10%	122	10 dagen	390,73	1195	0,33
Bui T=100+10%	170	10 dagen	627,31	1232	0,51

Tabel 7: Berekening stijghoogte in wadi o.b.v. dynamische bergingsberekening.

De overcapaciteit van de wadi bij een stijghoogte van 0.51m bedraagt ca. 130m3. In bijlage 8 zijn de waterstanden in de wadi weergegeven o.b.v. de Infoworks ICM berekening. Hierin wordt bij een neerslagsituatie van T=100+10% 0.49m waterdiepte berekend. Dit komt ten gunste van de overcapaciteit van de wadi.

Waterschap Rivierenland prefereert een maximale waterdiepte van 0.40m in een wadi mag staan. Uit tabel 6 en 7 berekening kan worden afgeleid welke waterdieptes er ontstaan bij een bepaalde bui.

Hieruit kan worden afgeleid worden dat voor alle buien <T=10 en T=10+10%, die gedurende het jaar vallen, resulteren in een waterdiepte in de wadi van maximaal 0.33m. Hiertoe behoren de meeste buien. Hiermee wordt de richtlijn van het waterschap nauwelijks overschreden. Enkel een paar keer per jaar (bij neerslagextremen) zal de maximale waterdiepte van 0.40m worden overschreden.

3.4.3 Riolering regenwater

Ontwerpbelasting

Waterschap Rivierenland heeft voor het ontwerp twee neerslaggebeurtenissen aangeleverd:

- Een neerslaggebeurtenis van eens per tien jaar + 10%;
- Een neerslaggebeurtenis van eens per honderd jaar +10%.

Het ontwerp voor de regenwatervoorzieningen is gebaseerd op het uitgangspunt: geen (berekend) water op straat/maaiveld bij bovengenoemde neerslaggebeurtenissen.

Daarnaast is de robuustheid van het systeem bekeken door een bui 10 door te rekeningen waarbij het vertrekpunt van deze buien de maximale waterstand uit bui T=100+10% is. De stijghoogte in de waterbergingen is op het moment dat de berekening wordt uitgevoerd op zijn hoogst.

Als vierde hebben we een stresstest gedaan door een blokbui 70mm (volgens het Convenant Klimaatadaptief Bouwen Zuid-Holland) door te rekeningen. Ook hier is het vertrekpunt van de bui de maximale waterstand uit bui T=100+10%.

De neerslagkarakteristieken van de aangeleverde buien zijn als volgt:

	Eenheid	T10+10%	T100+10%	70 mm in 1 uur	bui10 (Leidraad riolering)
Neerslagsom	[mm]	122	170	70	35,7
Neerslagduur		10 dagen	10 dagen	1 uur	45 min.
Neerslagpiek	[mm/5min]	10,89	16,09	5,83	6.3
Neerslagintensiteit	[l/s/ha]	363	536	194	210

Tabel 8: Neerslagkarakteristieken buien.

Uitgangspunten

- Wandruwheid alle riolen: $k = 3,0$ mm (hierin zijn in en uitstroomverliezen van de putten verdisconteerd)
- Inloopp parameters: volgens de Leidraad Riolering (tabel B1.2 C2100)

Van de putten en (fictieve) kolken buiten het plangebied is de maaiveldhoogte afgelezen van de terreinmeting zoals verwerkt op de ontwerptekening(en) van KPM Civiel. De put en kolkhoogtes zijn weergegeven in tabel 9.

Riolsysteem A	m NAP	Riolsysteem B	m NAP	Kolken achtertuinen	m NAP
H1	4.00	R1A	3.41	Kolk 1	3.13
H2	4.00	R1	3.41	Kolk 2	3.36
H3	4.00	R2	3.30	Kolk 3	3.20
H4	4.00	R3	4.00	Kolk 4	3.45
H5	4.00	H25	4.00	Kolk 5	3.47
H6	4.00	H24	4.00	Kolk 6	3.14
H7	4.10	H23	3.60	Kolk 7	3.40
H8	4.15	H22	4.00	Kolk 8	3.38
H9	4.15	H21	4.10	Kolk 9	3.23
H10	4.10	H20	4.05	Kolk 10	3.03
H11	4.10	H19	4.00	Kolk 11	3.02
H12	4.10	H18	4.00	Kolk 12	3.32
H13	4.10	R11	4.00	Kolk 13	2.99
H14	4.10	R15	4.24	Kolk 14	3.01
H15	4.10	R16	3.31	Kolk 15	2.84
H16	4.10	R17	3.43	Kolk 16	2.57
H17	4.05	R18	5.00	Kolk 17	2.50
U1	3.30			Kolk 18	3.38
U2	3.30			Kolk 19	3.24
O1	3.80			Kolk 20	3.04
				Kolk 21	3.17
				Kolk 22	3.71

Tabel 9: Puthoogtes nieuw en bestaande riolering.

Uitleg berekening

De berekening is opgesteld met het hydrodynamische Infoworks ICM. Voor deze berekeningen is alles in 1D gemodelleerd.

Verhard oppervlak is aan de inspectieputten gekoppeld. Voor de overstromingskaart wordt een gekoppeld 1D-2D model.

Het verhard oppervlak dat is meegenomen in de berekening is terug te vinden in bijlage 4 en betreft alles binnen de dijken en een deel van de verhardingen van de oude dijk De Buurt. Op de afvoerleiding richting de watergang de Frans Halsstraat is in de berekening geen extra verhard oppervlak opgenomen. Het regenwater uit het plangebied kan vrij uitstromen in de watergang Frans Halsstraat.

De knijpconstructies zijn in de berekening opgenomen als doorlaat met een maximaal debiet (gelimiteerde afvoer). Tot dit maximale debiet wordt het debiet bepaald door de waterstand, waarbij zolang de doorlaat nog niet tot boven gevuld is gebruik wordt gemaakt van de overstort formule en zodra de doorlaat helemaal gevuld is wordt gebruik gemaakt van de doorlaat formule. Dit wordt in Infoworks ICM allemaal automatisch berekend. De debietreeksen van de knijpconstructies zijn terug te vinden in bijlage 5.

De wadi is als 1D lijnelement verwerkt, deze heeft een bodembreedte, lengte en taludhelling zoals op het ontwerp uit bijlage 4 aangegeven.

De afvoerleiding van De Rokerij is onderdeel van het rioolstelsel van het ontvangende gebied, de wijk aan de andere zijde van De Buurt. Er dient inzichtelijk gemaakt te worden of het bestaande water-/rioolsysteem deze extra afvoer vanuit de Rokerij wel kan verwerken. De berekening van het ontvangende gebied is niet in dit waterhuishoudkundig plan opgenomen en wordt nader uitgevoerd in

opdracht van Gemeente Hardinxveld-Giessendam. De berekening is een voorwaarde voor goedkeuring van het waterhuishoudkundig plan. De voorwaarde voor de uitkomst van de berekening ontvangend gebied is dat de maximale stijghoogte voor de overstort Rokerij moet lager zijn dan de overstorthoogte van de Rokerij. Indien hier niet aan wordt voldaan wordt vanuit Waterschap Rivierenland geen goedkeuring op het plan gegeven en moet er een nieuwe berekening gedaan worden. Deze berekening dient gecombineerd te worden met het model van de Rokerij zodat inzichtelijk wordt welke gevolgen de tegendruk van het ontvangende gebied heeft op de Rokerij.

Resultaten berekening

De resultaten van de berekeningen zijn opgenomen in bijlage 6. In de achtertuinen van de bestaande woningen aan noord-/oostzijde van het plan zijn op de laagste punten van de percelen kolken toegevoegd in de berekeningen. De meeste kolken zijn ook fysiek aanwezig (andere zijn fictief opgenomen). De kolken zijn in de berekeningen aangesloten op rioolsysteem B (bestaande woningen).

De resultaten tonen aan dat de buien $T=10+10\%$ en $T=100+10\%$ volledig geborgen kunnen worden in het de rioolssystemen. Er komt geen water over de overstort. Hiermee wordt voldaan aan de bergingseis. Tevens mag het water bij een $T=100+10\%$ maximaal 0.20m onder de vloerpeilen staan. De vloerpeilen van de woningen komen op +4.20m NAP te liggen. De maximale waterstand in de wadi is bij deze bui +3.69m NAP. De hoogste putten in het plangebied liggen op +4.10m NAP. De resultaten uit bijlage 6, figuur 37, geven een waking groter dan 0.20m. Het verschil tussen vloerpeilen en stijghoogte in het riool is daarmee groter dan 0.30m. Hiermee wordt voldaan aan de eisen van het WSRL en de landelijke normen.

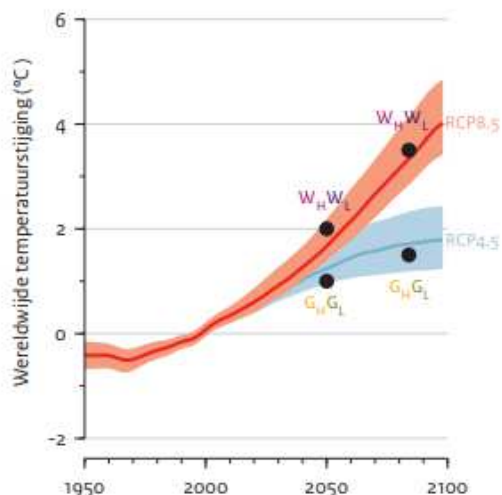
De resultaten van de berekening met een neerslagsituatie van een neerslagreeks $T=100+10\%$ gevolgd door een bui 10 (startpunt maximale waterstand uit bij $T=100+10\%$) berekend water op straat in de achtertuin van De Buurt 2 (kolk 17). De berekening geeft aan dat de stijghoogte hier tot +2.60m NAP komt. Het laagste punt van de tuin, ter plaatse van de kolk, ligt op +2.50m NAP. Dit lossen we op door de overstort van rioolstelsel B te verlagen naar +2.00m NAP. De ondergrondse berging zakt mee. De bergingscapaciteit van het riool blijft hierdoor hetzelfde. Bij de neerslagsituatie $T=100+10\%$ gevolgd door $T=10$ blijft de stijghoogte ver onder de overstortdremmel. De overstortdremmel laten zakken heeft dan tot gevolg dat de stijghoogte in het riool mee zakt. Door de overstort 0.20m te verlagen wordt er bij de kolk ook een stijghoogte verlaging van 0.20m gecreëerd, waarmee de stijghoogte van +2.40m NAP komt. Tijdens deze bui gaat er 230m³ over de overstort van rioolstelsel A (plangebied) en 170m³ over de overstort van rioolstelsel B. De overstorten zijn berekend op een breedte van 1.00m.

Tijdens de neerslagsituatie van een neerslagreeks $T=100+10\%$ gevolgd door een blokbui 70mm (startpunt maximale waterstand uit bij $T=100+10\%$) gaat er 600m³ over de overstort van rioolstelsel A en 425m³ over de overstort van rioolstelsel B. De resultaten van de berekening geven in de meeste bestaande tuinen water op straat aan. Dit komt omdat de afvoerleiding onder de oude dijk "De Buurt" niet toereikend genoeg is voor het overstortende debiet van deze neerslagsituatie.

De neerslagsituatie, $T=100+10\%$ gevolgd door een blokbui 70mm, is berekend als stresstest en is toegepast om inzichtelijk te maken waar er problemen ontstaan. Dit is vertaald naar een overstromingskaart (bijlage 7) welke aantoont waar het water zich binnen het gebied verzameld en welke waterdiepte hier kan worden verwacht. Uit de berekening met de blokbui 70mm komt naar voren dat er op diverse locaties water uit maaiveld komt. De overstromingskaart uit bijlage 7 geeft dan dat er met name aan de noordzijde wateroverlast ontstaat. Bij een aantal woningen staat het water tegen de woningen aan. Waterdieptes zijn hier ca. 0.30-0.40m.

Herhalingstijd $T=100+10\%$ gevolgd door blokbui 70mm

Om inzichtelijk te maken over welke herhalingstijd het gaan is in figuur 15 en 16 een grafiek geplaatst van regenduurlijnen die gebaseerd zijn op nieuwe neerslagstatistieken (2019, STOWA). In de grafieken zijn ook de klimaatscenario's van 2050 en 2085 opgenomen. Hier is uitgegaan van de meest warme/ongunstige klimaatscenario. De temperatuurstijgingen bedragen van 2°C in 2050 en 3.5°C in 2085, zie figuur 14.



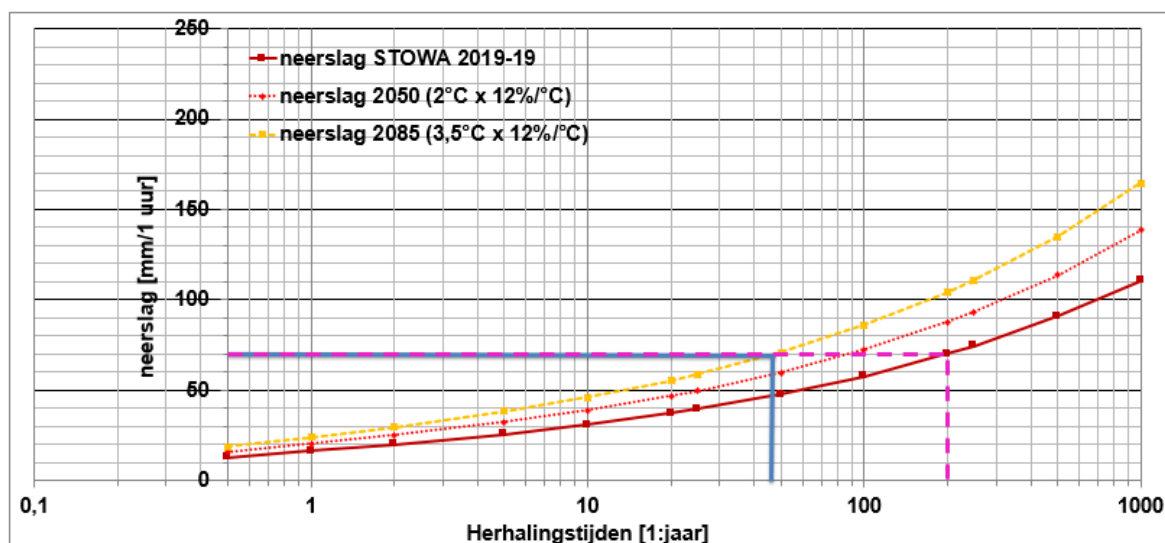
Figuur 14: Wereldwijde temperatuurstijging ten opzichte van 1981-2010. Bron: KNMI'14-klimaatscenario's voor Nederland, herziene versie 2015.

In de grafieken uit figuur 15 en 16 wordt uitgegaan van een toename van 12 % neerslag per graad opwarming. Elke graden wordt een neerslagtoename van 12% verwacht. De neerslaggegevens uit de STOWA 2019 gaan niet verder dan 192uur (8 dagen). Om de herhalingstijden is daarom gekeken naar de neerslagsom ($T=100+10\%$) na 8 dagen.

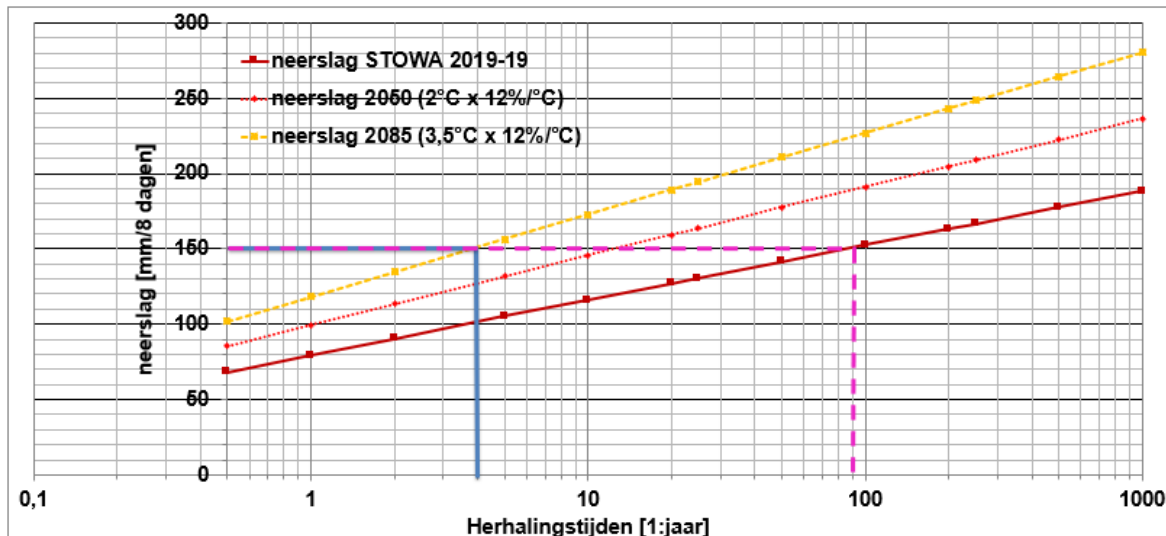
De herhalingstijd van bui $T=100+10\%$ gevolgd door blokbui 70mm valt buiten de regenduurlijngrafieken voor het huidige klimaat. Om de herhalingstijd te bepalen wordt de herhalingstijd van bui $T=100+10\%$ vermenigvuldigd met de herhalingstijd van de blokbui 70mm, waarbij de herhalingstijd uitkomt op eens per 18000 jaar voor het huidige klimaat en eens per 180 jaar voor het klimaatscenario van 2085. De situatie van $T=100+10\%$ gevolgd door blokbui 70mm is dus zeer onwaarschijnlijk. De afgelezen herhalingstijden en de berekende herhalingstijden zijn terug te lezen in onderstaande tabel.

	Neerslag [mm]	Duur [uur]	Herhalingstijd [1*x jaar]	
			2016	2085
Bui $T=100+10\%$, neerslasom na 8 dagen	150	192	90	4
Blokbui 70mm	70	1	200	45
$T=100+10\%$ gevolgd door blokbui 70mm	220	193	18000	180

Tabel 10: Herhalingstijden conform grafieken STOWA



Figuur 15: Nieuwe neerslagstatistieken (2019, STOWA) incl. klimaatscenario's voor extreme neerslag.



Figuur 16: Nieuwe neerslagstatistieken (2019, STOWA) incl. klimaatscenario's voor extreme neerslag.

Waterstanden wadi

De waterstanden van de wadi bij de neerslagreeksen uit deze berekeningen zijn weergegeven in bijlage 8. De hoogtes waterstanden treden op bij een neerslagreeks $T=100+10\%$ gevolgd door blokbui 70mm. Zelfs bij deze neerslagsituatie treed er geen water buiten de oevers van de wadi.

3.4.4 Riolering vuilwater

De vuilwaterriolering voert onder vrijval af naar een nieuw te realiseren pompput die het water verpompt naar de rioolwaterzuivering. De vrijval leidingen worden allemaal in $\varnothing 315$ mm uitgevoerd.

In het plangebied worden 25 woningen en 32 appartementen gerealiseerd, ook worden er 3 bestaande huishoudens aangesloten op het vuilwaterstelsel. Bij een gemiddelde woningbezetting van 2,5 inw./huishouden en een maximale VWA-hoeveelheid van 10 l/inw/uur ligt de maximale belasting van het stelsel op 2,4 m³/uur.

Er is contact geweest met het waterschap over het extra vuilwateraanbod. Deze aanvoer is kortgesloten met het waterschap en kan afgevoerd worden naar de RWZI Schelluinen.

Huishoudens	Aantal (st)	Hoeveelheid afvalwater (m ³ /u)
Woningen bestaand	39	0,98
Woningen nieuw	25	0,63
Appartementen	32	0,80
Totaal	96	2,40

Tabel 11: resultaten berekening vuilwateraanbod na planontwikkeling

Het bestaande (te handhaven) riool en het nieuwe riool hebben samen een bergingscapaciteit van 38m³. Met een aanvoer van 2,4 m³/uur kan bij gemaaluitval ca. 16 uur afvalwater worden geborgen voordat er problemen ontstaan.

Voorsnog wordt ervan uitgegaan dat de bestaande persleiding toereikend genoeg is voor de toename van het afvalwater als gevolg van de planontwikkeling. Tijdens de uitwerking van het nieuwe gemaal wordt de bestaande persleiding doorgerekend.

3.4.5 Ledigingscapaciteit HWA

Eis bevoegd gezag:

- Bij een ontwerpbui van $T=100+10\%$ is een maximale peilstijging tot 0.20m onder de vloerpeilen. Vuistregel 664m³/ha verhard oppervlak bergen.

- *Maximale afvoer uit plangebied op oppervlaktewater bedraagt 1,5l/s/ha. Deze eis is verruimd naar 2,0 l/s/ha*
- *Maximale afvoer buiten het gebied voor bestaande woningen/verhardingen “de Buurt” bedraagt 3,0 l/s/ha*
- *De waterberging dient in 96 uur volledig beschikbaar te zijn.*

Met de vigerende eis van 1,5l/s/ha (rioolstelsel A) kan niet worden voldaan aan de eis van “het in 96 uur beschikbaar komen van de volledige bergingsruimte”. Deze eisen zijn tegenstrijdig. Bij een eis van maximaal 1,5 l/sec/ha afvoeren kan er maximaal 604 m³ in 96 uur kan worden afgevoerd terwijl er 774 m³ geborgen moet worden.

Waterschap Rivierenland geeft aan dat de eis “het in 96 uur beschikbaar komen van de volledige bergingsruimte” van groter belang is dan de maximale afvoercapaciteit.

Het verhard oppervlak is berekend in paragraaf 3.4.1. van dit rapport. In totaal wordt er in de nieuwe situatie 1,17 ha. verhard oppervlak aangebracht. Dit resulteert tot een neerslag bij T=100+10% (664m³/ha.) van 774m³. Bij een ledigingstijd van 96 uur heb je een minimale afvoercapaciteit van 1.92l/s/ha nodig. Waterschap Rivierenland heeft dan akkoord gegeven op een maximale afvoer van 2l/s/ha. Riolstelsel A (nieuwbouw) krijgt hiermee een afvoercapaciteit van 2,33 l/s (2,0l/s/ha). Hiemee duurt het 92 uur voordat de totale berging weer beschikbaar is. Deze ledigingstijd voldoet aan de hiermee aan de eis van het waterschap.

De berging van rioolstelsel B (bestaande woningen/verhardingen “De Buurt”) heeft een bergingsruimte van 557 m³. De lozingseis voor dit stelsel bedraagt 3,0 l/s/ha. Dit komt neer op een totale afvoer van 2,52l/s. Bij deze afvoercapaciteit is de volledige bergingscapaciteit 61 uur weer beschikbaar. Dit voldoet ruimschoots aan de eis van het waterschap.

3.4.6 Vergelijking met bestaande situatie

In paragraaf 2.6 van dit rapport is de hoeveelheid regenwater bepaald dat in de huidige situatie afgevoerd wordt naar de andere zijde van “de Buurt”. Bij een Bui 10 (neerslagreeks T=10) komt dit neer op een maximale afvoer van 287l/s.

In de toekomstige situatie gaan we 2 c.q. 3l/s/ha lozen om te kunnen voldoen aan de eis “De waterberging dient in 96 uur volledig beschikbaar te zijn”. Dit komt neer op een totale afvoer van 4.56l/s → 16.4m³/u.

De piekafvoer van de bestaande situatie (statisch berekend) komt niet helemaal overeen met de werkelijkheid. Door vertraging als gevolg van afstroming zal het werkelijke maximale debiet wat lager liggen. De berekening toont wel aan dat er in de bestaande situatie, bij een bui 10, een veel groter debiet geloosd wordt op het bestaande riool in de wijk aan de andere zijde van de oude dijk “De Buurt”.

De nieuwe ontwikkeling zal dus geen negatieve effecten hebben op het riool en het oppervlaktewater. Simpelweg omdat we het water eerst bergen en geleidelijk (met een kleiner debiet) afgeven.

3.5 Materialisering

Nieuw aan te brengen riolering in de kern- en beschermingszone van een waterkering moeten uitgevoerd worden zoals in de NEN 3650-serie is aangegeven. De Rokerij ligt bijna volledig binnen de kern- en beschermingszone. In de kernzone wordt geen riolering aangebracht, in de beschermingszone wel. Bovenstaande eis is dus van toepassing op dit project.

De NEN 3650 geeft dat de materialen aan een bepaalde sterkte voldoen zodat schade aan leidingen en waterkering wordt voorkomen. Voor dit project wil dit zeggen dat het rioolstelsel uitgevoerd moet worden in HDPE, PE 100 SDR 11, met trekvaste moffen

Riolering achterpad

In het ontwerp ligt een deel van rioolstelsel B in het achterpad van de nieuwe woningen. Dit is beheerstechnisch niet de ideale situatie. Met Gemeente Hardinxveld-Giessendam is afgesproken om het riool in het achterpad met een diameter te vergroten. Hierdoor kan er in de toekomst altijd een nieuw riool trekken. Het riool wordt uitgevoerd in HDPE. HDPE heeft een verwachte levensduur van 100 jaar.

3.6 Bergingsvelden

In paragraaf 3.4 van dit rapport is berekend dat de rioolssystemen voldoen aan de bergingseis uit de beleidsregels van Waterschap Rivierenland.

Om aan de bergingseis van Waterschap Rivierenland te kunnen voldoen worden er 2 bergingsvoorzieningen aangebracht. Een wadi en een ondergrondse bergingsvoorziening.

De wadi behoort tot rioolstelsel A (plangebied). De wadi ligt volledig in de beschermingszone van de dijk en mag daarom niet infiltreren maar ook kwel is niet wenselijk. Door de bodem van de wadi te voorzien van een leemlaag wordt dit voorkomen. De leemlaag wordt aangebracht onder de drainage van de wadi.

Rioolstelsel B (bestaande woningen en verhardingen) krijgt een ondergrondse berging onder de parkeercoffer aan de achterzijde van de nieuwe woningen.

Er zijn meerdere ondergrondse waterbergingsystemen te verkrijgen. In het verleden is er voor een vergelijkbaar project een variantenstudie uitgevoerd tussen diverse systemen. In samenspraak met Gemeente Hardinxveld-Giessendam zal een definitieve keuze voor een systeem worden gemaakt.

Vooralsnog wordt uitgegaan van de Watertable van Trewatin. In figuur 17 is ter verduidelijking van het systeem een illustratie toegevoegd van een project elders in het land.

De Watertable van Trewatin is een betonnen bergingssysteem die bestaat uit losse prefab elementen. Op de bodem worden vloerplaten (industrieplaten) gelegd waar een betonelement op komt in de vorm van een tafel. Deze "tafels" zijn in diverse standaard hoogtes verkrijgbaar. De wanden worden eveneens met prefab betonnen platen afgesloten.



Figuur 17: Illustratie waterbergingsvoorziening Watertable Trewatin (bron: Website Trewatin).

De vervuiling in dit systeem is niet te bepalen en is volledig afhankelijk van de locatie en het onderhoud van de gemeente. Bijvoorbeeld locatie in Nederland (kleine fractie grondsoort), staan er bomen, worden kolken en inspectieputten met zandvang toegepast en hoe vaak worden deze gereinigd. Het voordeel van het Trewatin systeem is dat slib zich verzameld op de bodem van de buffer. De buffer is van beton en slib gaat nergens inzitten. De elementen krijgen een hoogte van 1.60m en is daarmee mantoegankelijk. Het systeem is dus . De ondergrondse buffer heeft een overcapaciteit van 32m³. Dit wil zeggen dat er 0.08m slib onderin de buffer kan komen te staan en wordt nog steeds aan de bergingseis van WSRL voldaan.

De ondergrondse waterberging krijgt een maximale hoogte van +2.00m NAP en ligt daarmee onder de laagste peilen van de achtertuinen van de woningen aan "De Buurt" (>2.50m NAP).

Om ervoor te zorgen dat er geen directe uitwisseling van water met de omgeving kan plaatsvinden wordt de berging rondom ingepakt met EPDM. Dit wordt aan elkaar "gelast" zodat deze waterdicht is. Het water kan dus niet via de bodem naar laaggelegen percelen toestromen en/of de grondwaterstand verhogen. "Overlopen" van de waterberging is hierdoor niet mogelijk

Het waterdicht maken van de ondergrondse bergingen kan leiden tot opdrijven. Dit kan voorkomen wanneer de opwaartse kracht die het grondwater op de berging uitoefent groter is dan de het gewicht van de ondergrondse berging en dekking op de berging.

De binnenkant onderkant bergingsvoorziening krijgt een hoogte van 0.50m NAP. Het ondergrondse bergingssysteem heeft een hoogte van 1,50 m, hiermee komt de bovenkant van berging op +2,00m NAP.

Opdrijven moet berekend worden o.b.v. een leeg rioolstelsel (laagste neerwaartse druk). Opdrijven wordt voorkomen als de opwaartse druk van het water kleiner of gelijk is aan de neerwaartse druk van de bergingsvoorzieningen en de bovenliggende grond. In tabel 12 zijn de resultaten van deze op- en neerwaartse druk weergegeven.

Uitgangspunt: Watertable Trewatin (betonnen tafels)	Hoogte (m)	Soortelijk massa (kg/m ³)	Gewicht (kg)	Opwaartse druk v/h water (kg)
Betonnen bovenkant	0,14	2500	350	140
Industrieplaat onderzijde	0,14	2500	350	140
Berging, 3.57% betonvoet 96.43% lucht	1,61	75	144	1600
Totaal	1,89		884	1880

Tabel 12: Berekening opdrijven.

Het verschil tussen gewicht van de bergingsvoorziening en de opwaartse druk van het water bedraagt 1046 kg. De bouwput van de bergingsvoorziening wordt aangevuld met zand. Zand weegt 1650 kg/m³ wat betekent dit dat er minstens 0,63m aan gronddekking aangebracht dient te worden. Met een minimaal maaiveldniveau van 3,90 m + NAP (= 1,70 m dek) kan geconcludeerd worden dat opdrijven niet plaatsvindt.

3.7 Grondwater

3.7.1 Drainage

Binnen het project worden maatregelen getroffen om ongewenst hoge grondwaterstanden te voorkomen. Het plangebied wordt opgehoogd naar ca. +4.00 c.q. 4.20 m NAP. Zonder maatregelen leidt dit tot een kleine grondwaterstandverhoging. Door het gehele plangebied te voorzien van een drainage stelsel treedt deze grondwaterstand verhoging niet op.

In het plan wordt onderscheid gemaakt in drainage binnen het plangebied, onder wegen en bebouwing) en drainage op de erfgrenzen van bestaande woningen.

Plangebied

Onder de woningen en wegen worden drainage buizen aangelegd. Bevoegd gezag eist een drooglegging van minimaal 0.80m ten opzichte van straatpeil. Dit wil zeggen dat het grondwater tot maximaal 0.80m onder toekomstig maaiveld mag stijgen. De drainage zorgt ervoor dat deze grondwaterstand niet hoger kan worden. De drainage onder woningen en wegen wordt aangebracht op ca. 1.00 minus toekomstig straatpeil, ca. +3.10m NAP. De drainage wordt aangesloten op het HWA-stelsel dat ook het water van de nieuwe woningen afvoert. De drainage wordt aangesloten op het hemelwaterriool van het plangebied en wordt tijdelijke geborgen waarna het via de knijpconstructie afvoert op het rioolstelsel aan de andere zijde van "De Buurt".

Bestaande woningen

De meeste bestaande percelen liggen hoger dan de drainage in het plangebied. Aan de noordzijde van het plangebied zijn een aantal percelen (woningen 4 t/m 28) die lager liggen. Hier wordt een extra drain langs de erfgrrens aangebracht. Deze drainage wordt net onder de bestaande GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand) aangebracht. De grondwaterstand in de achtertuinen wordt daardoor niet hoger als in de huidige situatie. Door de drainage met de GHG gelijk te leggen worden de grondwaterstand niet verlaagd. De bestaande situatie blijft hiermee hetzelfde. Geen hogere, maar ook geen lagere grondwaterstanden. Hiermee wordt schade aan woningen door paalrot of klink van de bodem voorkomen.

Aan de zuidoostzijde van het plangebied, ter hoogte van woningen 276,275, 72 en 74 t/m 82, ligt op dit moment al een drain die het water achter de diepwand afvoert, deze blijft gehandhaafd.



Figuur 18: Overzichtstekening drainage toekomstige situatie.

3.7.2 Grondwatermodel WSRL

Onderstaand model (figuur 19) is door Waterschap Rivierenland opgesteld. In dit model is de grondwaterstand berekend voor de T=10 hoogwater op 7 jan 2003. Het is de grondwaterstand in m +NAP berekend met MORIA op 25 m resolutie.



Figuur 19: Grondwatermodel Waterschap Rivierenland bij een T=10 hoogwatersituatie (Merwede).

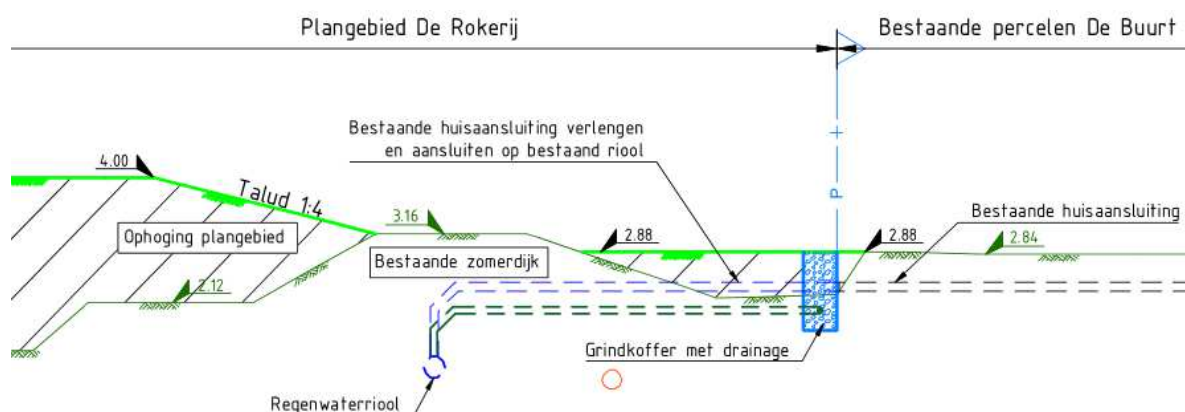
De grondwaterstanden in het model liggen lager dan de toekomstige drainage. Drainage wordt aangelegd op +2.00/+3.10m NAP, het model geeft voor het plangebied grondwaterstanden aan < 1.00m NAP. Ondanks het model aangeeft dat drainage niet nodig is wordt er toch voor de zekerheid drainage aangelegd om bij nog extremere situaties de drooglegging te garanderen. Dit is een nadrukkelijke wens van Gemeente Hardinxveld-Giessendam.

3.8 Wateropvang plangrenzen

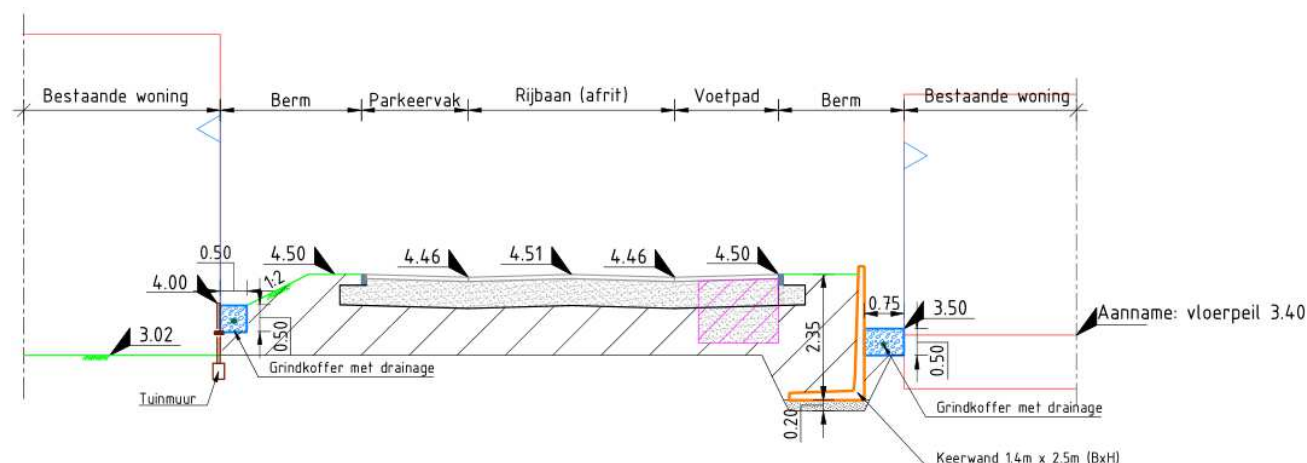
In de bestaande situatie zijn in principe alle bestaande woningen afgekoppeld. Dit is ook terug te zien op de revisie van de gemeente. Voor de tuinen geldt dat een groot deel van afvoert via kolken. Het andere deel stroomt af richting plangebied of loost in de greppel tussen plangrens en zomerdijk (noordelijke percelen). Er wordt daarom naar maatwerkoplossingen gekeken.

Percelen De Buurt 10 t/m 48

In de bestaande situatie voeren deze percelen ondergronds af op het riool of bovengronds af naar het plangebied. De huisaansluitingen welke zijn aangesloten op het bestaande riool blijven gehandhaafd. De huisaansluitingen (schuren, kolken e.d.) welke in de huidige situatie lozen in de greppel worden in de nieuwe situatie aangesloten op het regenwaterriool. Om afstromend hemelwater op te vangen wordt tegen de erfgrenzen van de bestaande woningen een grindkoffer gerealiseerd. Deze wordt voorzien van een drain welke wordt aangesloten op het regenwaterriool. Ter verduidelijking zie figuur 20 en 21. De drain krijgt een tweede functie en dit is voorkomen van hoge grondwaterstanden. Dit is beschreven in paragraaf 3.7.



Figuur 20: Principe doorsnede opvangen regenwater bestaande woningen De Buurt 10 t/m 28.



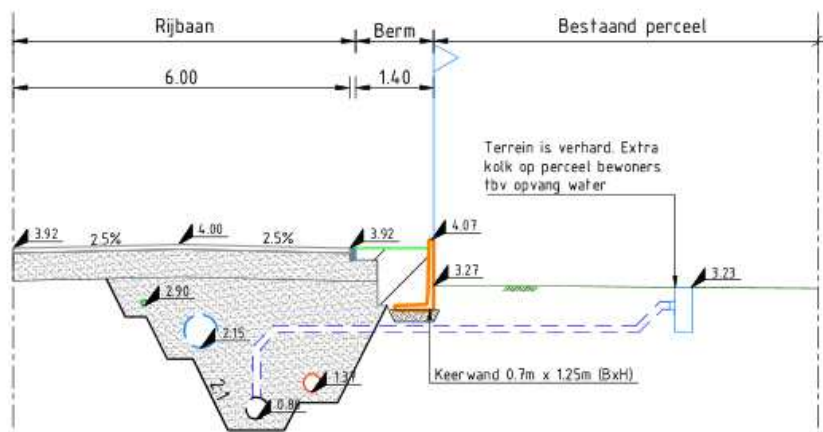
Figuur 21: Principe doorsnede opvangen regenwater bestaande woningen De Buurt 42 en 48.

Percelen De Buurt 54 t/m 60a

De achtertuinen van de woningen 54-54a en 60-60a zijn vrijwel volledig verhard. Woning 56 grens aan het plangebied door middel van een gemetselde schuur en tuinmuur. Regenwater dat op dit perceel

valt kan hierdoor niet afstromen naar het plangebied. Regenwater wordt in de bestaande situatie al op eigen terrein afgevoerd.

Voor bovengenoemde woningen wordt in overleg met de bewoners maatwerkoplossingen bedacht. De percelen zijn bijna geheel verhard. Vooralnog is het voornemen om de achtertuinen te voorzien van (extra) kolken. Deze zullen worden aangesloten op het regenwaterriool binnen het plangebied.



Figuur 22: Principe doorsnede opvangen regenwater bestaande woningen De Buurt 54 t/m 60a.

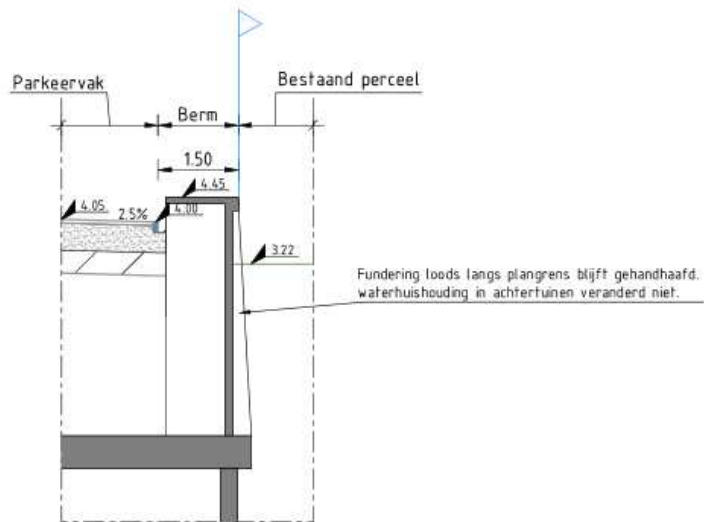
Percelen De Buurt 62 t/m 82, 275, 276 en 279

Tussen de bestaande percelen van woningen De Buurt 62 t/m 82, 275, 276 en 279 en de Rokerij staat een grote loods. Deze loods staat op een fundering bestaande uit een betonnen wand. De bovenbouw van deze loods wordt verwijderd. De bestaande funderingswand langs de plangrenzen blijft gehandhaafd en gaat dienen als grondkering tussen plangebied en de bestaande woningen. De betonnen funderingswand is terug te zien in onderstaand figuur 23.



Figuur 23: Historische foto bestaande loods De Rokerij.

Het regenwater in de achtertuinen wordt in de bestaande situatie afgevoerd via kolken en lijngoten. Een gedeelte van de verhardingen stroom af naar onverhard terrein. Gezien de betonfundering blijft staan zal de waterhuishouding van bovengenoemde woningen niet wijzigen. Maatregelen zijn niet noodzakelijk. Desalniettemin wordt er contact opgenomen met de bewoners van deze woningen. Indien gewenst worden er maatwerkoplossingen bedacht om extra maatregelen te treffen.



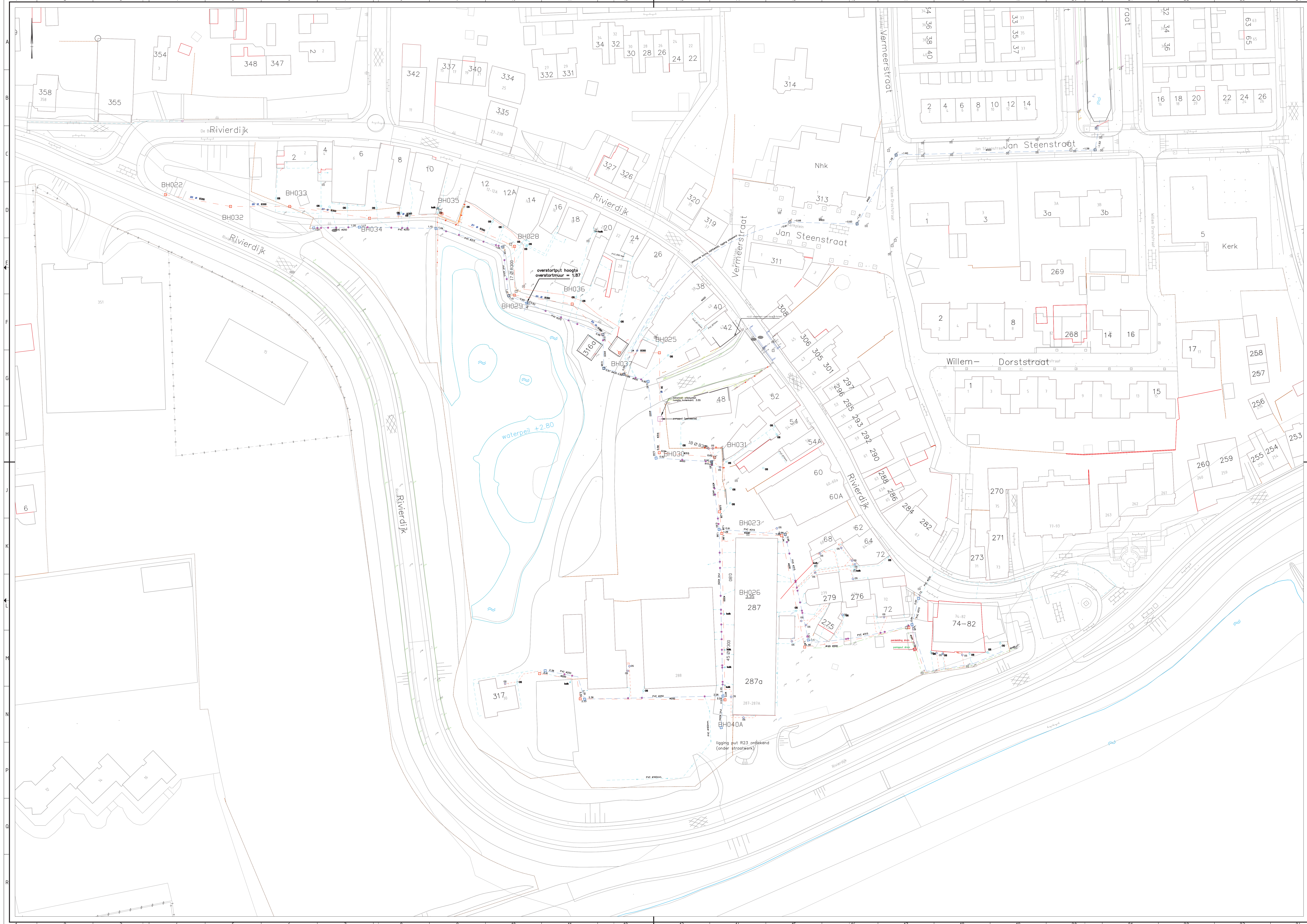
Figuur 24: Doorsnede bestaande funderingswand loads.

Bijlage 1: Bestaande hoogtes terrein.





Bijlage 2: Revisie riolering (Gemeente Hardinxveld-Giessendam)



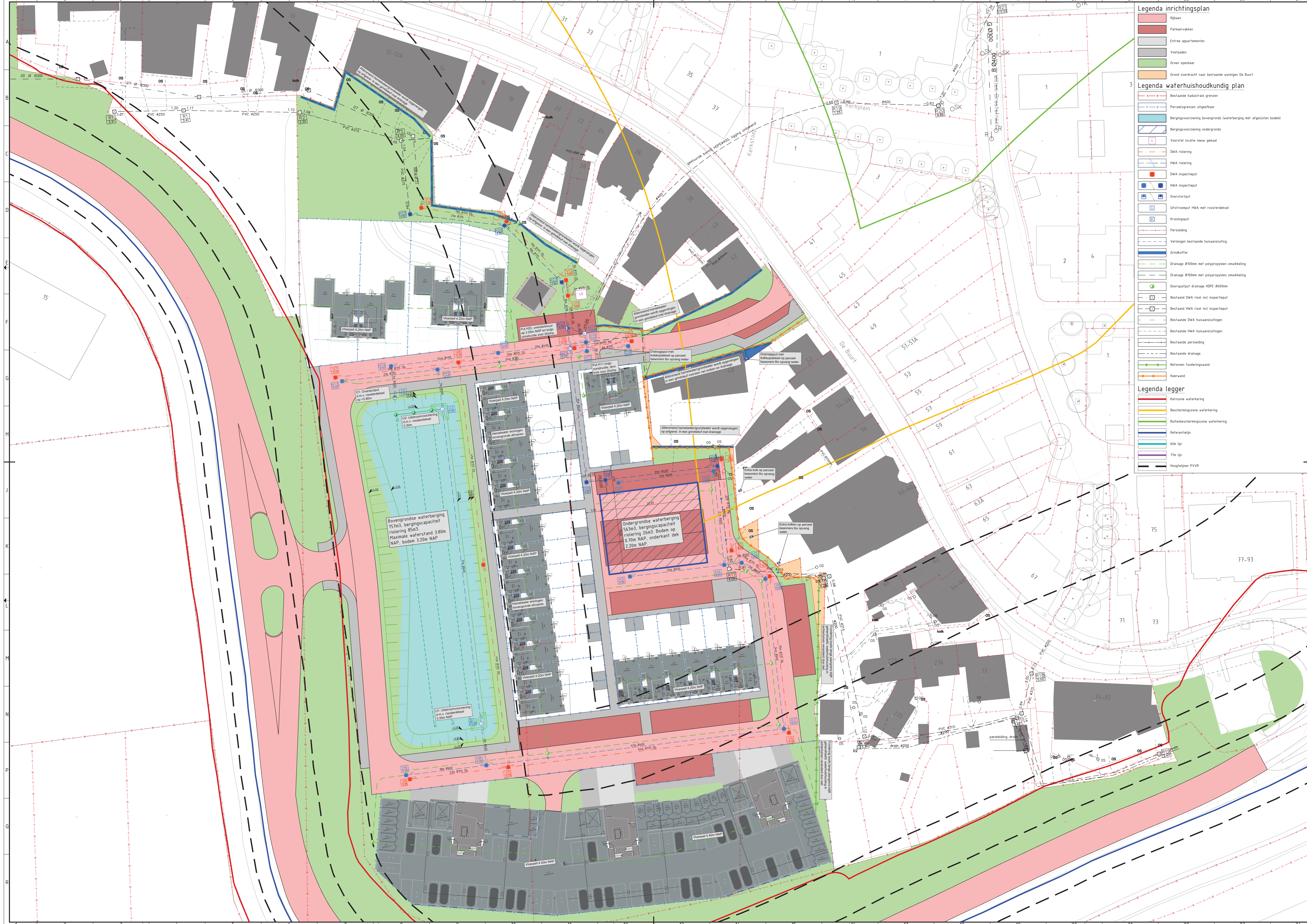
A
B
C
D
E
F
G
H
J
K
L
M
N
P
Q
R

A
B
C
D
E
F
G
H
J
K
L
M
N
P
Q
R

2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

Bijlage 3: Rioleringstekening



- Legenda inrichtingsplan**
- Ribaan
 - Parkeervakken
 - Entree appartementen
 - Voetpaden
 - Groen openbaar
 - Grond overdracht naar bestaande woningen De Buurt
- Legenda waterhuishoudkundig plan**
- Bestaande kadastrale grenzen
 - Perceelsgrenzen uitgelbaar
 - Bergingsvoorziening bovengronds (waterberging met afgegoten bodem)
 - Bergingsvoorziening ondergronds
 - Voorstel lokale nieuw genaai
 - DWA riolering
 - HWA riolering
 - DWA inspectieput
 - HWA inspectieput
 - Overstortput
 - Uitstroopput HWA met roosterdekset
 - Kransingsput
 - Perleiding
 - Verlengen bestaande huisaansluiting
 - Grindkoffer
 - Drainage Ø100mm met polypropyleen omwikkeling
 - Drainage Ø100mm met polypropyleen omwikkeling
 - Doorspuitput drainage HDPE Ø600mm
 - Bestaand DWA riool incl inspectieput
 - Bestaand HWA riool incl inspectieput
 - Bestaande DWA huisaansluitingen
 - Bestaande HWA huisaansluitingen
 - Bestaande perleiding
 - Bestaande drainage
 - Betonnen funderingswand
 - Keerwand
- Legenda legger**
- Kernzone waterkering
 - Beschermingszone waterkering
 - Buitenbeschermingszone waterkering
 - Referentielijn
 - 60m lijn
 - 77m lijn
 - Hoogtelijnen PVVS

Bovengrondse waterberging
151m³, bergingscapaciteit
riolering 85m³.
Maximale waterstand 380m
NAP, bodem 320m NAP

Ondergrondse waterberging
563m³, bergingscapaciteit
riolering 20m³. Bodem op
0.70m NAP, onderkant dek
2.20m NAP.

Vloerpeil 4.20m NAP
Hemelwater woningen
bovengronds afvoeren

Abnormaal hemelwater
opvangvat voor opvang van
in een grondpeil met drainage

Drainageput met
hulksopdekset op perceel
bepaard voor opvang water

Drainageput met
hulksopdekset op perceel
bepaard voor opvang water

Abnormaal hemelwater
opvangvat wordt opgevangen
op afstand in een grondpeil met drainage

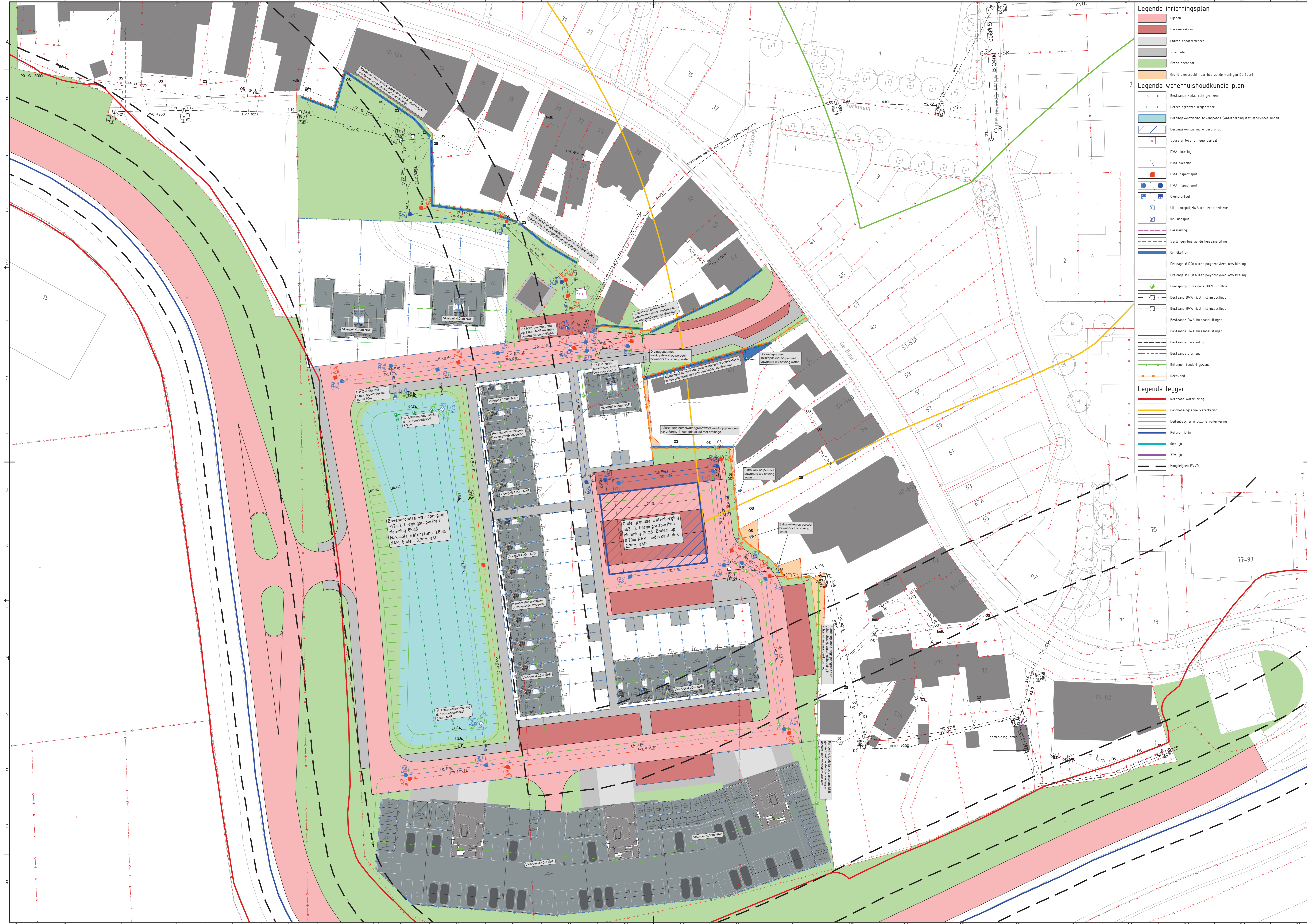
Extra kolk op perceel
bepaard voor opvang
water

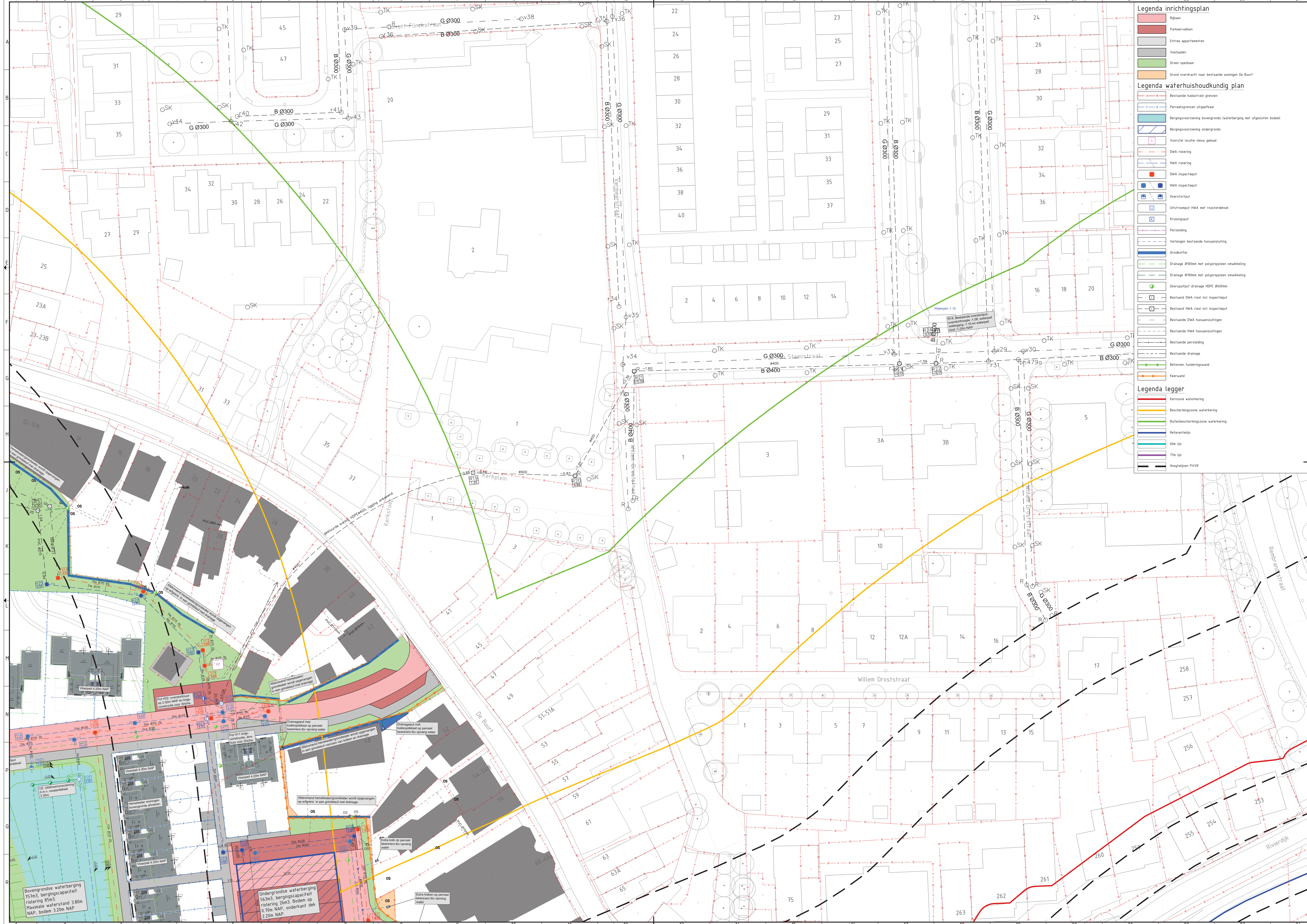
Extra kolk op perceel
bepaard voor opvang
water

Waterloopprofiel met
afgegoten bodem (buitenzijde)
naar landbouw (binnen buidelen)

Waterloopprofiel met
afgegoten bodem (buitenzijde)
naar landbouw (binnen buidelen)

perleiding drain





- Legenda inrichtingsplan**
- Ribaan
 - Parkeervakken
 - Entree appartementen
 - Voetpaden
 - Groen openbaar
 - Grond overdracht naar bestaande woningen De Buurt
- Legenda waterhuishoudkundig plan**
- Bestaande kadastrale grenzen
 - Perceelgrenzen uitgelbaar
 - Bergingsvoorziening bovengronds (waterberging met afgestoten bodem)
 - Bergingsvoorziening ondergronds
 - Voorstel locatie nieuw genaai
 - DWA riolering
 - HWA riolering
 - DWA inspectieput
 - HWA inspectieput
 - Overstortput
 - Uitstroompout HWA met roosterdekset
 - Kruisingsput
 - Persleiding
 - Verlengen bestaande huisaansluiting
 - Grindkoffer
 - Drainage Ø100mm met polypropyleen omwikkeling
 - Drainage Ø100mm met polypropyleen omwikkeling
 - Doorsputput drainage HDPE Ø600mm
 - Bestaand DWA riool incl inspectieput
 - Bestaand HWA riool incl inspectieput
 - Bestaand DWA huisaansluitingen
 - Bestaand HWA huisaansluitingen
 - Bestaand persleiding
 - Bestaand drainage
 - Betonnen funderingswand
 - Keerwand
- Legenda legger**
- Kernzone waterkering
 - Beschermingszone waterkering
 - Buitenbeschermingszone waterkering
 - Referentielijn
 - 60n lijn
 - 77n lijn
 - Hoogtelijnen PVV

Bovengrondse waterberging
157m³, bergingscapaciteit
riolering 85m³
Maximale watersstand 380m
NAP, bodem 320m NAP

Ondergrondse waterberging
563m³, bergingscapaciteit
riolering 26m³. Bodem op
0.70m NAP, onderkant dek
2.20m NAP.

Afstromend hemelwater wordt opgevangen
op erfgrans in een grondstelsel met drainage

Afstromend hemelwater wordt opgevangen
op erfgrans in een grondstelsel met drainage

Extra kolk op perceel
bewoners t.b.v. opvang
water

Extra kolk op perceel
bewoners t.b.v. opvang
water

Voorpeil 4.20m NAP

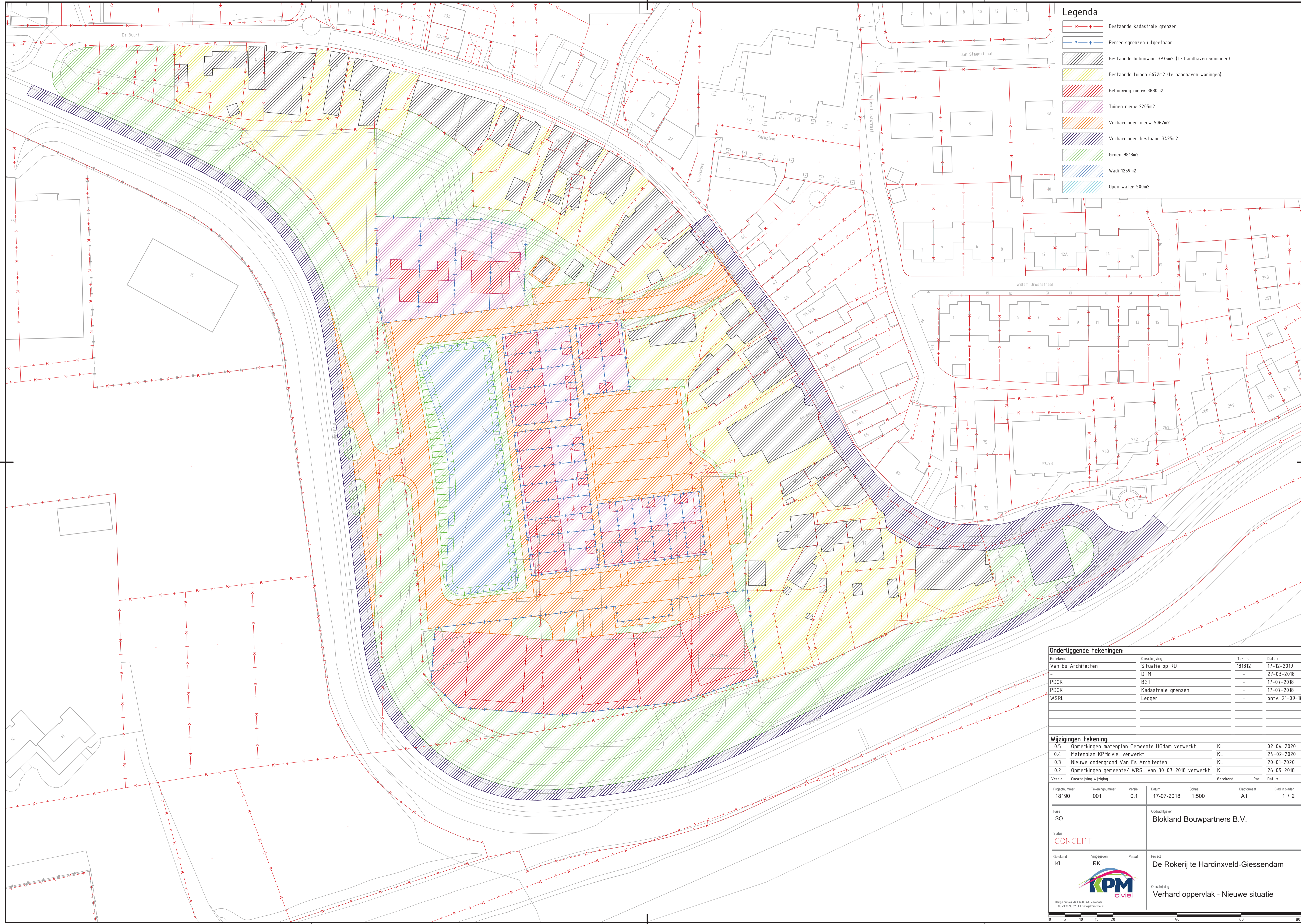
Voorpeil 4.20m NAP

Voorpeil 4.20m NAP

Voorpeil 4.20m NAP

Voorpeil 4.20m NAP

Bijlage 4: Verhard oppervlak



Legenda

	Bestaande kadastrale grenzen
	Perceelsgrenzen uitgefbaar
	Bestaande bebouwing 3975m2 (te handhaven woningen)
	Bestaande tuinen 6672m2 (te handhaven woningen)
	Bebouwing nieuw 3880m2
	Tuinen nieuw 2205m2
	Verhardingen nieuw 5062m2
	Verhardingen bestaand 3425m2
	Groen 9818m2
	Wadi 1259m2
	Open water 500m2

Onderliggende tekeningen:

Getekend	Omschrijving	Tek.nr	Datum
Van Es Architecten	Situatie op RD	181812	17-12-2019
-	DTM	-	27-03-2018
PDOK	BGT	-	17-07-2018
PDOK	Kadastrale grenzen	-	17-07-2018
WSRL	Legger	-	ontv. 21-09-18

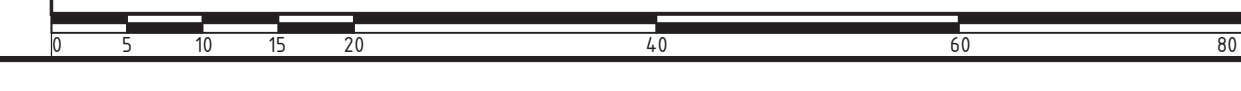
Wijzigingen tekening:

Versie	Omschrijving wijziging	Getekend	Par.	Datum
0.5	Opmerkingen matenplan Gemeente HGdam verwerkt	KL		02-04-2020
0.4	Matenplan KPMciviel verwerkt	KL		24-02-2020
0.3	Nieuwe ondergrond Van Es Architecten	KL		20-01-2020
0.2	Opmerkingen gemeente/ WSRL van 30-07-2018 verwerkt	KL		26-09-2018

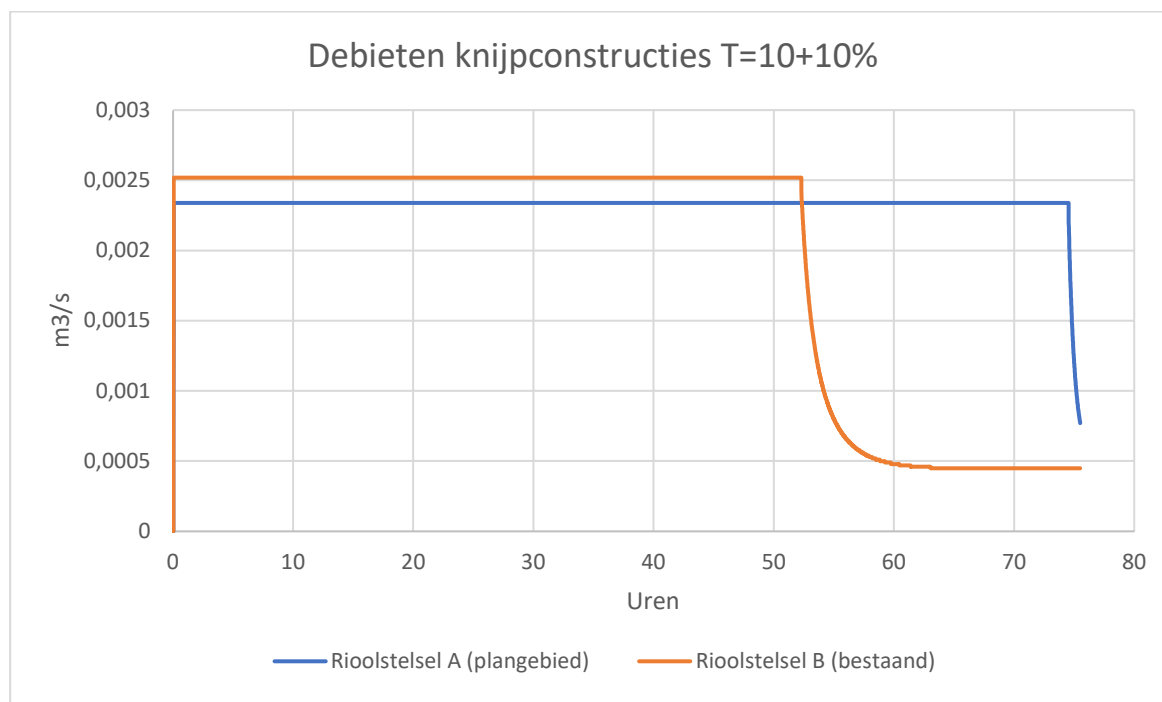
Projectnummer	Tekeningnummer	Versie	Datum	Schaal	Bladformaat	Blad in bladen
18190	001	0.1	17-07-2018	1:500	A1	1 / 2

Fase SO	Opdrachtgever Blokland Bouwpartners B.V.
Status CONCEPT	
Getekend KL	Project De Rokerij te Hardinxveld-Giessendam
Vrijgegeven RK	Paraf Paraf
Omschrijving Verhard oppervlak - Nieuwe situatie	

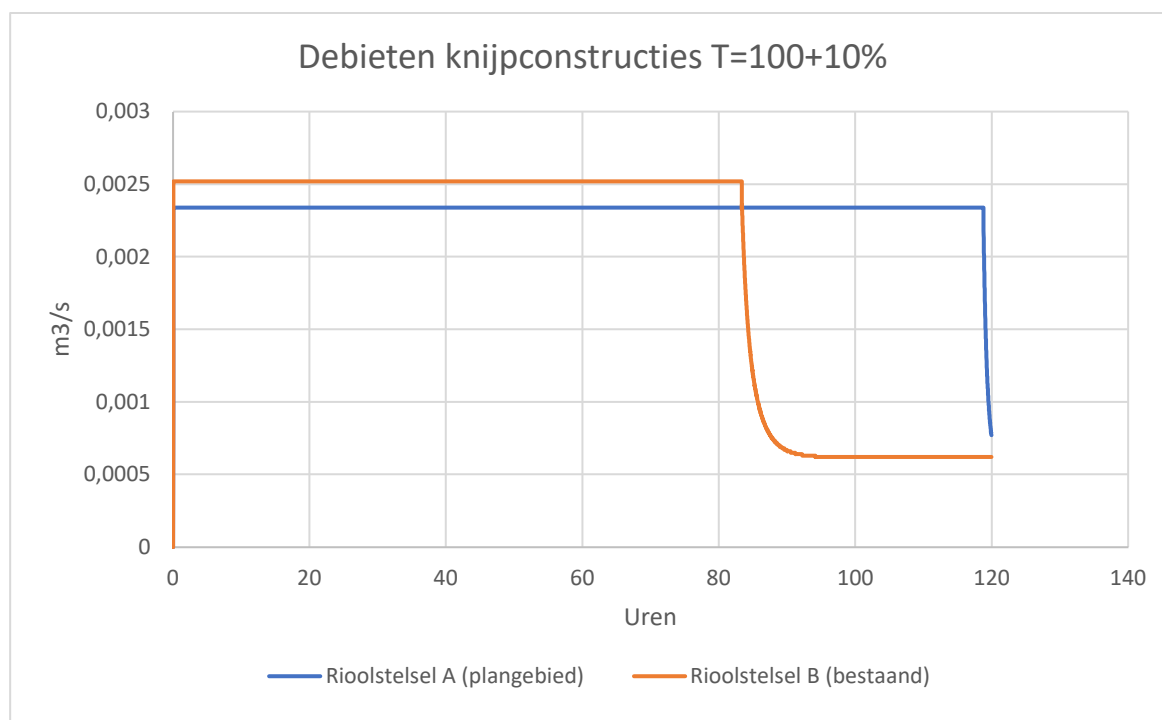
Holste 20 | 6555 AA Zwaenear
T: 06 23 30 96 62 | E: info@kpmciviel.nl



Bijlage 5: Debietreeksen knijpconstructies conform hydraulische berekening.



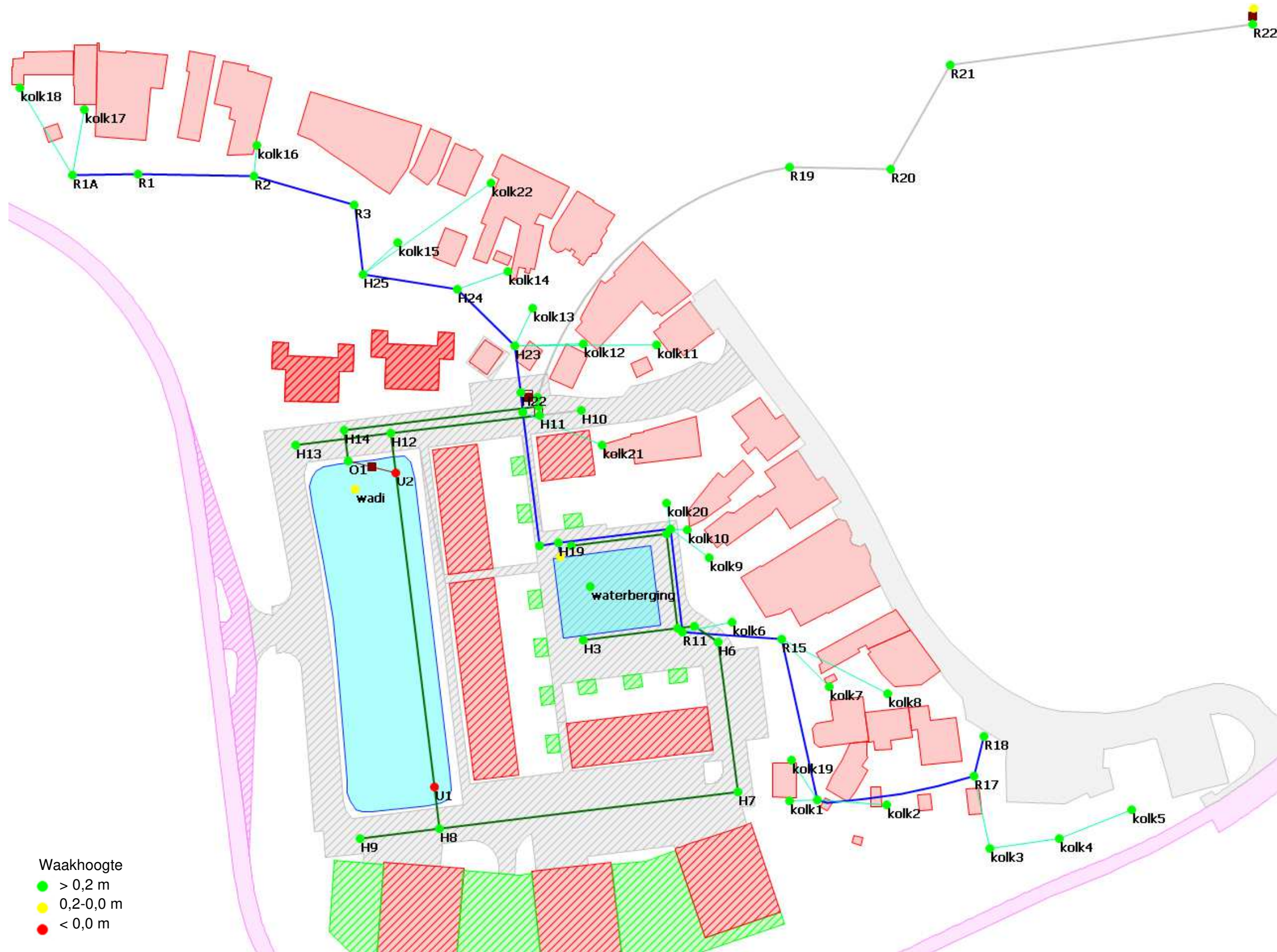
Figuur 31: Debietreeksen uit modellering hydraulische berekening bij een neerslagsituatie T=10+10%



Figuur 32: Debietreeksen uit modellering hydraulische berekening bij een neerslagsituatie T=100+10%

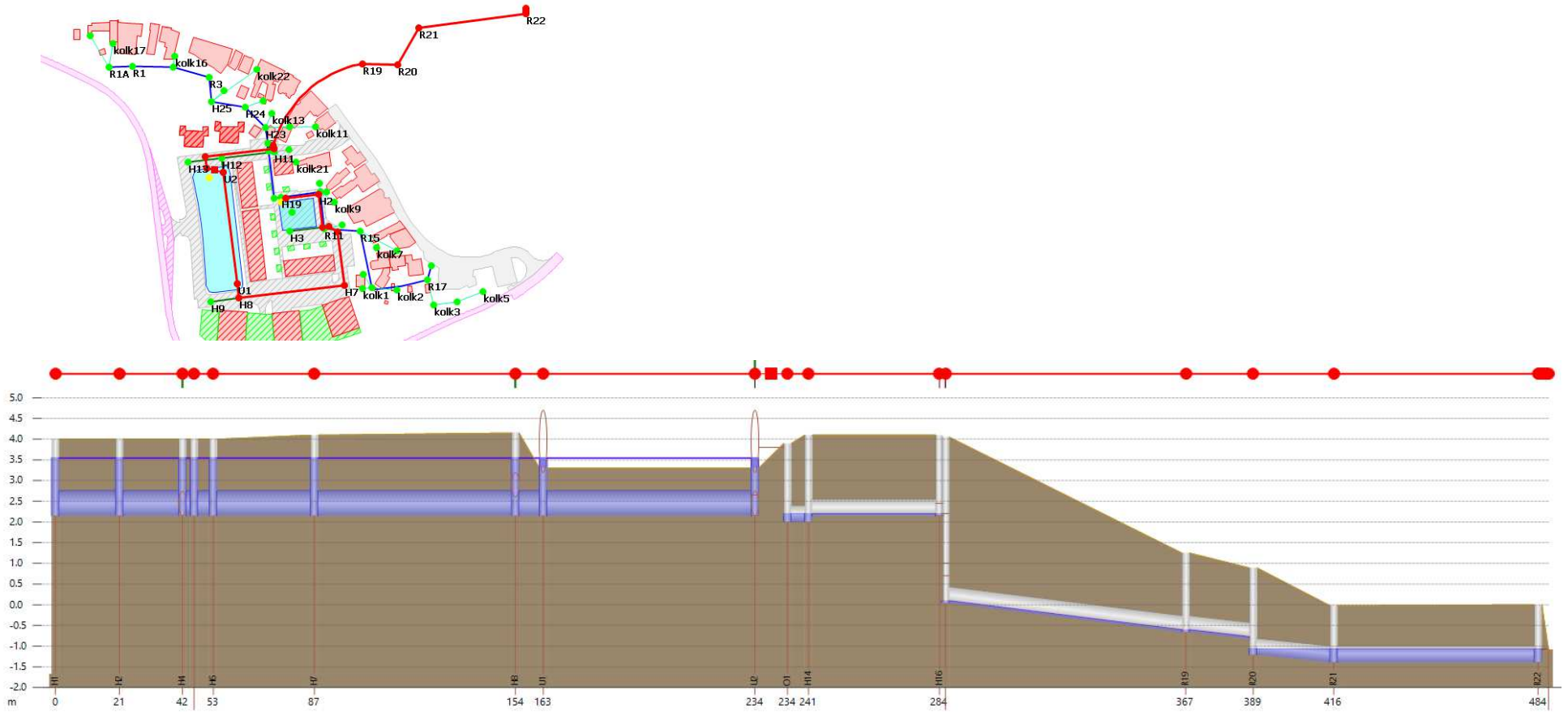
Bijlage 6: Resultaten hydraulische berekening riolering nieuwe situatie.

Resultaten waterschapsbui T=10+10%

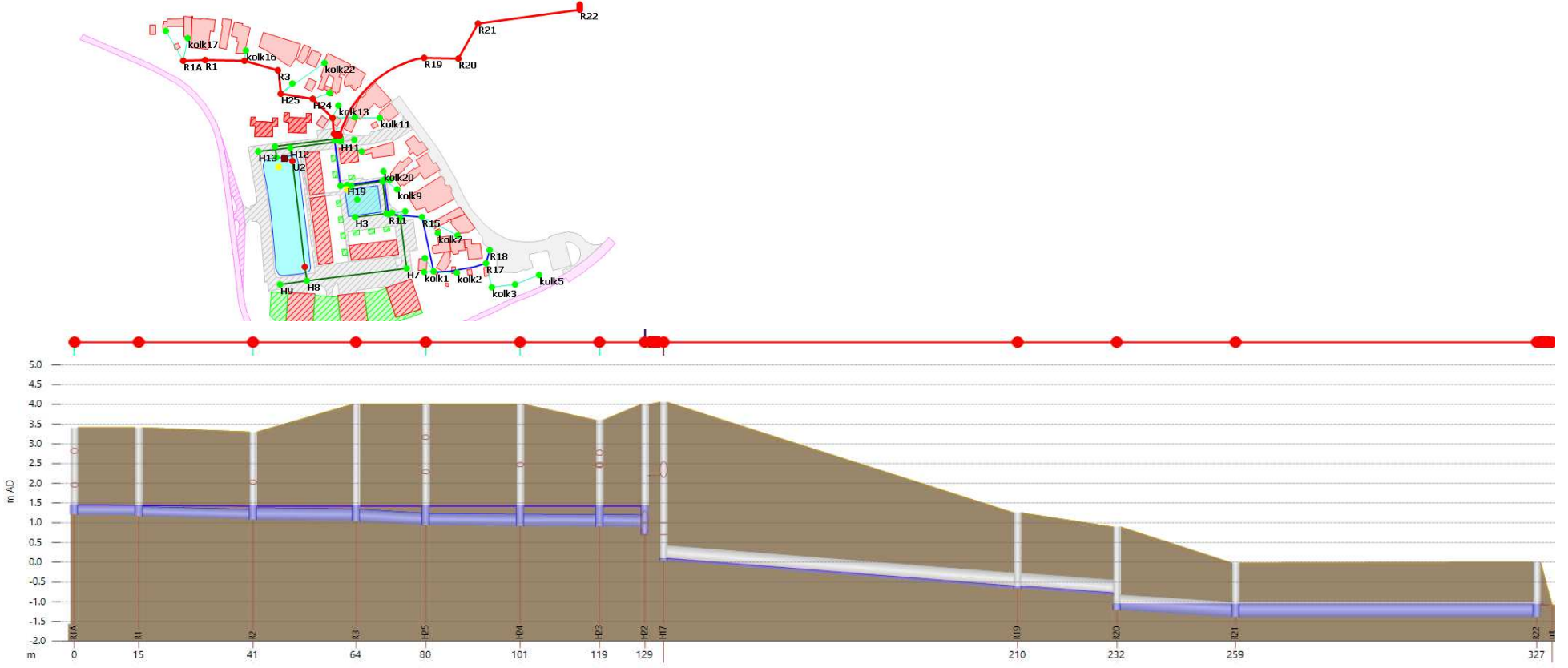


Figuur 33: Waakhoogte [m t.o.v. maaiveld] bij T=10+10%

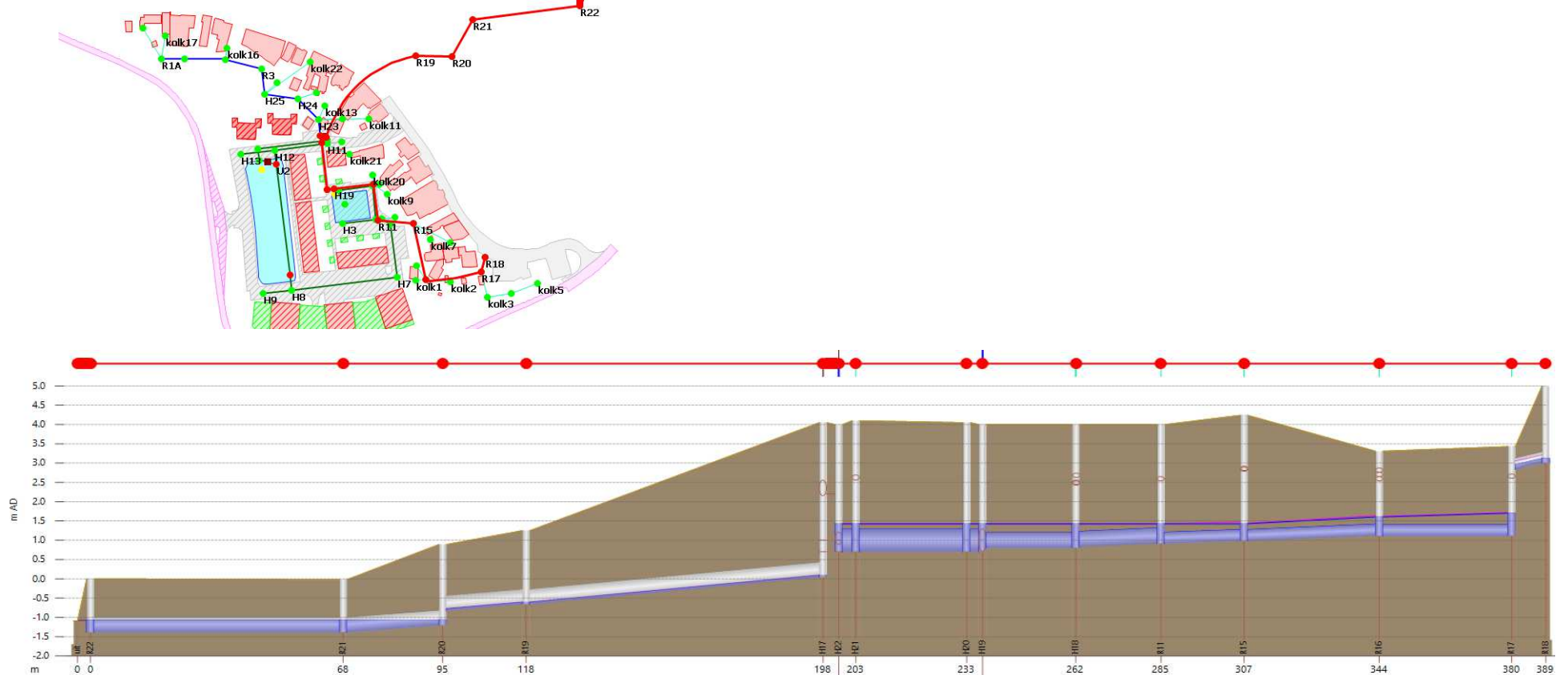
Lengteprofielen riolering, waterschapsbui T=10+10%



Figuur 34: Lengteprofiel rioelstelsel A vanaf put H1 tot aan lozingspunt Frans Halsstraat bij T=10+10%.



Figuur 35: Lengteprofiel rioelstelsel B vanaf put R1A tot aan lozingspunt Frans Halsstraat (noordzijde) bij T=10+10%.



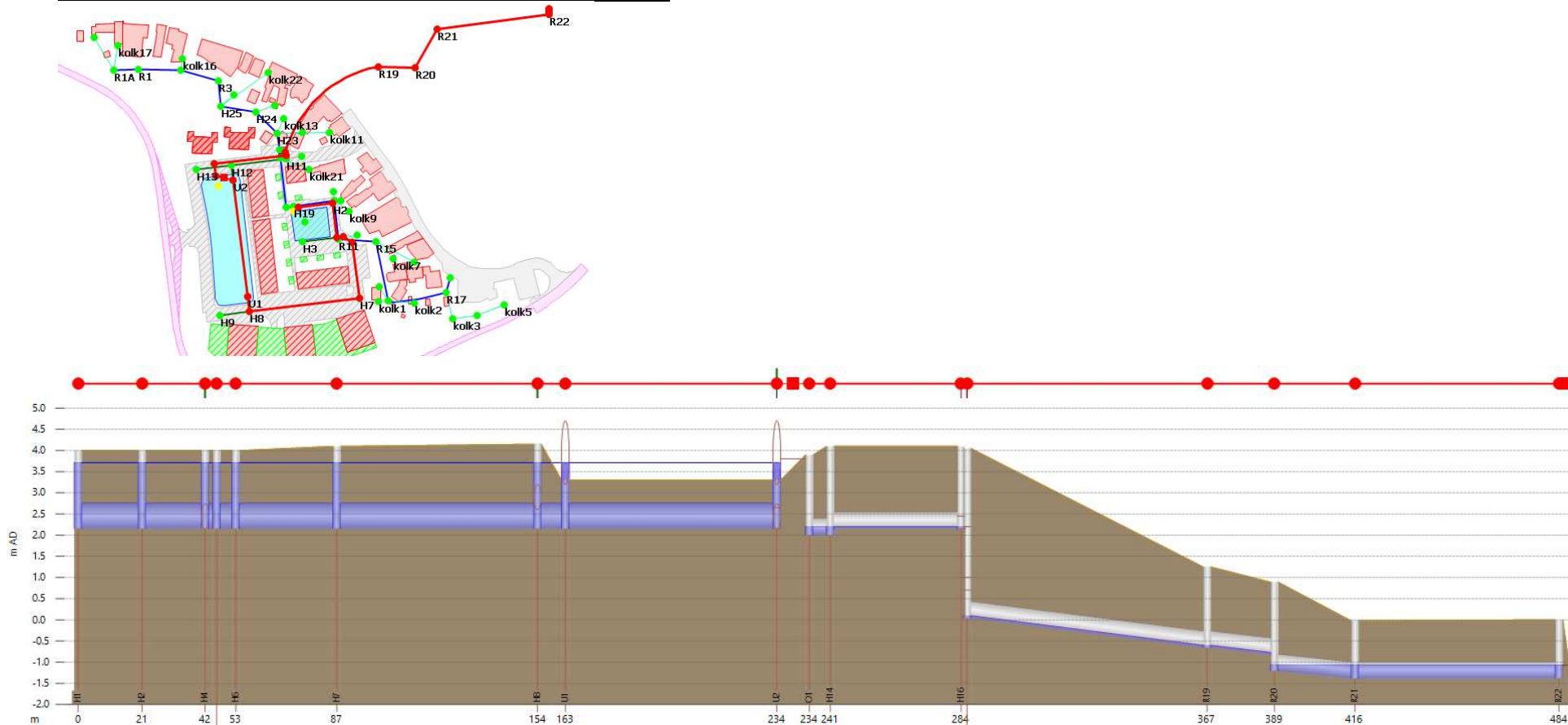
Figuur 36: Lengteprofiel rioelstelsel B vanaf put R18 tot aan lozingspunt Frans Halsstraat (zuidoostzijde) bij T=10+10%.

Resultaten waterschapsbui T=100+10%

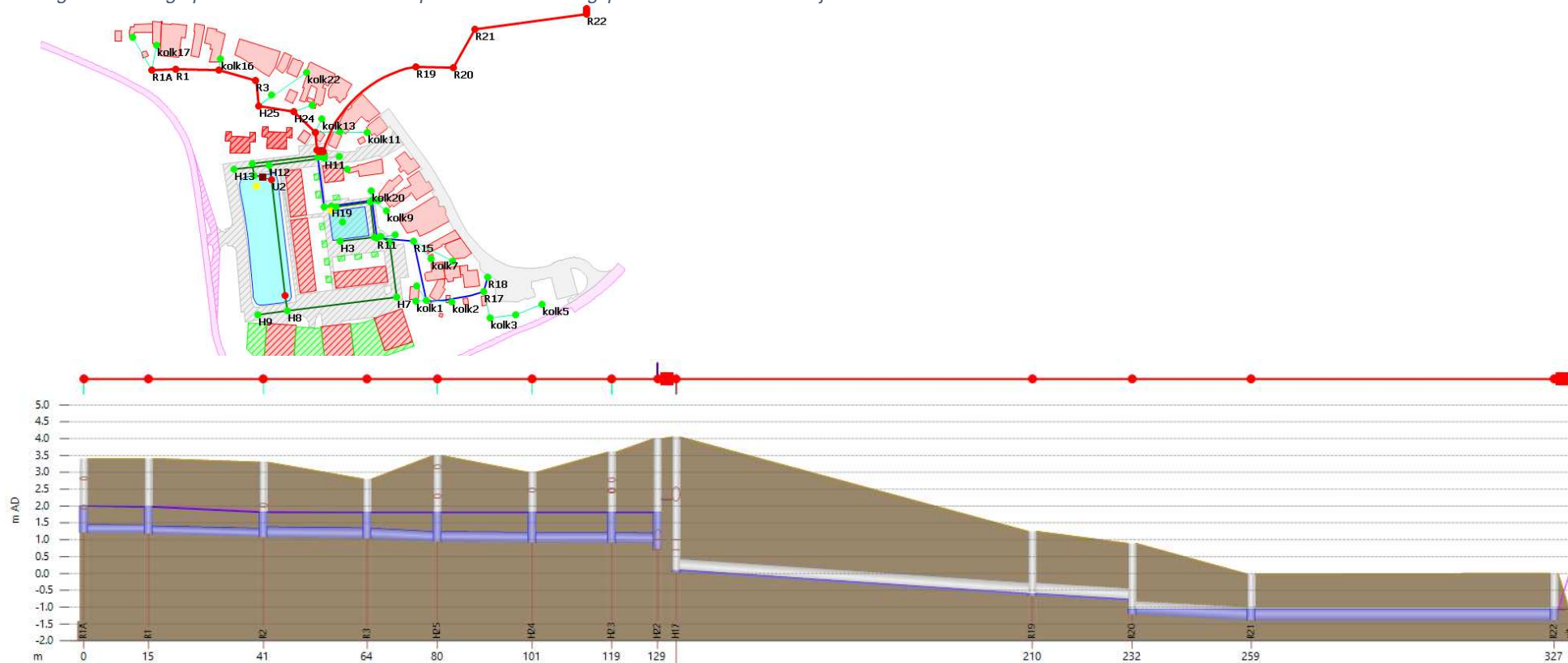


Figuur 37: Waakhoogte [m t.o.v. maaiveld] bij T=100+10%

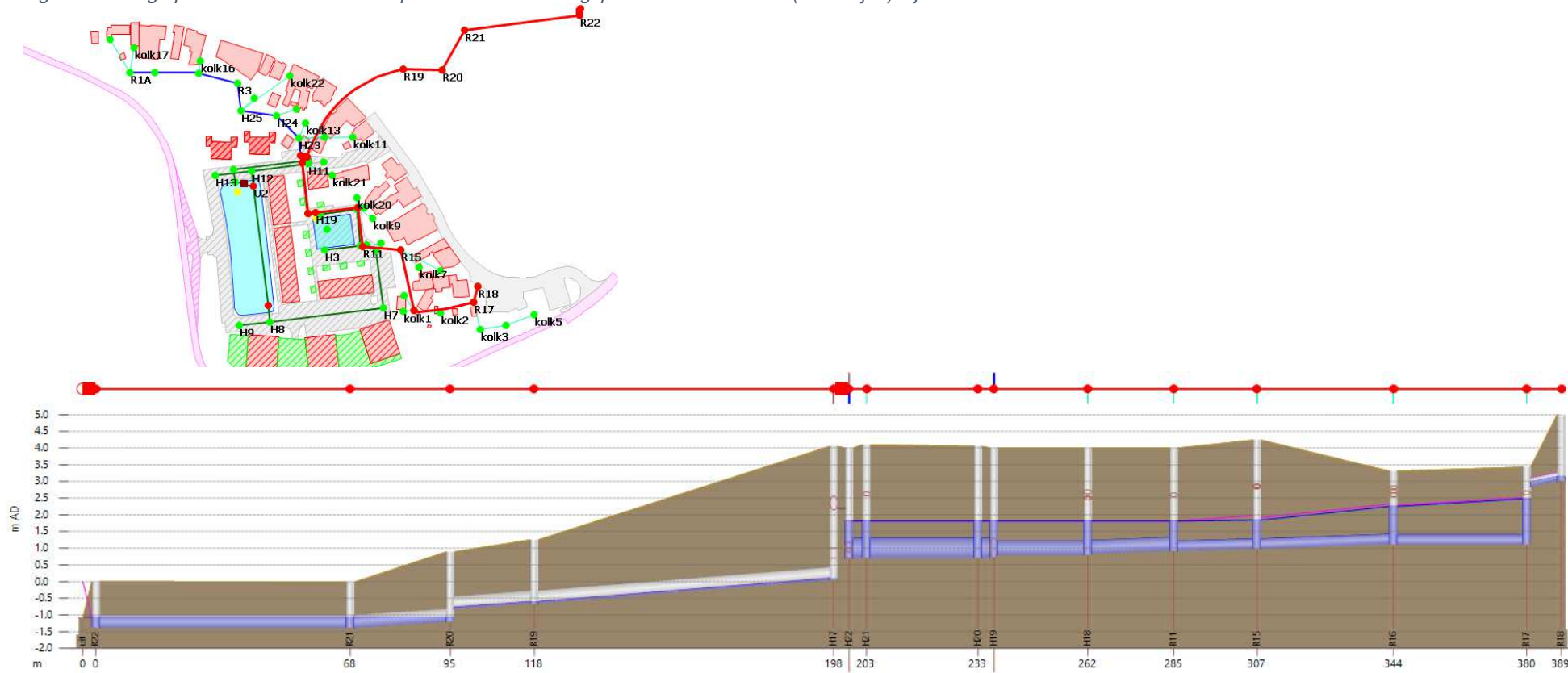
Lengteprofielen riolering, waterschapsbui T=100+10%



Figuur 38: Lengteprofiel rioelstelsel A vanaf put H1 tot aan lozingspunt Frans Halsstraat bij T=100+10%.

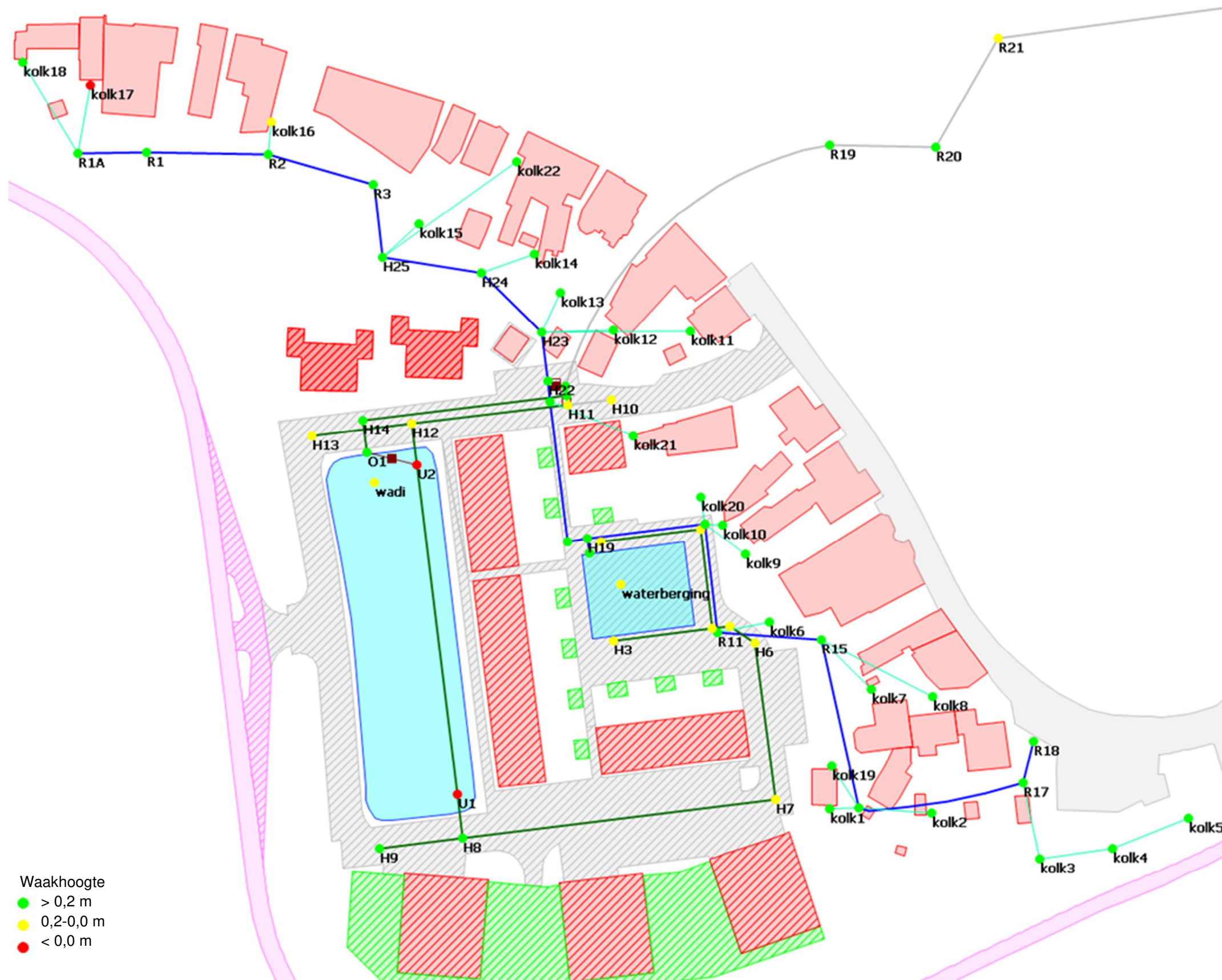


Figuur 39: Lengteprofiel rioelstelsel B vanaf put R1A tot aan lozingspunt Frans Halsstraat (noordzijde) bij T=100+10%.



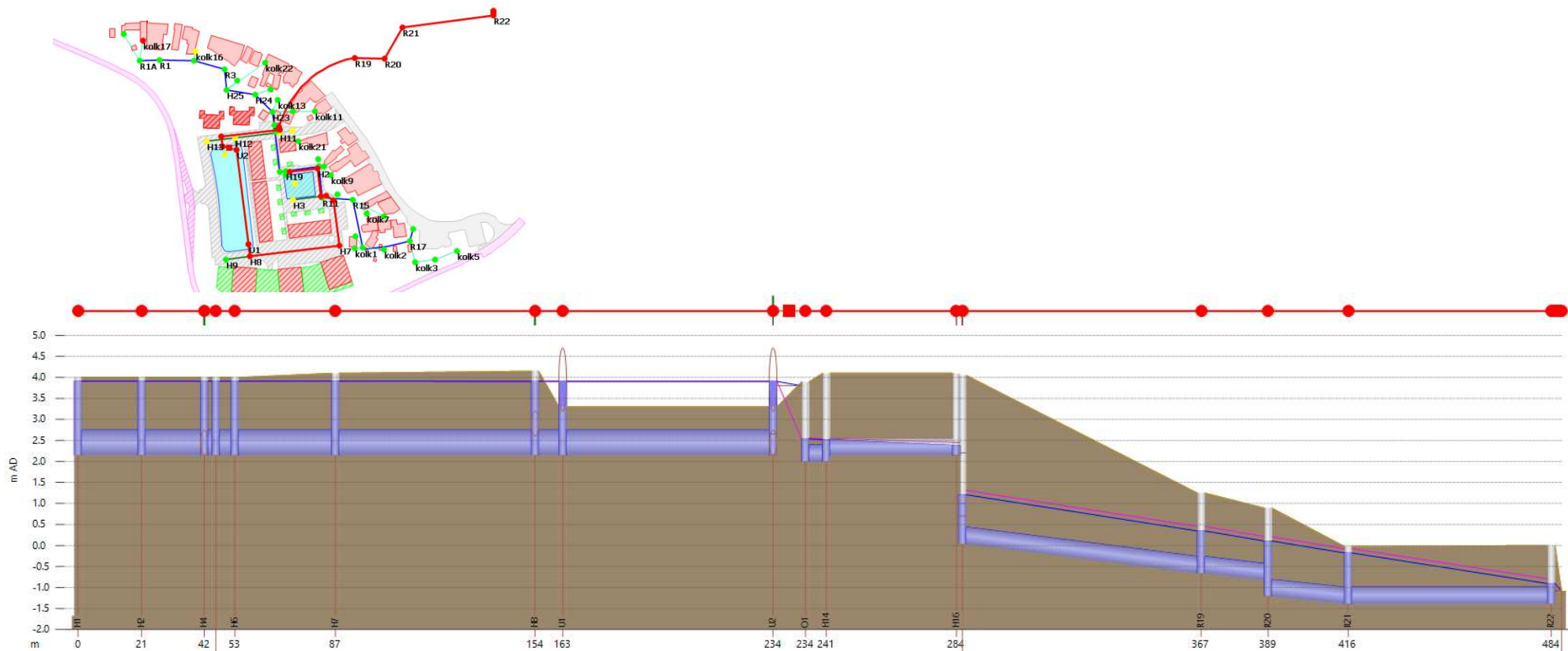
Figuur 40: Lengteprofiel rioelstelsel B vanaf put R18 tot aan lozingspunt Frans Halsstraat (zuidoostzijde) bij T=100+10%.

Resultaten waterschapsbui T=100+10% gevolgd door neerslagreeks T=10.

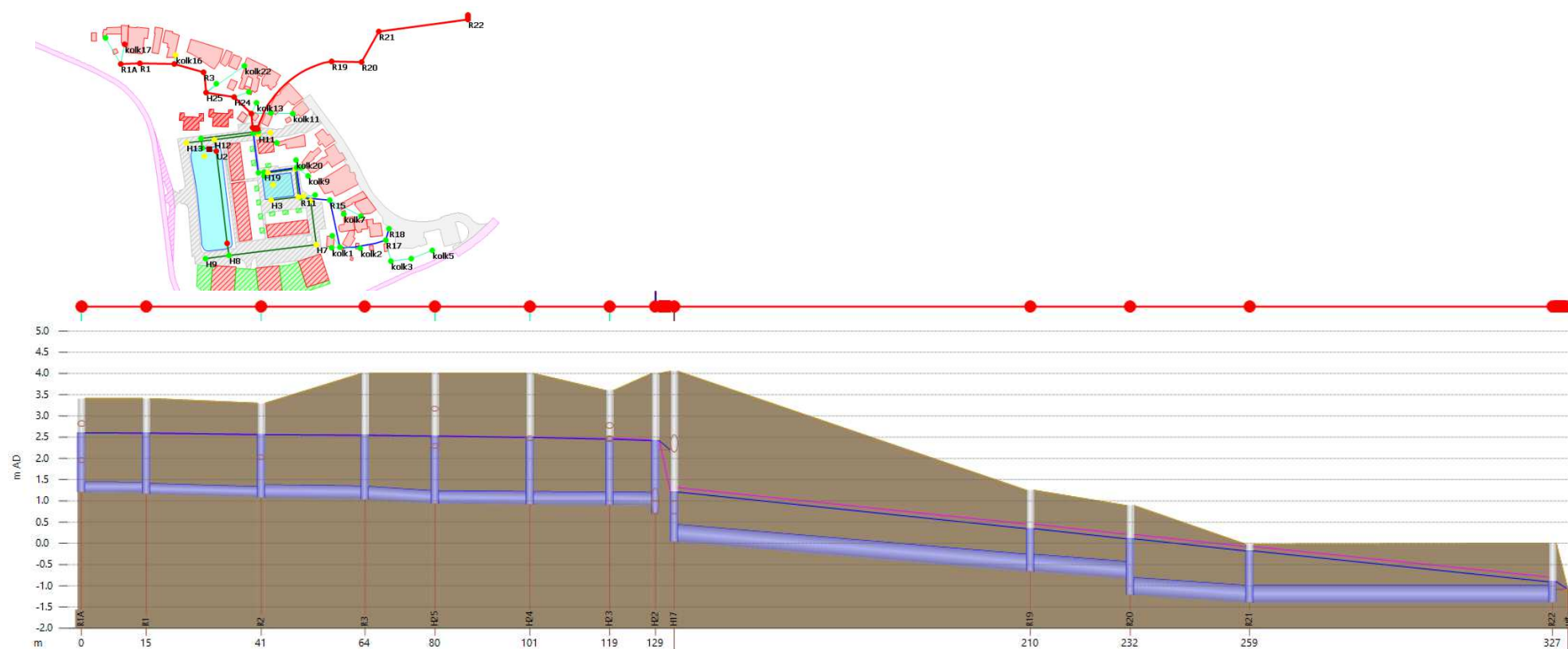


Figuur 41: Waakhoogte [m t.o.v. maaiveld] bij T=100+10% gevolgd door T=10

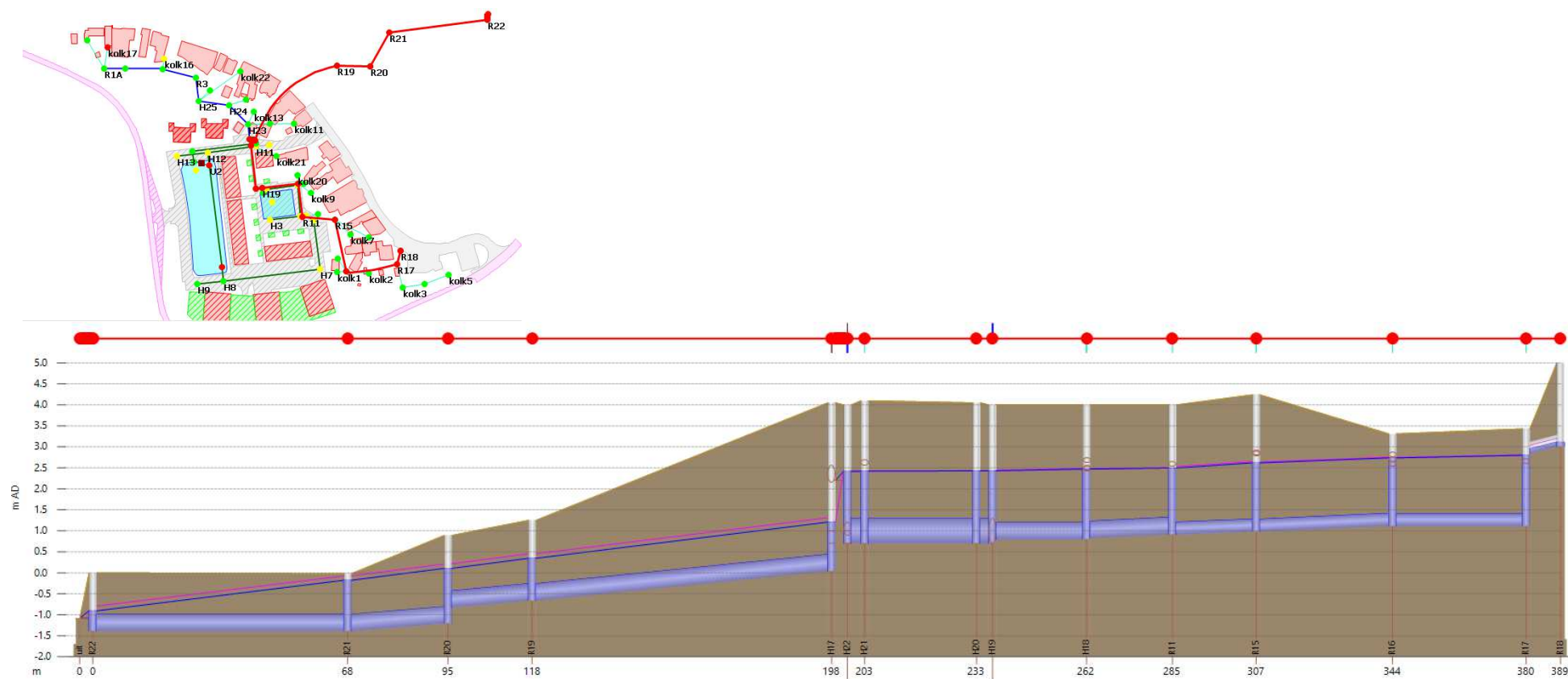
Lengteprofielen riolering, waterschapsbui T=100+10% gevolgd door T=10



Figuur 42: Lengteprofiel rioelstelsel A vanaf put H1 tot aan lozingspunt Frans Halsstraat bij T=100+10% gevolgd door T=10.

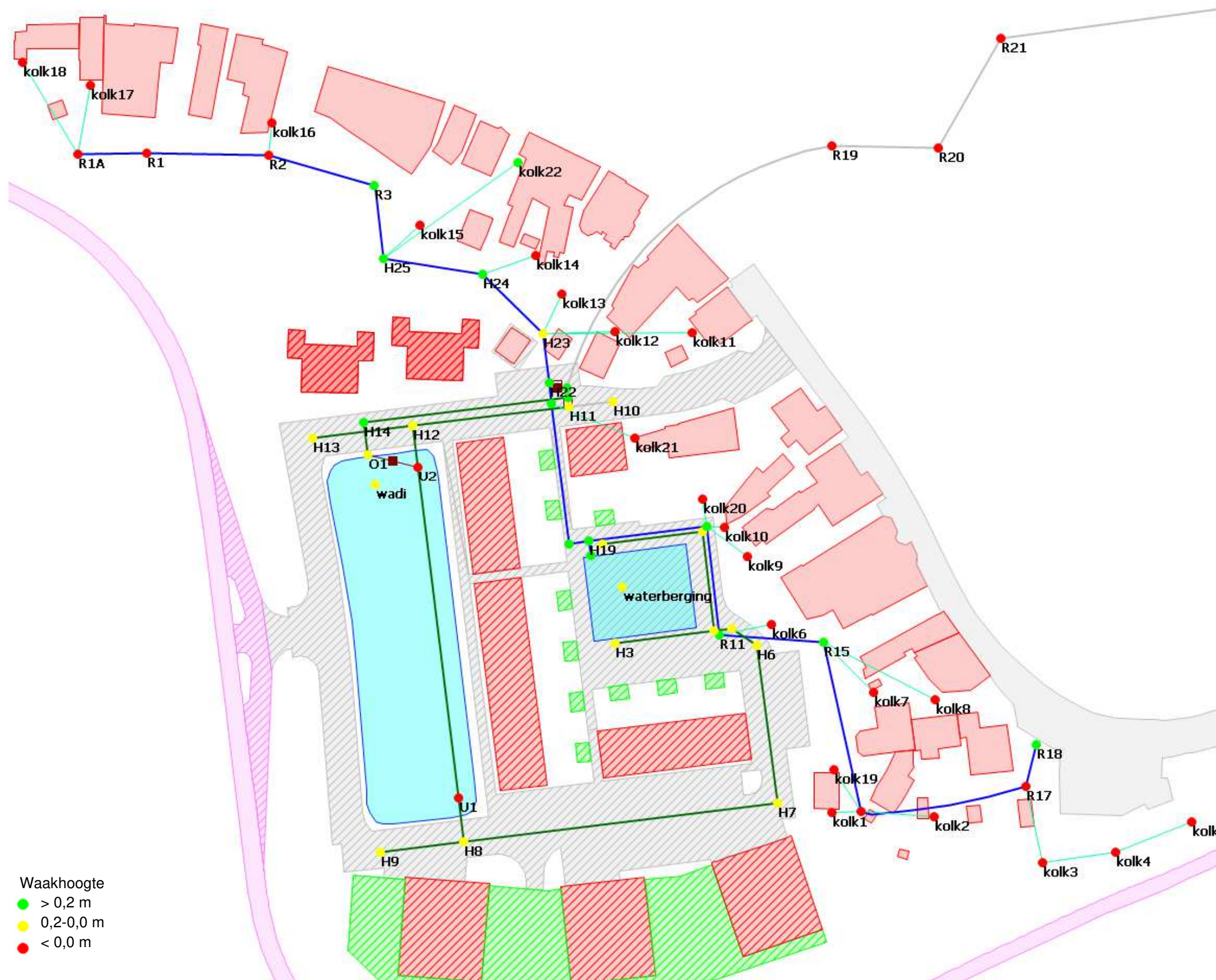


Figuur 43: Lengteprofiel rioelstelsel B vanaf put R1A tot aan lozingspunt Frans Halsstraat (noordzijde) bij T=100+10% gevolgd door T=10.

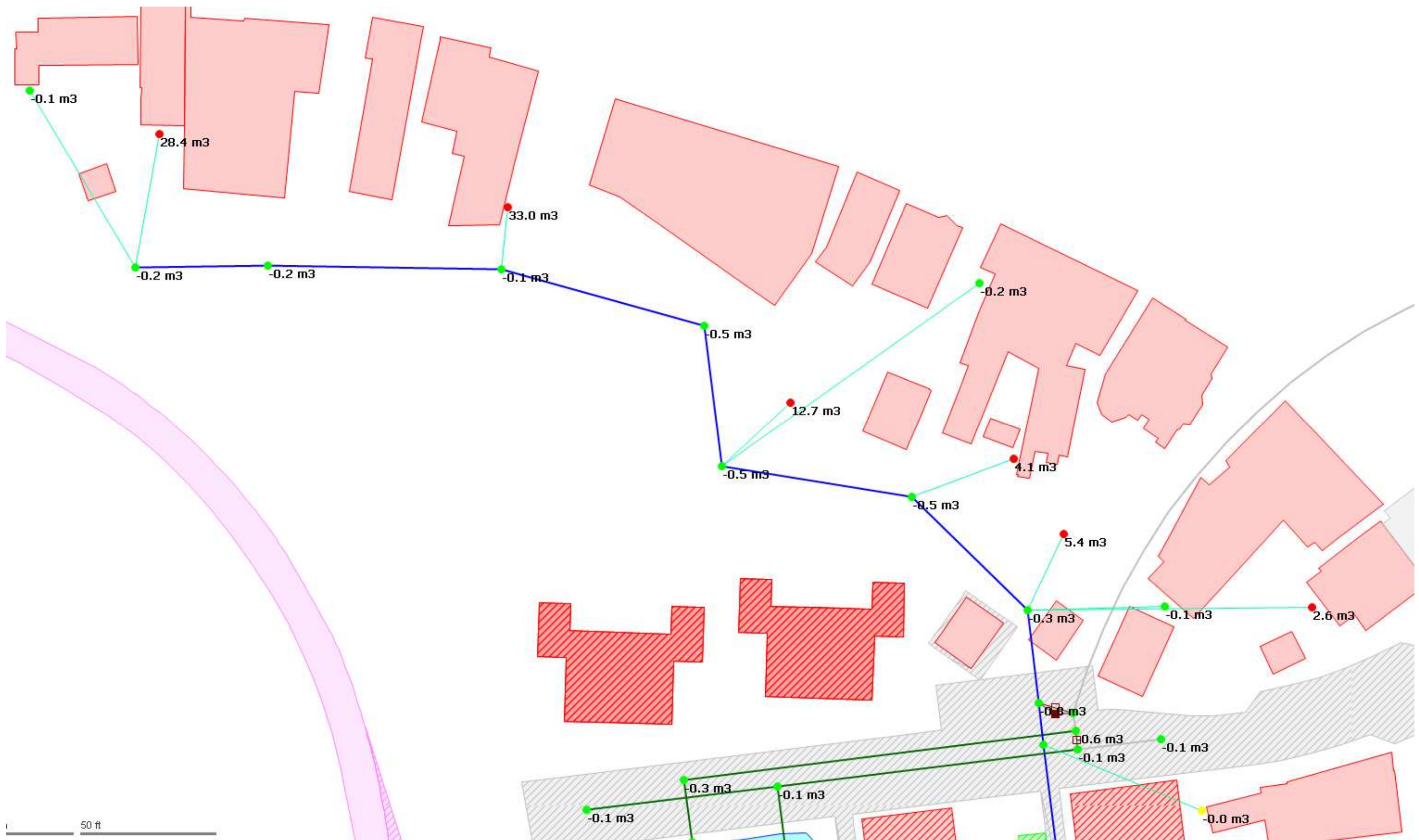


Figuur 44: Lengteprofiel rioelstelsel B vanaf put R18 tot aan lozingspunt Frans Halsstraat (zuidoostzijde) bij T=100+10% gevolgd door T=10.

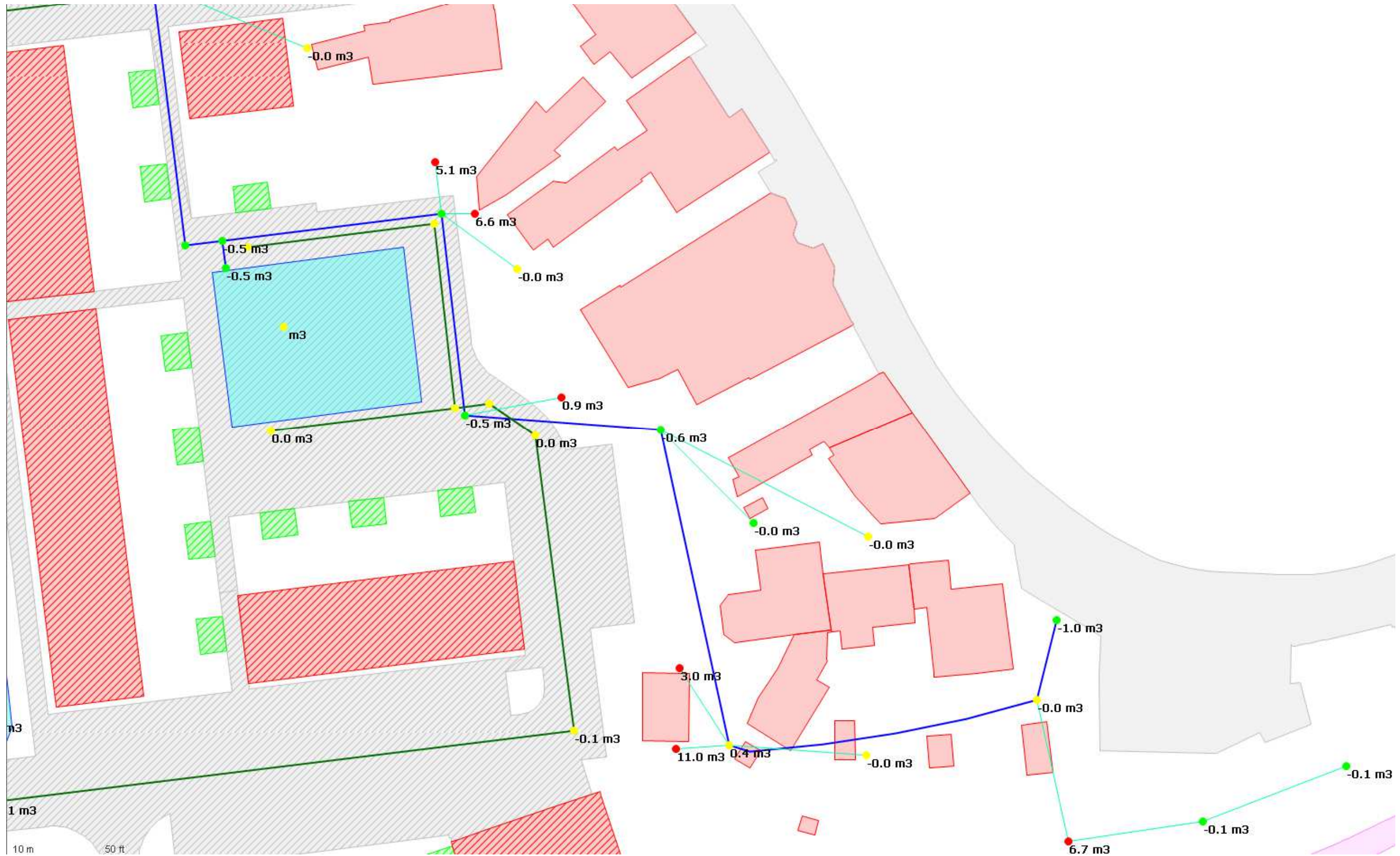
Resultaten waterschapsbui T=100+10% gevolgd door blokbui 70mm.



Figuur 45: Waakhoogte [m t.o.v. maaiveld] bij T=100+10% gevolgd door blokbui 70mm.

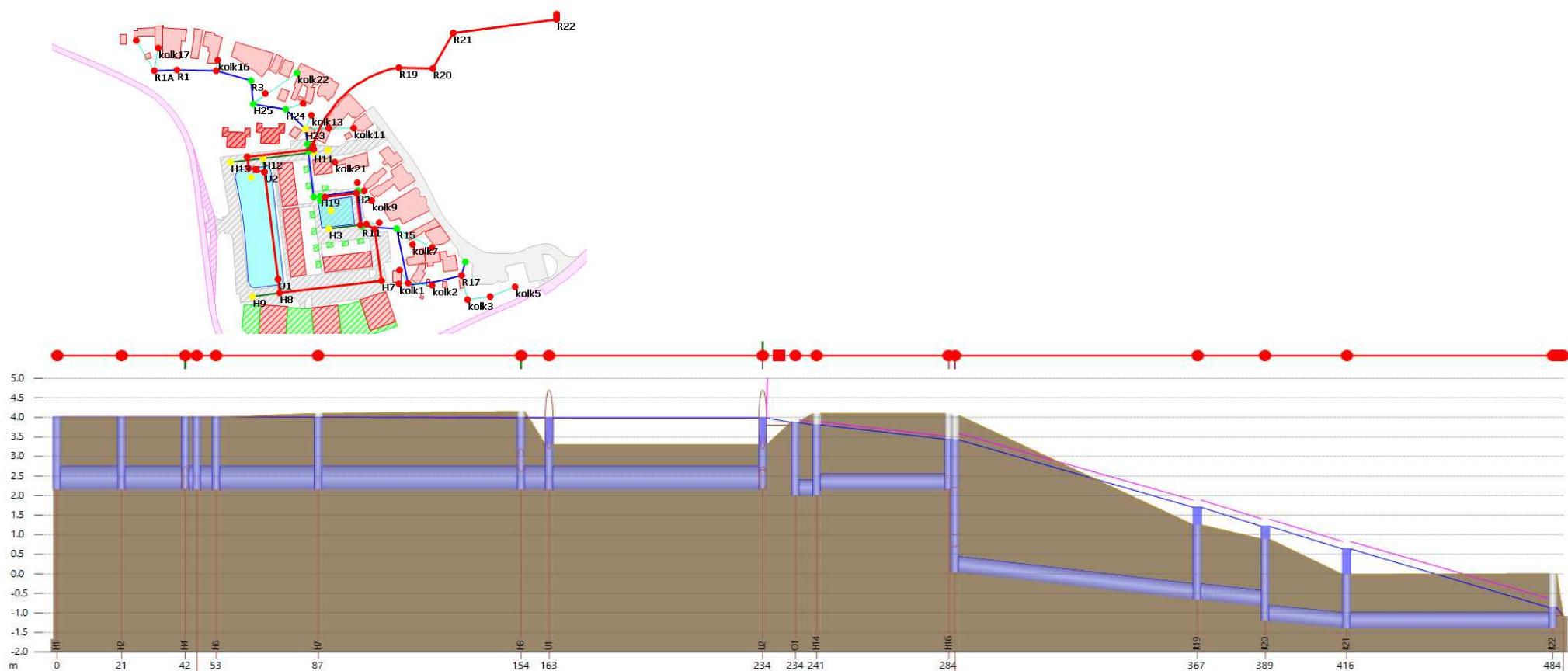


Figuur 46: Hoeveelheid regenwater uit kolken achtertuinen bestaande woningen De Buurt [m t.o.v. maaiveld] bij T=100+10% gevolgd door blokbui 70mm.

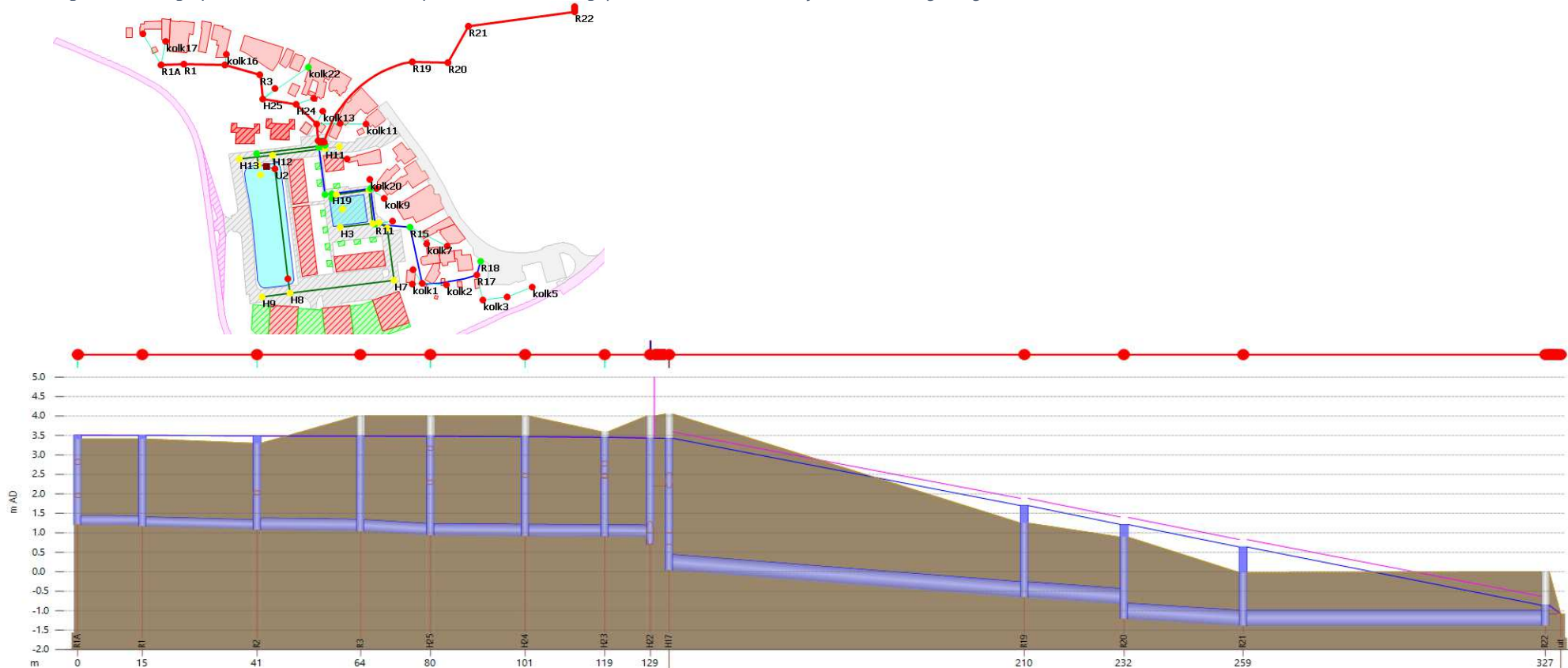


Figuur 47: Hoeveelheid regenwater uit kolken achtertuinen bestaande woningen De Buurt [m t.o.v. maaiveld] bij T=100+10% gevolgd door blokbui 70mm.

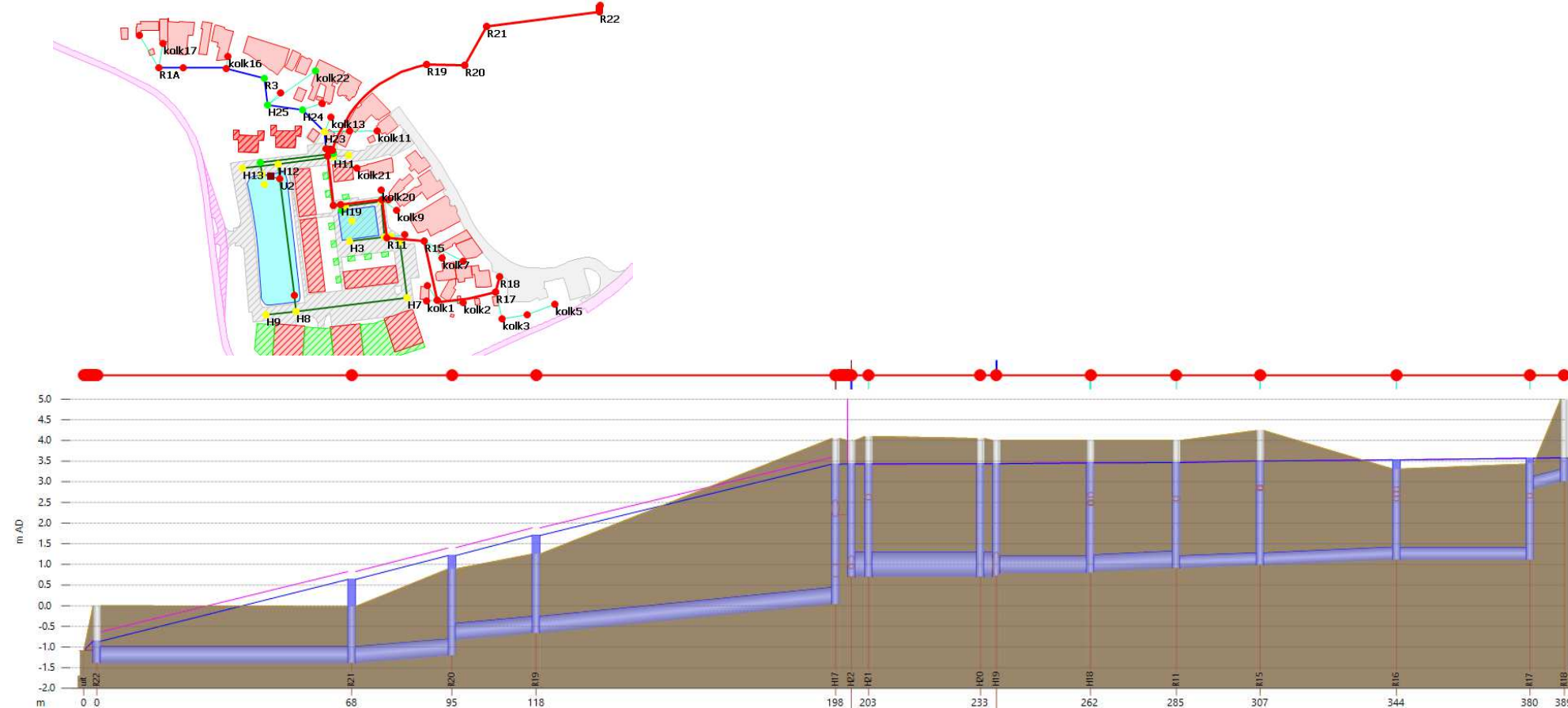
Lengteprofielen riolering, waterschapsbui T=100+10% gevolgd door blokbui 70mm.



Figuur 48: Lengteprofiel rioelstelsel A vanaf put H1 tot aan lozingspunt Frans Halsstraat bij T=100+10% gevolgd door blokbui 70mm.

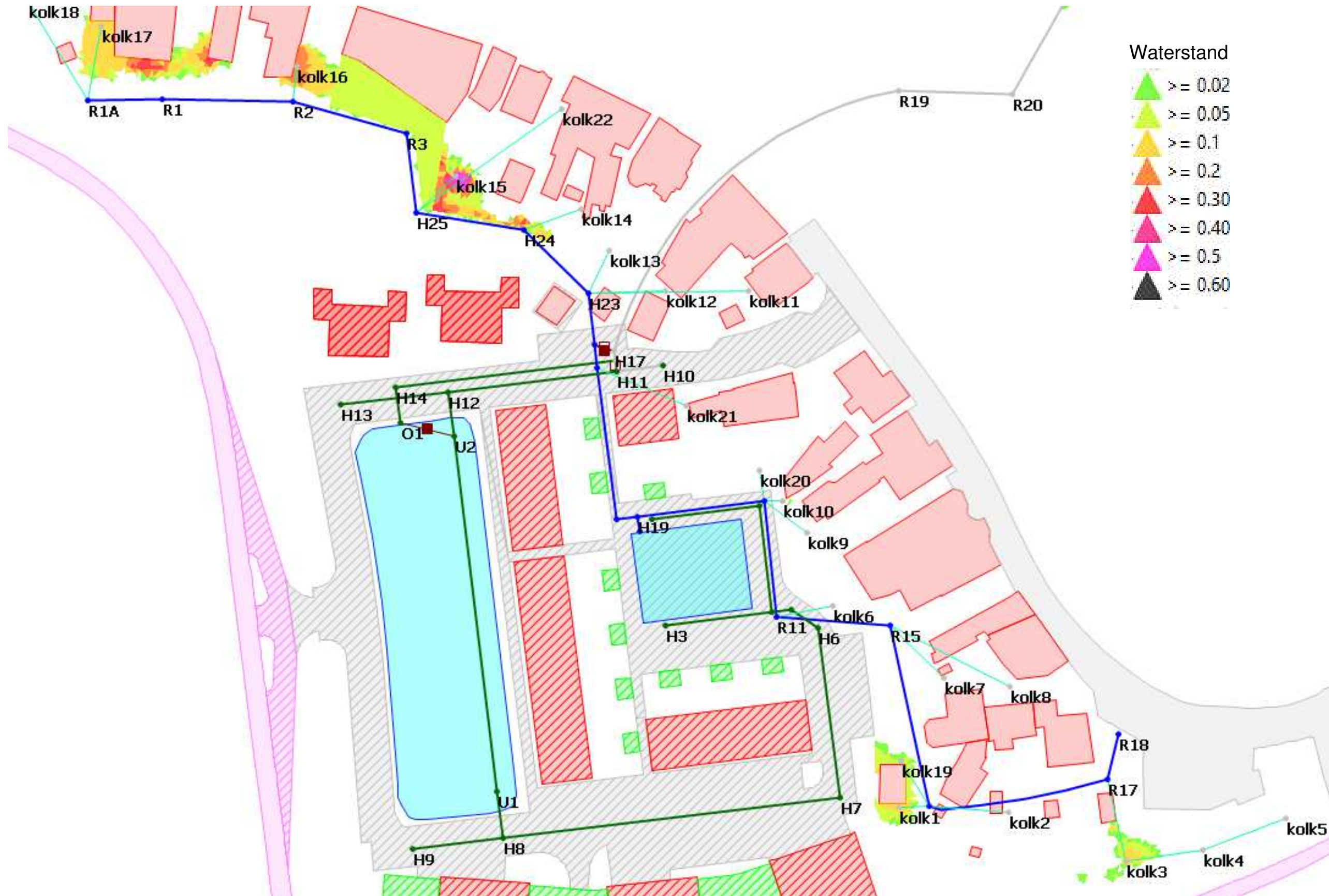


Figuur 49: Lengteprofiel rioelstelsel B vanaf put R1A tot aan lozingspunt Frans Halsstraat (noordzijde) bij T=100+10% gevolgd door blokbui 70mm.



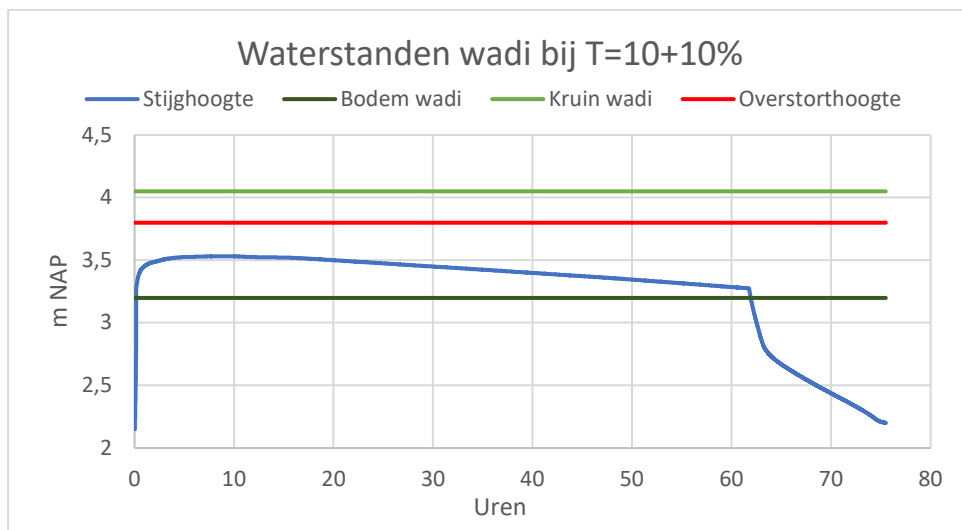
Figuur 50: Lengteprofiel rioelstelsel B vanaf put R18 tot aan lozingspunt Frans Halsstraat (zuidoostzijde) bij T=100+10% gevolgd door blokbui 70mm.

Bijlage 7: Overstromingskaart De Rokerij

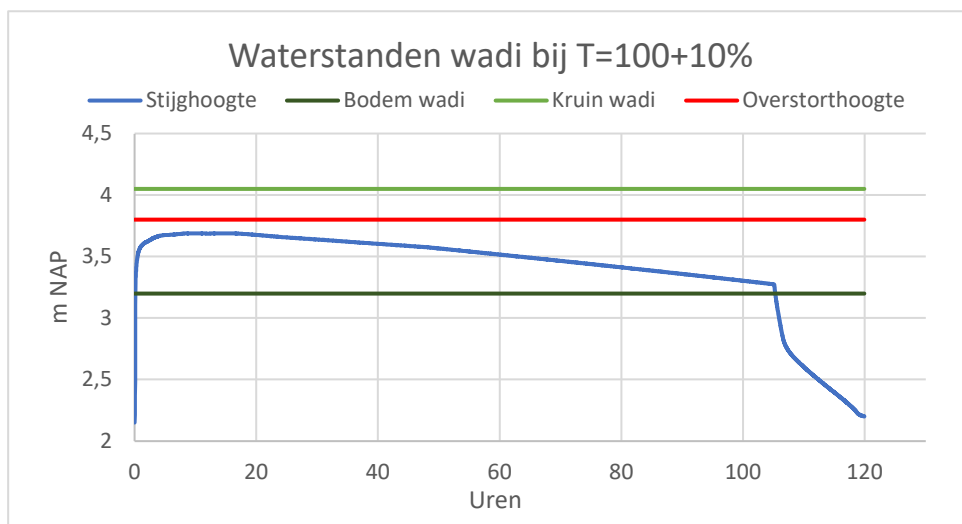


Figuur 51: Overstromingskaart bij een neerslagsituatie $T=100+10\%$ gevolgd door blokbui 70mm.

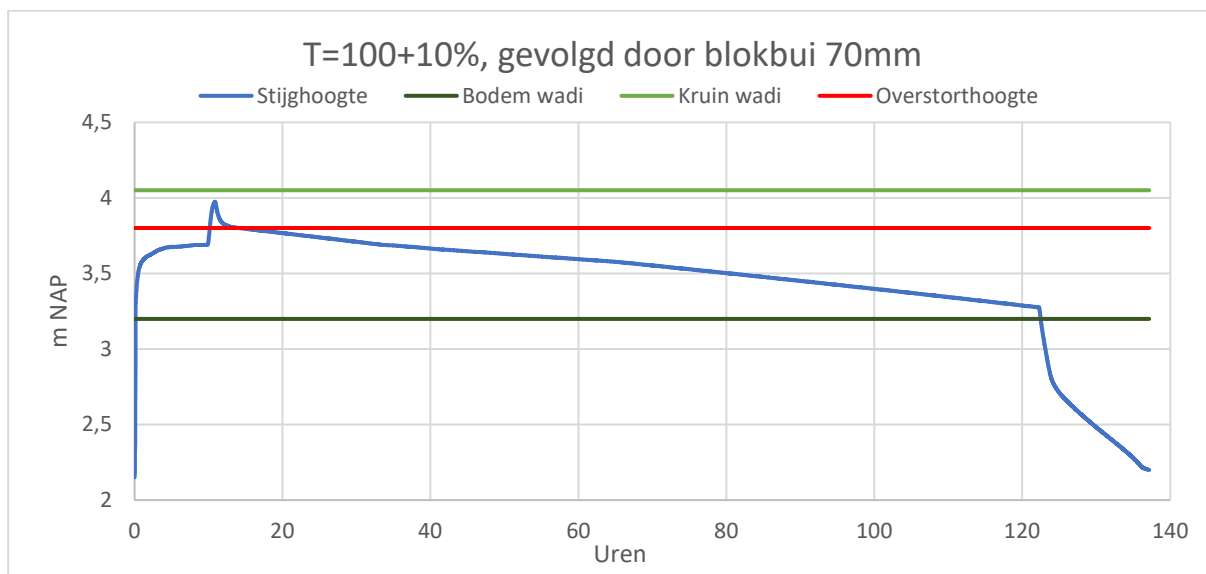
Bijlage 8: Waterstanden wadi bij diverse neerslagsituaties.



Figuur 52: Waterstanden in de wadi bij een neerslagsreeks T=10+10%.



Figuur 53: Waterstanden in de wadi bij een neerslagsreeks T=100+10%.



Figuur 54: Waterstanden in de wadi bij een neerslagsreeks T=100+10% gevolgd door blokbui 70mm.