

Waterhuishoudingsstudie voor Kasteleinplein Elsene

Antea Group

Understanding today.
Improving tomorrow.



Waterhuishoudingsstudie voor Kasteleinsplein Elsene

Opdrachtgever

Gemeente Elsene

Inschrijver - maatschappelijke zetel

Antea Belgium nv
Roderveldlaan 1
2600 Antwerpen
T: +32(0)3 221 55 00
www.anteagroup.be
Antea Group is gecertificeerd volgens ISO9001

Contact

Antea Belgium nv
Elsen Olivier
Buchtenstraat 9
9051 Gent
T: +32(0)9 261 57 02
M: +32 498 90 27 19

Identificatienummer

475762

Controle

Dirk Vandenbussche

Projectmedewerkers

Laura Moens, Adviseur
Hannes Libeer, Adviseur

Datum

22 april 2022

Auteur

Laura Moens

Status/ revisie

Revisie 0

Vrijgave

Olivier Elsen

Inhoudsopgave

1.1	Kadering studie	3
1.2	Infiltratie en grondwaterpeilen	3
1.3	Beleidskader en beslissingskader bronmaatregelen	4
1.3.1	Gewestelijke Stedenbouwkundige Verordening (GSV) Brussel	4
2.1	Metingen	5
2.2	Grondwatermeetreeksen	5
2.3	Infiltratiecapaciteit	5
2.4	Analyse	6
2.4.1	Grondwaterregime	6
2.4.2	Infiltratie – opzet	8
3.1	RWA-ontwerp	9
3.1.1	Aangesloten verharding	9
3.2	Analysemethode	10
3.2.1	Infiltratiemodellering	10
3.2.1.1	Doel	10
3.2.1.2	Opbouw bakkenmodel	10
3.2.1.3	Modelparameters Sirio	10
3.3	Resultaten	12
3.3.1	Modellering SIRIO	12
3.4	Conclusie	12
4.1	Infiltratieonderzoek	13
4.2	Modellering	14

1 Inleiding

1.1 Kadering studie

Deze nota is opgemaakt i.h.k.v. het project 'Herinrichting Kasteleinsplein Elsene'.

De nota is een document ter verduidelijking van de modellen opgemaakt ter evaluatie van het hemelwatersysteem binnen het project en dient samen met deze modellen gelezen worden.

1.2 Infiltratie en grondwaterpeilen

T.b.v. het meten van de infiltratiecapaciteit zijn 6 infiltratieproeven besteld, op een diepte van 0.5 of 0.7 m-mv.

De locaties van de infiltratiemetingen worden weergegeven in Figuur 1.

Voor de bepaling van de diepte van het grondwater, werd het kaartmateriaal gebruikt dat ter beschikking gesteld wordt door *Leefmilieu Brussels*.



Figuur 1: Locaties van de infiltratiemetingen

1.3 Beleidskader en beslissingskader bronmaatregelen

1.3.1 Gewestelijke Stedenbouwkundige Verordening (GSV) Brussel

Volgens de ladder van Lansink, ingebed in de GSV, moet achtereenvolgens ingezet worden op

1. Vermijden verharding
2. Inzetten op hergebruik
3. Afvoer naar oppervlaktewater
4. Infiltratie
5. Buffering met vertraagde afvoer

Verharding zal indien mogelijk vermeden worden door het aanleggen van groenzones en watertuinen.

Hergebruik zal niet in rekening gebracht worden, aangezien niet gekend is welke woningen over een hemelwaterput beschikken. Hierdoor wordt worst case gerekend.

Er is geen oppervlaktewater in de buurt, waardoor niet kan afgewaterd worden naar oppervlaktewater.

Volgende stap is focussen op infiltratie. Hierbij zijn belangrijk:

- Infiltratiecapaciteit: dient afgewogen te worden tegenover de richtlijnen van Leefmilieu Brussel. In Brussel wordt in de gids “Beheer van regenwater”¹ van Leefmilieu Brussel gesproken over een grens van 20 mm/u waaronder infiltratie niet kan toegepast worden.
- Grondwaterstand: diepte grondwater (of hangwater) kan limiterend zijn doorheen het jaar of gedurende een gedeelte van het jaar
- Bodemtextuur: als storende lagen effectieve infiltratie van hemelwater verhinderen, kan dit beperkend werken op een ontwerp gericht op infiltratie.

Als 100% infiltratie niet mogelijk is, dient gedacht te worden richting:

- Hybride systemen: combinatie van infiltratie en buffering met vertraagde afvoer
- 100% buffering met vertraagde afvoer

¹ http://document.leefmilieu.brussels/doc_num.php?explnum_id=5685

2 Evaluatie metingen

Bepaling van de grondwaterpeilen uit grondwaterreeksen en infiltratiecapaciteiten is de opzet van dit hoofdstuk.

2.1 Metingen

In onderstaande paragrafen volgt een bespreking van de grondwater- en infiltratiemetingen.

2.2 Grondwatermeetreeksen

Er werden geen grondwaterpeilmetingen uitgevoerd. Voor de bepaling van de diepte van het grondwater, werd het kaartmateriaal gebruikt dat ter beschikking gesteld wordt van *Leefmilieu Brussels*.

2.3 Infiltratiecapaciteit

Binnen het studiegebied werden 6 K_{sat} -metingen (ter bepaling van de infiltratiecapaciteit) uitgevoerd volgens de omgekeerde boorgatmethode (B) op 0.5 en 0.7 m diepte. De meetresultaten worden weergegeven in Figuur 2. Ter evaluatie van de te ontwerpen typemaatregel worden de K_{sat} vergeleken met de richtlijn van 20 mm/u zoals vermeld in de gids "Beheer van regenwater".

De gemeten infiltratiecapaciteiten zijn voldoende hoog om volledig in te zetten op infiltratie. De waarden stemmen overeen met een zandige bodemtextuur.

Tabel 1: Gegevens infiltratietesten

ID infiltratietest	Type infiltratietest	Diepte infiltratietest m-MV	K_{sat} mm/u	K_{sat} m/s	Conclusie
I1	B	0.5	36.3	1.01E-05	100 % infiltratie
I2	B	0.5	35.4	9.84E-06	100 % infiltratie
I3	B	0.7	24.2	6.71E-06	100 % infiltratie
I4	B	0.7	38.8	1.08E-05	100 % infiltratie
I5	B	0.7	42.1	1.17E-05	100 % infiltratie
I6	B	0.7	34.6	9.61E-06	100 % infiltratie



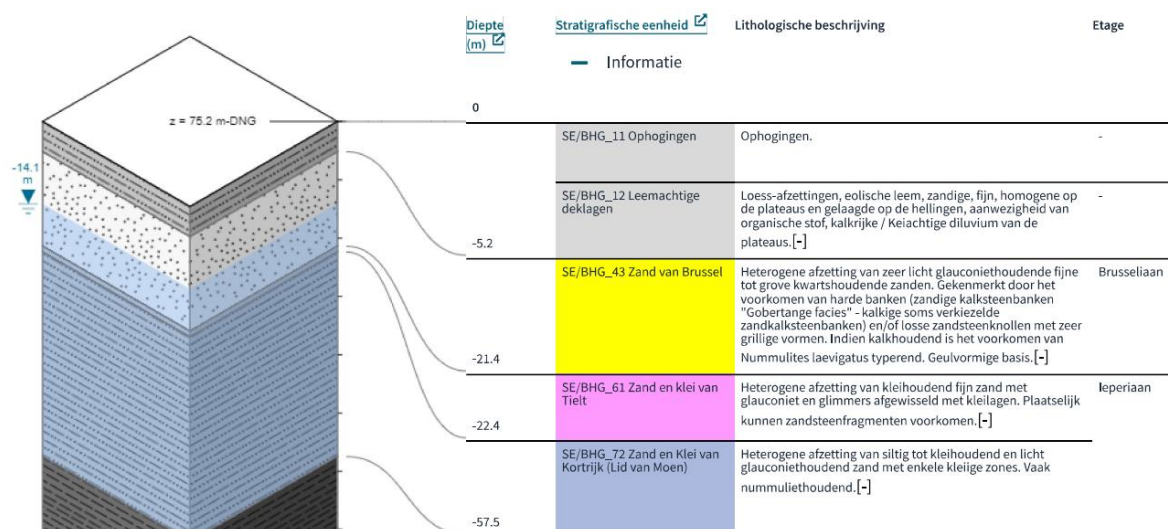
Figuur 2: Locaties van de infiltratiemetingen. Bij elke locatie wordt de diepte van de infiltratiemeting (blauw) en de infiltratiecapaciteit (zwart) weergegeven.

2.4 Analyse

Het grondwaterpeil is een belangrijke randvoorwaarde voor het uit te werken (infiltratie)bufferconcept. De grondwatertafel vormt namelijk een belangrijke ondergrens.

2.4.1 Grondwaterregime

De ondergrond kan bestudeerd worden aan de hand van een virtuele boring via de BrugeoTool. Op de locatie waar het maaiveld het peil van 75,2 m TAW bereikt, is de diepte van het freatisch vlak te vinden op 14,1 m. Dit is de diepte die gemodelleerd werd a.d.h.v. gegevens van mei 2013. In Figuur 4 en Figuur 5 wordt de diepte weergegeven van het grondwater t.o.v. het maaiveld en absoluut in mTAW.



Figuur 3: Virtuele boring (BruggeoTool)



Figuur 4: Diepte freatisch vlak (m) (Leefmilieu Brussel)



Figuur 5: Hoogte freatisch vlak (mTAW) (Leefmilieu Brussel)

Met oog op een veilig ontwerp wordt de drempel van het infiltratiesysteem minimaal boven de GHG voorzien, zodanig dat geen drainage van grondwater plaatsvindt. De bodem van de infiltratievoorziening wordt bij voorkeur boven de GHG voorzien. Indien dit niet het geval is, dient de impact van vulling van het infiltratiesysteem begroot te worden door een variabele grondwatertafel in te rekenen.

2.4.2 Infiltratie – opzet

Het grondwater bevindt zich voldoende diep om zowel ondergrondse als bovengrondse infiltratiesystemen toe te passen. Bovendien is de infiltratiecapaciteit hoog, waardoor volledig kan ingezet worden op infiltratie. Er zijn geen slecht doorlatende lagen die infiltratie kunnen limiteren.

3 Modelberekeningen hemelwatersysteem

3.1 RWA-ontwerp

Binnen het ontwerp zal het plein voorzien worden van een infiltrerende onderfundering en watertuinen. Verharding rondom de watertuinen zal primair naar de watertuinen aflopen, alvorens over te lopen naar de onderfundering. De overige afstroming van verharding zal via gootjes en kolken in infiltrerende U-goten terechtkomen, van waar het water verdeeld wordt over de onderfundering.

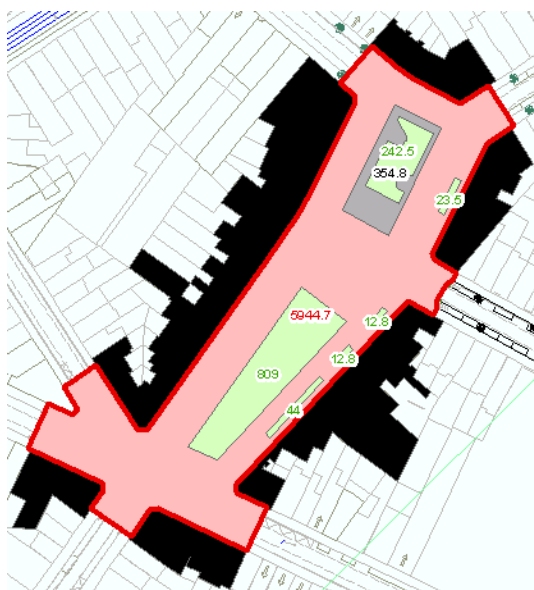
3.1.1 Aangesloten verharding

De verharding van het volledige plein wordt aangesloten op de infiltrerende onderfundering en de watertuinen. Bovendien worden alle omliggende dakoppervlakken welke reeds kunnen afgekoppeld worden, op de fundering aangesloten. Op korte termijn zal slechts een klein gedeelte van de dakoppervlakken afgekoppeld kunnen worden. Op lange termijn wordt verondersteld dat de voorste dakhelft aangesloten wordt op de onderfundering.

In onderstaande tabel en figuur wordt een overzicht gemaakt van de verschillende oppervlakken.

Tabel 2: overzicht van de verschillende oppervlakken binnen en rondom het projectgebied.

	Oppervlakte (m ²)	Kleur
Projectgebied	7444	Rood
Groenzone zuid	809	Groen
Groenzone noord	242.5	Groen
Watertuin 1	23.5	Groen
Watertuin 2	12.8	Groen
Watertuin 3	12.8	Groen
Watertuin 4	44	Groen
Verharding rond groenzone	354.8	Grijs
Infiltrerende onderfundering	5944.7	Roze
Woningen	5444.1	Zwart



Figuur 6: Verharding binnen en rondom de projectzone (rode rand): infiltrerende onderfundering (roze), groenzone en watertuinen (groen), bodemverharding (grijs) en dakverharding (zwart).

3.2 Analysemethode

Het ontworpen afwateringsstelsel wordt nagerekend o.b.v. een 100-jarig neerslagreeks. Dit gebeurt d.m.v. de SIRIO-tool en kan als resultaat waterbalansen, overloopfrequenties, doorvoerdebieten bij bepaalde terugkeerperiodes genereren.

3.2.1 Infiltratiemodellering

Met behulp van een SIRIO bakkenmodel wordt het infiltratiesysteem berekend. Simulaties worden hierbij gedaan met een 100-jarige historische meetreeks en hieruit volgende statistische analyse gebeurt o.b.v. POT-analyse.

In SIRIO dienen de regenwaterputten, leidingen, wadi's, grachten en infiltratiebuffers geconceptualiseerd te worden tot bakken of reservoirs, waaraan inflow- en outflowkarakteristieken worden gedefinieerd.

3.2.1.1 Doel

t.b.v. fijnsimulatie infiltratie – opmaak waterbalans om te weten:

- wat infiltreert
- wat wordt hergebruikt
- wat evaporeert
- wat stort over met welke terugkeerperiode

3.2.1.2 Opbouw bakkenmodel

In onderstaande figuur wordt de opbouw van het SIRIO-model weergegeven. Hierbij wordt een modellering uitgevoerd waarbij woningen volledig worden aangesloten (links) en niet worden aangesloten (rechts).



Figuur 7: SIRIO-model met weergave van overlopen.

3.2.1.3 Modelparameters Sirio

Voor de opbouw van het model wordt met volgende zaken rekening gehouden:

- De totale aangesloten verharding wordt overgenomen uit 3.1.1. Er wordt 6299 m² straatverharding in rekening gebracht. Indien woningen in rekening gebracht worden, gaat het om 5444 m².
- Runoff - coëfficiënt van verharding: 0.80

Deze runoff – coëfficiënt is conform de Code van Goede Praktijk voor rioleringsontwerpen voor continue simulaties (6.3.3.2 in de Code) en wordt als standaardwaarde gebruikt bij berekeningen in SIRIO. Dit wordt eveneens zo vermeld in de handleiding horende bij deze software.
- Enkel bodeminfiltratie wordt ingerekend.

- De infiltratiecapaciteit wordt 35 mm/u aangenomen, een mediane infiltratiecapaciteit gebaseerd op de uitgevoerde infiltratietesten. Een robuustheidsanalyse kan uitgevoerd worden met veiligheidsfactor 2.
- Er wordt geen grondwatertafel ingerekend. Het grondwater bevindt zich voldoende diep waardoor de bodem van de onderfundering zich niet onder het grondwaterpeil bevindt.
- Er wordt geen hergebruik in rekening gebracht. Hierdoor wordt worst case gerekend.
- De dimensies (buffervolume, infiltratieoppervlakte) van de infiltratievoorzieningen wordt op volgende manier in rekening gebracht.
 - De watertuinen en groenzones worden niet in rekening gebracht. In werkelijkheid zal een deel van de verharding kunnen infiltreren in deze infiltratievoorzieningen. Hierdoor wordt worst case gerekend.
 - De infiltrerende onderfundering wordt beschouwd als een horizontaal reservoir met een oppervlakte van 5944 m². Deze heeft een veronderstelde dikte van 20 cm, waarvan 20% beschikbaar is voor waterbuffering (effectieve porositeit). Het infiltratieoppervlak bedraagt 5944 m².

Tabel 3: Porositeiten van verschillende bodemtexturen (bron: [Beheer van het regenwater op het perceel \(leefmilieu.brussels\)](#) en <http://eduterre.ens-lyon.fr/>)

	Totale porositeit (%)	Effectieve porositeit (%)
Zand en grind	25 tot 40	15 tot 25
Fijn zand	30 tot 35	10 tot 15
Klei	40 tot 50	1 tot 2
Krijt	10 tot 40	1 tot 5
Kalksteen (gebarsten)	1 tot 10	10 tot 50

3.3 Resultaten

3.3.1 Modellerings SIRIO

De resultaten zullen besproken worden in Tabel 4.

In de onderfundering wordt ingezet op infiltratie. In de onderfundering kan alle regenwater dat wordt aangesloten geïnfiltreerd worden, zowel wanneer dakoppervlakken niet en wel worden aangesloten. Er vindt geen overloop of doorvoer plaats in beide gevallen.

De vullingsgraad van de onderfundering bedraagt maximaal 85% wanneer ook omliggende woningen worden aangesloten. Wanneer de woningen niet worden aangesloten, bedraagt de vullingsgraad maximaal 28%.

Tabel 4: Resultaten waterbalans Sirio. Hierbij worden de totalen per aansluitpunt bekeken.

	Netto neerslag [m³]	Drainage	Infiltratie [%]	Evaporatie [%]	Doorvoer [%]	Overloop [%]	Aantal overlopen in 100 jaar
<i>Onderfundering met aansluiting woningen</i>	575800	0	575800	0	0	0	0
<i>Onderfundering zonder aansluiting woingen</i>	308900	0	308900	0	0	0	0

Er werd tevens nagegaan wat het effect zou zijn van klimaatverandering (2050). De resultaten kunnen in onderstaande tabel gevonden worden. Hieruit blijkt dat maximaal om de 7 jaar de onderfundering onvoldoende zal zijn om alle regenwater te infiltreren, en dit in het worst case scenario. Er dient echter in beschouwing genomen te worden dat groenzones en watertuinen in de berekeningen niet werden meegenomen. De werkelijkheid zal aldus positiever zijn.

Tabel 5: Aantal overlopen in 100 jaar bij klimaatverandering (2050) in twee scenario's.

	Midden klimaatscenario	Hoog-zomer klimaatscenario
<i>Onderfundering met aansluiting woningen</i>	9	16
<i>Onderfundering zonder aansluiting woingen</i>	0	1

3.4 Conclusie

Door het voorzien van een infiltrerende onderfundering kan in het huidige klimaat alle regenwater geïnfiltreerd worden. Wanneer rekening gehouden wordt met klimaatverandering, kan alle regenwater geïnfiltreerd worden indien geen woningen worden aangesloten. Indien alle woningen volledig worden aangesloten infiltreert nog steeds nagenoeg alle regenwater, maar zal in het meest negatieve klimaatscenario gemiddeld om de 7 jaar een overloop plaatsvinden.

De zones die ingezet worden voor infiltratie moeten worden gevrijwaard van belasting (vb. tijdens werffase). Indien deze worden belast, kan compactering plaatsvinden, waardoor de infiltratiecapaciteit drastische kan verminderen en de resultaten zoals besproken in deze nota niet meer gelden.

4 Bijlagen

4.1 Infiltratieonderzoek

4.2 Modelling