

Gemeente Barneveld

Actualisatie waterstructuurplan Harselaar Zuid

Witteveen+Bos
Willemstraat 28
postbus 3465
4800 DL Breda
telefoon 076 523 33 33
telefax 076 514 44 42

Actualisatie waterstructuurplan Harselaar Zuid

referentie BNV55-4/zegeV/002	projectcode BNV55-4	status eindconcept
projectleider ir. J.C.C. van Tilburg	projectdirecteur ir. Th.G.J. Witjes	datum 21 juli 2008

autorisatie goedgekeurd	naam drs.ing. A. Balla	paraaf
-----------------------------------	----------------------------------	---------------

Witteveen+Bos
Willemstraat 28
postbus 3465
4800 DL Breda
telefoon 076 523 33 33
telefax 076 514 44 42



Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd volgens ISO 9001 : 2000

© Witteveen+Bos

Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden veeleelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs b.v., noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

INHOUDSOPGAVE	blz.
1. INLEIDING	2
2. BESTAANDE SITUATIE	3
2.1. Geohydrologie	3
2.2. Doorlatendheid	4
2.3. Watergangen	5
2.4. Waterkwaliteit	5
3. RANDVOORWAARDEN TOEKOMSTIGE INRICHTING	6
3.1. Basisalternatief	6
3.2. Inrichtingsbeelden	7
3.3. Eisen aan berging en afvoer	7
3.4. Ontwatering en drooglegging	8
3.5. Afkoppelen	9
3.6. Beheer en Onderhoud	10
3.7. Oeverinrichting watergangen	10
4. UITWERKING TOEKOMSTIG WATERSYSTEEM	11
4.1. Grondwater	11
4.2. Waterberging	12
4.2.1. Waterberging Harselaar Zuid	12
4.2.2. Waterberging Harselaar Oost	13
4.2.3. Opvangen bergingstekort	14
4.3. Peilenadvies	15
4.4. Advies hoofdstructuur	16
4.5. Advies hemel- en afvalwaterafvoer	17
4.6. Nazorg voor een goede waterkwaliteit	18
4.7. Monitoringsplan grondwater	18
4.8. Kruisingen van kabels en leidingen	19
4.9. Vergunningen	19
4.10. Duurzaamheid	20
4.11. Brandweer	20
5. CONCLUSIES	21
6. LITERATUURLIJST	23
laatste bladzijde	23
 bijlagen	 aantal bladzijden
I Overzichtskaart Harselaar Zuid	1
II Hoogte contouren	1
III Oppervlaktewater en peilbuizen	1
IV Boorlocaties doorlatendheidsmetingen	1
V Bergingsberekening Harselaar Zuid	2
VI Overzichtskaart Harselaar Oost	2
VII Bergingsberekening Harselaar Oost	3
VIII Isohypsenaarten	1
IX Principe ontwerp oevers	1
X Voorstel peilbuizen grondwateronderzoek	1
XI Beslisbomen afkoppelen	3

1. INLEIDING

achtergrond

Het industriegebied Harselaar zal uitgebreid worden. Het uitbreidingsgebied omvat Harselaar Zuid en De Driehoek. De Driehoek is het noordoostelijke punt van Harselaar Oost en wordt begrensd door de A1 en de Spoorlijn. Harselaar Zuid wordt gefaseerd aangelegd.

Voor de uitbreiding wordt een Milieu Effect Rapportage (MER) opgesteld. Bij dit proces is een waterstructuurplan van belang. De gemeente Barneveld heeft Witteveen+Bos opdracht gegeven voor het actualiseren van het waterstructuurplan Harselaar Zuid, wat dateert uit 2004 [lit. 11]. Dit waterstructuurplan ging nog uit van de oude MER [lit. 4]. Er is echter in het MER traject een nieuwe Hoofdplanstructuur (basisalternatief) opgesteld [lit. 12], waardoor een actualisatie van het plan nodig bleek. Het waterstructuurplan is getoetst aan actuele wetgeving en is aangepast naar de Hoofdplanstructuur. Dit rapport vormt het eindproduct met de uitgangspunten en de hoofdlijnen van het toekomstige watersysteem.

doelstelling

Bij de uitbreiding van Harselaar Zuid wordt gestreefd naar een duurzaam functionerend watersysteem. Kenmerken hiervan zijn een zo natuurlijk mogelijk watersysteem met kansen voor natuur, een natuurlijk grondwaterregiem zonder verdroging of wateroverlast, voldoende waterberging met een goede waterkwaliteit binnen een gezond woon- en leefklimaat. Het uitgangspunt voor het waterstructuurplan is de Hoofdplanstructuur die in [lit. 12] is voorgesteld. Indien mogelijk zal tevens extra water in Harselaar Zuid aangelegd worden voor het compenseren van het bergingstekort op het industrieterrein Harselaar Oost. Het uiteindelijke resultaat van het waterstructuurplan is een plan op hoofdlijnen met concrete randvoorwaarden voor het verkrijgen van het gewenste duurzame watersysteem. Het plan is gebaseerd op de basisinrichtingsvariant die is voorgesteld. Het waterstructuurplan dient vervolgens als basis voor het definitieve ontwerp van de waterhuishouding.

Voor het waterstructuurplan is de opzet van [lit. 11] aangehouden. Tevens zijn delen die nog afdoende actueel waren ongewijzigd gebleven. Echter, voor sommige onderdelen is het waterstructuurplan aangepast. Dit betreft vooral de hoofdstukken 3 en 4.

leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt een beschrijving gegeven van de bestaande situatie. In hoofdstuk 3 worden de ontwerpuitgangspunten voor het toekomstig watersysteem gegeven. In hoofdstuk 4 wordt het toekomstig systeem uitgewerkt op basis van waterhuishoudkundige berekeningen. In hoofdstuk 5 worden de belangrijkste conclusies en aanbevelingen gepresenteerd.

2. BESTAANDE SITUATIE

2.1. Geohydrologie

Het waterschap heeft een hoogtekaart (AHN) van het plangebied aangeleverd. Op de kaart in bijlage II is de maaiveldhoogtekaart gegeven. In de onderstaande tabel worden voor de verschillende gebieden de maaiveldhoogten samengevat.

Tabel 2.1. Maaiveldhoogten per deelgebied

gebied	maximum (m NAP)	minimum (m NAP)	gemiddelde (m NAP)
De Driehoek	+16,9	+13,4	+14,6
Fase 1 Harselaar Zuid	+14,8	+11,3	+12,9
Fase 2 Harselaar Zuid	+13,7	+10,4	+12,3

De maaiveldhoogten zijn het hoogst aan de noordoostzijde en nemen af in zuidwestelijke richting. De laagste maaiveldhoogten bevinden zich ter plaatse van het beekdal van de Esvelderbeek.

Vanaf het maaiveld tot een diepte van 15 m ligt het eerste watervoerende pakket met afzettingen van de Formatie van Twente. De grond in het eerste watervoerende pakket bestaat overwegend uit matig fijn zand. Onder dit pakket ligt de eerste scheidende laag, die bestaat uit kleiafzettingen van de Formatie van Eem. De scheidende laag is circa 7 m dik. Onder de scheidende laag ligt het tweede watervoerend pakket dat is opgebouwd uit zandige afzettingen van de Formaties van Eem en Drenthe. Direct onder het tweede watervoerende pakket ligt derde watervoerende pakket behorende tot de Formaties van Urk, Sterksel, Enschede en Harderwijk. In de onderstaande tabel is de bodemopbouw gegeven.

Tabel 2.2. Bodemopbouw [lit. 4]

laag	grondsoort	dikte	onderkant	parameter ¹
1 ^e watervoerend pakket	leemarm en zwak lemig matig fijn zand	ca. 15 m	ca. NAP –2 m	kD: 60-90 m ² /dag
1 ^e scheidende laag	klei	ca. 7 m	ca. NAP -10 m	c: 1.000 tot 2.000 dagen
2 ^e +3 ^e watervoerend pakket	zand	ca. 120 m	ca. NAP –130 m	kD: 5.000 tot 7.000 m ² /dag

¹ c: hydraulische weerstand, kD: doorlaatvermogen

In de onderstaande tabel staan de grondwaterstanden in het plangebied aangegeven. De locaties van de peilbuizen zijn aangegeven op de kaart in bijlage III.

Tabel 2.3. Grondwaterstanden in het plangebied ¹

locatie	filterdiepte (m NAP)	maximum (m NAP)	minimum (m NAP)	gemiddeld (m NAP)
100, gelegen in de Driehoek	+10,81	+14,58	+12,78	+13,26
8, nabij stortlocatie / Wencopperweg, Noordostrand Fase 1 Harselaar zuid	+9,31	+12,25	+11,72	+12,12
9, nabij stortlocatie / Wencopperweg, Noordostrand Fase 1 Harselaar zuid	-17,18	+12,47	+11,50	+11,99
10, nabij stortlocatie / Wencopperweg, Noordostrand Fase 1 Harselaar zuid	+9,22	+13,25	+12,05	+12,68
TNO peilbuis 32 ^E L0081 ten westen van Fase 2 Harselaar Zuid	+12,28	+12,94	+12,22	+12,74
	+7,64	+10,60	+9,28	+10,05

¹ Bron: [lit. 4, 8]

In het onderzoek afweging doelmatige bodembeschermende bodemvoorzieningen stortplaats Vink [lit. 8] zijn kaarten met isohypsen van het eerste en tweede watervoerend pakket opgenomen (opgesteld op basis van een gekalibreerd grondwatermodel). De grondwaterstroming in het eerste watervoerend pakket is west tot zuidwestelijk gericht. In het plangebied is zowel sprake van infiltratiegebieden in de hogere delen en kwelgebieden in de lagere delen nabij de Esvelderbeek.

In de zomer van 2003 zijn op een groot aantal locaties de grondwaterstanden gemeten in Harselaar Zuid [lit. 7]. Afhankelijk van de locatie blijken de grondwaterstanden in het gebied te liggen tussen circa 2,6 en 0,7 m-mv. Ook hieruit blijkt dus dat de ontwateringsdiepte in sommige delen groot is en in andere delen beperkt. De resultaten van dit onderzoek kunnen niet in een isohypsenkaart weggezet worden, omdat geen maaiveldhoogten gemeten zijn.

2.2. Doorlatendheid

Om inzicht te hebben in de doorlatendheid van de bodem (k-waarde) zijn begin augustus 2004 (omgekeerde) Hooghoudtmetingen uitgevoerd door de firma Vink BV. Bij de Hooghoudtmethode vindt een boring plaats waarbij een peilbuis geplaatst wordt. Daarna wordt de proef uitgevoerd. Afhankelijk van de ligging van de bodem van het boorgat ten opzichte van de actuele grondwaterstand wordt er een 'normale' of een 'omgekeerde' proef uitgevoerd. Bij een Hooghoudtmeting wordt water uit de peilbuis onttrokken waarbij vervolgens wordt vastgesteld hoe snel het water in de peilbuis stijgt. De omgekeerde Hooghoudtmeting wordt uitgevoerd als de bodem van het boorgat hoger ligt dan de actuele grondwaterstand. Een bepaald volume water wordt in het boorgat gegoten en vervolgens wordt de dalingsnelheid van de waterstand in gat gemeten. Met behulp van de dalingsnelheid kan de doorlatendheid berekend worden.

Op de kaart in bijlage IV zijn de boorlocaties aangegeven. In de onderstaande tabel worden de resultaten samengevat.

Tabel 2.4. Resultaten doorlatendheidsmetingen

peilbuis	onderkant filter (m-mv)	k-waarde
200	2,50	5,0 ²
201	1,60	1,3 ²
202	2,58	0,8 ²
203	1,49	3,3 ¹
204	1,54	3,6 ¹
205	2,59	0,9 ²
206	2,50	2,1 ²
207	1,49	1,8 ¹
208	2,48	1,6 ²
209	1,45	7,1 ¹
210	2,56	1,2 ²
211	2,52	0,4 ²
212	1,49	1,1 ²
213	2,25	1,9 ²
214	1,60	2,7 ¹
215	2,49	0,4 ²
216	1,62	1,2 ²
217	1,50	3,9 ¹
218	1,56	0,4 ²
219	2,55	1,8 ²

¹ Omgekeerde Hooghoudt proef.

² Hooghoudt proef, k-waarde berekend met de formule van Hooghoudt.

De doorlatendheid (k-waarden) ligt over het algemeen tussen 1 en 3 m/dag. Op een aantal locaties, met name langs de Esvelderbeek, is de doorlatendheid lager dan 1 m/dag. Deze lage waarden worden veroorzaakt door de aanwezigheid van lagen met leem, veen of zeer fijn zand.

2.3. Watergangen

De watergangen in en aan de rand van het plangebied zijn aangegeven op de kaart in bijlage III. Aan de zuidzijde van het plangebied ligt de Esvelderbeek. Het water in de beek stroomt in westelijke richting. In het traject langs het plangebied liggen negen stuwen in de beek, zodat voorkomen wordt dat de beek in dit traject droog valt. Deze stuwen zijn passeerbaar voor vissen. De kruinhoogtes van de stuwen liggen tussen NAP +10,92 m en NAP +9,92 m. Bij neerslagsituaties met een herhalingsjijd van 100 jaar kunnen peilstijgingen tot circa 50 cm t.o.v. de stuwpeilen optreden [lit. 4].

Aan de noordelijke rand van het gebied Harselaar Zuid ligt een spoorsloot. Deze Zuidelijke Spoorsloot mondt via de afvoersloot parallel aan de Stationsweg (aan de westzijde van het plangebied) uit in de Esvelderbeek. De Zuidelijke Spoorsloot heeft ook een afwaterende functie voor het gebied bovenstrooms van het plangebied. Sloot Hoefslag ligt net buiten het plangebied en dient daarom intact te blijven vanwege de afwaterende functie van de stortplaats of deze afwaterende functie dient gecompenseerd te worden. Dit geldt ook voor de Zuidelijke Spoorsloot en de afvoersloot parallel aan de Stationsweg.

In het gebied de Driehoek liggen geen legger-watergangen. In het gebied de Driehoek ligt de Noordelijke Spoorsloot en de berm-sloot van de autosnelweg A1. De waterafvoer vindt plaats middels een duiker onder de spoorlijn. De duiker ligt ten zuiden van de bergingsvijver aan de Parallelweg. De duiker heeft een inwendige diameter van 500 mm en een b.o.k. van NAP +10,68 m (bron: opgave waterschap op basis van tekening Harselaar Oost, wegen en riolering zuid / westhoek; tekeningnummer 1-677, d.d. 6/1988, gemeente Barneveld).

2.4. Waterkwaliteit

Het waterschap Vallei & Eem heeft de waterkwaliteit in de Esvelderbeek en Hoevenlakensebeek onderzocht in het kader van een balansstudie [lit. 9]. De volgende meetpunten geven een indicatie van de waterkwaliteit van de Esvelderbeek ter hoogte van het plangebied:

- meetpunt 27051 Esvelderbeek (direct benedenstrooms van Harselaar Zuid);
- meetpunt 27060 Grote Beek;
- meetpunt 27080 Garderbroeksebeek.

De meetpunten zijn elf keer bemonsterd in 2002. In de onderstaande tabel worden de meetgegevens op deze meetpunten samengevat. In de tabel wordt ook het MTR (Maximaal Toelaatbare Risico) aangegeven. De MTR is de algemene norm voor oppervlaktewateren.

Tabel 2.5. Waterkwaliteit [lit. 9]

	27051	27060	27080	
parameter	Esvelderbeek	Grote Beek	Garderbroeksebeek	MTR
totaal stikstof (mg-N/l) ¹	3,9	3,4	5,6	2,2
totaal fosfaat (mg-P/l) ¹	0,17	0,19	0,08	0,15
zuurstof (mg O ₂ /l) ²	4,7	>MTR	>MTR	5,0

¹ Gemiddelde concentratie zomer.

² Laagst gemeten waarde.

De stikstofconcentratie ligt ongeveer een factor 2 boven het MTR. De fosfaatconcentratie in de Garderbroeksebeek ligt ruim onder het MTR. Op de twee andere meetpunten ligt de fosfaatconcentratie boven het MTR. De landbouw is de grootste nutriëntenbron in het stroomgebied van de Esvelderbeek. Op het meetpunt in de Esvelderbeek zijn zuurstofconcentraties gemeten die net onder het MTR liggen. Op de andere meetpunten is de zuurstofconcentratie bij alle metingen boven het MTR.

3. RANDVOORWAARDEN TOEKOMSTIGE INRICHTING

In dit hoofdstuk zijn de randvoorwaarden voor de toekomstige inrichting van het gebied beschreven. De randvoorwaarden zijn ten opzichte van [lit.11] bijgesteld op basis van huidig beleid en wetgeving van het waterschap. Bij de beschrijving is namelijk gebruik gemaakt van de ontwikkelingen binnen de Kaderrichtlijn Water, zoals de sfeerbeelden voor de Esvelderbeek (Inrichtingsbeelden 2015 en Visie 2027), en de nota Normering en uitgangspunten voor stedelijk gebied van het waterschap Vallei & Eem van 2005.

Als uitgangspunt voor de toekomstige inrichting van het bedrijventerrein Harselaar Zuid is de nieuwe Hoofdplanstructuur (basisalternatief) voor de inrichting genomen.

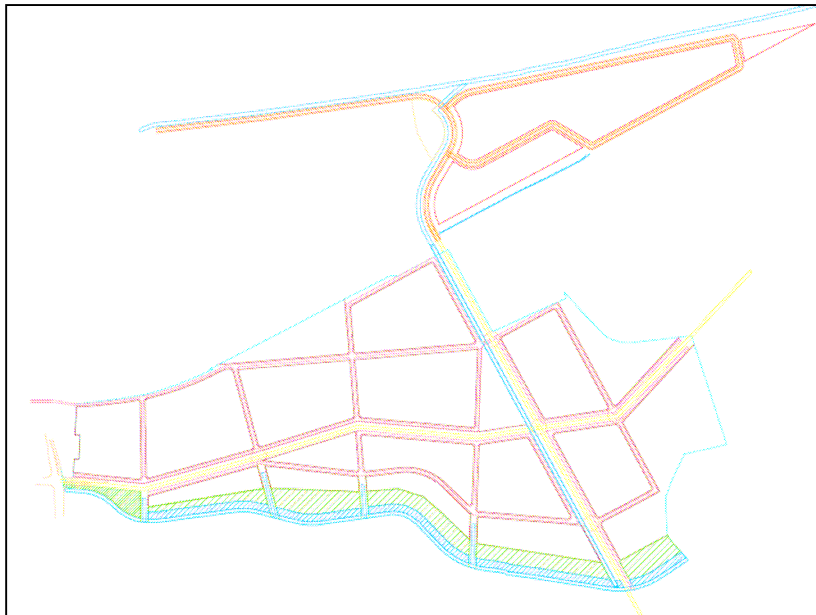
3.1. Basisalternatief

Als uitgangspunt voor het watersysteem is uitgegaan van de Hoofdplanstructuur, ofwel het basisalternatief, die naar aanleiding van verschillende werksessies is opgesteld [lit. 12]. Het alternatief is gebaseerd op de oostwestelijke oriëntatie van het stedelijk landschap. Zowel de Esvelderbeek, de snelweg A1 als de spoorlijn lopen in deze richting. Er zullen noordzuidlijnen in het plangebied worden aangelegd als rechte lijnen zodat een doorzicht in het gebied wordt gecreëerd. Langs de hoofdroute wordt vanuit Harselaar-Driehoek naar de Esvelderbeek een watergang gesitueerd om deze weg ruimtelijk te ondersteunen.

De afstroomrichting in de waterstaatkundige situatie loopt in de huidige en toekomstige situatie van noord naar zuid in de richting van de Esvelderbeek.

De verkaveling van het projectgebied is weergegeven in afbeelding 3.1. Voor het deelgebied Harselaar-Zuid geldt dat het totale oppervlak 96,7 ha is, waarvan 66,5 ha (68,80 %) uitgeefbaar, 8,8 ha (9,10 %) water, 4,7 ha (4,80 %) groen en 16,7 ha (16,70 %) verharding. Voor de Driehoek is het totale oppervlak gesteld op 27,5 ha, waarvan 21 ha (76,36 %) uitgeefbaar, 1,48 ha (5,40 %) water, 2,25 ha (8,19 %) groen en 2,76 ha (10,05 %) verharding [lit.12].

Afbeelding 3.1. Basisalternatief



Er zijn bij dit basisalternatief wat opmerkingen te maken. Zo is in dit alternatief geen rekening gehouden met een gedegen afvoer van Harselaar Oost naar de Esvelderbeek. Daarnaast zijn de groene vingers wat aan de korte kant.

De vuilstort en het verwerkingsterrein liggen volledig buiten het plangebied. Voor het waterbergingsvraagstuk zijn deze dan ook in het geheel niet meegenomen. Er moet echter bij de vervolgstappen (dimensionering van de watergang) wel rekening worden gehouden met de afvoercapaciteit van dit gebied.

Het bestaande stroomgebied van de Esvelderbeek en de Spoorsloot is groter dan het plangebied. Om deze reden mogen de Esvelderbeek en de Spoorsloot niet worden meegenomen als waterberging voor de Driehoek en Harselaar Zuid. De afwaterende functie moet is echter wel gehanteerd blijven. Ook dient in alle fasen van het traject de waterberging op orde te zijn.

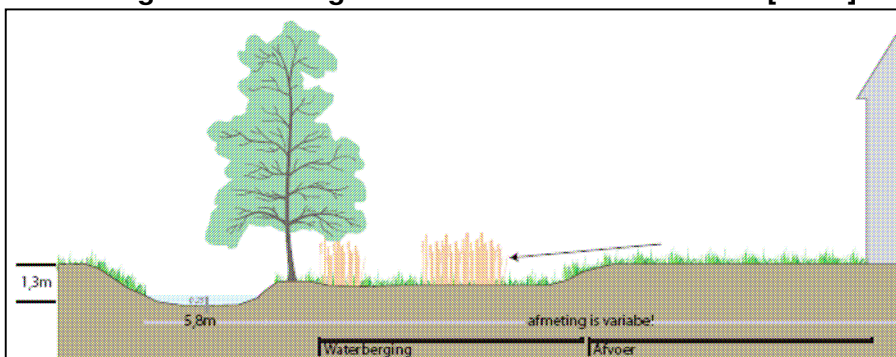
3.2. Inrichtingsbeelden

Voor alle stroomgebieden in het beheersgebied heeft het waterschap inrichtingsvisies tot 2027 opgesteld. Uiterlijk in dat jaar zouden alle watersystemen in Nederland aan nu te formuleren wensen moeten voldoen. Voor de termijn tot 2015 is dit uitgewerkt in 'Inrichtingsbeelden 2015'.

De Inrichtingsbeelden geven vrij duidelijk aan wat het waterschap bij de inrichting van de beken en poldergebieden tot 2015 voor ogen heeft en uitvoerbaar acht. Bij het opstellen van de Inrichtingsbeelden is gekeken welke waterkwaliteit en ecologie gewenst is, wat ruimtelijk mogelijk is en wat uitvoerbaar is.

In afbeelding 3.2 is een voorbeeld van de inrichting van de Esvelderbeek gegeven waar deze langs de bebouwde kom van Harselaar stroomt.

Afbeelding 3.2. Inrichtingsbeeld Esvelderbeek-Harselaar [lit. 13]



Langs de beek is ruimte voor verschillende functies, namelijk wonen / werken, waterberging, natuurontwikkeling en recreëren langs de beek. De beek vormt een onderdeel van de EVZ en zal een verbinding vormen voor planten en dieren. Tevens kan in het ondiepe deel van het profiel nutriënten worden afgevangen en is er ruimte voor bezinking. Deze zones zijn zeer geschikt voor het creëren van extra berging. De minimale breedte van de groenzone langs de Esvelderbeek is 20 tot 30 meter.

3.3. Eisen aan berging en afvoer

Voor de afvoer vanuit bebouwd gebied kunnen de volgende eisen aangehouden worden [lit. 4]:

- maximaal 1,4 l/s.ha bij een situatie die eens in de 10 jaar optreedt;
- maximaal 2,0 l/s.ha voor een situatie die maximaal eens in de 100 jaar optreedt.

Voor de dimensionering van oppervlaktewatersystemen hanteert het waterschap een aantal verschillende maatgevende neerslaggebeurtenissen. Het betreft gebeurtenissen met herhalingstijden van één keer per 10 jaar, respectievelijk één keer per 100 jaar. Hierbij wordt rekening gehouden met klimaat-

ontwikkelingen (middenscenario 2050 uit WB21) [lit. 1]. Voor beide herhalingstijden dienen twee neerslaggebeurtenissen te worden doorgerekend. Deze neerslaggebeurtenissen zijn opgenomen in [lit. 16]. In de onderstaande tabel worden de neerslaghoeveelheden bij de verschillende neerslaggebeurtenissen aangegeven.

Tabel 3.3. Neerslaghoeveelheden bij de verschillende neerslaggebeurtenissen [lit. 16]

neerslaggebeurtenis	duur (uren)	neerslag (mm)
T10 (kortdurende bui)	0	0
	1	4
	2	34
T100 (kortdurende bui)	0	0
	1	5
	2	50
T10 (langdurende bui)	0	0
	24	12
	48	68
T100 (langdurende bui)	0	0
	24	15
	48	93

De toelaatbare peilstijging bij een herhalingstijd van 10 jaar is 0,40 m. Bij een herhalingstijd van 100 jaar is een peilstijging tot aan maaiveld toegestaan. Hiermee wordt aangesloten op de werknormen van het nationaal bestuursakkoord Water [lit. 1].

Voor de werkcriteria voor water op straat wordt het NBW (Nationaal Bestuursakkoord Water) aangehouden. Deze werknormen zijn opgenomen in de volgende tabel:

Tabel 3.4. Werknormen NBW [lit. 1]

grondgebruikstype	basis werk criterium [1/jr]
grasland	1/10
akkerbouw	1/25
hoogwaardige land- en tuinbouw	1/50
glastuinbouw	1/50
bebouwd gebied	1/100

De normen uit tabel 3.4 zijn uitgedrukt in de kans dat het peil van het oppervlaktewater het niveau van het maaiveld overschrijdt. Daarbij worden voor verschillende bestemmingen van de grond uiteenlopende normen gehanteerd. Voor de maximale peilstijging in het oppervlaktewater kan een ontwerpnorm van 0,40 m bij T=10 voor stedelijk gebied worden aangehouden. Bij dit peil mag er geen oppervlaktewater het rioolstelsel instromen, dus de overstortdrempels dienen voldoende hoog te liggen. Wanneer de overstortdrempels dreigen te verdrinken zullen aanvullende voorzieningen getroffen moeten worden, die instroming van oppervlaktewater voorkomen.

3.4. Ontwatering en drooglegging

Om droge voeten te hebben en te houden, dient bij het ontwerp rekening gehouden te worden met minimale ontwateringsdiepten en droogleggingseisen. De ontwateringsdiepte is het verschil in hoogte tussen het maaiveld en de maximaal optredende grondwaterstand. Drooglegging is het verschil tussen oppervlaktewaterpeil en maaiveldhoogte. Uitgangspunt bij deze beschouwing is echter wel dat er geen negatieve effecten op de omgeving mogen ontstaan, zoals verdroging of vernatting.

De normen voor de ontwateringdiepte zijn opgenomen in tabel 3.5.

Tabel 3.5. Ontwatering [lit. 1]:

functie	
woningen met kruipruimte	0,70 m – maaiveld
woningen zonder kruipruimte	0,30 m – maaiveld
tuinen en openbaar groen	0,50 m – maaiveld
primaire wegen	0,90 - 1,00 m
secundaire wegen + woonstraten	0,70 m
leidingen	0,70 m - maaiveld

Naast de ontwateringseisen geldt er ook een minimale drooglegging van 1,00 tot 1,20 m bij een normaal waterpeil.

Het creëren van nieuwe onderbemalingen ten behoeve van het realiseren van voldoende ontwateringsdiepte bij nieuwbouwprojecten is niet wenselijk. Om deze reden dienen ondergrondse parkeervoorzieningen als waterdichte constructie te worden uitgevoerd.

Om voldoende ontwateringsdiepte te bereiken, en toch aan te sluiten bij bestaande grond- en oppervlaktewaterpeilen kan overwogen worden het terrein integraal op te hogen, dan wel om over te gaan op selectief ophogen in combinatie met kruipruimteloos bouwen. Kruipruimteloos bouwen levert vaak echter geen winst doordat de ontwateringseis van primaire wegen maatgevend is. Om deze reden is kruipruimteloos bouwen niet het uitgangspunt bij Gemeente Barneveld.

3.5. Afkoppelen

In het Waterbeheersplan Vallei & Eem is voor nieuw stedelijk gebied aangegeven dat zo veel mogelijk verhard oppervlak afgekoppeld (niet aangekoppeld) dient te worden. Hierbij gaat de voorkeur uit naar het infiltreren van het afstromende regenwater. Door de aanwezigheid van slecht-doorlatende lagen is dit echter niet altijd mogelijk en dient het afstromend regenwater geborgen te worden in oppervlaktewater, alvorens het afgevoerd wordt naar een omliggend gebied [lit. 4]. Het verhard oppervlak kan worden afgekoppeld op het verbeterd gescheiden stelsel, waardoor vervuiling wordt tegengegaan.

Volgens het beleid van het waterschap zijn de afkoppel-eisen voor de daken afhankelijk van het bedrijfstype. Bedrijven met een risico op verontreinigingen, zoals chemische bedrijven, metaalproducerende en -verwerkende bedrijven, dienen aangesloten te worden op een vuilwaterriool. Overige daken kunnen afgekoppeld worden (bij voorkeur infiltreren, anders op oppervlaktewater). Hierbij dienen geen uitlogende materialen gebruikt te worden voor direct afkoppelen. Bij excessieve toepassing van uitlozend materiaal dient een zuiveringstechnische voorziening gerealiseerd te worden [lit.2].

Wegen op industrieterreinen dienen bij voorkeur afgekoppeld te worden middels infiltratie in de bodem. Dit kan middels een greppel of een wadi. Een alternatief is het toepassen van een verbeterd gescheiden stelsel of een hieraan gelijkwaardig systeem. Bedrijfsterreinen dienen afhankelijk van het gebruik (opslag-, laad- en losplaatsen of overige terreinen) en het bedrijfstype via een voorziening af te voeren op het vuilwaterriool of afgekoppeld te worden. Ook hier geldt de voorkeur voor infiltreren boven afkoppelen op oppervlaktewater [lit. 2].

Om verontreiniging van het afstromend regenwater te beperken c.q. te voorkomen dienen er op de wegen en de bedrijfsterreinen zo weinig mogelijk chemische onkruidbestrijding toegepast te worden, dienen de wegen regelmatig geveegd te worden en mag er geen uitlozend straatmeubilair toegepast worden [lit. 2].

Voor het al dan niet aansluiten van verharde oppervlakken zijn afkoppelbeslisbomen opgesteld door het waterschap. Deze zijn opgenomen in Bijlage XI.

3.6. Beheer en Onderhoud

Watergangen kunnen vanaf de kant of varend onderhouden worden. Het waterschap heeft een voorkeur voor onderhoud vanaf de kant. Hiervoor is het noodzakelijk dat de watergangen in ieder geval aan één zijde langs openbaar terrein grenzen en er minimaal 5 m beschikbaar is voor een obstakelvrije zone (voor onderhoud). Vanaf een 6 tot 8 m breedte is onderhoud vanaf één zijde niet meer mogelijk. In dat geval zijn aan weerszijden 5 m brede obstakelvrije zone nodig. Watergangen met een breedte van 16 m of meer kunnen niet vanaf de kant onderhouden worden. Dit onderhoud zal varend moeten worden gedaan. Tevens is voor de bezinkzone varend onderhoud nodig.

Voor varend onderhoud dient uitgegaan te worden van een waterdiepte van minimaal 0,7 m en een bodembreedte van minimaal 2 m. Verder dient een doorvaarthoogte van 1,0 m ten opzichte van het streefpeil aanwezig te zijn. Natuurvriendelijke oevers dienen hierbij maximaal 2-2,5 m breed te zijn.

Ook dient rekening gehouden te worden met één inlaatplaats voor de onderhoudsboot (trailerhelling met tenminste halfverharding van tenminste 3 m breed met een talud van 1:5 of flauwer), mits stuwen dit toelaten.

Er dient rekening gehouden te worden met aanwezigheid van een locatie van 10 bij 10 m, zodat de maaiboot kan keren (in verband met het opduwen van het maaisel). Bij steigers en vlonders mogen geen boten liggen die een belemmering vormen voor het reguliere onderhoud.

Het waterschap hanteert de volgende onderhoudsgrenzen voor niet beschoeide watergangen:

- oever met natuurlijk talud (met plasbermen): op snijpunt waterlijn-talud;
- oever met natuurvriendelijk inrichting (met flauwe taluds, plas-dras situaties, et cetera): te bepalen in overleg met de aangrenzende groenbeheerder.

In overleg met het waterschap dient vastgesteld te worden hoe het beheer van de Esvelderbeek door het waterschap uitgevoerd zal worden.

3.7. Oeverinrichting watergangen

Voor het functioneren van het watersysteem is de vormgeving van de watergangen van groot belang. Bij de vormgeving dient rekening te worden gehouden met onder meer veiligheidsaspecten, de stabiliteit van de oevers, de benodigde afvoercapaciteiten, ecologie en waterkwaliteit.

Waterschap Vallei & Eem hanteert verschillende vormgevingsaspecten. Deze uitgangspunten worden in onderstaande tabel gegeven:

Tabel 3.6. Uitgangspunten oeverinrichting [lit. 1]

variabele	norm
onderwatertalud	1:3
bovenwatertalud	2:3
minimale waterdiepte	1 m

Het waterschap streeft er naar dat de oevers in nieuw stedelijk gebied zo veel als mogelijk op natuurvriendelijke wijze wordt aangelegd. Het ruimtebeslag van natuurvriendelijke oevers is groter vanwege het flauwe talud (min. 1:4). Beschoeiingen zijn toegestaan. Hierbij mogen geen chemisch verduurzamende materialen of andere materialen gebruikt worden die de waterkwaliteit negatief beïnvloeden [lit. 1]. Daar waar mogelijk zullen de oevers ingepast worden in het streefbeeld van een ecologische beek.

4. UITWERKING TOEKOMSTIG WATERSYSTEEM

Op basis van de uitgangspunten, die beschreven zijn in het vorige hoofdstuk is een advies voor het toekomstig watersysteem uitgewerkt. In dit hoofdstuk worden de berekeningen en het hieruit volgend advies beschreven. Achtereenvolgens komen aan bod de grondwaterstroming en grondwaterstanden, een advies voor de waterberging, een advies voor de toekomstige vloer- en wegpeilen en de grondbalans, een advies voor de hoofdstructuur van het oppervlaktewater, de benodigde vergunningen en duurzaamheidsaspecten

4.1. Grondwater

Voor de toekomstige situatie wordt uitgegaan van grondwaterneutraal bouwen. Met behulp van een grondwatermodel zijn de isohypsen in beeld gebracht voor de winter- en de zomersituatie. Voor de modellering is gebruik gemaakt van een stationair MODFLOW model. Door de Grontmij is een grondwatermodel gemaakt van de vuilstort en omgeving waaronder De Driehoek en Harselaar Zuid. Dit model wordt gerapporteerd in 'Afweging doelmatige bodembeschermende bodemvoorzieningen', Grontmij 2002 [lit. 8]. Door Witteveen+Bos is een model opgesteld, waarbij de modelschematisatie, -randvoorwaarden en parameters zijn afgeleid uit het rapport 'Afweging doelmatige bodembeschermende bodemvoorzieningen', Grontmij 2002 [lit. 8]. Het door Witteveen+Bos opgestelde grondwatermodel is gecontroleerd op het regionale isohypsenpatroon in een gemiddelde situatie (vergeleken met isohypsenkaart in TNO Grondwaterkaart van Nederland en de isohypsenkaart in [lit. 8]). Daarnaast zijn de berekende stijghoogten vergeleken met peilbuismetingen in het gebied (met name peilbuis 8, 9 en 10). Door middel van ijking van met name de bodemweerstand van de beken en sloten is de verschilfout tussen het model en de meetgegevens geminimaliseerd. Met het geijkte model zijn 3 berekeningen uitgevoerd:

- een berekening voor een gemiddelde (voorjaars)situatie;
- een berekening voor een gemiddelde wintersituatie;
- een berekening voor een gemiddelde zomersituatie.

In de winter nemen de planten nauwelijks water op. De neerslag die dan valt, zakt daardoor grotendeels door de wortelzone uit naar het grondwater. Dit heet grondwateraanvulling. Voor de verschillende situaties is de grondwateraanvulling gevarieerd volgens de in tabel 4.1 opgenomen waarden.

Tabel 4.1. Grondwateraanvulling voor verschillende situaties ¹

situatie	grondwateraanvulling landelijk gebied (mm/dag)	grondwateraanvulling stedelijk gebied (mm/dag)
gemiddeld	0,8	0,4
winter	1,5	0,8
zomer	-0,2	-0,05

¹ Ervaringsgetallen Witteveen+Bos

De berekende grondwaterstanden voor de verschillende situaties zijn weergegeven op de kaarten in bijlage VIII. Voor het waterpeil in de Spoorsloot, Sloot Hoefslag en de Esvelderbeek zijn de stuwpeilen aangehouden in het model. De grondwaterstanden worden beïnvloed door de beek en sloten, waardoor de grondwaterstroming verschillende, met name door lokale omstandigheden bepaalde, richtingen heeft. Met name de beek heeft een sterk drainerende invloed. Het verschil in grondwaterstanden tussen een gemiddelde zomer- en wintersituatie bedraagt circa 90-120 cm. Dit is in overeenstemming met de seizoensfluctuaties die in de metingen worden aangetroffen. In de toekomstige situatie zal grondwater neutraal gebouwd worden. De realisatie van het industriegebied Harselaar Zuid zal hierdoor niet leiden tot een wezenlijke verandering van de grondwaterstroming of grondwaterstanden.

Tabel 4.2. Berekende en gemeten waarden (alles in m ten opzichte van NAP)

situatie	berekend / gemeten	peilbuis 8	peilbuis 9	peilbuis 10
		(mv=+13,00*)	(mv=+14,00*)	(mv=+13,75*)
gemiddeld	gemeten	+12,12	+12,68	+12,74
	berekend	+12,60	+12,60	+12,90
winter	gemeten (maximum)	+12,25	+13,25	+12,94
	berekend	+13,10	+13,10	+13,50
zomer	gemeten (minimum)	+11,72	+12,05	+12,22
	berekend	+11,80	+11,80	+12,10

* maaiveldhoogten ingeschat op basis van AHN

Opvallend is het grote verschil in de gemeten waarden bij de drie peilbuizen, die redelijk dicht bij elkaar liggen. De verschillen kunnen veroorzaakt zijn door de lokale bodemgesteldheid. Bij peilbuis 8 liggen de berekende waarden hoger dan de gemeten waarden. Bij peilbuis 9 liggen de berekende waarden juist lager dan de gemeten waarden. Bij peilbuis 10 liggen de berekende waarden in de gemiddelde winter-situatie boven de gemeten waarden, terwijl voor de zomerperiode de berekende waarden lager liggen dan de gemeten waarden.

In het plangebied Harselaar Zuid is weinig bekend over de grondwaterstanden. In dit plan worden de berekende grondwaterstanden gehanteerd voor de uitwerking van de waterstructuur. Aanbevolen wordt om in het plangebied peilbuizen te plaatsen, zodat de werkelijke grondwaterstanden bekend zijn. Eventueel kan de waterstructuur hierop worden aangepast. Tevens kan met behulp van deze peilbuizen nagegaan worden of er uitloging van verontreinigingen plaatsvindt vanuit de vuilstort. Hiervoor dienen er in het noorden en noordoosten van Harselaar Zuid peilbuizen te worden geplaatst omdat het grondwater in zuidwestelijke richting verplaatst.

4.2. Waterberging

4.2.1. Waterberging Harselaar Zuid

Voor de waterbergingsberekening is uitgegaan van de verharde en onverharde oppervlakken op basis van de Hoofdplanstructuur. De vermelde oppervlakken water zijn beschouwd op de waterlijn.

Tabel 4.3. Oppervlakken Harselaar Zuid en De Driehoek [lit. 12]

onderdeel	bruto oppervlak	oppervlak uit te	oppervlak verhar-	oppervlak water	oppervlak groen
	[ha]	geven terrein* [ha]	ding [ha]	[ha]	[ha]
Harselaar	96,7	66,5	16,7	8,8	4,7
De Driehoek	27,5	21,0	2,8	1,5	2,3

* Bij de bergingsberekening is uitgegaan van volledige verharding van uit te geven terrein

De bergingsberekening is met een spreadsheetberekening uitgevoerd en de resultaten van de berekening zijn opgenomen in tabel 4.4. De berekening is gebaseerd op de neerslagintensiteiten die worden gesproken in hoofdstuk 3, met name Tabel 3.3. De bergingsberekening is opgenomen in Bijlage V.

Tabel 4.4. Benodigd bergingsoppervlak [ha]

situatie	De Driehoek	Harselaar Zuid
T10	3,24	8,77
T100	1,74	4,85

Uit de berekening blijkt dat de T10 (lang) situatie de maatgevende situatie is voor de waterbergingsberekening. In het gebied de Driehoek dient volgens deze beschouwing 3,24 ha waterberging gerealiseerd te worden. Voor het gebied Harselaar Zuid is dit 8,77 ha. Het totale benodigde oppervlak open

water wordt hiermee gesteld op 12,01 ha, wat neerkomt op 9,6 % van het totale oppervlak. Op dit moment is in de Hoofdplanstructuur 8,70 ha gereserveerd voor water. Hierbij is de Esvelderbeek niet meegenomen. Aanvullend zal dus ongeveer 3,30 ha open water moeten worden gecreëerd.

4.2.2. Waterberging Harselaar Oost

Indien mogelijk zal extra water in Harselaar Zuid aangelegd worden voor het compenseren van het bergingstekort op het industrieterrein Harselaar Oost. In het huidige verkavelingsplan is de extra waterberging niet voldoende. Volgens [lit. 17] dient de waterberging van Harselaar Oost 28.000 m³ te zijn, ofwel 9,3 ha. Met behulp van een bergingsberekening zal dit oppervlak worden gecontroleerd en zal bepaald worden welk oppervlak aan open water gecompenseerd dient te worden.

gebiedsbeschrijving

In de onderstaande tabel staat de oppervlakteverdeling van Harselaar Oost in verhard, onverhard en open water aangegeven.

Tabel 4.5. Oppervlakteverdeling Harselaar Oost (op basis van GBKN)

oppervlak	oppervlakte (ha)	aandeel
verhard	63,69	96 %
onverhard	1,83	3 %
open water	0,70	1 %
totaal	66,32	100 %

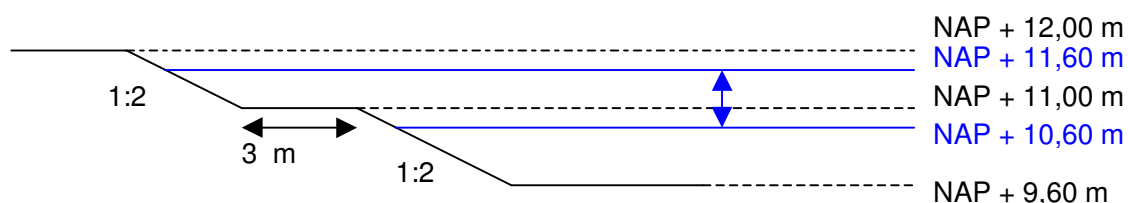
Op de kaart in bijlage VI zijn de onverharde oppervlakken aangegeven. Harselaar Oost is voor het overgrote deel verhard. In het gebied is een gescheiden stelsel aangelegd. In verband met mogelijke foutieve aansluitingen zijn de regenwaterafvoer leidingen (RWA) gekoppeld met de droogweerafvoer leidingen (DWA). Hierdoor is sprake van een 'dubbel gemengd stelsel'. In de toekomst wordt een verbeterd gescheiden stelsel voorzien. Het oppervlak open water is beperkt. De waterberging in Harselaar Oost wordt gevormd door twee blusvijvers ter plaatse van de Hanzeweg en de Parallelweg. In de onderstaande tabel staan de afmetingen van de vijvers aangegeven.

Tabel 4.6. Afmetingen vijver (bron: rioleringstekeningen Harselaar Oost)

eigenschap	vijver Hanzeweg	vijver Parallelweg
bodemhoogte (m+NAP)	9,60	9,60
maaielveldhoogte (m+NAP)	12,85	12,00
talud	1:2	1:2
oppervlak op maaiveldhoogte (m ²)	3.410	3.635
bodemoppervlak (m ²)	1.395	1.115
waterpeil (m+ NAP)	10,60-11,70	10,60-11,70
opmerking	grotendeels overkluisd	accoladeprofiel

De oever van de vijver Parallelweg heeft een accoladeprofiel. In de onderstaande afbeelding is het oeverprofiel weergegeven.

Afbeelding 4.1. Profiel vijver Parallelweg



De blusvijver bij de Parallelweg heeft een afvoerleiding naar de Noordelijke Spoorloot. Via de duiker onder de spoorlijn wordt het water afgevoerd op de Zuidelijke Spoorloot. Hierdoor treedt bij hevige re-

geval inundatie op in de hoek tussen de Wencopperweg en de spoorbaan [lit. 3]. Omdat de wateroverlast plaatsvindt ten zuiden van de spoorlijn, kan geconcludeerd worden dat de afvoercapaciteit van de afvoerdiker voldoende is. De oorzaak van de wateroverlast is hiermee een tekort aan waterberging binnen Harselaar Oost.

Met behulp van balansberekeningen is vastgesteld welke bergingsoppervlak nodig is in Harselaar Oost. De bergingsberekening is uitgevoerd voor een situatie met een gescheiden stelsel en voor een situatie met een verbeterd gescheiden stelsel (uitgaande van 4 mm berging en een p.o.c. van 0,3 mm/uur). Verder is bij de bergingsberekening uitgegaan van toelaatbare peilstijging van $T=100$ van 80 cm (maai-veldhoogte van circa NAP +12,5 m verminderd met de waterstand HW van circa NAP +11,70 m). HW staat voor Hoog Water. Hiermee wordt de waterstand in de winter bedoeld. De waterstand in de zomer is lager.

De bergingsberekening is opgenomen in bijlage VII. Uit de bergingsberekening blijkt dat op basis van de uitgangspunten van het waterschap:

- 7,50 ha extra waterberging nodig is bij een gescheiden stelsel;
- 7,25 ha extra waterberging nodig is bij een verbeterd gescheiden stelsel.

Het kleine verschil is te verklaren doordat de maatgevende bui de lange $T=10$ bui is. De invloed van de berging van 4 mm en de p.o.c. van 0,3 mm/uur is hierbij beperkt.

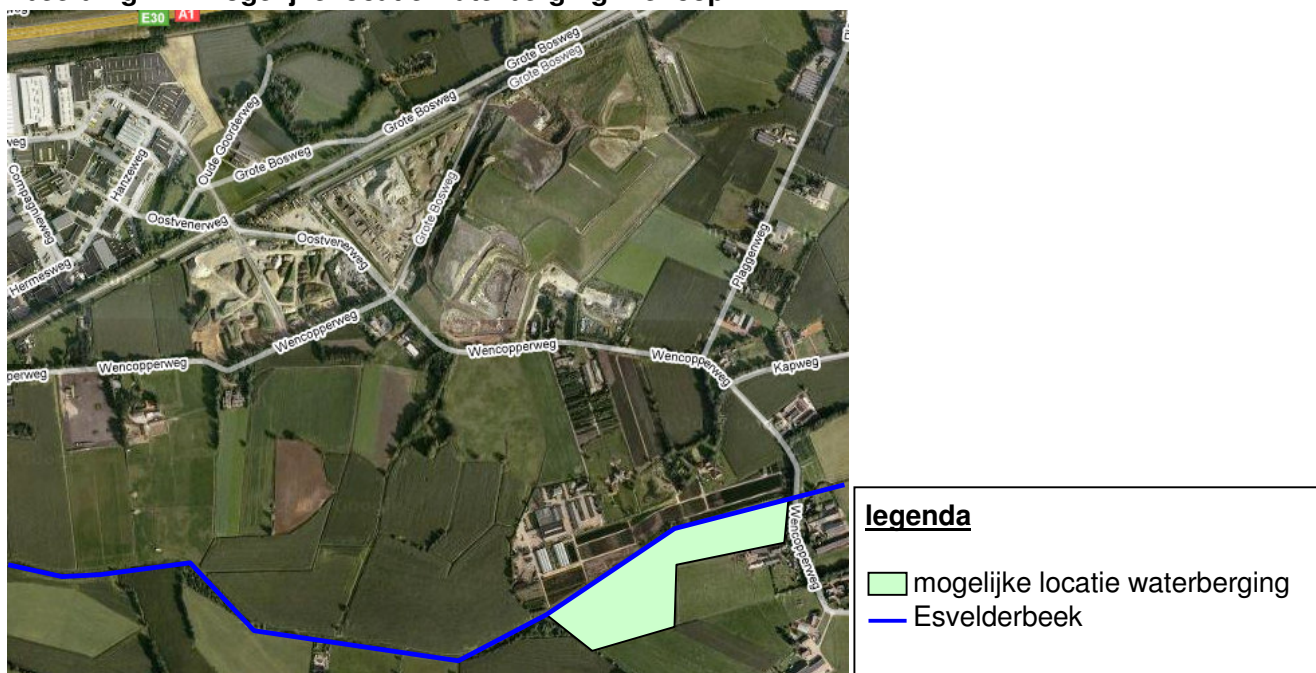
Afhankelijk van het toekomstige rioleringsstelsel dient 7,25 tot 7,50 ha extra open water gerealiseerd te worden. Hierbij geldt de voorkeursvolgorde:

1. Realiseren van extra waterberging in Harselaar Oost.
2. Indien mogelijk aanleggen van waterberging in Harselaar Zuid ter compensatie (van een deel) van het te kort in Harselaar Oost.

4.2.3. Opvangen bergingstekort

In Harselaar Zuid is een bergingstekort aanwezig. Het is mogelijk dit bergingstekort op te vangen in de groenzone die langs de Esvelderbeek is gesitueerd. Het is echter niet mogelijk om in deze groenstrook tevens het bergingstekort van Harselaar Oost op te vangen. Verbreden van de Esvelderbeek aan de zuidzijde behoort hiertoe wel tot de mogelijkheden en ook is het aanwijzen van een bergingsgebied aan de zuidzijde van de Esvelderbeek ook mogelijk. Een geschikte locatie voor een waterbergingsgebied is ten zuiden van "het Wencop". Het gebied is te zien in afbeelding 4.2.

Afbeelding 4.2. Mogelijke locatie waterberging Wencop



Deze zone kan ingericht worden als extra waterberging. Tevens kan in deze zone de langzaam verkeersroute (fietsroute) richting Kootwijkerbroek worden aangelegd. Ook voor de EVZ van de Esvelderbeek zou het inrichten van deze zone als waterberging een aanvulling zijn.

4.3. Peilenadvies

De peilhoogten in het stedenbouwkundig plan zijn afgestemd op verschillende waterhuishoudkundige uitgangspunten, bijvoorbeeld de ontwateringseisen van Tabel 3.5. Voor de wegen dient uitgegaan te worden van een ontwateringsdiepte van 70 cm - wegpeil. Voor de vloerpeilen wordt uitgegaan van minimaal 20 cm boven wegpeil, bij voorkeur 30 cm. Voor de bebouwing kan uitgegaan worden van een ontwateringsdiepte van 70 cm - vloerpeil bij bouwen met kruipruimten en een ontwateringsdiepte van 30 cm - vloerpeil bij bouwen zonder kruipruimten. De ontwateringsdiepte van de wegen is maatgevend voor het advies van de toekomstige hoogten. Hierdoor is geen winst te behalen met kruipruimteloos bouwen.

Voor de toekomstige situatie wordt een drooglegging van 1,10 m (ten opzichte van het wegpeil) aanbevolen, zodat de gewenste ontwateringsdiepte en veiligheid tegen inundaties wordt geboden. Verder wordt aanbevolen om de wegen te voorzien van cunetdrainage voor incidentele afvoer van het grondwater. De drains dienen boven het niveau van de waterstand in de winter aangelegd te worden. De drains dienen voorzien te zijn van een verval. Uitgaande van een verval van 10 cm, is nog een opbolling van maximaal 20 cm toelaatbaar voor het handhaven van de ontwateringsdiepte van 70 cm - wegpeil.

Op basis van de isohypsenkaart, de maaiveldhoogtekaart en het basisalternatief is een advies voor de toekomstige maaiveldhoogten uitgewerkt. Voor deze maaiveldhoogten is een indeling gemaakt in zes plateaus, waarbij gebruik is gemaakt van de toekomstige wegstructuur, zoals uitgewerkt in het basisalternatief. De indeling van de gebieden is gegeven in afbeelding 4.2 op de volgende pagina.

Afbeelding 4.2. Indeling gebieden [Bron luchtfoto: maps.google.com]



In de onderstaande tabel is het ophoogadvies gegeven en is te zien dat er sprake is van een grondoverschot. Bij de berekening van de toekomstige maaiveldhoogten is rekening gehouden met de grond die vrijkomt bij het graven van de watergangen en de uit te graven zandcunetten.

Tabel 4.7. Peilenadvies en grondoverschot per deelgebied

	I	II	III	IV	V	VI
huidig maaiveld (m NAP)	+13,50	+12,50	+14,00	+13,00	+14,00	+15,00
maximale huidige grondwaterstand	+12,60	+12,00	+13,40	+12,40	+12,80	+14,00
maaiveld na graven watergangen ¹ (m NAP)	+13,70	+12,70	+14,20	+13,20	+14,20	+15,20
maaiveld graven zandcunetten ² (m NAP)	+13,85	+12,85	+14,35	+13,35	+14,35	+15,35
toekomstig maaiveld ³ (m NAP)	+13,60	+13,00	+14,40	+13,40	+13,80	+15,00
grondoverschot (m)	+0,25	-0,15	-0,05	-0,05	+0,55	+0,35

¹ voor de watergangen zijn de hoeveelheden aangehouden van de waterbergingsberekening. Ophoging van 0,20 m is mogelijk.

² voor de te graven zandcunetten zijn de hoeveelheden aangehouden uit [lit.1]. Ophoging van 0,15 m is mogelijk.

³ het toekomstig maaiveld is gebaseerd op de eerder gegeven ontwateringseisen

Er is in deze berekening geen rekening gehouden met de vrijgekomen grond uit bouwkuipen. Verder verdient het de aanbeveling om voor de exacte peilen een terreinhoogtemeting uit te voeren, omdat in tabel 4.7. is uitgegaan van gemiddelde maaiveldhoogten over een relatief groot gebied.

4.4. Advies hoofdstructuur

afwatering de Driehoek

In het gebied de Driehoek ligt de Noordelijke Spoorsloot en de bermsloot van de A1. Voor de bestaande situatie kan er van uitgegaan worden dat het gebied vrijwel volledig afwatert in zuidwestelijke richting. De bestaande waterafvoer van de Driehoek vindt dus vrijwel volledig plaats via de Noordelijke Spoorsloot en nauwelijks via de bermsloot A1. In de toekomstige situatie zal het water vanuit De Driehoek worden geleid naar het deelgebied Harselaar Zuid, waarna het zal afwateren op de Esvelderbeek. In de zuidelijke bermstrook van de A1 kan aanvullende waterberging plaatsvinden door de aanleg van een wadi.

afwatering Harselaar Zuid

Aan de noordzijde van het gebied Harselaar Zuid ligt de Zuidelijke Spoorsloot. Verder ligt de Esvelderbeek aan de zuidzijde. Voor de bestaande afvoer wordt ervan uitgegaan dat het gebied vrijwel volledig afwatert in Zuidwestelijke richting. De bestaande waterafvoer van de Harselaar Zuid vindt dus vrijwel volledig plaats via de Esvelderbeek en nauwelijks via de Zuidelijke Spoorsloot. Ook voor de toekomstige situatie wordt uitgegaan van afwatering op de Esvelderbeek. Voor de toekomstige situatie wordt uitgegaan dat de waterafvoer in zuidoostelijke richting naar de Esvelderbeek zal worden geleid. De Noordelijke Spoorsloot kan niet worden gedempt omdat Harselaar Oost afwatert op deze sloot. De Noordelijke Spoorsloot zal dus worden afgedamd nabij de nieuw te graven waterloop die door het projectgebied loopt en worden aangesloten op de Esvelderbeek. Omdat er één peil geldt in dit gebied kan de stromingsrichting zonder problemen worden omgedraaid. Tevens wordt er effectiever gebruik gemaakt van de gronden langs het spoor en wordt een natuurlijke barrière voor de bedrijven aldaar gecreëerd.

Op de kaart in bijlage IX is een principeontwerp voor de oeverprofiel van de nieuw te graven watergang in het gebied gegeven. Het ontwerp is opgesteld op basis van het toekomstige wegpeil en de berekende grondwaterstanden. Om te voorkomen dat de watergangen een drainerende werking hebben, wordt aanbevolen om stuwen aan te leggen, waarbij de kruinhoogte gelijk is aan de grondwaterstand in de winter. Er zijn in totaal drie stuwen in het projectgebied aangeraden. De locaties van de stuwen zijn gebaseerd op bereikbaarheid en op de toekomstige maaiveldhoogte in het gebied. De locaties van de stuwen en de bijbehorende peilen zijn te zien in bijlage IX.

De vormgeving van de watergangen kan een groot effect hebben op het functioneren van het systeem. Bij de vormgeving moet rekening worden gehouden met veiligheid, stabiliteit, afvoer, ecologie en waterkwaliteit. In onderstaande tabel zijn enkele vormgevingsaspecten genoemd.

Tabel 4.8. Vormgevingseisen aan de watergangen [lit. 1]

variabele	eis
Onderwatertalud	1:3 of flauwer
Bovenwatertalud	2:3 of flauwer
Minimale waterdiepte	1 m

Langs de Esvelderbeek wordt gestreefd naar het aanleggen van waterberging (inrichtingsbeelden). Dit kan in de vorm van poelen, wadi's of tussenvormen. Het verhard oppervlak kan op deze manier afwatern op de wadi's met een overloop op de poelen. Vanuit de waterberging kan het water afvoeren op de Esvelderbeek.

4.5. Advies hemel- en afvalwaterafvoer

Voor nieuwe ontwikkelingen kunnen de functionele eisen worden aangehouden die zijn beschreven in [lit. 15]. De functionele eisen zijn als volgt geformuleerd:

- het afvalwater van te ontwikkelen industrie- en bedrijventerreinen dient volledig gescheiden van de hemelwaterafvoer te worden ingezameld en te worden getransporteerd naar het eindgemaal;
- afhankelijk van de mate van verontreiniging van afstromend hemelwater kan gekozen worden voor lozing op oppervlaktewater, directe infiltratie in de ondergrond, infiltratie met bodempassage of afvoer naar de RWZI. Deze keuze volgt uit de afkoppelbeslisbomen die zijn opgenomen in bijlage XI. De voorkeur gaat bij de gemeente naar het toepassen van een bermpassage bij HWA. Hierbij voert het water oppervlakkig af naar de berm, waarna het vervolgens wordt geloosd op het open water.

Ten aanzien van de vuilemissie is minimaal het verbeterd gescheiden stelsel of een gelijkwaardig functionerend systeem voorgeschreven. De gelijkwaardigheid is ter beoordeling van de waterbeheerder [lit. 15].

Voor bedrijventerreinen kan uitgegaan worden van een DWA afvoer van 0,5 m³/uur.ha (ten opzichte van het bruto oppervlak) gedurende 12 uur per dag [lit. 11]. In tabel 4.9 op de volgende pagina is de DWA afvoer aangegeven voor de twee deelgebieden.

Tabel 4.9. DWA afvoer

gebied	oppervlak (ha)	DWA (m ³ /uur)
De Driehoek	30	15
Harselaar Zuid	95	47,5
totaal	125	62,5

Als uitgangspunt kan worden gehanteerd dat het eindgemaal van het nieuw aan te leggen industriegebied 1,5 maal zo groot is als de DWA-afvoer. Dit om te voorkomen dat het gemaal continu aan- en afslaat. De aangeraden gemaalcapaciteit is op deze wijze ongeveer 100 m³/uur. Als alles niet wordt afgekoppeld is het noodzakelijk een pomp van ongeveer 370 m³/uur

Er kan een nieuwe persleiding en rioolgemaal aangelegd worden voor de DWA afvoer en afvoer van een eventueel aan te leggen verbeterd gescheiden stelsel. Er kan tevens worden gekeken naar een aansluiting op een pompput. Het verdient de aanbeveling een geschikte pompput te zoeken en te onderzoeken of een aansluiting hierop mogelijk is. Er zal daarbij tevens moeten worden gekeken naar de tijdelijke en definitieve situatie.

Volgens het beleid van het waterschap zijn de afkoppelen voor de daken afhankelijk van het bedrijfstype. Bedrijven met een risico op verontreinigingen dienen aangesloten te worden op een vuilwaterriool. Overige daken kunnen afgekoppeld worden waarbij dit bij voorkeur plaats dient te vinden door middel van infiltreren en anders door middel van afkoppelen op het oppervlaktewater. Wegen en industrieterreinen dienen bij voorkeur afgekoppeld te worden door middel van infiltratie in de bodem. Het verdient de voorkeur om daken en wegen tezamen af te koppelen, mits dit voor beide systemen toelaatbaar is. Er kan worden gezegd dat wanneer één van de twee oppervlakken niet afgekoppeld kan worden op het oppervlaktewater of infiltratie, dat afkoppelen van het andere oppervlak dan ook niet wordt uitgevoerd. Een alternatief is het toepassen van een verbeterd gescheiden stelsel of een hieraan gelijkwaardig systeem.

De grond in het plangebied is voldoende doorlatend voor het toepassen van afkoppelvoorzieningen. In het basisalternatief is geen ruimte voor openbare groenvoorzieningen opgenomen op het bedrijventerrein. Hiermee zijn de mogelijkheden voor bovengronds afkoppelen beperkt. Ondergronds afkoppelen heeft als nadelen dat deze voorzieningen minder goed onderhouden kunnen worden en dat er een risico is op bodemverontreiniging, door bijvoorbeeld uitspoeling van zware metalen of wegverontreinigingen. De mogelijkheden voor het toepassen van ondergrondse infiltratievoorzieningen zijn beperkt omdat de grondwaterstanden hiervoor te ondiep is. Om deze reden wordt bij het basisalternatief uitgegaan van het toepassen van een (verbeterd) gescheiden stelsel. Het (verbeterd) gescheiden stelsel kan hierbij het water lozen op de watergangen die haaks op de Esvelderbeek geprojecteerd zijn. Eventueel kan het afstromend hemelwater geborgen en gezuiverd worden in de EVZ zone langs de Esvelderbeek, door de EVZ deels in te richten als een draszone (rietmoeras).

Het verdient de voorkeur om de grondeigenaren te stimuleren om zoveel mogelijk af te koppelen en te bergen op het eigen terrein. Hierover kan de gemeente advies uitbrengen naar de grondeigenaren. Tevens zal de opzet van de voorziening moeten worden besproken met de gemeente.

Voor de uitwerking van de riolering kunnen de volgende uitgangspunten gehanteerd worden:

- minimum diameter van 250 mm (uitgangspunt gemeente);
- minimale dekking van 1,20 m (uitgangspunt gemeente);
- maximale afstand van inspectieputten van 50 – 60 m (uitgangspunt gemeente);
- afschot (leidraad riolering):
 - bij 250 mm van 1:300;
 - bij 300 mm van 1:350;
 - bij 400-600 mm van 1:500;
 - bij 700-1000 mm van 1:750.

4.6. Nazorg voor een goede waterkwaliteit

Aanbevolen wordt om in de koopcontracten van de bedrijven vast te leggen dat het niet toegestaan is om uitlozend dakmateriaal toe te passen. Verder dienen oppervlakken met een groter risico op verontreinigingen niet afgekoppeld te worden en dienen (calamiteiten)voorzieningen als olie / slib / zandafscheider of automatische afsluiters toegepast te worden. De beslisboom van het waterschap geeft uitsluitsel over de noodzaak van aanvullende voorzieningen.

Bij de zonering van de bedrijven kan rekening gehouden worden met de beslisboom afkoppelen. In bijlage XI is de beslisboom opgenomen. Door het toepassen van overkappingen bij deze locaties ontstaan wel mogelijkheden voor afkoppelen, hetgeen verwoord kan worden in verkoopfolders.

4.7. Monitoringsplan grondwater

De uitwerking van de hoofdlijnen van het watersysteem is onder andere gebaseerd op de modelberekeningen van het grondwater. Aanbevolen wordt om de grondwaterstanden in het plangebied te monitoren, zodat de resultaten van het model gecontroleerd kunnen worden en eventuele bijstelling plaats kan vinden. Daarom is een monitoringsplan uitgewerkt. Voor een snelle indruk kunnen de GLG

en GHG afgeleid worden uit boorprofielen. Voor een nauwkeurig inzicht wordt het onderstaande voorgesteld.

Tabel 4.10. Voorstel peilbuizen grondwater

peilbuis	doel
1. fase 1, Noord	inzicht in ontwatering
2. fase 1, Zuid	inzicht in (fluctuaties) toekomstig waterpeil
	inzicht in ontwatering
3. fase 2, Noord	inzicht in ontwatering
4. fase 2, Zuid	inzicht in (fluctuaties) toekomstig waterpeil
	inzicht in ontwatering
5. De Driehoek, Oost	inzicht in ontwatering
6. De Driehoek, West	inzicht in (fluctuaties) toekomstig waterpeil
	inzicht in ontwatering

Voorgesteld wordt om op 6 locaties peilbuizen aan te brengen, waarbij de grondwaterstand 2 keer per maand bepaald wordt. Op de kaart in bijlage X zijn de voorgestelde meetpunten weergegeven.

4.8. Kruisingen van kabels en leidingen

Door de gekozen hogere peilen in het noordoosten van Harselaar Zuid, is het goed mogelijk om het drainage- en rioolwater onder vrij verval af te voeren in zuidwestelijke richting. Door aanleg van poelen in het zuiden kunnen kabels en leidingen aangelegd worden zonder kruisingen van watergangen. Door de gekozen hogere peilen in het oosten van De Driehoek, is het goed mogelijk om het drainage- en rioolwater onder vrij verval af te voeren in westelijke richting. Over de kruisingen van de watergangen met kabels en leidingen in de Driehoek kunnen op dit moment geen concrete uitspraken gedaan

4.9. Vergunningen

Bij het vervolg van de projectontwikkeling dient rekening gehouden te worden met de vergunningaanvraag van de Lozingsvergunning WVO, de Keurvergunning en de Bouwstoffenbesluit waterbodems. In tabel 4.11 worden de achtergronden en aanvraagtermijnen aangegeven.

Tabel 4.11. Vergunningen

vergunning	achtergrond en termijn
lozing-vergunning WVO	In de WVO is het verbod opgenomen om zonder vergunning afvalstoffen, verontreinigende of schadelijke stoffen in oppervlaktewater te brengen. Een dergelijk verbod geldt ook voor bepaalde, bij AMvB aangewezen categorieën van bedrijven, die op de riolering lozen. In de lozingsvergunning worden voorschriften ter bescherming van de doelmatige werking van de RWZI en het ontvangende oppervlaktewater opgenomen. Voordat een lozingsvergunning kan worden verleend zal daarvoor een procedure ingevolge de Wet milieubeheer moeten worden gevolgd. De aanvraag dient 6 maanden voor de geplande aanvang van de lozing te worden ingediend. Het waterschap moet binnen 6 maanden besluiten op de aanvraag.
keurvergunning	De keur is een door het waterschapsbestuur vastgestelde verordening waar ge- doogplichten, geboden en verboden in staan. Deze regels gelden voor toestanden en handelingen op en vlakbij waterkeringen, watergangen en kunstwerken zoals duikers. De termijn waarop een vergunning verleend kan worden is 8 weken. Ook voor het dempen van sloten is een keurvergunning nodig.
bouwstoffenbesluit	Het bouwstoffenbesluit stelt regels aan het gebruik van steenachtige bouwstoffen (zoals grond en beton) in werken op of in de bodem of oppervlaktewateren. Voordat bouwstoffen worden toegepast, dient de eigenaar of gebruiker het bevoegd gezag hiervan op de hoogte te brengen door middel van een melding. Hiervoor dient een meldingsformulier bouwstoffen / keur te worden ingevuld. Dit meldingsformulier kan bij het bevoegd gezag worden opgevraagd. Waterschap Vallei & Eem is bevoegd

vergunning	achtergrond en termijn
	gezag voor de toepassing van bouwstoffen in watergangen. Bij slootdempingen gaat het bevoegd gezag echter over van waterschap naar gemeente. Bij toepassing in oppervlaktewater dient uiterlijk twee dagen voor toepassing van de bouwstoffen de melding te worden ingediend. Bij toepassing van categorie 2 bouwstoffen is een WVO-vergunning benodigd.

4.10. Duurzaamheid

Op diverse wijzen wordt bij de projectontwikkeling voorkomen dat er afgewenteld wordt op de omgeving. Door grondwaterneutraal te bouwen worden negatieve effecten op de omgeving zoals verdroging voorkomen. Door het toepassen van voldoende waterberging en debietregulerende kunstwerken wordt voorkomen dat er piekafvoeren plaatsvinden. Door een ecologische inrichting van de watergangen wordt een robuust watersysteem verkregen.

Verdere invulling aan duurzaam waterbeheer kan gegeven worden door:

- het zichtbaar houden van de waterstromen. Op perceelsniveau kan gekozen worden voor het oppervlakkig afvoeren van het hemelwater middels goten. Hiervoor is een verhang van min. 1:300 nodig;
- het toepassen van vegetatiedaken, waardoor de waterafvoer vertraagd wordt. Door het toepassen van vegetatiedaken kan de afvoer van neerslag tot 30 % van de gebruikelijke hoeveelheid worden teruggebracht;
- niet toepassen van uitlozend straatmeubilair dakmateriaal et cetera;
- het toepassen van natuurvriendelijke onderhoudsmethoden (geen chemische onkruidbestrijding).
- als er (parkeer)kelders worden toegepast, dienen deze tot op maaiveld waterdicht te zijn.

4.11. Brandweer

Doordat in het gebied niet een garantie voor (voldoende) water gegeven kan worden, kan worden gekeken naar alternatieven voor water. De voorkeur van de gemeente gaat hierbij uit naar het slaan van "tapbronnen", waarbij het water wordt onttrokken aan het tweede watervoerende pakket.

5. CONCLUSIES

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van alle conclusies van het waterstructuurplan.

waterberging

Voor Harselaar Zuid is een bergingstekort van ongeveer 3,30 ha (ongeveer 48000 m³) aanwezig. Het is mogelijk een deel van dit bergingstekort op te vangen in de groenzone die langs de Esvelderbeek is gesitueerd en voor de rest een waterbergingsgebied aan te wijzen. Het gebied Het Wencop zou hiervoor een geschikte locatie zijn. Tevens is het hier mogelijk een deel van het bergingstekort van Harselaar Oost op te vangen.

peilenadvies

Het advies voor de toekomstige weg- en vloerpeilen is gebaseerd op de berekende grondwaterstanden, maaiveldhoogte en geografische inrichting van het gebied. In tabel 5.1 is een overzicht gegeven van de toekomstige peilen in de deelgebieden die in afbeelding 4.2 zijn te zien.

Tabel 5.1. Overzicht peilen

	I	II	III	IV	V	VI
toekomstig wegpeil (m NAP)	+13,60	+13,00	+14,40	+13,40	+13,80	+15,00
toekomstig vloerpeil (m NAP)	+13,80	+13,20	+14,60	+13,60	+14,00	+15,20

hoofdstructuur

Het water zal vanuit de Driehoek worden geleid naar het deelgebied Harselaar Zuid, waarna het zal afwateren op de Esvelderbeek. In de zuidelijke bermstrook van de A1 kan aanvullende waterberging plaatsvinden door de aanleg van een wadi.

Het water van Harselaar Zuid wordt in zuidoostelijke richting naar de Esvelderbeek worden geleid. De Noordelijke Spoorsloot kan niet worden gedempt omdat Harselaar Oost afwatert op deze sloot. De Noordelijke Spoorsloot zal dus worden afgedamd nabij de nieuw te graven waterloop die door het projectgebied loopt en worden aangesloten op de Esvelderbeek. Omdat er één peil geldt in dit gebied kan de stromingsrichting zonder problemen worden omgedraaid. Tevens wordt er effectiever gebruik gemaakt van de gronden langs het spoor en wordt een natuurlijke barrière voor de bedrijven aldaar gecreëerd.

afvoer hemelwater en riolering

Ten aanzien van de vuilemissie is minimaal het verbeterd gescheiden stelsel of een gelijkwaardig functionerend systeem voorgeschreven. Er kan een nieuwe persleiding en rioolgemaal aangelegd worden voor de DWA afvoer en afvoer van een eventueel aan te leggen verbeterd gescheiden stelsel. Er kan tevens worden gekeken naar een aansluiting op een pompput. Het verdient de aanbeveling een geschikte pompput te zoeken en te onderzoeken of een aansluiting hierop mogelijk is. Er zal daarbij tevens moeten worden gekeken naar de tijdelijke en definitieve situatie.

In het basisalternatief is geen ruimte voor openbare groenvoorzieningen opgenomen op het bedrijventerrein. Hiermee zijn de mogelijkheden voor bovengronds afkoppelen beperkt. Ondergronds afkoppelen heeft als nadeel dat deze voorzieningen minder goed onderhouden kunnen worden. Tevens is er bij dit alternatief een risico op verontreinigingen. De mogelijkheden voor het toepassen van ondergrondse infiltratievoorzieningen zijn beperkt omdat de grondwaterstanden hiervoor te ondiep is. Om deze reden wordt bij het basisalternatief uitgegaan van het toepassen van een (verbeterd) gescheiden stelsel. Het (verbeterd) gescheiden stelsel kan hierbij het water lozen op de watergangen die haaks op de Esvelderbeek geprojecteerd zijn. Eventueel kan het afstromend hemelwater geborgen en gezuiverd worden in de EVZ zone langs de Esvelderbeek, door de EVZ deels in te richten als een draszone (rietmoeras).

Het eindgemaal van het nieuw aan te leggen industriegebied 1,5 maal zo groot is als de DWA-afvoer, ongeveer 100 m³/uur. Als alles niet wordt afgekoppeld is het noodzakelijk een RWA -pomp van ongeveer 370 m³/uur.

6. LITERATUURLIJST

1. Normering en uitgangspunten voor stedelijk gebied, waterschap Vallei & Eem, 2005.
2. Afkoppelboom, waterschap Vallei & Eem, 'internetversie' 20 juli 2004.
3. Startnotitie Opstellen waterstructuur plan Harselaar Zuid, Snaterse civiele techniek en management, 2004.
4. MER Harselaar-Zuid, Grontmij, 2004.
5. Brief MER Harselaar Zuid / Ecologische verbindingszone Esvelderbeek, waterschap Vallei & Eem, 23 april 2003.
6. Masterplan riolering gemeente Barneveld, Ingenieursbureau MABEG BV.
7. Verkennend bodemonderzoek plan 'Harselaar Zuid' te Barneveld, Vink Milieutechnisch Adviesbureau, 2003.
8. Afweging doelmatige bodembeschermende bodemvoorzieningen, Grontmij, 2002.
9. Balansstudie Esvelder- en Hoevelakense beek, Arcadis 2004.
10. Concept Stedenbouwkundig ontwerp Harselaar-zuid, Bügelhajema, 2004.
11. Waterstuctuurplan Harselaar Zuid, Witteveen+Bos, november 2004
12. Milieueffectrapport ontwikkeling bedrijventerrein Harselaar-Zuid en de Driehoek concept, Witteveen+Bos, mei 2008.
13. Inrichtingsbeelden 2015, poster Waterschap Vallei en Eem, 2008.
14. Nota KRW Vallei & Eem, Waterschap Vallei en Eem, 2008.
15. Overstorten deel 2: Eenduidige basisinspanning, CIW, 2001.
16. Waterberging in de stad, Waterschap Vallei en Een, 2004.
17. Water in Barneveld Noord, DHV, augustus 2004

BIJLAGE I Overzichtskaart Harselaar Zuid

BIJLAGE II Hoogtekaart

BIJLAGE III Oppervlaktewateren en peilbuizen

BIJLAGE IV Boorlocaties doorlatendheidsmetingen

BIJLAGE V Bergingsberekening Harselaar Zuid

BIJLAGE VI Overzichtskaart Harselaar Oost

BIJLAGE VII Bergingsberekening Harselaar Oost

BIJLAGE VIII Isohypsenaarten

BIJLAGE IX Principeontwerp oevers

BIJLAGE X Voorstel peilbuizen grondwateronderzoek

BIJLAGE XI Beslisbomen afkoppelen