



Beter inzicht in infiltratiemogelijkheden van regenwater

J-P. DE LA ROY, HOGESCHOOL LARENSTEIN

R. SCHEL, HOGESCHOOL LARENSTEIN

J. SPOELSTRA, WATERKENNICENTRUM VAN HALL-LARENSTEIN

E. BLOK, GEMEENTE ARNHEM

In nieuwe woonwijken is het standaard dat regenwater niet aan het riool wordt gekoppeld. Voor bestaande wijken ligt dat moeilijker. Vaak moet het afkoppelen gebeuren in combinatie met renovatie- en reconstructiewerkzaamheden. Het is dan zaak helder te maken wat civieltechnische ontwerpers het beste kunnen doen. De gemeente Arnhem wil in het noorden van de stad 80 procent van de woningen voor 2030 afkoppelen. Voor 2010 wil de gemeente bovendien 75 ha verhard oppervlak van het gemengde rioelstelsel afkoppelen. Twee studenten van de Hogeschool Larenstein kregen als opdracht een beslisboom te maken voor Arnhem-Noord, die ontwerpers kunnen doorlopen om eenduidig te bepalen wat in welke situatie aan afkoppelen mogelijk is.

In dit artikel wordt eerst uitgelegd op welke manier ontwerpers kunnen beslissen welke afkoppelmethode(n) voor hun project van toepassing is (zijn), gelet op de locatie, milieueisen en de toestand van bodem en grondwater. Hieruit volgt een aantal afkoppelmethode(n). Vervolgens moet een keuze worden gemaakt. Dat is de tweede stap. Aan de hand van een aantal gewogen criteria wordt voor één of meerdere infiltratiemethoden gekozen. Tenslotte wordt op de kosten ingegaan, omdat dit het belangrijkste selectie criterium is.

Beslissen in stappen

Naast de primaire oplossing 'infiltreren' zijn ook andere oplossingen denkbaar, zoals het verminderen van de verharding, het bergen van regenwater, het benutten van regenwater en uiteindelijk het afvoeren naar het riool. Omdat infiltratie in Arnhem-Noord, gezien de lage grondwaterstand en de tamelijk hoge bodemdoorlatendheid, echter goed mogelijk is, richt de aandacht zich vooral hierop.

Twee infiltratiemogelijkheden zijn mogelijk: bovengrondse en ondergrondse. Voor bovengronds infiltreren kunnen als afkoppelmethode(n) wadi's, infiltratievelden, waterdoorlatende verharding en infiltratiebermen

gebruikt worden. Ondergronds infiltreren kent als methoden de infiltratieput, het infiltratietransportriool, de infiltratiesleuf, het infiltratie-element, de infiltratiekoffer en het infiltratiebed.

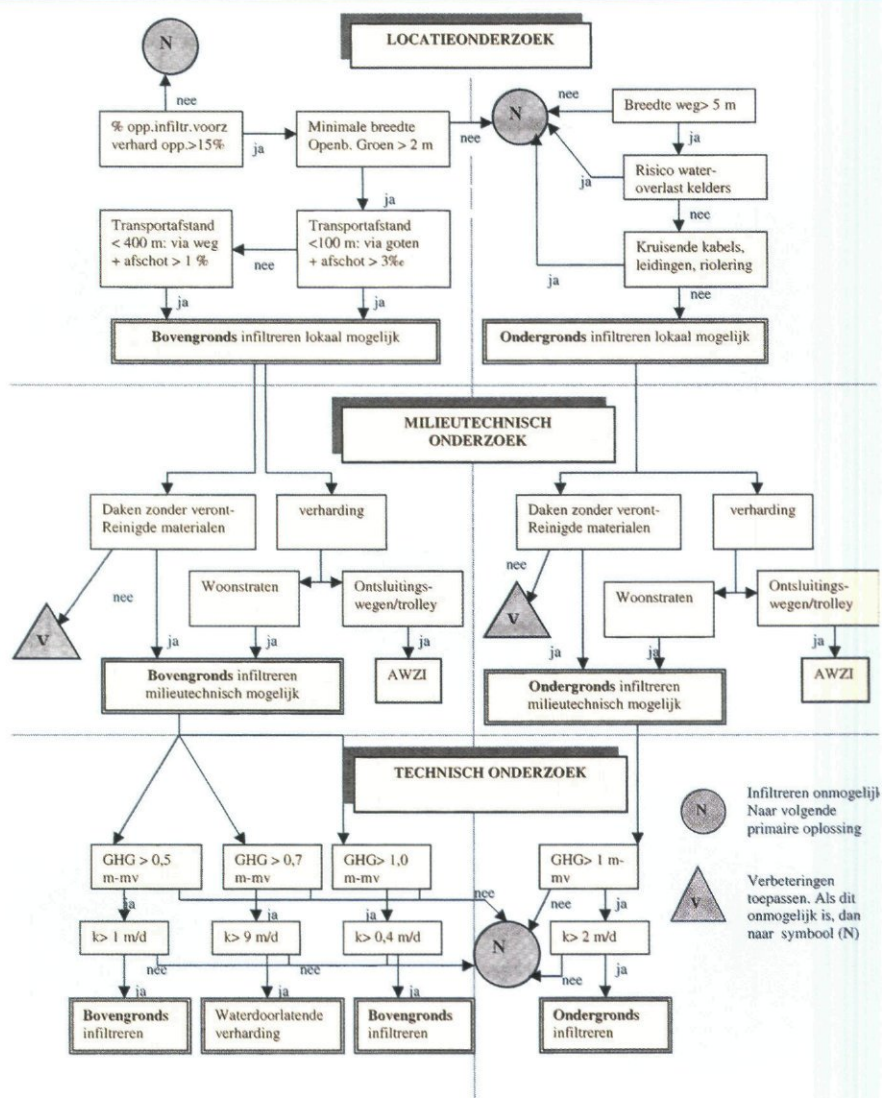
Nu is de vraag hoe ontwerpers de goede afkoppelmethode kunnen bepalen. Hiervoor is de beslisboom opgesteld (afbeelding 1). Deze kent drie stappen:



Locatieonderzoek

Met het locatieonderzoek wordt begonnen, omdat dit gemakkelijk visueel te bepalen is. Op twee plaatsen kan men de beslisboom in. Het rechter gedeelte geeft ondergronds infiltreren aan. Bepalende factoren zijn: minimale breedte van de weg (vijf meter), het risico op grondwa-

Afb. 1: De beslisboom.



teroverlast in kelders en kruisende kabels, leidingen en riolering. Pas als deze lijn goed doorlopen is, kan men denken aan ondergrondse infiltreren.

De andere route is die van bovengronds infiltreren. Hiervoor moet minimaal 15 procent van het verhard oppervlak worden ingenomen door een groene infiltratievoorziening. Het zal duidelijk zijn dat dit afhankelijk is van de verzadigde doorlatendheid. Bij een $k = 0,5$ (m/dag) is dit 15 procent, $k = 1,0$ (m/dag) 12 procent en $k = 2,0$ (m/d) 10 procent. Afbeelding 2 laat dit zien. De 15 procent is een conservatieve schatting.

Ook de minimale breedte van de infiltratievoorziening is van belang. Door het Waterschap de Maaskant wordt deze op twee meter gesteld. Dan is het mogelijk om nog een infiltratieberm aan te leggen.

Het regenwater kan op twee manieren bovengronds afgevoerd worden: via goten (dan moet de lengte van het instroompunt tot de voorziening maximaal 100 meter zijn en de langshelling minimaal drie promille) of met de hele weg als afvoer (dan is de lengte maximaal 400 meter en de langshelling minimaal één procent).

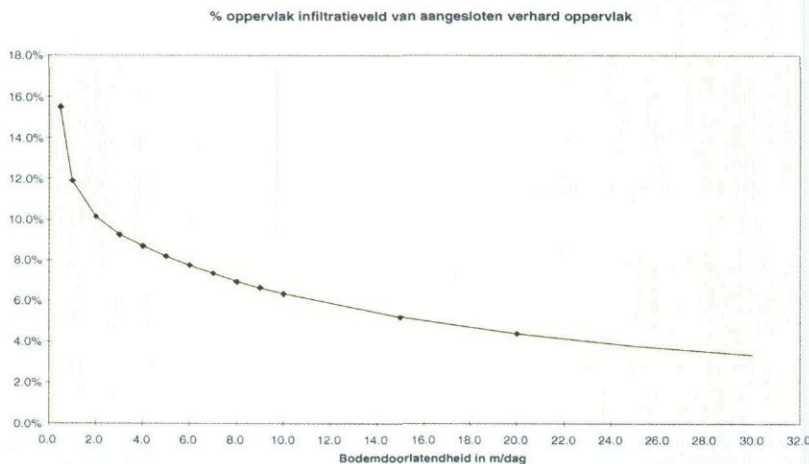
Uit het eerste deel van de beslisboom, de locatiekeuze, komt naar voren of bovengrondse, dan wel ondergrondse infiltratie mogelijk is. Als geen van de twee mogelijk is, blijven als oplossingen over het benutten van regenwater en het bergen ervan in oppervlaktewater.

Milieutechnisch onderzoek

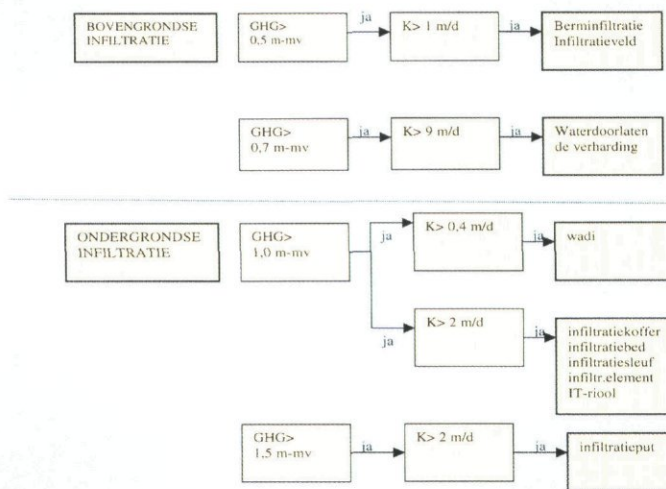
Nu komt de vraag: kan het ook milieutechnisch? Dat is het tweede deel van de beslisboom. In het geval van Arnhem-Noord is gekozen voor een voorzichtige aanpak. Daken worden afgekoppeld. Daar waar zinken dakgoten voorkomen, kan worden gecoat met EPDM rubber. De zinkvracht daalt dan tot tien procent, zo blijkt uit onderzoek van DWR in Amsterdam. Voor loden slabben kan gepateneerd worden of met EPDM worden gecoat.

In Arnhem-Noord worden woonstraten wel afgekoppeld, maar ontsluitingswegen en trolleybusbanen niet. Het is de vraag of dit terecht is. In de Vliert (mondelinge mededeling mev. T. de Wijst) is om infiltratieriolen een bodempassage aangelegd, die uit zand bestaat, waaraan ijzer en actieve kool is toegevoegd. Na vijf jaar zijn nog geen ophopingen van verontreinigingen in de bodempassage aangetoond. Oosterhuis en anderen concluderen, dat in infiltratievoorzieningen als wadi's en infiltratieputten geen extra maatregelen hoeven te worden getroffen om metalen extra vast te leggen. Ook is de metaalemissie naar het grondwater door regenwaterinfiltratie te verwaarlozen.

Ook daar waar geen infiltratievoorziening aanwezig kan zijn, maar bijvoorbeeld regen-



Afb. 2: Percentage bovengrondse infiltratievoorziening in relatie tot af te koppelen verharding (schriftelijke mededeling Zuurman).



Afb. 3: Bodemtechnisch onderzoek rond het infiltreren.

water naar het oppervlaktewater wordt getransporteerd, is bodempassage het beste middel om verontreinigingen te concentreren, te beheersen en te controleren. Het bodempassagemateriaal bestaat dan uit een lutumgehalte van drie tot vijf procent, een humusgehalte van twee tot vier procent, ijzeroxiden en een pH groter dan 6. Verder moet het een aëroob

milieu kennen en 30 à 50 cm. dik zijn. Dan zouden zelfs bronmaatregelen aan daken achterwege kunnen blijven en kan alle wegverharding worden afgekoppeld.

Bodemtechnisch onderzoek

Als ook dit onderdeel van de beslisboom goed is doorlopen, komt het laatste deel het

percentage openbaar groen in verhouding tot het af te koppelen oppervlak	16%
breedte openbaar groen (gemiddeld)	2,60 meter
transportafstand naar infiltratievoorzieningen	150 meter
afschot	3%
minimale breedte weg	6 meter
risico grondwateroverlast kelders	nee
kruisende kabels/leidingen en rioleringen	nee
type af te koppelen verhardingsoppervlak	woonstraten
gemiddelde hoogste grondwaterstand	0,8 meter beneden maaiveld
k-waarde/verzadigde bodemdoorlatendheid	1,5 meter per dag

De conclusie luidt dat alleen bovengrondse infiltratie mogelijk is via de weg en dan alleen middels een infiltratieveld en -berm.

bodemtechnisch onderzoek (zie afbeelding 3).

In bijgaand kader wordt een ingevuld voorbeeld gegeven van een bepaalde fictieve wijk. Hieruit blijkt welke gegevens verzameld moesten worden.

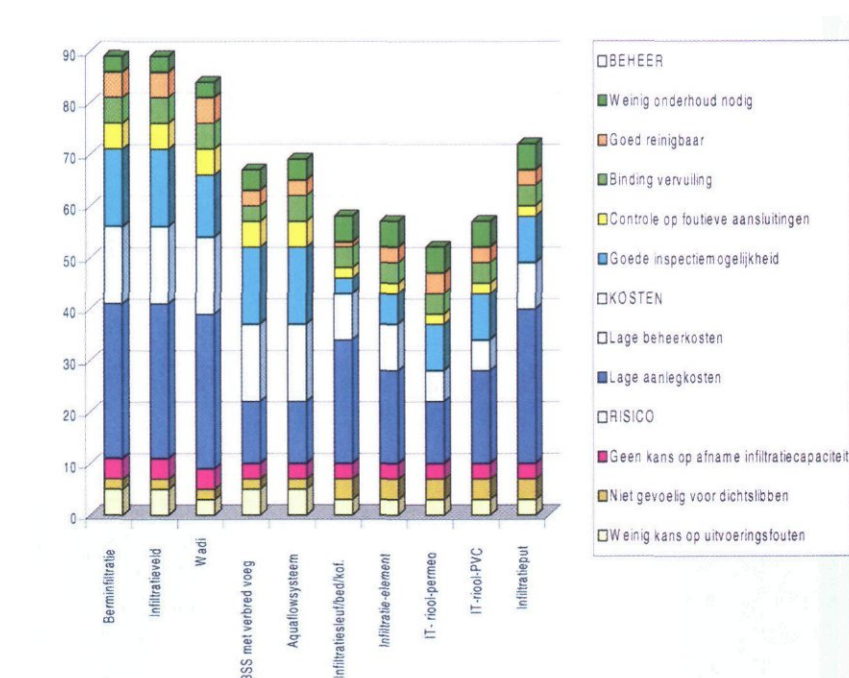
Waardering afkoppelmethode

Hoe kan men kiezen tussen afkoppelmethode die via de beslisboom bepaald zijn? In tabel 1 staat hiervoor een schema. Hoe hoger het cijfer, des te beter scoort de voorziening. Ook zijn wegingsfactoren aangegeven. Voor de gemeente Arnhem waren vooral de kosten, goede inspectiemogelijkheden en goede reinigbaarheid van de voorziening belangrijke criteria. Deze zullen ook het meest bepalend zijn voor de keuze van een voorziening na het doorlopen van de beslisboom.

In afbeelding 4 is de tabel door middel van een grafiek verbeeld. Hieruit blijkt dat de bovengrondse infiltratievoorzieningen het beste scoren. Van de ondergrondse voorzieningen zijn dit het Aquaflow-systeem en de infiltratieput.

Kosten

Uit de tabel en afbeelding 4 blijkt dat de kosten een zeer grote rol spelen. Voor dit project zijn de aanleg- en beheerskosten bepaald. De aanlegkosten (tabel 2) gelden alleen voor dit project en mogen niet worden vertaald naar



Afb. 4: Grafische vergelijking infiltratievoorzieningen op een aantal criteria met wegingsfactoren.

andere projecten. Afhankelijk van de k-waarde van de bodem en het oppervlak af te koppelen verhard oppervlak zal immers de dimensionering van de infiltratievoorziening en daarmee de aanlegkosten ervan, anders worden. Voor dit project kunnen de voorzieningen wel goed

met elkaar worden vergeleken, omdat voor alle voorzieningen dezelfde werkstappen genomen zijn: vanaf de uitstroombopening van de weg of goot in de voorziening, verwijdering oude bestrating/grond tot en met het neerleggen van

Tabel 1. Vergelijking infiltratievoorzieningen aan de hand van een aantal criteria, inclusief wegingsfactoren.

criteria	wegings-factor	berminfiltratie	infiltratieveld	wadi	BSS met verbrede voeg	Aquaflow-systeem	infiltratieput/bed/-koffer	infiltratie-element	infiltratieput-permeo	infiltratieput-PVC	infiltratieput
RISICO											
uitvoeringsfouten	1	5	5	3	5	5	3	3	3	3	3
gevoelig voor dichtslibben	1	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4
afname infiltratiecapaciteit	1	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3
KOSTEN											
aanlegkosten	6	30	30	30	12	18	24	18	18	24	30
beheerskosten	3	15	15	15	15	15	9	9	6	6	9
BEHEER											
inspectiemogelijkheid	3	15	15	12	15	15	3	6	9	9	9
controle op foutieve aansluitingen	1	5	5	5	5	5	2	2	2	2	2
binding vervuiling	1	5	5	5	3	5	4	4	4	4	4
reinigbaar	3	5	5	5	3	3	1	3	4	4	3
onderhoud nodig	1	3	3	3	4	4	5	5	5	5	5
RANDVOORWAARDEN											
OVERIGE VOORZIENINGEN											
zandvang noodzakelijk		nee	nee	nee	nvt	nvt	ja	ja	ja	ja	ja
bladscheider noodzakelijk		nee	nee	nee	nvt	nvt	ja	ja	ja	ja	ja

Tabel 2. Aanklegkosten van de infiltratievoorzieningen.

aanklegkosten infiltratievoorzieningen	T-waarde	prijs per m² verhard oppervlak (in euro)
infiltratiekratten (element)	2	18.50
	10	22.89
infiltratiekoffer	2	12.78
	10	17.24
infiltratieput	2	8.83
	10	9.01
infiltratietransportriool (PVC)	2	18.07
	10	19.62
infiltratieriool (permeo)	2	21.71
	10	23.48
infiltratieberm	2	5.10
	10	6.84
infiltratieveld	2	4.05
	10	5.14
wadi	2	5.56
	5	6.42
waterdoorlatende verharding (steen met brede voeg)	nvt	33.49
waterdoorlatende verharding (Aquaflow)	nvt	24.56

de voorziening en de afwerking ervan.

Als klasse-indeling voor de kosten is gehanteerd (ter vergelijking is een T=10 bui genomen):

klasse	5	4	3	2	1
kosten (euro)	0-10	10-20	20-30	30-40	> 40

De kosten mogen voor Arnhem niet meer bedragen dan 17,50 euro per m² afgekoppeld verhard oppervlak. Uit tabel 2 blijkt dat infiltratiekratten, het infiltratieriool en waterdoor-

Tabel 3. Beheerkosten/kentallen geïndexeerd naar 2003 (in euro per m² afgekoppeld oppervlak). (bron: Grontmij).

wadi	0.08
infiltratieveld	0.045
infiltratieberm	0.045
percolatieriool, onder weg, diameter 500 mm	0.09
grindkoffer	0.08
infiltratiekrat	0.09
infiltratieput	0.08
doorlatende verharding	0.07

latende verharding in Arnhem-Noord niet aan deze eis voldoen.

De beheerkosten als laatste staan vermeld in tabel 3. Infiltratieveld, infiltratieberm en doorlatende verharding zijn het goedkoopst.

Conclusies

- De beslisboom is een goed hulpmiddel om op een gestructureerde wijze via drie stappen (locatieonderzoek, milieutechnisch onderzoek en bodemtechnisch onderzoek) te komen tot een verantwoorde en eenduidige keuze van zowel bovengrondse als ondergrondse afkoppelmethode.
- Ten aanzien van milieutechnische factoren kunnen zeer waarschijnlijk alle verharde oppervlakken worden afgekoppeld, mits voldoende bodempassage plaatsvindt.
- Aan de hand van een aantal criteria, waarvan kosten, inspectiemogelijkheden en reinigbaarheid van de voorziening de belangrijkste zijn, kan op een reproduceerbare en verifieerbare manier bepaald worden welke afkoppelmethode het meest geschikt is.
- De aanlegkosten zijn per project verschill-

lend. De in dit artikel weergegeven kosten zijn alleen te gebruiken voor Arnhem-Noord. Verrassend is dat veel infiltratiemethoden voor Arnhem-Noord wat betreft kosten, binnen de door de gemeente Arnhem gehanteerde marges vallen. ☑

LITERATUUR

- Gemeente Arnhem (2003). Waterplan Arnhem.
- Grontmij (2001). Afkoppelen met beleid Gemeente Arnhem. Bouwstenen voor het beleid.
- Oosterhuis M en E. Foekema (2003). Bodembelasting van metalen in infiltratievoorzieningen is gering. H₂O nr. 21, pag. 24-26.
- Roy J.-P. de la en R. Schel (2003). Anders omgaan met regenwater in Arnhem-Noord. Hogeschool Larenstein.
- Spooler M. en F. Weerts (2003). Handreiking infiltratie afstromend wegwater. Hogeschool Larenstein/Fugro.
- Waterschap de Maaskant (2002). Nota Verantwoord afkoppelen.
- Zuurman A. en I. de Wolf (2002). Gemeente Brummen brengt kansen op afkoppelen in kaart. Land+Water nr. 9, pag. 40-41.