

Het Klooster

Van de dieren die in het plangebied Het Klooster voorkomen staan de volgende op de Nederlandse Rode Lijst en/of Europese Lijsten.

Tabel 1: Diersoorten in nationale en internationale regelingen

Soort	Rode Lijst	Conventie van Bern ¹	Vogel-richtlijn	Habitat-Richtlijn
Patrijs	3	3	-	
Grutto	4	3	-	
Tureluur	4	3	-	
Steenuil	3	2	-	
Groene specht	3	2	-	
Dwergvleermuis		3		4
Laatvlieger		2		4
Meervleermuis	Ja	2		2,4
Rosse vleermuis		2		4
Watervleermuis		2		4

¹ Alleen de soorten genoemd in het Verdrag van Bern die tevens op andere lijsten voorkomen zijn hier opgenomen.

Rode Lijst

De Nederlandse Rode Lijsten van bedreigde en kwetsbare plant- en diersoorten zijn officiële publicaties van het Ministerie van LNV. De lijsten zijn opgesteld om de status van de verschillende soortengroepen te monitoren, te communiceren. De Rode Lijsten hebben geen directe juridische betekenis, maar zijn bedoeld als input voor het nationale en provinciale beleid.

Toelichting gebruikte codering

- 0 verdwenen
- 1 ernstig bedreigd
- 2 bedreigd
- 3 kwetsbaar
- 4 gevoelig

Verdrag van Bern

De werking van het Verdrag van Bern heeft voornamelijk betrekking op de bescherming van soorten planten en dieren en hun natuurlijke leefmilieu. Bijzondere aandacht wordt besteed aan die soorten die met uitsterven worden bedreigd. Dit betekent o.a. dat overheden beleid en wet- en regelgeving moeten opstellen.

Bij (de beoordeling van) ruimtelijke plannen moet rekening gehouden worden met de bescherming van de habitats van zeer bedreigde diersoorten van bijlage II en de

bedreigde soorten van bijlage III waarvoor de overheid specifiek beschermingsbeleid heeft ontwikkeld⁷⁹. Omdat de lijsten van Bern ook veel algemeen voorkomende soorten bevatten, kan bij de beoordeling ook het voorkomen op andere beschermingslijsten als indicatie van de kwetsbaarheid van een soort meegenomen.

Toelichting gebruikte codering

- 2 Opgenomen in bijlage II van de Conventie van Bern, de uitgebreide lijst van streng beschermde (circa 600) diersoorten.
- 3 De soort is opgenomen in bijlage III van de Conventie van Bern, met beschermde diersoorten. Deze nog uitgebreidere lijst bevat soorten die niet in bijlage II zijn genoemd.

Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn

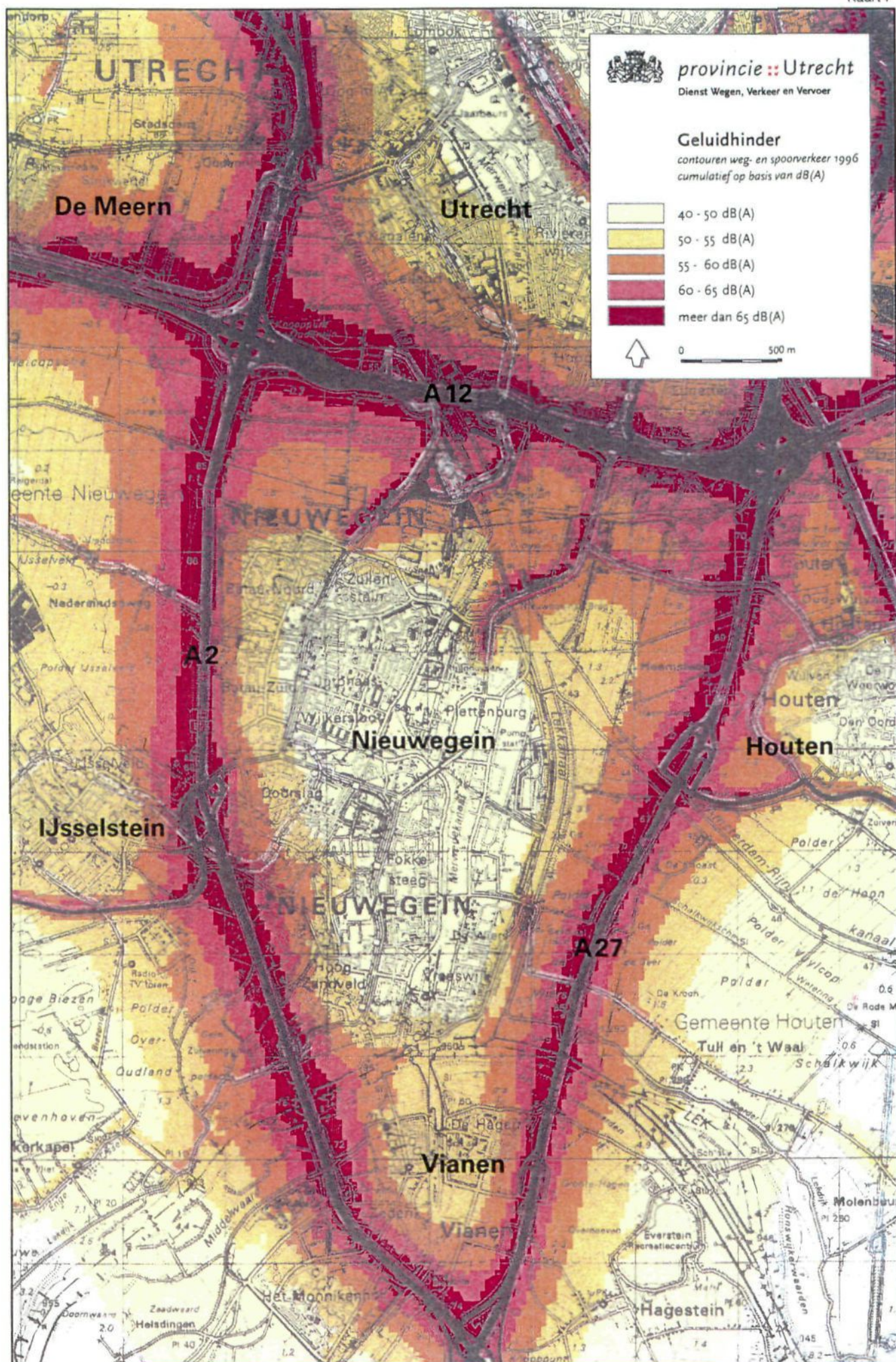
De Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn zijn mede bedoeld ter uitvoering van het Verdrag van Bern en vooral hieronder wordt de bescherming van gebieden (SBZ's) geregeld. De Vogelrichtlijn en de Habitatrichtlijn eisen van Nederland naast het aanwijzen van speciale beschermingsgebieden de bescherming van specifieke soorten. Deze soorten moeten ook buiten deze SBZ's beschermd worden. Ruimtelijke ontwikkelingen moeten hier rekening mee houden.

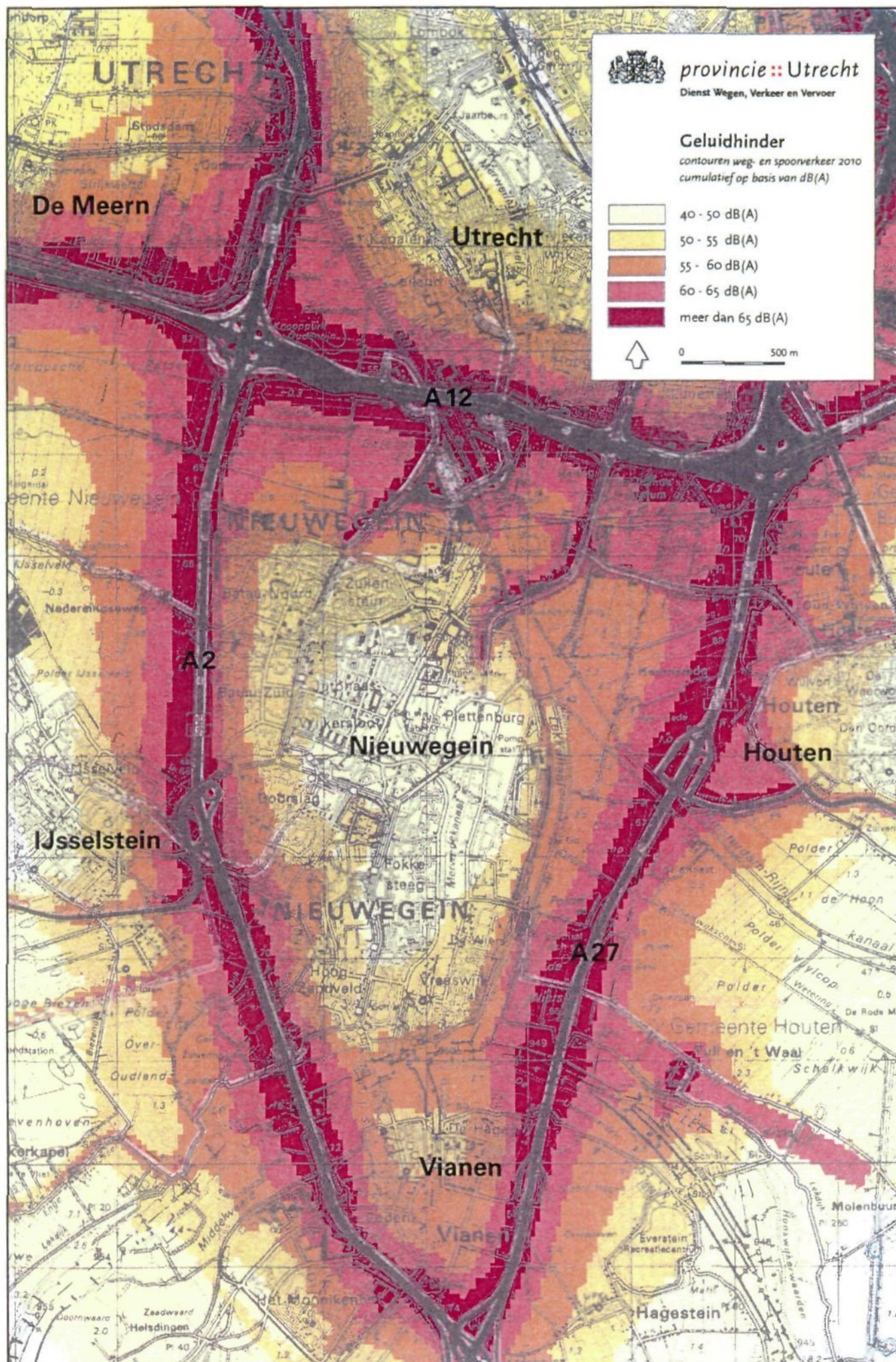
Toelichting gebruikte codering

- 2 Soort is opgenomen in bijlage II van de Habitatrichtlijn. Strikte bescherming door middel van aanwijzing van beschermde leefgebieden (SBZ's).
- 3 De soort is opgenomen in bijlage IV van de Habitatrichtlijn. Strikte bescherming van het leefgebied (habitat) is vereist.

⁷⁹ Naast de Natuurbeschermingswet, Vogelwet en toekomstige Flora- en Faunawet zijn er op rijksniveau soorten-beschermingsplannen opgesteld, waar de gebiedsgerichte aanpak niet voldoende is. De uit deze plannen voortkomende beheers- en inrichtingsactiviteiten worden veelal op provinciaal niveau opgepakt.

BIJLAGE 2. MILIEUASPECTEN INFRASTRUCTUUR





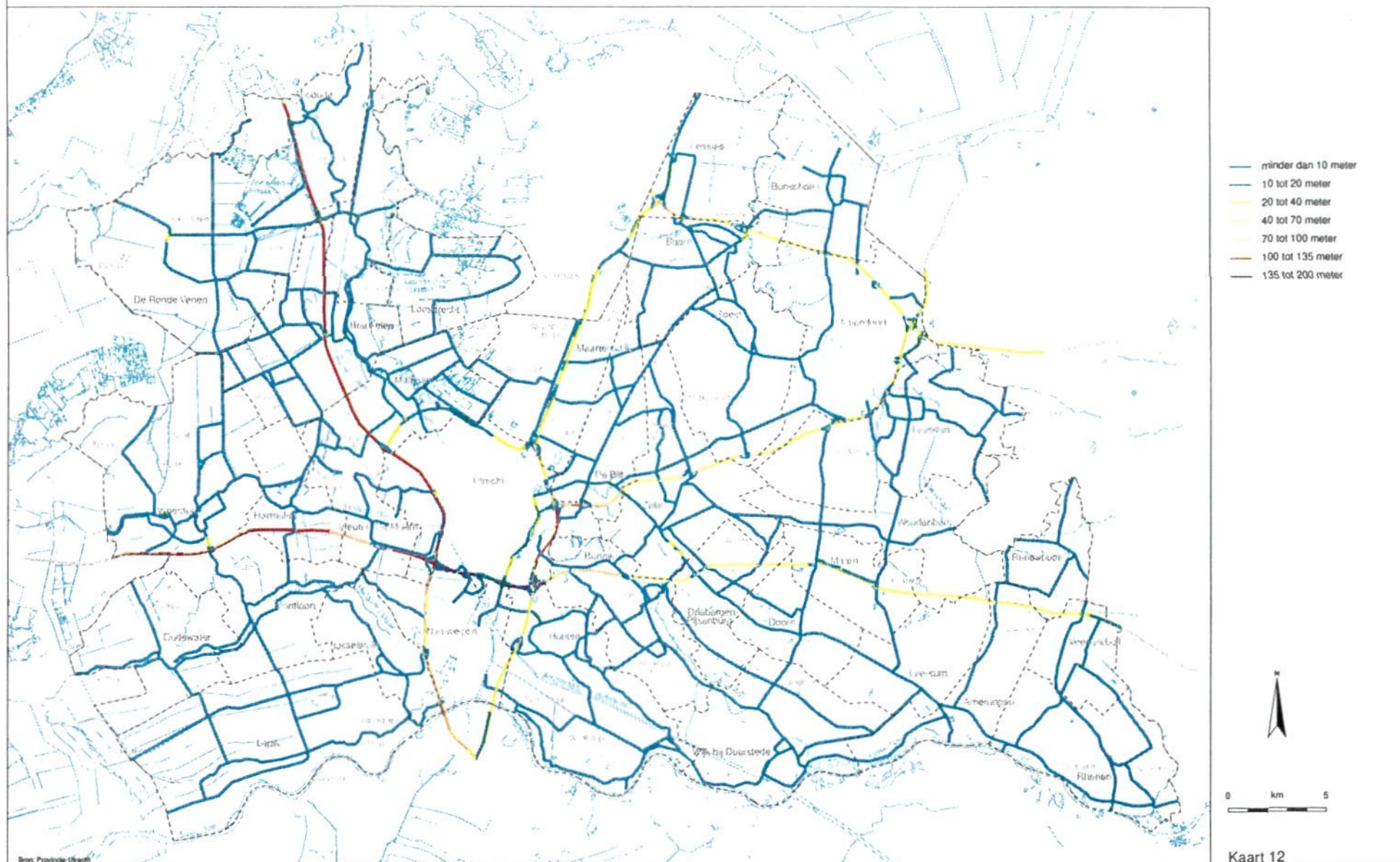
Luchtverontreiniging

Lokale verontreiniging langs wegen

Afstanden waarbinnen overschrijding van de NO₂-grenswaarde plaatsvindt, 1996

provincie Utrecht

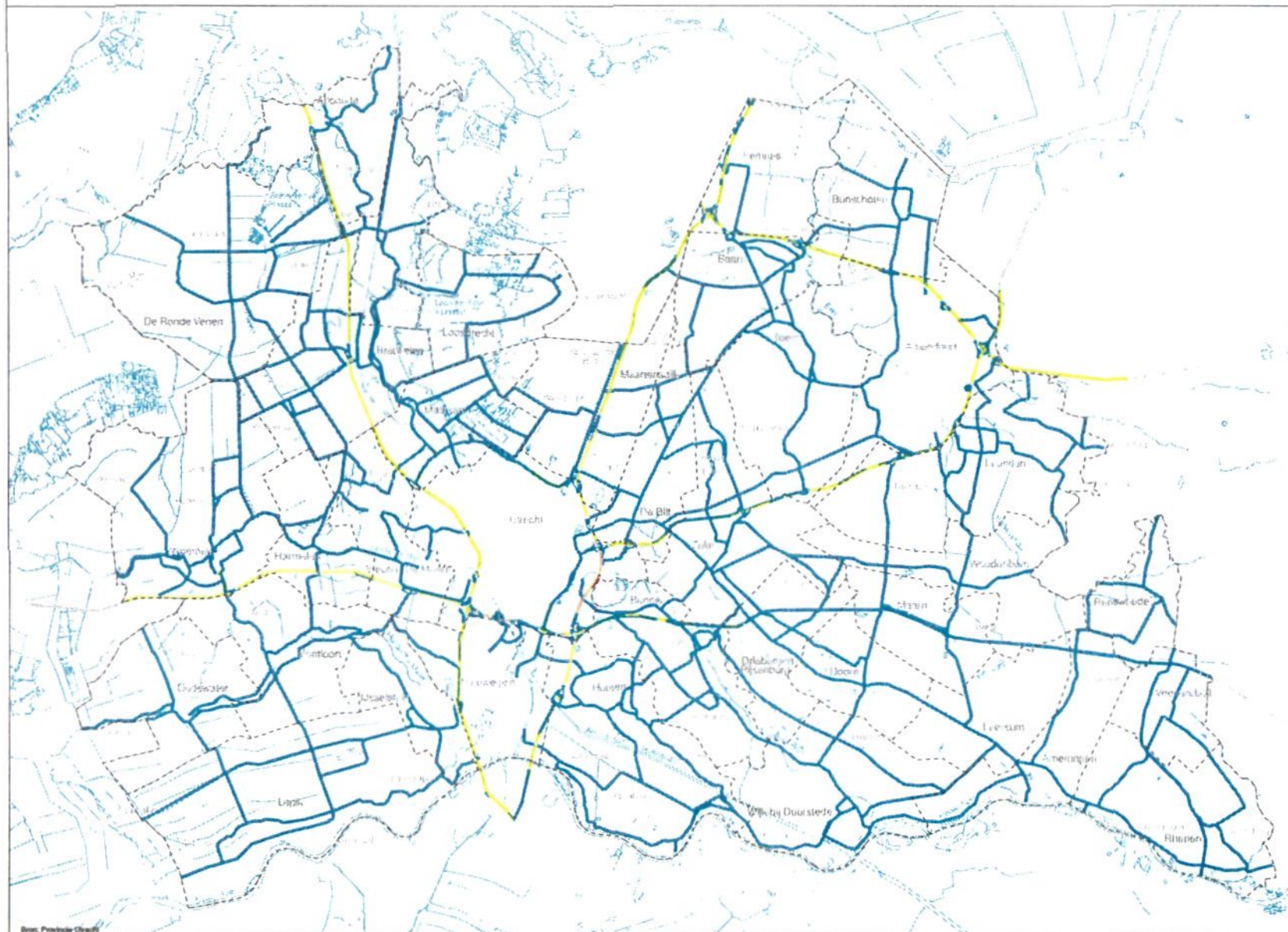
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Wet van 1996



Luchtverontreiniging

Lokale verontreiniging langs wegen

Afstanden waarbinnen overschrijding van de NO₂-grenswaarde plaatsvindt, 2010



- minder dan 10 meter
- 10 tot 20 meter
- 20 tot 40 meter
- 40 tot 70 meter
- 70 tot 100 meter
- 100 tot 135 meter
- 135 tot 200 meter

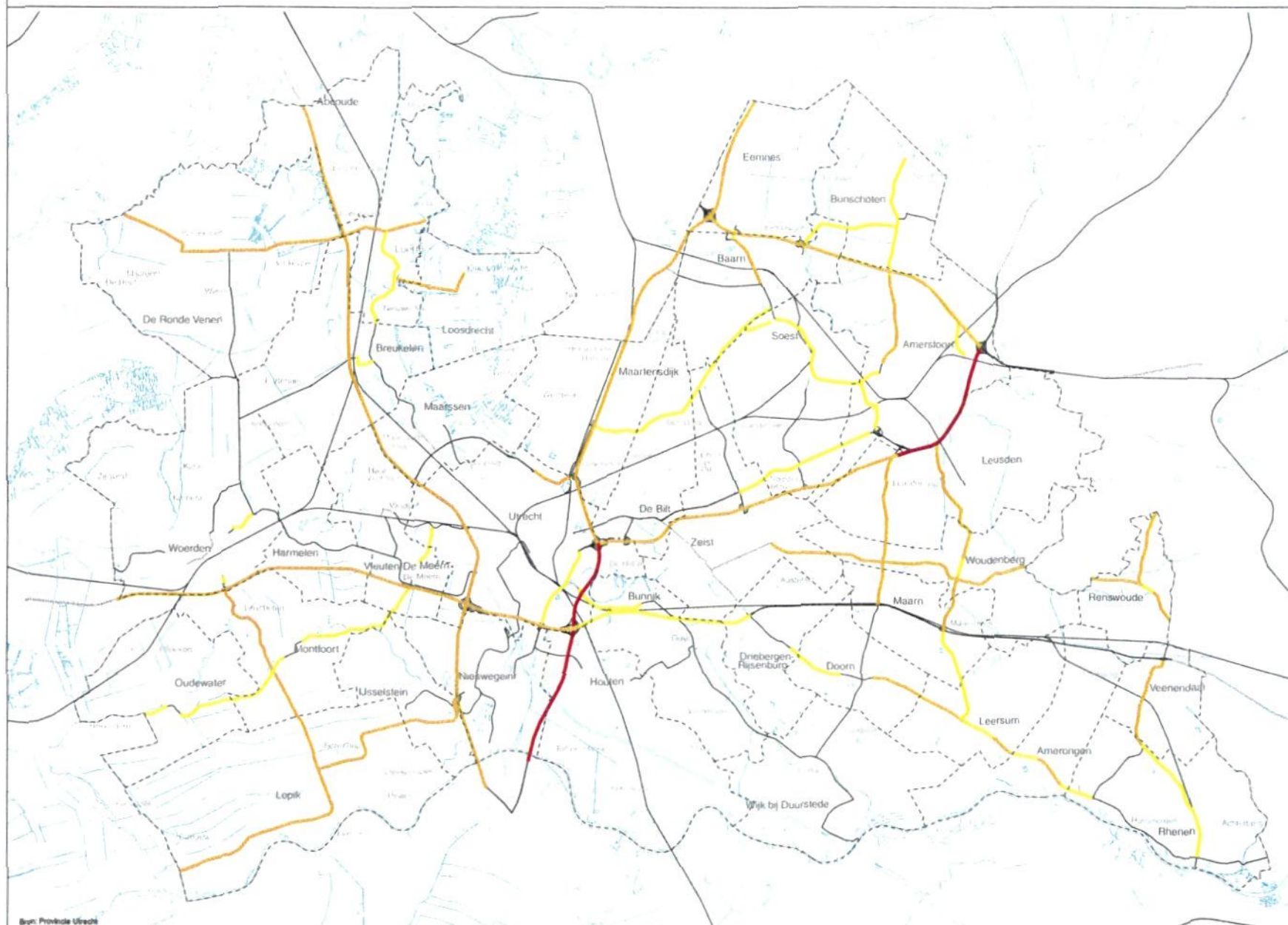


0 km 5

Kaart 13

Externe veiligheid

Contouren individueel risico langs verkeerswegen 1991/1994



Kans op een gebeurtenis
met dodelijk slachtoffer
1 maal per ... jaar:

- 10 à 100 miljoen
- 1 à 10 miljoen
- tot 1 miljoen



0 km 5

Externe veiligheid

Groepsrisico langs verkeerswegen 1991/1994



Overschrijding oef'nterende waarde (o.w.)

- risico 0,1 tot 0,3 maal o.w.
- risico 0,3 tot 1 maal o.w.
- risico 1 tot 3 maal o.w.
- risico 3 tot 10 maal o.w.
- risico meer dan 10 maal o.w.



0 km 5

Kaart 21

Externe veiligheid

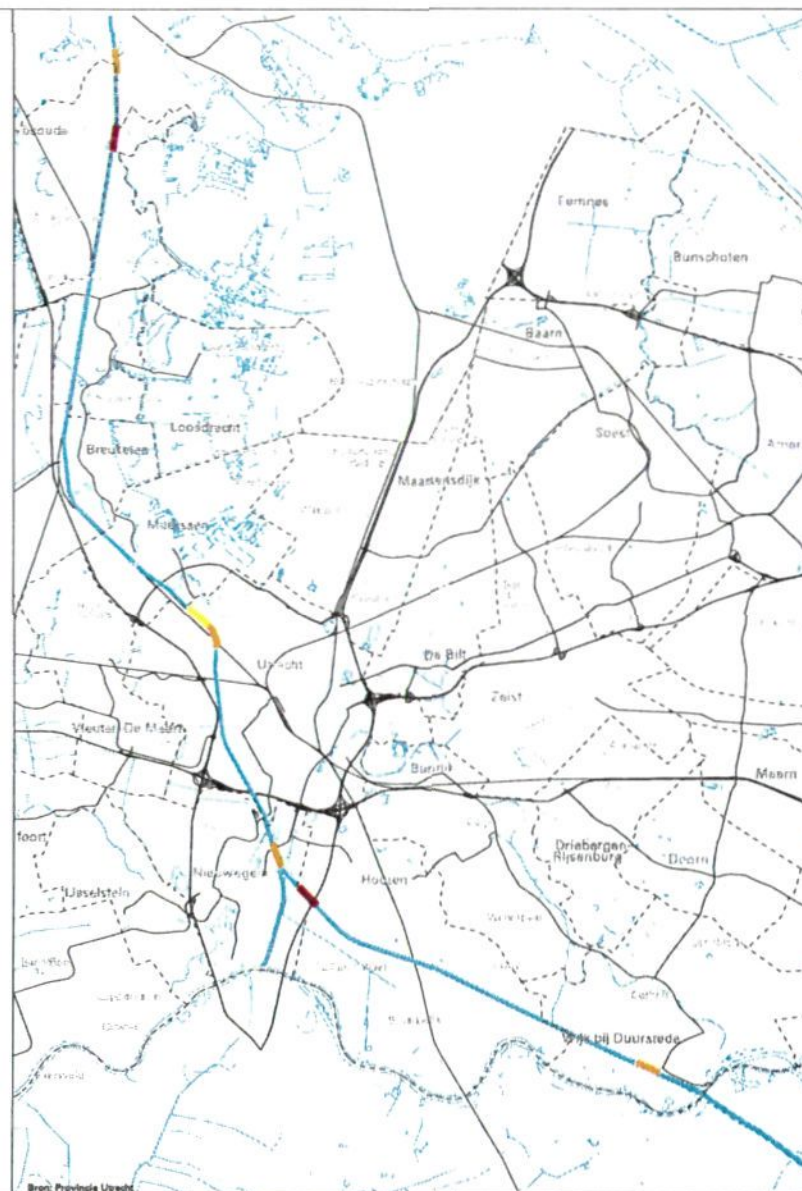
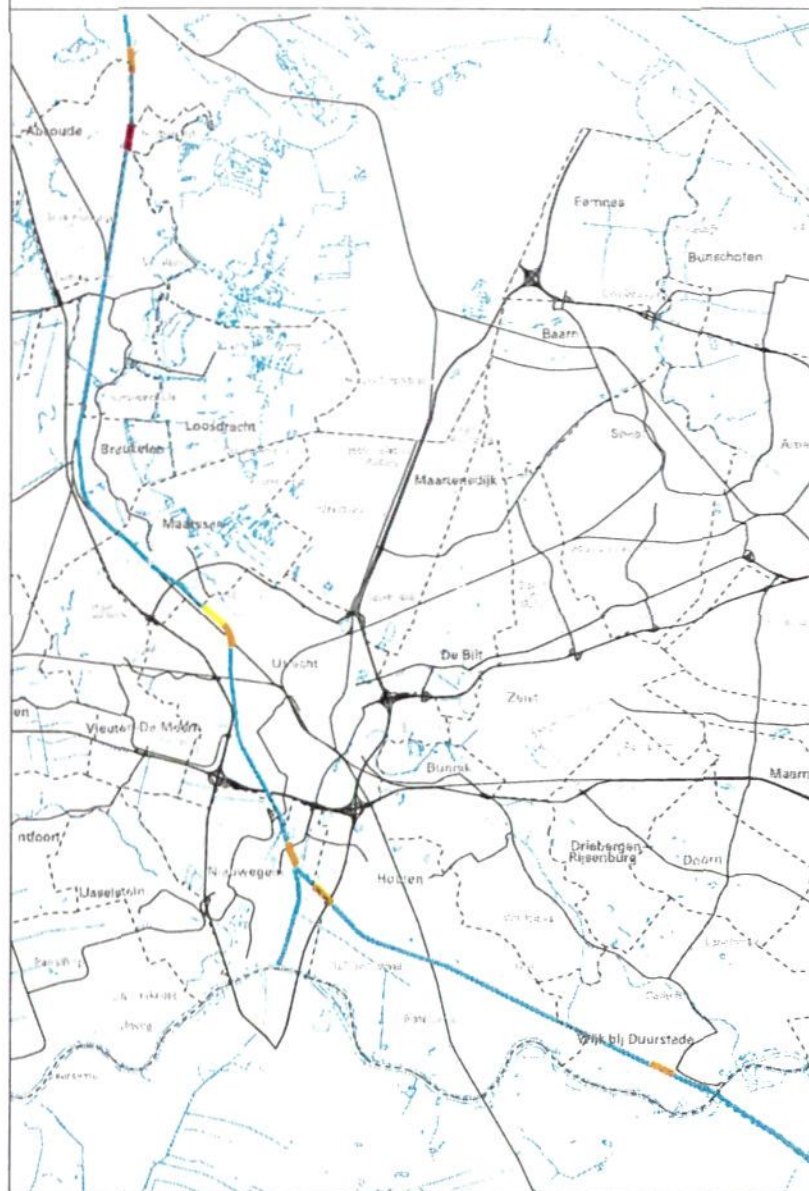
Individueel risico langs het Amsterdam-Rijnkanaal

1996

2010

provincie Utrecht

Ministerie van Infrastructuur en Milieu
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Rijkswaterstaat



Kans op een gebeurtenis
met dodelijk slachtoffer

1 maal per ... jaar:

- 10 * 100 miljoen
- 1 * 10 miljoen
- tot 1 miljoen



0 km 5

Kaart 24

Externe veiligheid

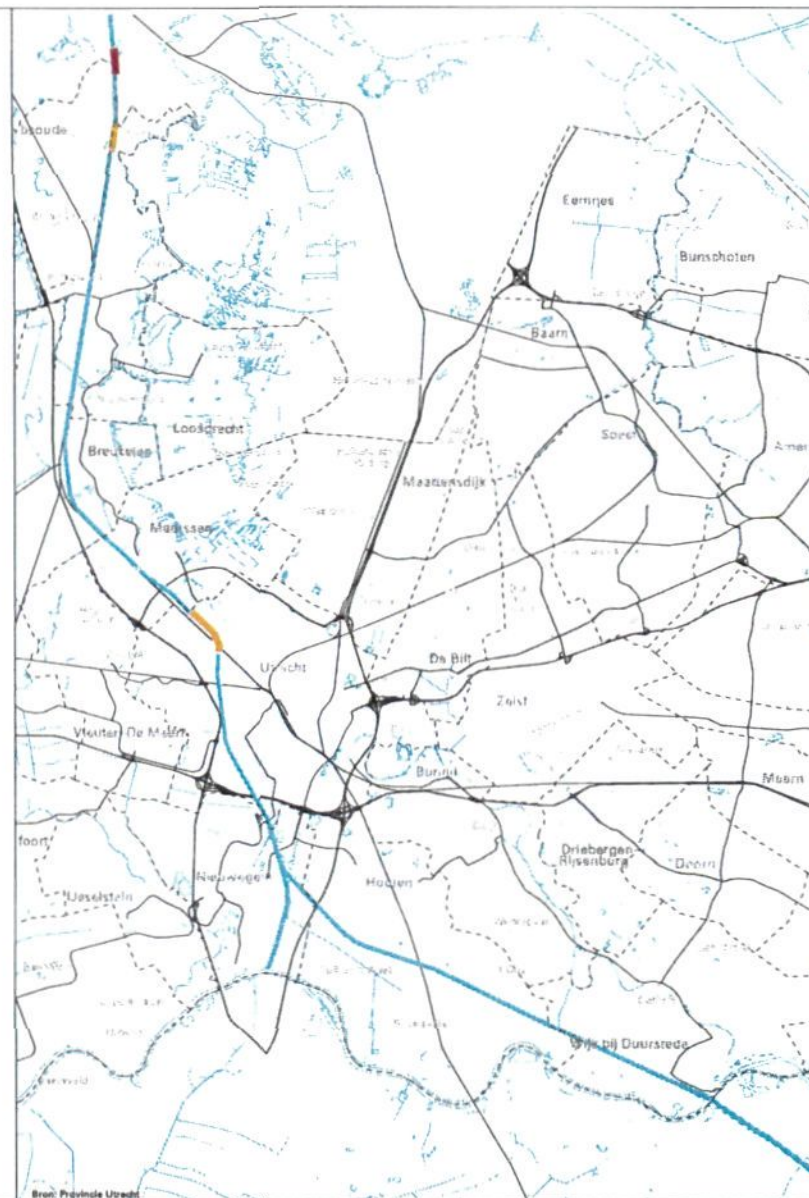
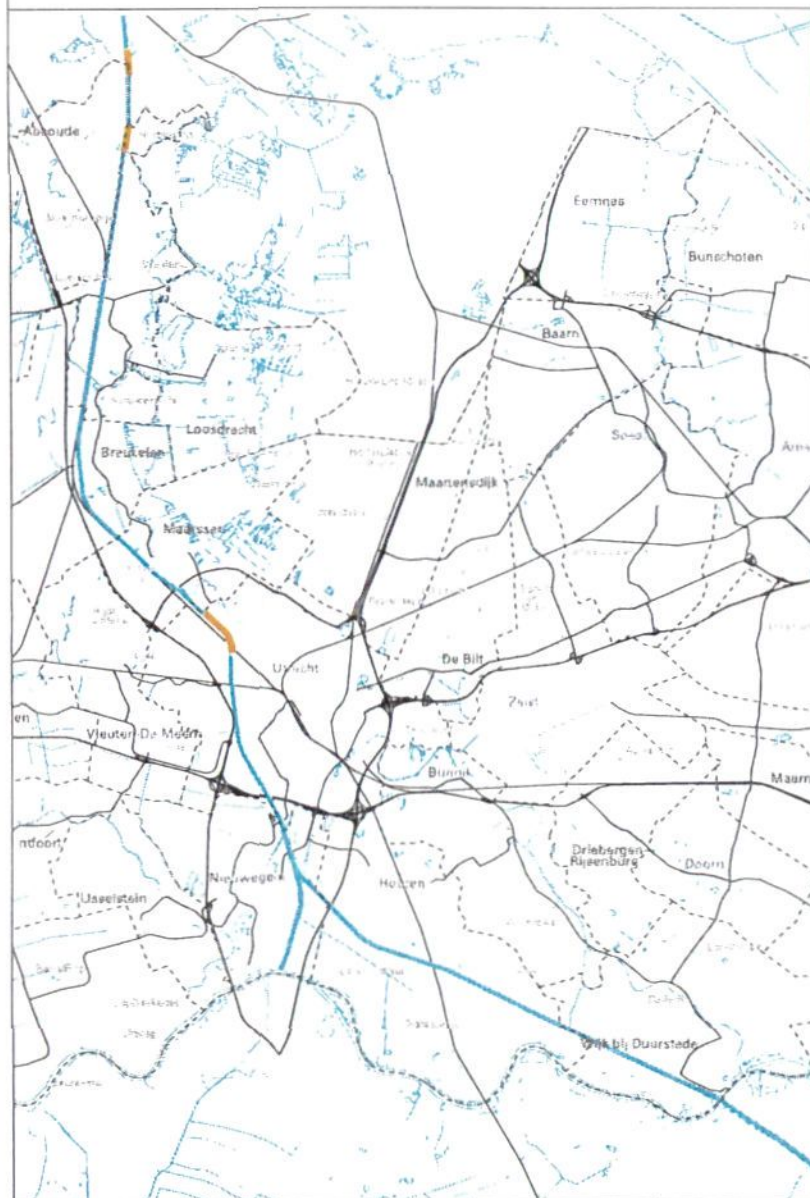
Groepsrisico langs het Amsterdam-Rijnkanaal

1996

2010

provincie Utrecht

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat



Kaart 25

BIJLAGE 3. PROGNOSE ENERGIEGEBRUIK

BIJLAGE A. RAMING ENERGIEVRAAG

Raming Energievraag Bedrijvenpark 'Het Klooster'

Deelgebieden		1	2	3	4	5	6	Totaal
		Natte zone	Productie	Transport	Entrée	Gemengd	Weteringzone	
Netto oppervlak	{ha}	17.3	16.7	33.2	6.2	12.8	0.9	87.1
Aantal bedrijven		7	33	27	10	13	4	94
Kavelgrootte	{ha}	2.5	0.5	1.2	0.6	1.0	0.2	0.9
Gedeelte bebouwd		14%	43%	50%	57%	72%	50%	
Warmtevraag	[GJ]	2.043	140.042	39.861	28.592	22.301	1.093	233.932
	{mln m ³ }	0.1	4.4	1.3	0.9	0.7	0.0	7.4
		0.9%	60%	17%	12%	9.5%	0.5%	100%
Koudevraag	[GJ]	0	24	39.727	9.120	61	3	48.935
Elektriciteitsvraag	[GJ]	34.340	48.091	18.944	13.665	14.020	687	129.746
	{mln kWh}	9.5	13.4	5.3	3.8	3.9	0.2	36.0
Energiedichtheid (index, gemiddelde = 100)								
Totaal		65	233	55	163	64	45	110
Warmte		4	312	45	172	65	45	100



BIJLAGE 4. WATERHUISHOUDING EN EFFECTEN

2. BESCHRIJVING HUIDIGE SITUATIE

In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van het plangebied, de waterhuishouding, de gehydrologie en de beplanting in de huidige situatie van het plangebied.

2.1. Gebiedsbeschrijving plangebied

De locatie "Het Klooster" ligt aan de oostzijde van het bebouwde gebied van Nieuwegein. Het plangebied "Het Klooster" wordt ingesloten door de Achterweg aan zuidzijde, het Lekkanaal aan westzijde, het Amsterdam-Rijnkanaal aan noordzijde en de A27 aan de oostzijde. Het plangebied bestaat uit een oppervlakte van 155 hectare, waarvan circa 125 hectare wordt ontwikkeld tot bedrijventerrein.

Het plangebied wordt gekenmerkt door een geïsoleerde ligging ten opzichte van de omgeving, die is ontstaan door de aanleg van het Lekkanaal, het Amsterdam-Rijnkanaal en de A27. In de loop van de tijd is het een gebied op zichzelf geworden, doordat functionele en visuele relaties met de omgeving zijn verdwenen.

2.2. Waterhuishouding

Het plangebied "Het Klooster" wordt omgeven door water, aan de noordzijde is dit het Amsterdam-Rijnkanaal en aan de westzijde het Lekkanaal. Midden in het plangebied loopt in west-oost richting de Schalkwijkse Wetering.

Het peil in het Amsterdam-Rijnkanaal bedraagt onder normale omstandigheden NAP-0.40 m, echter in natte perioden is het waterpeil regelmatig hoger (mondelinge mededeling hoogheemraadschap). In tabel 2.1 zijn de waterlopen met bijbehorende huidige waterpeilen aangegeven.

2.2.1. Aanvoer

Het peil van de Schalkwijkse Wetering en de waterloop langs het Lekkanaal wordt in stand gehouden door een inlaatgemaal ter hoogte van de Schalkwijkse Wetering. Vanuit het Lekkanaal wordt met het inlaatgemaal water ingelaten in de Schalkwijkse Wetering, van waaruit water naar de verschillende peilgebieden wordt doorgevoerd.

2.2.2. Afvoer

De afwatering van overtollig water in het gebied vindt plaats op het Amsterdam-Rijnkanaal door het gemaal Vuilcop-west. De waterafvoer naar het gemaal vindt plaats via de watergang langs de A27, waar het huidige zomerpeil NAP-0,50 m en het winterpeil NAP-0,80 m bedraagt. De Schalkwijkse Wetering met een peil van NAP+0,45 m watert via een stuw af op de watergang langs de A27. De polderpeilen variëren voor de verschillende delen van het plangebied. Een tekening met de huidige polderpeilen is opgenomen in bijlage I. Het gebied ten zuiden van de Schalkwijkse wetering heeft een zomerpeil van NAP-0,50 m en een winterpeil van NAP-0,80 m. De afvoer van dit gebied vindt plaats via sloten langs de A27. Het grootste deel van het gebied ten noorden van de Schalkwijkse Wetering heeft een zomerpeil van NAP-0,30 m en een winterpeil van NAP-0,60 m. De afvoer van dit gebied vindt eveneens plaats via een watergang langs de A27. Het noordoostelijk gedeelte van het huidige gebied heeft het peil van de Schalkwijkse Wetering (NAP +0,45/0,25m), waarbinnen twee aparte gebieden liggen met een peil van NAP-0,30/0,60 m. Een korte samenvatting van de huidige polderpeilen is weergegeven in tabel 2.1.

Tabel 2.1 Waterpeilen en polderpeilen

Waterloop	Peil (m + NAP)	
	1	-0,4 (regelmatig hoger)
	3	
Lekkanaal		-0,4 (regelmatig hoger)
Schalkw. wetering en waterloop		+0,45/+0,25
Vak*	Zomerpeil(m+NAP)	Winterpeil (m+NAP)
I	-0,5	-0,8
II	-0,5	-0,8
III	-0,3	-0,6
IV	+0,45	+0,25
V	-0,3	-0,6
VI	+0,45	+0,25
Bebouwing	-0,3	-0,6

* ligging van de vakken is weergegeven op de kaart in bijlage I.

2.3. Geohydrologische situatie

Het grondwater in het plangebied maakt regionaal gezien onderdeel uit van het Utrechtse heuvelrug systeem. De Utrechtse heuvelrug vormt het infiltratiegebied in dit systeem. Het water stroomt van de Utrechtse heuvelrug naar de omliggende lager gelegen gebieden. Het regionale stromingsbeeld van het grondwater wordt in hoge mate beïnvloed door de drainerende werking van het Amsterdam-Rijnkanaal.

Het plangebied heeft waterhuishoudkundig gezien een vrij geïsoleerde ligging en wordt ingesloten door de waterlopen Amsterdam-Rijnkanaal aan noordzijde, Lekkanaal aan westzijde en de Lek aan zuidzijde. De stijghoogte in het eerste watervoerend pakket ter hoogte van het plangebied wordt sterk beïnvloed door de infiltratie op de Utrechtse Heuvelrug. In het plangebied komen afwisselend infiltratie- en kwelgebieden voor (ref 1).

Tijdens onderzoek verricht door Witteveen+Bos in 1990, is een grondwaterstandmonitoring uitgevoerd door analyse van peilbuisgegevens in het plangebied (peilgegevens van 1986 tot 1990). Uit dit onderzoek is gebleken dat de gemeten stijghoogte in het eerste watervoerend pakket fluctueerde tussen NAP+0.00 m en NAP-0,30 m. Dit betekent dat in de zomer (zomerpeil NAP-0.30 m) geen tot zeer lichte kwel kan voorkomen en in de winter (winterpeil NAP-0.60 m) lichte kwel.

Op de kwel en infiltratiekaart van de provincie Utrecht wordt voor het peilvak ten noorden van de Schalkwijkse Wetering een klein kwelgebied (kwel = 0,5 tot 1 mm/dag) aangegeven omsloten door infiltratiezones (infiltratie intensiteit van 0 tot 0,5 mm/dag). Peilgebied VI in het uiterste noorden is een infiltratiegebied met matig sterke infiltratie (infiltratie intensiteit van 0,5 tot 1 mm/dag). In het peilgebied ten zuiden van de Schalkwijkse Wetering is een gebied waar lichte infiltratie voorkomt (infiltratie intensiteit van 0 tot 0,5 mm/dag). In het zuiden komt volgens deze kaart kwel voor (kwelintensiteit 0 tot 0,5 mm/dag).

De beschikbare informatie is vrij grof voor een gedetailleerde beschrijving van kwel en infiltratie. Voor een nauwkeuriger bepaling van locatie en hoeveelheden van kwel en infiltratie zijn aanvullende stijghoogtegegevens gewenst.

2.4. Beplanting

De huidige beplanting in het gebied zorgt voor een gedifferentieerd beeld van zuid naar noord:

- I. Het gebied ten zuiden van de toekomstige afslag van de A27 wordt bepaald door openheid. Beplantingselementen zijn:
 - In de westelijke bocht van de Lekdijk is het terrein reliëfrijk en bevat een aantal volwassen populieren en goed onderhouden knotwilgen.
 - De wilgen in de bocht van de Achterweg bij het Lekkanaal.
 - De erfbeplanting met Italiaanse populieren
- II. Tussen de toekomstige afslag van de A27 en de Schalkwijkse Wetering zijn boomgaarden met beplantingssingels aanwezig.
- III. Langs de Schalkwijkse Wetering komt afwisselende beplanting langs de oevers voor. Aan de zuidkant van de Wetering komt erfbeplanting voor.
- IV. In het gebied ten noorden van de Schalkwijkse Wetering is sprake van een grote ruimte die bepaald wordt door de beplanting langs de kanalen en het dijklichaam van de A27. Deze ruimte wordt weer onderverdeeld in kleinere kamers door de knotwilgen langs de Vuilcop.
- V. Aanplant van populieren in het noorden bij de Plofsluis bij het punt van samenkomst van de twee kanalen. (ref. 2)

2.5. Bestaande bebouwing

In het plangebied is nog bebouwing aanwezig. De bestaande bebouwing rondom de voormalige Tiendkade en de Schalkwijkse Wetering wordt gesaneerd. Aan de noordzijde van het plangebied is nog een bedrijf gevestigd en bevindt zich een archeologische vindplaats. Bij aanpassing van de waterhuishouding in het gebied dient hiermee rekening te worden gehouden.

Aan de zuidzijde van het plangebied tot aan de Achterweg bevindt zich eveneens nog bebouwing. Dit gebied zal te zijner tijd ook ontwikkeld gaan worden. Bij een wijziging van de waterhuishouding in het plangebied zullen ook voor deze percelen maatregelen moeten worden genomen om schade aan panden en eventuele gewassen te voorkomen.

3. BESCHRIJVING VAN TOEKOMSTIGE WATERHUISHOUDING

In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van de toekomstige waterhuishoudkundige inrichting van het gebied. Er wordt ingegaan op de polderpeilverlaging, het hoogwatertrace, aanvoer, berging, afvoer, waterhuishoudkundige voorzieningen en tijdelijke maatregelen.

3.1. Polderpeilverlaging

De voorgestane verlaging van het peil in het plangebied is een constant polderpeil van NA-0,80 m, voor alle deelgebieden. Er wordt een peilverlaging toegepast omdat dit leidt tot een aanzienlijke reductie van de hoeveelheid benodigd ophoogmateriaal in het plangebied. Dit past in het vigerend overheidsbeleid, waarin gestreefd wordt naar een zuinige omgang met de grondstoffen. In tabel 3.1 zijn de huidige zomer- en winterpeilen opgenomen en de berekende verlaging ten opzichte van NAP-0.80 m. Op tekening in bijlage I zijn de peilvakken aangegeven.

Tabel 3.1 Waterpeilen en polderpeilen

Peilvak*	Huidig Zomerpeil (m+NAP)	Huidig Winterpeil (m+NAP)	Verlaging t.o.v. huidige zomer-peil (m)	Verlaging t.o.v. huidige winterpeil (m)
I	-0,5	-0,8	0,3	0,0
II	-0,5	-0,8	0,3	0,0
III	-0,3	-0,6	0,5	0,2
IV	+0,45	+0,25	1,25	1,05
V	-0,3	-0,6	0,5	0,2
VI	+0,45	+0,25	1,25	1,05
Schalwijkse Wetering	+0,45	+0,25	0	0

* ligging van de vakken is weergegeven op de tekening in bijlage I.

3.2. Hoogwatertrace

Het peil in de Schalkwijkse Wetering behoudt in de toekomstige situatie het huidige hoge peil van NAP+0.45 m in de zomer en NAP+0.25 m in de winter. De gehele watergang langs de noordwest en -oostkant van het gebied wordt tevens op dit peil gehandhaafd. Het zogenaamde hoogwatertrace is op de tekening in bijlage II weergegeven. In het hoogwatertracé is slechts een geringe berging aanwezig.

3.3. Aanvoer

Inlaat van water zal in de toekomstige situatie op de huidige locatie ter hoogte van de Schutsluis plaatsvinden (zie tekening bijlage II). Na verbreding van het Lekkanaal zal nog gekeken moeten worden waar water wordt ingelaten. De verwachting is dat de inlaat van water door de peilverlaging aanmerkelijk wordt gereduceerd (zie hoofdstuk 4.1).

3.4. Berging

Er is een bergingsberekening uitgevoerd om het percentage open water te berekenen. De uitgangspunten voor de berekening zijn opgenomen in bijlage IV. Uit de bergingsberekeningen volgt dat voor het terrein van 137 hectare een minimaal oppervlak open water van 9,6 ha (7%) benodigd is.

3.5. Afvoer

De afvoer van water uit het gebied vindt in toekomstige situatie plaats middels brede watergangen afwaterend in noordelijke richting. Het water passeert van zuid naar noord de Schalkwijkse Wetering middels (aan te leggen) duikers. De uitlaat van water zal plaatsvinden op het Amsterdam-Rijnkanaal door middel van het huidige uitlaatgemaal aan noordzijde van het gebied. De toekomstige waterhuishouding is aangegeven op de tekening in bijlage II.

3.6. Waterhuishoudkundige voorzieningen

In het gebied ten zuiden van de Achterweg blijven de huidige agrarische landgebruikfuncties bestaan. De afwatering van dit gebied heeft plaats op het plangebied. In dat gebied wordt het huidige zomer- en winterpeil gehandhaafd. De Achterweg zal als peilscheiding fungeren. Er worden voorzieningen getroffen om het huidige peil in het gebied ten zuiden van de Achterweg te handhaven. Het betreft aan- en afvoervoorzieningen. De afvoervoorziening bestaat uit een te plaatsen stuw of overlaat ter hoogte van de Achterweg. Aanvoer door middel van een inlaatgemaal ter plaatse van de stuw. De locatie van stuwen en inlaatgemaal is weergegeven op de tekening in bijlage II.

3.7. Tijdelijke waterhuishoudkundige maatregelen

Door fasering in zowel de bouw als de verwerving van gronden zullen de peilveranderingen gefaseerd worden uitgevoerd. Tijdens deze fasering zijn er nog gewaslocaties aanwezig, die specifieke eisen stellen aan de grondwaterstand. Het peil in deze gebieden zal in de tijdelijke situatie gehandhaafd blijven tot het huidige landgebruik is beëindigd. Hiervoor worden tijdelijke voorzieningen getroffen. De locaties waarvoor tijdelijke voorzieningen worden getroffen zijn aangegeven op tekening in bijlage I. De tijdelijke voorziening bestaat per locatie uit een watergang rondom het gebied, waarin het huidige peil tijdelijk wordt gehandhaafd. Middels een pompinstallatie wordt het water in de watergang rond het gebied op peil gehouden.

Tevens wordt er door aanleg van een hoogwatersingel voor gezorgd dat het peil rondom de archeologische vindplaats wordt gehandhaafd op NAP-0.30 m. Dit is het huidige zomerpeil en dit is noodzakelijk vanuit de archeologische waarde. Voor de bebouwing aan de noordzijde van het plangebied geldt dat ook hier maatregelen worden genomen indien bij de ontwikkeling van dit gebied de huidige bebouwing gehandhaafd blijft.

4. EFFECTEN VAN POLDERPEILVERLAGING

De effecten van de polderpeilverlaging zullen in de polders I en II het geringste zijn, omdat hier alleen in de zomer sprake is van een verlaging (0,3 m). Het effect in polders III en V is zowel aanwezig in zomer (0,5 m verlaging) als winter (0,2 m verlaging). Het grootste effect van de verlaging zal optreden in polder IV, waarbij een aanzienlijke verlaging zowel in zomer (1,25 m verlaging) als winter (1,05m verlaging) wordt ingesteld.

Bij de effectbeschrijving van peilverlaging wordt onderscheid gemaakt tussen zomer- en winterpeil. De verlagingen ten opzichte van het zomer- en winterpeil zijn opgenomen in tabel 3.1 in hoofdstuk 3. Uit de tabel blijkt dat de veranderingen ten opzichte van het zomerpeil groter zijn dan ten opzichte van het winterpeil. De peilverlaging heeft dus minder effect op kwel of infiltratie in de periode dat het winterpeil gehanteerd wordt dan in de periode dat het zomerpeil wordt gehanteerd.

In onderstaande paragrafen worden de effecten van polderpeilverlaging op de kwel- en infiltratiesituatie, gewassen, beplanting en de Schalkwijkse Wetering in het gebied beschreven.

4.1. Effect op kwel/infiltratiesituatie in het gebied

Een peilverlaging zal resulteren in een toename van kwel in het plangebied, op de plaatsen waar in de huidige situatie kwel aanwezig is. Op huidige infiltratielocaties zal een vermindering van de infiltratie optreden en kan zelfs een kwelsituatie ontstaan (voor een beschrijving van de kwel- en infiltratielocaties, wordt verwezen naar paragraaf 2.2).

De verandering van kwantiteit van kwel en infiltratie hangt af van de grondsoort waaruit de deklaag bestaat. Bij een zandige deklaag is de weerstand lager dan een deklaag die voornamelijk bestaat uit klei of veen. Bij een zandige deklaag zal het effect op een verandering in de kwel- en infiltratiesituatie daarom groter zijn.

In het plangebied is de deklaag wisselend van opbouw. In het noorden van het plangebied komt meer zand in de deklaag voor. Er zijn berekeningen uitgevoerd om een indicatie te geven van de wijzigende situatie. De berekeningen zijn uitgevoerd voor een gemiddelde situatie in het plangebied. De berekening is opgenomen in bijlage III.

Gevolgen van kwelverandering en verminderde infiltratie in het plangebied

Uit de berekening blijkt dat de peilverlaging een toename van de hoeveelheid kwel en afname van de infiltratie tot gevolg kan hebben in het plangebied. De vergroting van de hoeveelheid kwel zal resulteren in een grotere af te voeren hoeveelheid water uit het gebied. Het gemaal zal daarom extra water moeten afvoeren. Of de huidige gemaalcapaciteit voldoende is, moet onderzocht worden. Een vergroting van de gemaalcapaciteit gaat in tegen de beleidsvoornemens van het Hoogheemraadschap. Door toename van de kwel in het plangebied zal extra grondwater aangetrokken worden, waardoor de druk in het watervoerend pakket afneemt. Hierdoor zal de kwel in omringende gebieden licht afnemen.

Een verminderde infiltratie zal resulteren in een vermindering van de hoeveelheid aan te voeren water (voornamelijk tijdens droge perioden). Het water dat wordt aangevoerd is afkomstig uit het Lekkanaal. De waterkwaliteit van het Lekwater is minder dan de kwaliteit van het regenwater en de verwachte kwaliteit van het kwelwater. Een afname van de hoeveelheid aan te voeren water uit het Lekkanaal heeft derhalve een positief effect op de waterkwaliteit van het plangebied.

Voor kwantificering van deze effecten wordt op dit moment door Witteveen+Bos een aanvullend onderzoek uitgevoerd. De resultaten hiervan worden in een aparte rapportage verwerkt en bij dit rapport gevoegd.

Voor de kwaliteit van het freatisch grondwater in het plangebied worden als gevolg van de toenemende kwel en verminderde infiltratie weinig tot geen negatieve effecten verwacht. Een groot aandeel van het kwelwater bestaat uit grondwater afkomstig van de Utrechtse heuvelrug. Er wordt vanuit gegaan dat de kwaliteit van het kwelwater goed is.

4.2. Effect op landbouwgewassen

In de toekomstige situatie zal in het plangebied geen bouwland meer aanwezig zijn. In de ontwikkelingsfase van het plangebied zullen er nog tijdelijke gewaslocaties aanwezig zijn, die specifieke eisen stellen aan de grondwaterstand. Het peil in deze gebieden zal in deze tijdelijke situatie gehandhaafd blijven. Hiervoor worden aparte voorzieningen getroffen (ref. 3). Bij een gedegen uitvoering van de tijdelijke voorzieningen kunnen effecten op de tijdelijke gewaslocaties tot een minimum worden beperkt.

In het gebied ten zuiden van de Achterweg blijven de huidige agrarische landgebruikfuncties bestaan. De afwatering van dit gebied heeft plaats op het plangebied. Er wordt vanuit gegaan dat het huidige zomer- en winterpeil in dat gebied in de toekomstige situatie wordt gehandhaafd. In de toekomstige situatie zal de Achterweg als peilscheiding dienen.

Verwacht wordt dat de effecten op gewassen door vermindering van kwel of toename van wegzijging ten zuiden van de Achterweg minimaal zullen zijn. Tevens kunnen minimale effecten op gewassen in het gebied ten oosten van de A27 optreden door een vermindering aan kwel of een toename van wegzijging. Dit kan gecompenseerd worden door tijdens droge perioden meer water naar deze gebieden aan te voeren. Om de verwachte minimale effecten verder te kwantificeren wordt een grondwaterstudie uitgevoerd.

4.3. Effecten op beplanting

In het huidige plangebied bestaat het grootste deel van de beplanting uit populieren en knotwilgen. Populieren en wilgen zijn soorten die een hoge grondwaterstand vereisen. De huidige hoge grondwaterstand in het gebied, zorgt ervoor dat deze soorten goed gedijen. Het effect van momentane grondwaterstands daling op wilgen en populieren is negatief. Het wortelstelsel van deze bomen heeft zich namelijk aangepast op de huidige hoge grondwaterstand. Bij een momentane grondwaterstands daling kan de grondwaterstand zover dalen dat de wortels buiten het bereik van de grondwaterstand vallen en dat de capillaire nalevering van de grond onvoldoende is, waardoor de boom niet genoeg water kan opnemen. De groei van de boom zal verminderen en de mogelijkheid bestaat dat de boom het niet zal overleven. De bomen kunnen zich aanpassen aan een geleidelijk grondwaterstands daling. Het aanpassingsvermogen is afhankelijk van de soort, de leeftijd, de huidige grondwaterstand, de snelheid en diepte van de grondwaterstands daling (Ref. 4).

In de gebieden waar een grondwaterstands verlaging wordt doorgevoerd worden de bomen verwijderd en vervangen of verplaatst naar gebieden waar de huidige peilen worden gehandhaafd. Daar waar de huidige waterpeilen niet worden veranderd behoeven de bomen niet te worden verwijderd en/of vervangen. Om effecten van peilverlaging op de omgeving zo klein mogelijk te maken worden huidige peilen in de randzones van het gebied zovaal mogelijk gehandhaafd.

4.3.1. Effect op beplanting voor de verschillende locaties in het plangebied

Uitgangspunt bij ontwikkeling van plangebied "Het Klooster":

Binnen de mogelijkheden van de voorgenomen ontwikkeling in het gebied zoveel mogelijk rekening houden met bestaande groenstructuren en bestaande karakteristieken van het landschap (ref.2)

Aansluitend op dit uitgangspunt heeft de gemeente besloten dat de beplanting langs het Lekkanaal en het Amsterdam/Rijnkanaal in de toekomst behouden moet blijven, zolang het Rijk de voorgenomen verbreding van het Lekkanaal niet heeft uitgevoerd. De beplanting langs de

Schalkwijkse Wetering zal waarschijnlijk ook zoveel mogelijk worden behouden. Er wordt vanuit gegaan dat de beplanting in peilvak I, II, III en IV voor het grootste deel verdwijnen.

Peilvak I en II

Voor populieren en wilgen in de peilgebieden I en II zullen effecten negatief zijn (peilverlaging ten opzichte van zomerpeil bedraagt 30 centimeter). De populieren langs het Lekkanaal ter hoogte van peilgebied II zullen eveneens negatief beïnvloed worden.

Peilvak III, IV en V

Voor knotwilgen en populieren die instant worden gehouden in de peilgebieden III, IV en V zullen de effecten zeer negatief zijn (peilverlaging ten opzichte van zomerpeil bedraagt 50 centimeter).

De mate waarin de beplanting op de scheiding tussen peilvak IV en het Amsterdam-Rijnkanaal invloed ondervindt van peilverlaging, hangt af van het feit of beplanting aan de noordzijde of zuidzijde van de Vuilcopse kanaaldijk aanwezig is. Als de planten aan noordzijde staan dan zal de invloed waarschijnlijk beperkt zijn, omdat de bomen water opnemen uit het Amsterdam Rijnkanaal. Als de planten aan zuidzijde staan dan wordt het water voornamelijk opgenomen uit de nabijgelegen watergang. Bij plotselinge verlaging van het peil in deze watergang zullen de bomen verdrogen. Oplossing is het peil in deze watergang hoog te houden of eventueel in etappes te verlagen.

Peilvak VI

De populieren langs het Lekkanaal en Amsterdam-Rijnkanaal, ter hoogte van peilvak VI, zullen weinig hinder ondervinden van de peilverlaging in het plangebied, bij het instandhouden van het hoogwatertracé. De beplanting staat namelijk tussen het hoogwatertracé en het Lekkanaal, waardoor de watervoorziening gewaarborgd blijft. De beplanting langs de scheiding tussen peilvak VI en het Amsterdam-Rijnkanaal staan tevens onder invloed van het hoogwatertracé

Beplanting langs de Schalkwijkse Wetering

De beplanting langs de Schalkwijkse Wetering zal door het instandhouden van het hoge peil in de Wetering, weinig invloed ondervinden van een peilverlaging in de omgeving. Opgemerkt dient te worden dat langs de Schalkwijkse Wetering een voldoende brede bufferzone aanwezig moet zijn (zie paragraaf 4.4).

Om de beplanting en bomen in het gebied zoveel mogelijk te sparen wordt er naar gestreefd het gebied waarin de peilverlaging wordt doorgevoerd zo beperkt mogelijk te houden. Dit betekent dat de huidige peilen in de randzones (Lekkanaal en zone langs A27) alsmede de Schalkwijkse Wetering zal worden gehandhaafd. De aanwezige beplanting in deze gebieden kan derhalve zondermeer gehandhaafd blijven. In de overige gebieden wordt in het kader van de ontwikkeling van het gebied nieuwe beplanting aangebracht. Deze beplanting kan zich direct instellen op het gewijzigde peil van NAP-0.80 m. Geconcludeerd kan dan ook worden dat de invloed op de huidige beplanting gering zal zijn.

4.3.2. Maatregelen

Om verdroging van populieren langs het Lekkanaal en het Amsterdam-Rijnkanaal te voorkomen op de plaatsen waar geen hoogwatertracé aanwezig is kan gedacht worden aan het uitbreiden van het hoogwatertracé op deze locaties.

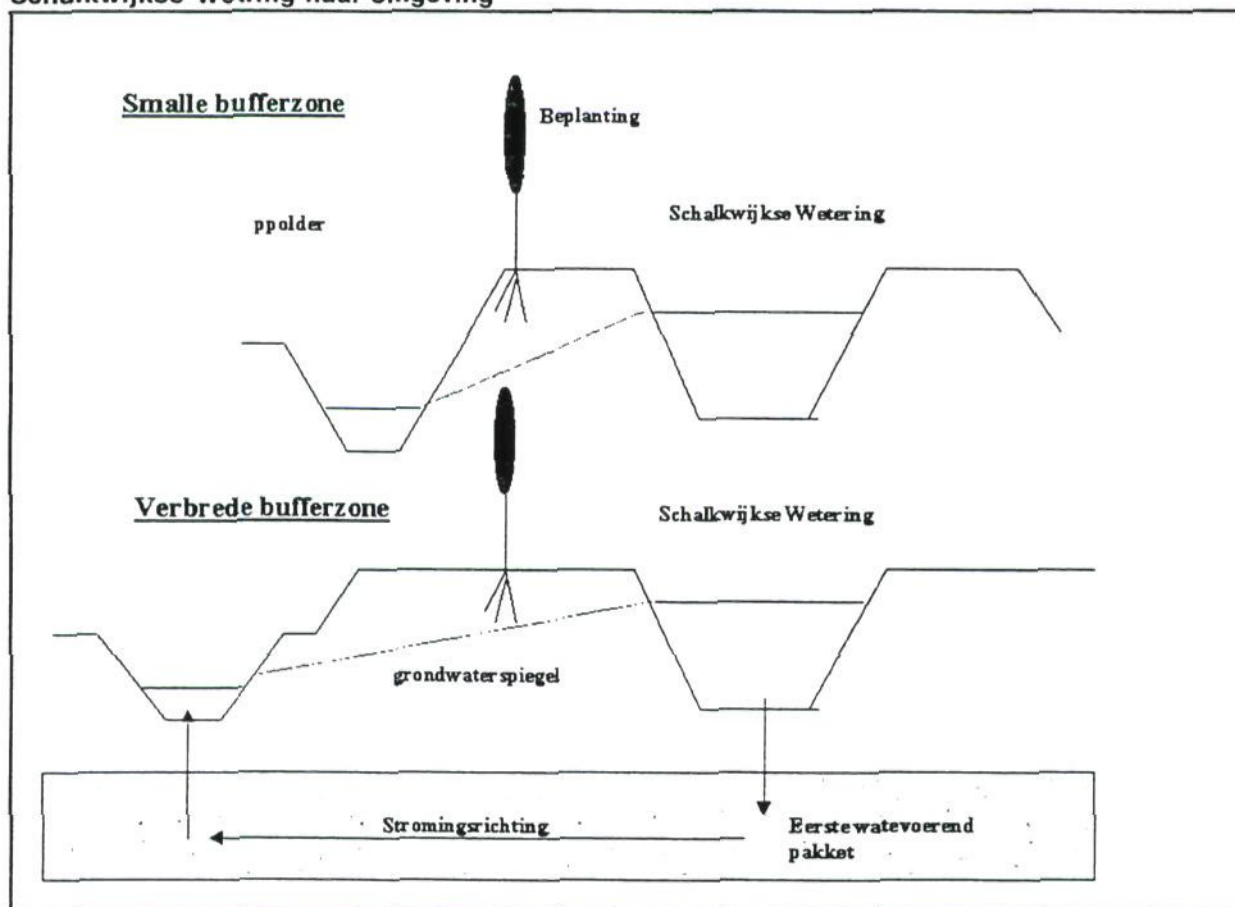
Voor het instandhouden van populieren bij een peilverlaging bestaat de mogelijkheid het waterpeil geleidelijk te verlagen. De snelheid waarmee verlaagd kan worden en het uiteindelijk effect op de populieren zal nader bestudeerd moeten worden. Tevens bestaat de mogelijkheid de bomen tijdelijk te begieten, zodat de bomen tijd hebben zich aan te passen aan de nieuw ingestelde situatie. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de grondwaterstand niet buiten de natuurlijke aanpassingsgrenzen van de betreffende soort mag komen.

4.4. Effecten op de Schalkwijkse Wetering

Het huidige peil van de Schalkwijkse Wetering zal in de toekomstige situatie gehandhaafd worden. Tussen het zomerpeil in de Wetering en het polderpeil ontstaat een peilverschil van 1,25 meter. Tussen het winterpeil in de Wetering en polderpeil ontstaat een peilverschil van 1,05 meter.

De deklaag bestaat voornamelijk uit klei/veen, waardoor de weerstand groot is. Wegzijing vanuit de Wetering vindt voornamelijk plaats via het watervoerend pakket (zie afbeelding 4.1). Het effect van een bufferzone of dijklichaam (bestaande uit klei/veen), zal daarom weinig effect hebben op de uitstroming van water uit de Wetering naar de polder. Een brede bufferzone heeft voornamelijk een positief effect voor de vegetatie in de bufferzone, omdat de hoge grondwaterstand over een grotere breedte gehandhaafd blijft. Het effect van een bredere bufferzone is weergegeven in afbeelding 4.1.

Afbeelding 4.1 Effecten van een verbrede bufferzone op de beplanting, en stroming van Schalkwijkse Wetering naar omgeving

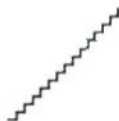


Er zijn indicatieve berekeningen uitgevoerd om het effect van wegzijging uit de Wetering naar de omgeving te bepalen. Met behulp van de Wet van Darcy is berekend dat de toename van wegzijging ten opzichte van de huidige situatie in de zomer circa 0,01 m³/dag per meter slootlengte bedraagt. Dat betekent voor de Schalkwijkse Wetering (lengte 750 meter) een maximale wegzijging van circa 7,5 m³/dag tijdens de zomerperiode.

Uit indicatieve berekeningen blijkt dat de wegzijging van de Schalkwijkse Wetering naar de omgeving door peilverlaging beperkt is. Een hoogwatertracé aan weerszijden van de Wetering om wegzijging te beperken is derhave in deze situatie weinig zinvol.

BIJLAGE 5. RESULTATEN

GRONDWATERMODELBEREKENINGEN



opdrachtgever Gemeente Nieuwegein
projectcode Ngn7.50
project Hydrologische effecten "Het Klooster"
onderwerp Resultaten modelberekening
referentie/volnummer 002

aan Gemeente Nieuwegein

opgemaakt mw. ir. T.M. Nierop
datum 19 oktober 2000

1. INLEIDING

Aanleiding

Ten oosten van Nieuwegein wordt het bedrijventerrein "Het Klooster" ontwikkeld. Voor de nieuwe functie is in het gebied een peilverlaging gewenst. In een studie naar de waterhuishouding van het nieuwe bedrijventerrein heeft Witteveen+Bos kwalitatief ingeschat wat de effecten zijn van een peilverlaging in het bedrijventerrein op de kwel en wegzijging in het gebied. Verwacht wordt dat de kwelhoeveelheid aanzienlijk zal toenemen, terwijl de huidige wegzijging afneemt of zelfs verdwijnt. Ook in het omliggende gebied worden hydrologische effecten verwacht. Gemeente Nieuwegein heeft Witteveen+Bos verzocht deze effecten in een modelstudie te kwantificeren.

Doelstelling

De doelstelling van de hydrologische modelstudie is hydrologisch de effecten van een peilverlaging op het toekomstig bedrijventerrein Het Klooster te kwantificeren.

Werkwijze

Ten eerste zijn in deze studie diepe grondwaterstanden in de omgeving van de locatie geïnventariseerd, zodat op basis daarvan een inschatting kon worden gemaakt van de huidige kwel en/of wegzijging in het gebied. Vervolgens is op basis van de eerdere studies in dit project, de grondwaterkaart van TNO en een representatieve sondering en boring een grondwatermodel opgesteld. Met dit model zijn de veranderingen in de freatische waterstanden, kwel en wegzijging berekend.

2. GEGEVENS EN UITGANGSPUNTEN

2.1. Situatie

Het te ontwikkelen bedrijventerrein ligt ingesloten tussen de A27, de verbindingsweg tussen Nieuwegein (de Achterweg) en de A27, het Lekkanaal en het Amsterdam-Rijnkanaal. De Schalkwijkse Wetering doorkruist het plangebied.

2.2. Bodemopbouw en hydrologie

Geohydrologie

Regionaal worden boven de hydrologische basis van de formatie van Maassluis 2 watervoerende pakketten, een scheidende laag en een slecht doorlatende deklaag onderscheiden (ref. 1 en 3.). Uit een representatieve sondering en boring op de locatie uit het inventariserend grondonderzoek (boring uit 1989 van Grondmechanica Delft) blijkt dat de deklaag circa 5 m dik is en bestaat uit veen en klei van de Westland Formatie (bij boring: 2 m klei met plantenresten, 0,75 m veen, 1,5 m klei met plantenresten en 0,75 m veen). Daaronder wordt tot ca. NAP-65 m het eerste watervoerende pakket aangetroffen, bestaande uit fijn tot middelfijn zand. De eerste scheidende laag bestaat uit klei van de formaties van Sterksel en Kedichem en is circa 20 m dik. Tot de hydrologische basis op ca. NAP-200 m wordt vervolgens het tweede watervoerende pakket van de formaties van Harderwijk en Tegelen aangetroffen.

Binnen het tweede watervoerende pakket bevindt zich een slechtdoorlatende, uitwiggende of onderbroken kleilaag. De weerstandbiedende werking is derhalve op regionale schaal beperkt.

Lokaal en tot en met het eerste watervoerende pakket wordt het plangebied sterk beïnvloed door de grote wateren rondom: de Lek, het Amsterdam-Rijnkanaal en het Lekkanaal. Allen snijden in in het eerste watervoerende pakket. Verondersteld wordt dat het Amsterdam-Rijnkanaal een belangrijk deel van de kwel vanaf de Utrechtse Heuvelrug afvangt. Kwel en wegzijging in het plangebied worden derhalve met name bepaald door de waterstanden op genoemde grote wateren.

Grond en oppervlaktewater

In het rapport Uitgangspunten waterhuishouding en geotechniek (ref. 1) is reeds uitgebreid ingegaan op de aan- en afvoersituatie.

In het DINO-archief van TNO zijn peilbuisgegevens opgevraagd. Zeven peilbuizen staan in de omgeving van het plangebied, geen enkele staat echter binnen het plangebied. Uit de meetgegevens is de invloed van de verschillende wateren op het eerste watervoerende pakket goed waarneembaar. De meer noordelijk gelegen peilbuizen geven een stijghoogte aan die overeenkomt met de peilen in de kanalen (iets hoger dan NAP-0,40 m). De zuidelijke peilbuislocaties geven een hogere grondwaterstand aan, waarbij tevens de amplitude tussen gemiddeld hoogste en gemiddeld laagste stijghoogte relatief groot is (overeenkomstig de afvoer op de rivier de Lek). Op basis van praktijkervaring en de huidige polderpeilen kan worden geconcludeerd dat ten noorden van de Schalkwijkse Wetering een neutrale tot wegzijgingssituatie optreedt, terwijl ten zuiden van de Schalkwijkse Wetering kwel optreedt (lagere polderpeilen in combinatie met hogere stijghoogte in het eerste watervoerende pakket).

Aangezien metingen binnen het gebied ontbreken wordt een grove inschatting van kwel en wegzijging gemaakt op basis van interpolatie van de beschikbare metingen. Naar schatting vindt alleen in gebied VI wegzijging plaats: in de zomer circa 1,7 mm/dag, in de winter circa 1,3 mm/dag. Het overige gebied ten noorden van de wetering is kwel-neutraal. Ten zuiden van de wetering bedraagt de kwel 's winters 1,3 mm/dag ('s zomers 0,6 mm/dag). Deze waarden zijn slechts zeer indicatief. Voor een nauwkeuriger inschatting dienen in het gebied stijghoogtes te worden gemeten, alsmede boringen te worden uitgevoerd voor een vlakdekkend beeld over de weerstand tegen stroming in de deklaag. In de volgende tabel wordt voor de onderscheiden deelgebieden de mate van kwel (+) of wegzijging (-) op een ordinale schaal weergegeven.

Tabel 1: schatting van mate van kwel/wegzijging huidige situatie

Gebied	I	II	III	IV	V	VI
Mate van kwel/wegzijging	++	+	0	0	-	--

++ = sterke kwel, + = kwel, 0 = neutraal, - = wegzijging, -- = sterke wegzijging

In de huidige situatie wordt water vanuit het Lekkanaal ingelaten in het gebied, met name voor peilhandhaving in de zomer maar volgens het hoogheemraadschap ook voor doorspoeling. Uit informatie van de gemeente Nieuwegein (ref. 6) blijkt dat het inlaatwater van redelijke kwaliteit is. Voor nutriënten voldoet het water (net) niet aan de MTR en voor koper wordt de MTR-waarde fors overschreden. Verwacht wordt dat het huidige gebiedseigen water in het plangebied vooral zeer rijk zal zijn aan nutriënten vanuit de landbouw (en ook nog lange tijd zal blijven naleveren). Verandering van de bestemming van het gebied zal leiden tot minder nutriënten in het water.

Het inlaatgemaal vanaf de Beatrixsluizen op de Schalkwijkse Wetering is in beheer bij Rijkswaterstaat Directie Utrecht. Volgens informatie van Rijkswaterstaat (ref. 7), bedraagt de capaciteit van het gemaal 360 m³/uur bij 1.1 mwk. Het afgelopen jaar heeft het gemaal 2571 uren gedraaid, 3/10 deel van het jaar. De capaciteit is daarmee volgens Rijkswaterstaat aan de lage kant en mensen binnen het gebied klagen snel bij storingen van het gemaal.

Het Hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden geeft aan dat de gemaalcapaciteit van het bemalingsgebied 50 m³/minuut bedraagt. Ongeacht mogelijke marges in de gemaalcapaciteit mag volgens het Hoogheemraadschap uit het gebied tijdens piekafvoeren niet meer water worden afgevoerd dan in de huidige situatie. Een grotere afvoer door toename van kwel danwel verhard oppervlak dient binnen het plangebied te worden opgelost (bijvoorbeeld door meer berging, toelating peilstijging).

3. HYDROLOGISCHE MODELLERING

3.1. Peilwijzigingen

Voor het te ontwikkelen bedrijventerrein zijn nieuwe, constante polderpeilen voorgesteld van NAP-0,8 m voor alle deelgebieden (behalve een hoogwatergebiedje binnen deelgebied V). In tabel 2 zijn de huidige zomer- en winterpeilen opgenomen en de verlaging in de nieuwe situatie ten opzichte van de huidige situatie.

Tabel 2: polderpeilen

Peilvak	Huidig zomerpeil	Huidige winterpeil	Verlaging zomer	Verlaging winter
I	-0,5 m NAP	-0,8 m NAP	0,3 m	0 m
II	-0,5 m NAP	-0,8 m NAP	0,3 m	0 m
III	-0,3 m NAP	-0,6 m NAP	0,5 m	0,2 m
IV	-0,3 m NAP	-0,6 m NAP	0,5 m	0,2 m
V	-0,3 m NAP	-0,6 m NAP	0,5 m	0,2 m
VI	0,45 m NAP	0,25 m NAP	1,25 m	1,05 m
Hoogwater	-0,3 m NAP	-0,6 m NAP	0 m	0 m
Bebouwing	-0,3 m NAP	-0,6 m NAP	0,5 m	0,2 m

De Schalkwijkse Wetering behoudt het huidige peil.

3.2. Berekening van de kwel- en wegzijgingsverandering

MicroFem model

De veranderingen in grondwaterstanden en kwel- en wegzijging in zomer en winter zijn bepaald op basis van superpositie met het numerieke programmapakket MicroFem (ref. 5.), voor een stationaire situatie.

Modelgrenzen

Het modelgebied is zo gekozen dat de modelranden buiten de invloedssfeer van de ingreep liggen. De Lek, het Lekkanaal en het Amsterdam-Rijnkanaal hebben een vast peil, onafhankelijk van ingrepen in het plangebied en vormen dus een belangrijke grens van het modelgebied. De oostelijke grens is op enkele kilometers van het plangebied gekozen (zeer ruim).

Netwerk

Voor het model is een netwerk gegenereerd dat bestaat uit driehoekige elementen. De gehanteerde knooppuntsafstanden zijn:

- 30 m binnen het plangebied
- geleidelijk oplopend tot 150 m van buiten het plangebied tot de oostelijke grens van het model.

Modelbouw

Gezien de grote weerstand tegen stroming van water van de eerste scheidende laag (Kedichem/tegelen) zijn deze formaties in de modelschematisatie als ondoorlatende basis beschouwd. Het model is derhalve opgebouwd uit twee modellen. De bovenste laag stelt het topsysteem voor met de interactie van grondwater en oppervlaktewater. Het eerste watervoerend pakket is in het model de tweede laag. De bodemopbouw is geschematiseerd zoals weergegeven in tabel 3.

Tabel 3: schematisatie bodemopbouw in model

Modellaag	Betekenis
H0	Polderpeil
C1	Drainageweerstand (200 dagen)
KD1	Stroming tussen ontwateringsmiddelen (5 m ² /dag)
C2	Weerstand tegen verticale stroming (500 dagen)
KD 2	Transmissiviteit in het eerste watervoerende pakket (3000 m ² /dag)

In het superpositiemodel zijn de peilverlagingen in de verschillende deelgebieden voor zomer en winter ingevoerd door h0 een negatieve waarde ter grootte van het peilverschil tussen huidige en toekomstige situatie te geven. De grote wateren en de Schalkwijkse Wetering zijn in het model ingevoerd als een vast peil.

In het model is geen rekening gehouden met veranderingen van de drainageweerstand en transmissiviteit in het topsysteem als gevolg van bijvoorbeeld intensieve ontwatering ten behoeve van de bebouwing of grondverbetering.

Resultaat modelberekeningen

Uit de modelberekeningen blijkt dat de kwel in de zomer netto toeneemt met circa 1050 m³/dag (0,76 mm/dag) over het gehele plangebied. In het hoogwatergebied treedt door de omliggende peilverlaging extra wegzijging (naar deze omringende gebieden) op. De invloed op de omliggende landbouwgronden is relatief klein, vanwege de nivellerende werking van de omliggende grote wateren met een vast peil (onafhankelijk van ingrepen in het plangebied) en de Schalkwijkse Wetering. In de zomer wordt op basis van de modelberekeningen een invloedsgebied ten zuiden en oosten van het plangebied berekend van circa 50 m (strook waarin een verlaging van de grondwaterstand optreedt van minimaal 5 cm als gevolg van de ingreep). De aanwezige wegzijging in de zomer (naar schatting 30 m³/dag) vervalt volledig. Het polderpeil wordt immers in het gehele plangebied lager dan het waterpeil in de omringende open wateren.

In de winter neemt de kwel netto met circa 425 m³/dag (0,3 mm/dag) toe. In de winter wordt alleen ten noorden van de Schalkwijkse Wetering een peilverandering voorgesteld. Derhalve is in de winter alleen rond dit gebied een strook van (minder dan) 50 m waar de invloed van de peilverlaging naar verwachting significant is. In de tabel zijn de kwelveranderingen per deelgebied weergegeven.

Tabel 4: kwelverandering per deelgebied

Deelgebied	Oppervlak in model (hs)	Kwelverandering zomer (mm/dag)	Kwelverandering zomer (m ³ /dag)	Kwelverandering winter (mm/dag)	Kwelverandering winter (m ³ /dag)
I	42,6	0,48	204	—	—
II	53,9	0,48	256	—	—
III	45,7	0,8	364	0,32	147
IV	15,9	0,85	136	0,33	53
V	3,6	0,86	31	0,22	8,2
VI	14,1	2,6	369	2,2	314
Hoogwater	3,2	-0,38	-12	-0,22	-6,9
Bebouwd	2,8	0,82	22	0,2	6,3

De oppervlakken van de deelgebieden in het model zijn gebaseerd op een schatting vanaf de kaart. Tussentijds is in de studie naar de waterhuishouding berekend dat de oppervlakte van het plangebied circa 140 ha is. De totale kweldebieten zijn in deze studie gecorrigeerd voor dit gewijzigde oppervlak. De berekende kwel in mm/dag blijven gelijk.

Positieve waarde is toename kwel, negatieve waarde is toename wegzijging.

Uit de tabel blijkt dat de flux-veranderingen in gebied VI (de noord-westhoek) het grootst zijn, als gevolg van de grote peilverlaging. Overigens wordt een deel van de flux-verandering verklaard door het wegvallen van de huidige wegzijging. Vanwege de beperkte beschikbaarheid van bodemgegevens binnen het gebied is voor het gehele modelgebied één bodemopbouw gehanteerd. Maatregelen hebben derhalve in elk deelgebied een vergelijkbaar effect. In werkelijkheid kan/zal de bodemopbouw lokaal verschillen, zodat bij een zandiger ondergrond de effecten zoals in de tabel beschreven groter zullen zijn. Een meer kleihoudende ondergrond dan in het model aangenomen leidt juist tot kleinere effecten.

Ten oosten van het plangebied ligt de A27. Gezien de breedte van dit weglichaam wordt verwacht dat de hydrologische effecten in het landbouwgebied ten oosten van de A27 niet significant zijn. Zeker als langs de A27 nog een watergang ligt. Voor het landbouwgebied ten zuiden van de Achterweg geldt hetzelfde.

Voor de gemaalcapaciteit zal de kweltoename in de winter maatgevend zijn. Bij natte omstandigheden draait het gemaal al volop. Volgens het waterschap mag de afvoer uit het gebied niet toenemen, zodat voor de kweltoename in de winter compenserende maatregelen moeten worden genomen. In droge omstandigheden (zomer) kan de extra kwel in principe door het gemaal worden afgevoerd.

3.3. Compenserende maatregelen

Door de gemeente is aangegeven dat de toename van kwel in de winter met een toename van het oppervlak open water dient te worden gecompenseerd, dus niet met een extra peilstijging. In deze paragraaf is berekend hoeveel oppervlak open water extra nodig is om de extra kwel op te vangen.

In de studie naar de waterhuishouding is bepaald dat de oppervlakte van het plangebied circa 135 ha bedraagt, met een oppervlakte open water van 9,6 ha (7%). In deze studie is ook in overleg met de gemeente gesteld dat de toelaatbare peilstijging in het open water 0,35 m bedraagt.

Indien extra ruimte voor open water wordt gecreëerd wordt de extra beschikbare berging bepaald door de ruimte die anders door de gronddeeltjes zouden worden ingenomen. Voor de bodem van veen en klei is aangenomen dat het gemiddelde porievolume 50% bedraagt. Bij dit porievolume en een toelaatbare peilstijging van 0,35 m bedraagt de bergingstoename $0,175 \text{ m}^3/\text{m}^2$ (dit is toelaatbare peilstijging * (1-porievolume)). Totaal dient in de winter $450^3/\text{dag}$ water extra te worden geborgen binnen het plangebied. Stel dat een maatgevende hoogwaterperiode 3 dagen aanhoudt bedraagt de benodigde extra berging $0,77 \text{ ha}$ ($3 \text{ dagen} * 450^3/\text{dag} / 0,175^3/\text{m}^2 \text{ berging}$).

Om de extra kwel als gevolg van peilverlaging binnen het plangebied op te vangen (waterneutraal bouwen) is een extra oppervlakte aan open water noodzakelijk van 0,77 ha. Het totale oppervlak open water komt hiermee op 10,4 ha oftewel 7,6%.

4. CONCLUSIES

Geconcludeerd kan worden dat de te verwachten kweltoename gemiddeld minder groot is dan op basis van een eerdere kwalitatieve inschatting kon werd aangenomen. In de zomer bedraagt de kweltoename circa 1050 m³/dag, in de winter circa 450 m³/dag. De wintersituatie is voor de gemaalcapaciteit maatgevend. De gemaalcapaciteit bedraagt 50 m³/minuut. Door de peilveranderingen neemt het wateraanbod bij het gemaal met 0,31 m³/minuut toe. Het Hoogheemraadschap heeft aangegeven dat in principe niet meer water mag worden afgevoerd uit het plangebied dan in de huidige situatie. Voorgesteld wordt om in het plan 0,77 ha open water extra op te nemen om de toename van kwel op te vangen binnen het plangebied.

Tegenover de kweltoename staat ook een vermindering/wegvallen van de huidige wegzijging. Voor de maatgevende wintersituatie is dit echter slechts marginaal. In de zomer hoeft hierdoor naar schatting 350 m³/dag minder water te worden ingelaten (aannahme dat in huidige situatie alleen gebied VI en in beperkte mate gebied IV en V met inlaat op peil worden gehouden), circa 1/24 van de dagcapaciteit van het inlaatgemaal. Dit is een positief effect, aangezien Rijkswaterstaat heeft aangegeven dat de huidige capaciteit van het inlaatgemaal aan de kleine kant is.

5. REFERENTIES

1. Bouwrijp maken "Het Klooster" Uitgangspunten waterhuishouding & geotechniek. Witteveen+Bos, definitief 4, 7 januari 2000.
2. Bedrijventerrein "Het Klooster" Waterhuishouding. Witteveen+Bos, concept 1, d.d. 25 augustus 2000.
3. Grondwaterkaart van Nederland. DGV-TNO.
4. Digitaal grondwaterarchief DINO-TNO.
5. Grondwater Flow Modelling using Micro-Fem. VU Amsterdam, 1998.
6. Fax gemeente Nieuwegein d.d. 7 september 2000 met analyseresultaten 1999 inlaat Lekkanaal.
7. Informatie via email d.d. 12 oktober 2000 van dhr. Schat, Rijkswaterstaat directie Utrecht.

BIJLAGE 6. ALTERNATIEVEN BOUWRIJPMAKEN

EN GRONDBALANS

2. ALTERNATIEVEN BOUWRIJPMAKEN 'HET KLOOSTER'

2.1. Inleiding

Uit de geotechnische adviezen van 07-01-2000 en 30-01-2000 met gewijzigde uitgangspunten lit. [1] en [2] bleek dat aanvullende maatregelen met betrekking tot de versnelling van de zettingen gewenst waren. In vervolg op die rapporten wordt in dit hoofdstuk in algemene zin ingegaan op de alternatieven voor het aanbrengen van de ophogingen en zettingsversnellende maatregelen. Hierbij worden verschillende uitvoeringsmethoden naast elkaar gezet en vergeleken op uitvoeringstijd en kosten. Bovendien is gekeken naar de aspecten milieubelasting en onderhoud.

2.2. Bouwrijp maken algemeen

In het algemeen kan een bouwlocatie als bouwrijp worden beschouwd, indien aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:

- de terreinen zijn voldoende begaanbaar voor het bouwverkeer (geringe hoogteverschillen, niet drassig, etc);
- de locatie is voldoende draagkrachtig onder wegen en paden;
- in het gebied treden vrijwel geen zettingen (meestal $< 0,1$ m) c.q. zettingsverschillen meer op;
- er is voldoende drooglegging ter plaatse van wegen, woningen en groenvoorzieningen;
- er is een goed groeimilieu aanwezig.

Voor het bepalen van de wijze van bouwrijpmaken zijn eisen geformuleerd ten aanzien van de drooglegging, de ontwateringsdiepte, de toekomstige terreinhoogte en de maximale restzettingen in de fase bouwrijpmaken. Op basis van deze eisen is een advies voor het bouwrijp maken van het terrein opgesteld lit. [1] en [2]. Hieruit bleek dat het terrein (gedeeltelijk) opgehoogd moet worden.

Om het bovengenoemde te realiseren zijn globaal de volgende methoden van bouwrijpmaken te onderscheiden:

- integraal ophogen, hierbij wordt de gehele bouwlocatie opgehoogd. Het alternatief van integraal ophogen is voor het bedrijventerrein "Het Klooster" niet aan de orde, vanuit de visie van duurzaam omgaan met het ophoogmateriaal.
- cunettenmethode, hierbij worden alleen de wegen opgehoogd en veelal de vrijkomende grond gebruikt voor ophoging van de kavels;
- integraal ophogen of cunettenmethode met aanvullend een polderpeilverlaging.

Ten gevolge van het ophogen van het terrein worden de slappe lagen onder de ophoging samengedrukt waardoor het niveau van de bovenkant van de ophoging zakt (zetting). De zetting bestaat uit een tweetal bestanddelen: de primaire zetting en de secundaire zetting.

De primaire zettingen zijn het gevolg van het feit dat korrels dichter op elkaar komen bij belasting. Hierdoor neemt het poriënvolume af, waardoor er water uitgeperst wordt. De snelheid waarmee deze zettingen kunnen optreden zijn afhankelijk van de doorlatendheid van de grond en van de af te leggen weg (dikte van het samendrukbaar pakket).

Secundaire zettingen treden op tengevolge van een kruip-verschijnsel. Het verloop van de secundaire zettingen is afhankelijk van het logaritme van de tijd en van het logaritme van de belasting. De secundaire zettingen worden verondersteld na 30 jaar ten einde te zijn.

Voor meer gegevens en achtergronden met betrekking tot de zettingsanalyse wordt verwezen naar de in het verleden uitgebrachte rapporten [1] en [2] met betrekking tot het bouwrijp maken van 'het Klooster' en de onderliggende notities.

2.3. Alternatieven voor ophogen terrein

Het bouwrijp te maken terrein wordt ter plaatse van wegen met circa 1,5 meter opgehoogd. De grondgesteldheid is zodanig dat de restzettingseis van 0,10 meter pas na een lange tijd (circa 10 jaar) bereikt wordt. Als gevolg hiervan zou het bouwrijpmaken van het terrein veel tijd in beslag nemen. Door middel van zettingsversnellende maatregelen kan deze tijd worden verkort. Deze zettingsversnellende maatregelen vereisen echter ook een grotere investering. In de volgende paragrafen worden de verschillende alternatieven afgewogen. Hierbij zal er worden getoetst op de volgende aspecten:

- technische aspect;
- tijdsaspect;
- kosten
- milieuaspect;
- risico*.

*onder risico wordt het volgende verstaan:

- Indien de restzettingen groter zijn dan verwacht kan enerzijds de eis met betrekking tot de drooglegging niet meer gehaald te worden en kunnen anderzijds verschilzettingen leiden tot schade aan bijvoorbeeld wegen, parkeerplaatsen en leidingen;
- het voorbelasten neemt meer tijd in beslag doordat de zettingen minder snel optreden dan op voorhand verwacht waardoor het terrein later bouwrijp is.

De grootte van deze risico's is mede afhankelijk van de voorbelastingsmethode.

2.3.1. 0-alternatief: ophogen

De meest eenvoudige wijze waarop een terrein opgehoogd kan worden, is het aanbrengen van een hoeveelheid grond (zand) tot een niveau dat gelijk is aan het uiteindelijk gewenste niveau plus een beperkte overhoogte ter compensatie van de zettingen.

De investeringskosten van deze methode zijn minimaal aangezien de hoeveelheid aan te kopen zand ongeveer gelijk is aan de benodigde hoeveelheid zand. Er wordt dus geen extra zand aangebracht dat later weer moet worden afgevoerd of verplaatst binnen het plangebied (handlingskosten). Nadeel van deze methode is dat de gestelde restzettingseis (10 cm) pas na zeer lange tijd wordt bereikt, zodat ook pas na lange tijd aangevangen kan worden met aanleg van nutsleidingen en de bouwactiviteiten.

Met betrekking tot het risico kan het volgende gesteld worden: naarmate de te verwachten restzettingen groter zijn, zijn de verschilzettingen ook groter. Hierdoor zal er meer onderhoud moeten plaatsvinden. Bovendien is het lange tijd onzeker op welk tijdstip aan de restzettingseis zal worden voldaan.

2.3.2. Voorbelasten m.b.v. overhoogte

De zettingssnelheid is afhankelijk van de eigenschappen van de grond, de dikte van het samendrukbaar pakket en van de grootte van de belasting. De methode van het voorbelasten bestaat uit het, gedurende een bepaalde tijd, aanbrengen van een extra belasting in de vorm van een extra ophoging (overhoogte). De zettingen (primair en secundair) treden nu sneller op zodat de restzettingseis ook eerder bereikt wordt. Op het moment dat de restzettingseis is bereikt kan de overhoogte worden verwijderd en kan er aangevangen worden met de bouwactiviteiten.

Deze methode levert een aanzienlijke tijdswinst op ten opzichte van het 0-alternatief. Er zijn echter ook extra kosten aan verbonden aangezien er een extra hoeveelheid zand aangekocht dient te worden. De extra kosten liggen in de orde van fl.12,- /m³ voor de aankoop en verwerking van het extra zand (inclusief restwaarde) plus circa fl.8,- /m³ voor het afgraven en afvoeren.

Dit laatste bedrag kan variëren, afhankelijk van de locatie waar het zand naartoe moet worden getransporteerd en de vraag naar zand in de omgeving. Indien het zand op het terrein blijft en wordt hergebruikt, is er sprake van partieel voorbelasten (zie paragraaf 2.3.3.)

De te verwachten eindzetting is gelijk aan de zetting van het 0-alternatief. De zettingen treden echter sneller op, zodat ook eerder en nauwkeuriger bekend is wanneer aan de restzettingseis zal worden voldaan.

2.3.3. Partieel voorbelasten m.b.v. overhoogte

Indien niet het gehele terrein tegelijk bouwrijp moet zijn, is een kostenbesparing ten opzichte van het vorige alternatief mogelijk door slechts een gedeelte van het terrein voor te belasten. Indien de restzettingseis voor dit gedeelte is bereikt kan de extra hoeveelheid zand worden verwijderd en hergebruikt op het volgende gedeelte.

Indien het terrein in twee fasen wordt voorbelast behoeft er slechts de helft aan extra zand aangekocht te worden ten opzichte van het vorige alternatief. Het zand dient dan wel een extra keer verwerkt te worden (ca fl.5,- /m³). Ook hoeft er slechts de helft afgevoerd te worden.

2.3.4. Voorbelasten m.b.v. overhoogte + verticale drainage

Reeds eerder is aangegeven dat de zettingssnelheid mede afhankelijk is van de eigenschappen van de grond (doorlatendheid) en de dikte van het samendrukbare (holocene) pakket. Hoe kleiner de doorlatendheid hoe langer het duurt voordat de wateroverspanning ten gevolge van een ophoging is verdwenen. De grondopbouw in Nieuwegein wordt gekenmerkt door een holocene toplaag (veenlaag) van 5 à 6 m dik. Aangenomen kan worden dat water zowel naar boven (maaiveld) als naar beneden (Pleistoceen zand) kan afstromen. De af te leggen weg voor een waterdeeltje uit het midden van de samendrukbare laag bedraagt dus circa 3 meter.

Door in de grond verticale goed doorlatende elementen aan te brengen (drains) wordt de af te leggen weg door de minder goed doorlatende samendrukbare laag verkort. Waterdeeltjes kunnen nu horizontaal naar de drains stromen. Indien een drainafstand van h.o.h. 2 meter wordt gekozen is de maximaal af te leggen weg slechts 1 meter. Met name in humeuze grond is de horizontale doorlatendheid bovendien groter dan de verticale doorlatendheid.

Door verticale drains toe te passen kunnen de primaire zettingen worden verkort (wateroverspanning wordt sneller weggenomen). Bij een hart-op-hart afstand van 2 meter van de verticale drains zijn de extra kosten circa fl. 6,- /m². Als de onderlinge afstand verder wordt verkleind treden de primaire zettingen nog sneller op, maar nemen de kosten toe. Het aanbrengen van drains op een hart-op-hart afstand van 1,25 meter kost circa fl.24,- /m².

Naarmate de zettingssnelheid verder wordt verhoogd, neemt de absolute afwijking van de voorbelastingstijd ten opzichte van de predicties af. Hierdoor neemt de zekerheid met betrekking tot het op tijd bouwrijp komen van het terrein toe.

2.3.5. Cunetien methode + overhoogte

De zettingen kunnen ook gereduceerd worden door de dikte van het holocene pakket te verminderen. Bij deze methode worden niet alleen de totale zettingen gereduceerd, de zettingssnelheid wordt ook vergroot aangezien de zettingstijd evenredig is met het kwadraat van de laagdikte.

Indien 2 meter slappe grond wordt vervangen, dan is een reductie van de zettingstijd tot 50% mogelijk. Bovendien wordt de restzettingseis eerder bereikt aangezien de totale zettingen kleiner zijn. De kosten van deze methode zijn relatief groot. Een cunet van 2,0 m diep kost circa fl.60,- /m² inclusief afvoer van de vrijgekomen grond. De vrijkomende grond kan eventueel later gebruikt worden voor ophoging van de kavels of als afdeklaag. De grond dient dan tijdelijk opgeslagen te worden.

Indien de grond niet in het plangebied kan worden gebruikt maar moet worden afgevoerd zijn de kosten van de afvoer van de grond sterk afhankelijk van de kwaliteit van de grond. Indien de grond (licht) verontreinigd is kunnen de kosten fors hoger uitvallen.

De totale zettingen zijn bij toepassing van deze techniek minder, zodat ook de eerder gedefinieerde risico's afnemen. De methode heeft mogelijk een gering negatief effect op het milieu aangezien de grond mogelijk licht vervuild kan zijn.

2.3.6. Toepassen licht ophoog materiaal

In plaats van zand kan er ook gebruik worden gemaakt van licht ophoogmateriaal. Doordat de belasting kleiner is, zijn de te verwachten zettingen kleiner. Hierdoor wordt de restzettingseis ook eerder bereikt.

Een mogelijk licht ophoogmateriaal is flugzand. In de praktijk blijkt flugzand met name onder de grondwaterspiegel toch nog een behoorlijk hoge dichtheid te hebben. Toepassen van flugzand levert derhalve slechts een geringe tijdswinst. De kosten van deze methode zijn echter aanzienlijk (fl.60,- /m³).

Polystyreen (piepschuim) of schuimbeton zijn ook mogelijkheden. Deze dure oplossing wordt met name toegepast in zeer slappe veengebieden en moerassige gebieden. Deze oplossing levert in dit geval geen economisch alternatief oplevert en bovendien is er de wens zoveel mogelijk met duurzame materialen te werken.

2.3.7. Vacuümdrainage

Bij toepassing van vacuümdrainage wordt het freatisch vlak binnen een bepaald gebied verlaagd met een aantal meter. Hierdoor nemen de korrelspanningen sterk toe, waardoor de zettingen sneller optreden. De pompen worden aangesloten op drains die op de bodem van een met drainagezand gevulde sleuf liggen.

Bovendien wordt een vacuüm aangebracht in de grond. Dit wordt bereikt door op het maaiveld een luchtdicht folie aan te brengen en vervolgens het grondmassief vacuüm te pompen. Hierdoor worden de korrelspanningen nog verder opgevoerd, zodat de zettingen nog sneller optreden. Eventueel kan de methode gecombineerd worden met een overhoogte. De ophoging kan in dit geval veel sneller aangebracht worden aangezien er geen stabiliteitsproblemen te verwachten zijn.

Voor de kosten van deze methode zijn niet zondermeer vierkante meterprijzen aan te geven. Verwacht wordt dat de methode circa 30% duurder is dan het aanbrengen van een overhoogte plus een intensieve verticale drainage.

2.3.8. Zettingsvrije plaat

Voor de volledigheid wordt ook de zettingsvrije plaat behandeld. Dit alternatief bestaat uit een betonnen plaat die gefundeerd is op palen. Na realisatie van de constructie treden er geen zettingen op. Er behoeft derhalve geen onderhoud gepleegd te worden tengevolge van verschilzettingen. De zettingsvrije plaat is met name toepasbaar voor lijn infrastructuur en voor projecten waar zeer strenge eisen worden gesteld met betrekking tot verschilzettingen.

De investeringskosten van deze methode zijn zeer hoog. Hier staat echter tegenover dat het onderhoud gedurende de levensduur minimaal is. Deze methode is niet wenselijk voor de ontwikkeling van het bedrijventerrein en blijft derhalve verder buiten beschouwing.

2.4. Conclusie

In paragraaf 2.3 zijn 8 alternatieven voor het versnellen van zettingen gegeven. Voor elk alternatief zijn de technische aspecten, tijdsaspecten, kosten en risico's toegelicht. In onderstaande tabel zijn de resultaten samengevat. Bovendien is een tweetal combinaties van technieken afgebeeld.

alternatief	tijd	kosten	risico	milieu	onderhoud	indicatie directe kosten per m ²	percentage kosten
ophogen	--	++	--	0	--	fl. 45,-	40%
ophogen met overhoogte	-	+	-	-	-	fl. 85,-	70%
• partieel overhoogte	-	++	-	0	-	fl. 75,-	65%
overhoogte+drainage	0	0	0	0	0	fl.120,-	100%
slap pakket deels ontgraven	-	0	+	-	+	fl.105,-	90%
" + overhoogte	+	-	+	-	+	fl.155,-	130%
licht ophoogmateriaal	-	-	-	0	-	fl.130,-	110%
" + overh. + drainage	+	--	0	0	0	fl.204,-	170%
vacuümdrainage + overh.	++	-	+	-	+	fl.155,-	130%
zettingsvrije plaat	++	--	++	0	++	fl.250,-	210%
-- zeer ongunstig - ongunstig 0 indifferent + gunstig ++ zeer gunstig							

Aangezien er reeds berekeningen zijn uitgevoerd waarbij gebruik wordt gemaakt van ophogen in combinatie met verticale drainage zijn de aspecten van deze combinatie op nul gezet.

In de laatste kolom is een indicatie gegeven voor de kosten van de verschillende alternatieven hierbij is uitgegaan van een ophoging (incl. zettingscompensatie) van 2,0 m. Voor de overhoogte is eveneens 2,0 m aangehouden. De aangehouden drainafstand is 2 meter. De genoemde prijzen zijn indicatief en dienen voor het project verder uitgewerkt te worden. Zij dienen ter afweging van de varianten en mogen derhalve niet als basis worden gebruikt voor grondexploitatie berekeningen of andere begrotingen.

2.5. Aanbevelingen

Binnen één werkgebied kunnen meerdere technieken toegepast worden of eventueel combinaties van technieken. In het algemeen wordt een meer geavanceerde techniek alleen toegepast indien er strengere eisen worden gesteld aan de restzettingen of in een korte tijd de restzettingseis moet worden bereikt. Ter plaatse van plantsoenen, tuinen, etc. leiden zettingsverschillen niet tot schade, waardoor hier minder stringente restzettingseisen gelden en dus veelal met ophogen kan worden volstaan.

Locaties waar (verschil-)zettingen mogelijk tot verlies van functie of schade kunnen leiden en de grond snel beschikbaar moet zijn wordt geadviseerd een overhoogte toe te passen eventueel in combinatie met verticale drainage. Voor locale wegen kan het toepassen van een tijdelijke bouwweg overwogen worden die vervangen wordt nadat aan de restzettingseis is voldaan en de bouwwerkzaamheden zijn afgerond.

Voor bedrijventerrein Het Klooster is in eerdere rapporten geadviseerd om een overhoogte in combinatie met (intensieve) verticale drainage toe te passen. Indien dit niet leidt tot het gewenste resultaat kan het toepassen van de cunettenmethode of het toepassen van vacuümdrainage worden overwogen. Het toepassen van licht ophoogmateriaal wordt afhankelijk van het toegepaste materiaal niet effectief geacht of te duur voor deze toepassing. Een zettingsvrije plaat vindt alleen toepassing bij constructies waarbij zeer strenge eisen worden gesteld aan de zettingsverschillen (HSL).

3. OPHOOGADVIES 'HET KLOOSTER'

3.1. Inleiding

Het terrein dient opgehoogd te worden om voldoende drooglegging te verkrijgen. Ten gevolge van deze ophogingen zullen zettingen optreden. Om schade te voorkomen dienen de restzettingen bij aanleg van de wegen en kabels en leidingen voldoende klein te zijn. In overleg met de gemeente is een restzettingseis van 0,10 m vastgesteld. In voorgaande rapportages lit. [1] en [2] zijn zettingspredicties uitgevoerd op basis van een gemiddeld grondprofiel.

Gebleken is dat bij ophogen alleen voor de eerste fasen van het terrein niet kan worden voldaan aan de restzettingseis van 0,10 m. Er zijn vervolgens twee alternatieven ter versnelling van de zettingen uitgewerkt:

- ophogen tot gewenst niveau + zettingscompensatie + verticale drainage;
- ophogen tot gewenst niveau + zettingscompensatie + overhoogte.

De resultaten van bovenstaande zettingsversnellende maatregelen hebben niet het gewenste effect. Na twee jaar, dit is het moment waarop de gemeente in fase 1 grond wil uitgeven, zijn de te verwachten restzettingen meer dan 0,10 m. Dit betekent dat naar andere, meer geavanceerde en duurdere methoden moet worden gekeken om het terrein op tijd bouwrijp te hebben.

In hoofdstuk 2 van dit rapport "Alternatieven bouwrijpmaken Het Klooster" zijn de geavanceerde technieken beschreven om het zettingsproces sneller te laten verlopen. In dit hoofdstuk worden drie kansrijke alternatieven nader uitgewerkt; te weten:

- vacuümdrainage;
- cunettenmethode + overhoogte;
- overhoogte + verticale drainage.

Deze 3 zettingsversnellende methoden worden vergeleken in kosten en uitvoeringsduur met de reeds in de voorgaande rapportages (lit. [1] en [2]) beschreven methoden.

3.2. Gegevens en uitgangspunten

In de voorgaande rapportages (lit. [1] en [2]) zijn zettingspredicties gedaan op basis van een gemiddeld grondprofiel. Voor een nauwkeurige schatting van de zettingen en voorbelastingstijden dient nader grondonderzoek in de vorm van sonderingen en boringen uitgevoerd te worden. Voor deze berekeningen zijn de uitgangspunten uit de voorgaande rapportages gehanteerd:

- het huidige maaiveld bevindt zich op NAP +0,0 m;
- de huidige grondwaterstand varieert over het algemeen tussen NAP -0,4 m en NAP -0,8 m;
- de dikte van het samendrukbare pakket (klei/veen) bedraagt 6,0 m;
- de droogleggingseis (afstand tussen grondwaterstand en bovenkant verharding) bij oplevering van de wegen is GWS +1,45 m;
- de droogleggingseis ter plaatse van de kavels (bovenkant grond) is GWS +0,95 m;
- maximale restzetting na oplevering (bouwrijp maken) is 0,10 m (wegen) en 0,15 m (kavels);
- er wordt opgehoogd met ophoogzand met een volumegewicht van 19 kN/m³.
- in tabel 3.1 zijn de grondparameters voor het samendrukbare pakket weergegeven.

Tabel 3.1 Grondparameters

grondsoort	γ [kN/m ³]	C_p	C_t	c_v [m ² /sec]	OCR
Klei/veen	12,5	11	64	3,0e-8	1,0

3.3. Duurzaam bouwen

De gemeente Nieuwegein streeft, in het kader van duurzaam ontwikkelen van het terrein, naar zuinig bouwstoffen gebruik. Er wordt derhalve gestreefd naar een sluitende grondbalans en spaarzaam gebruik van bouwstoffen.

Om dit laatste aspect te bewerkstelligen wordt zo veel mogelijk gebruik gemaakt van vrijkomend zand en/of grond binnen de gemeente Nieuwegein. De percelen worden niet opgehoogd met zand, maar met vrijkomende grond uit singels, verbreding Lekkanaal, bouwkuipen en dergelijke.

3.4. Zettingsversnellende maatregelen

Ter versnelling van de zettingen zijn drie alternatieven nader uitgewerkt:

- vacuüm drainage;
- cunettenmethode + overhoogte;
- overhoogte + verticale drainage.

In onderstaande paragrafen worden bovenstaande alternatieven beschreven en toegelicht, waarbij voor de ophoging is uitgegaan van een grondwaterstand van NAP-0,4 m. Dit betekent dat de wegen op NAP + 0,95m (1,45 m drooglegging) worden aangelegd. In tabelvorm worden de resultaten bij een GWS van NAP-0,4 m en NAP-0,8 m gepresenteerd, omdat in de toekomst waarschijnlijk een grondwaterstand in het plangebied van NAP -0,80 m wordt gehandhaafd.

Hierdoor behoeft het terrein minder opgehoogd te worden, namelijk naar NAP +0,55 m, hetgeen een besparing van het bouwstoffengebruik oplevert.

3.4.1. Vacuümdrainage

Bij vacuümdrainage wordt naast drainage in de grond een "vacuümbelasting" aangebracht. Op het maaiveld wordt tenminste 0,5 meter zand aangebracht. Hierover wordt een luchtdicht folie gespannen, waarna een gedeeltelijk vacuüm wordt aangebracht in de bovenste lagen van de grond (tussen maaiveld en grondwaterstand). Hierdoor ontstaat een korrelspanningsverhoging die equivalent is aan circa 3 meter zandophoging.

Door het aanbrengen van drainage kan het spanningswater sneller afstromen. De snelheid is afhankelijk van de grootte van de horizontale doorlatendheid, de drainafstand en de drainoppervlakte.

Indien op het maaiveld 0,5 meter zand wordt aangebracht (dit is de minimaal benodigde hoogte voor vacuümdrainage), is het verschil tussen het nieuwe maaiveldniveau en de grondwaterstand circa 0,9 meter. De te verwachten zettingen ten gevolge van het equivalent van 3 meter zandophoging zijn groter, zodat de folie onder het niveau van de grondwaterstand zou komen te liggen (dan werkt de methode niet meer).

Geadviseerd wordt derhalve om een hoeveelheid zand aan te brengen die juist voldoende is om het terrein op hoogte te krijgen. Dit houdt in dat het eindniveau van de bovenkant van het zand 0,2 meter (hoogte verhardingsconstructie) beneden het gewenste eindniveau van de weg ligt. Het vacuümpompen dient beëindigd te worden als de restzettingseis, dit is 0,1 meter beneden gewenst eindniveau weg, bereikt is.

Voor de zettingspredicties is uitgegaan van zanddrains (sleuven) met een hart-op-hart afstand van 4,0 meter. Dit is equivalent aan stripdrains in een driehoekig stramien hart-op-hart 1,5 meter.

De kosten van de methode zijn lastig aan te geven aangezien een groot deel van de kosten uit uitvoeringskosten bestaat. Geschat wordt dat de kosten circa fl.160,- /m² zullen bedragen. Dit bedrag dient als zeer indicatief te worden beschouwd aangezien de kosten sterk worden beïnvloed door de drainafstand en uitvoeringsaspecten. Door de intensiteit van de drainage te variëren kan een economisch optimum worden gezocht.

3.4.2. Cunettenmethode + overhoogte

Door het slappe pakket deels te ontgraven wordt de dikte van het holocene pakket gereduceerd. Hierdoor worden niet alleen de totale zettingen gereduceerd, de zettingssnelheid wordt ook vergroot aangezien de zettingstijd evenredig is met het kwadraat van de laagdikte.

In de berekeningen is uitgegaan van een te ontgraven cunet van 2,0 m diep. In het cunet wordt ophoogzand aangebracht. Vervolgens wordt een hoeveelheid zand aangebracht die voldoende is om het terrein op te hogen en de zettingen te compenseren. Bovendien wordt een overhoogte aangebracht van circa 2,0 m. Deze overhoogte wordt na het bereiken van de restzettingseis weer verwijderd en vervolgens kan de verhardingsconstructie worden aangebracht. De vrijgekomen hoeveelheid zand uit de overhoogte wordt gebruikt voor de ophoging van de volgende fase van het bedrijventerrein.

De kosten van deze methode zijn relatief hoog. Het ontgraven van een cunet van 2,0 m diep kost circa f 60,- /m² inclusief afvoer van de vrijgekomen grond. De grond kan in het plangebied worden gebruikt als grond voor ophogen kavels en beplantingsvakken. Een deel van de grond dient dan mogelijk tijdelijk opgeslagen te worden. De totale kosten van dit alternatief worden geraamd op circa f 160,- /m².

De totale zettingen nemen bij toepassing van deze methode af, hierdoor neemt tevens het risico dat de zettingen groter blijken te zijn dan vooraf verwacht, af.

3.4.3. Overhoogte + verticale drainage

In eerdere adviezen zijn predicties gedaan waarbij gebruik werd gemaakt van verticale drainage of overhoogte. Er zijn echter nog geen predicties gedaan voor een combinatie van deze twee methoden. Om tot een gelijkwaardig alternatief te komen als de vacuümdrainage, dient bij een overhoogte van 2,0 m de drainafstand iets kleiner te worden gekozen dan bij de methode "vacuümdrainage". Er wordt gebruik gemaakt van stripdrains (3 mm x 100 mm) die in een driehoekig stramen van hart-op-hart 1,25 m worden aangebracht.

Naar verwachting zal dit alternatief de meest economische oplossing zijn, de kosten per vierkante meter bedragen circa f 120,-.

3.5. Resultaten

In onderstaande tabel zijn de resultaten van de zettingspredicties opgenomen. De resultaten van de varianten 1a, 1b 3 en 4 zijn afkomstig uit de rapportage bouwrijpmaken 'Het Klooster' van 31 januari 2000. Voor de alternatieven 5, 6 en 7 zijn nieuwe zettingspredicties gedaan. De resultaten moeten als indicatief te worden beschouwd. De varianten 1a, 1b, 3 en 4 voldoen na t = 2 jaar niet aan de restzettingseis zoals gesteld in de uitgangspunten. Nadrukkelijk wordt genoemd dat de kostenramingen globaal en indicatief zijn. Bij het uitwerken tot een definitief ontwerp kan deze nauwkeuriger worden vastgesteld.

Tabel 3.2 Resultaten bij een GWS van NAP -0,4m

	variant	t = 0 ophogen tot [m NAP]	restzet- tingseis bereikt na [mnd]	restzet- ting [m]	eindniveau bovenkant (30 jr) [m NAP]	indicatie kosten [fl./m²]
1a	ophogen +zettingen- compensatie	+2,10	120	± 0,10	0,95	fl.45,-
1b	" + verticale drainage	+2,10	60	± 0,10	0,95	fl.75,-
3	" +overhoogte (2 m)	+4,10	36	± 0,10	0,95	fl.100,-
4	percelen	+1,25	60	± 0,15	0,40	fl.30,-
5	vacuüm- drainage	+2,10	8	± 0,10	0,95	fl.160,-
6	cunet + over- hoogte (2 m)	+3,50	12	± 0,10	0,95	fl.155,-
7	verticale drai- nage + overh.	+4,10	8	± 0,10	0,95	fl.120,-

De in de tabel genoemde bruto prijzen zijn indicatief. Zij dienen slechts om een indruk te krijgen van de investeringskosten van de verschillende methodes ten opzichte van elkaar. Uitgegaan moet worden van een bandbreedte van 20%, met uitzondering van de vacuümdrainage waar de afwijking op kan lopen tot circa 40%.

Tabel 3.3 Resultaten bij een GWS van NAP -0,8m

	variant	t = 0 opho- gen tot [m NAP]	restzet- tingseis bereikt na [mnd]	restzet- ting [m]	eindniveau bovenkant as (30 jr) [m NAP]	indicatie kosten [fl./m²]
1a	ophogen +zettingen- compensatie	+1,50	120	± 0,10	± 0,55	fl. 45,-
1b	" + verticale drainage	+1,50	72	± 0,10	± 0,55	fl. 70,-
3	" +overhoogte (2 m)	+3,50	30	± 0,10	± 0,55	fl. 90,-
4	percelen	+0,50	48	± 0,15	± 0,15	fl. 25,-
5	vacuüm- drainage	+1,50	6	± 0,10	± 0,55	fl.150,-
6	cunet + over- hoogte (2 m)	+3,00	10	± 0,10	± 0,55	fl.145,-
7	verticale drai- nage + overh.	+3,55	6	± 0,10	± 0,55	fl.110,-

3.6. Conclusies en aanbevelingen

Uit voorgaande tabellen blijkt dat de zettingsversnellende maatregelen (alternatief 5, 6 en 7) voldoende effect hebben. Indien gebruik wordt gemaakt van de cunetmethode + overhoogte, wordt na circa een jaar voorbelasten voldaan aan de restzettingseis. Indien gebruik wordt gemaakt van vacuümdrainage of overhoogte in combinatie met drainage kan naar verwachting zelfs met een voorbelastingstijd van circa 6 maanden worden volstaan.

Het blijkt dat een combinatie van overhoogte met verticale drainage de meest economische oplossing van deze 3 methoden is. Geadviseerd wordt om deze methode nader te optimaliseren aan de hand van het definitieve grondonderzoek en eisen gesteld aan toelaatbare restzettingen in combinatie met de mogelijke voorbelastingstijd. Door de drainafstand aan te passen kunnen zettingssnelheid en kosten worden beïnvloed, en naar een economisch optimum worden gezocht.

Het toepassen van de voornoemde ophoogmethoden heeft geen nadelige effecten voor het milieu. Wel dient bij de methoden met gebruikmaking van overhoogte bij de laatste fasen gekeken te worden naar eventueel overschot aan ophoogzand. Dit betekent dat voor het bouwrijp maken van de laatste fase het de voorkeur verdient geen overhoogte toe te passen. In het volgende hoofdstuk wordt dit verder uitgewerkt in samenhang met de fasering.

4. GRONDBALANS

4.1. Inleiding

In voorgaand hoofdstuk is een drietal zettingsversnellende alternatieven nader beschouwd. Uit een vergelijking van de alternatieven blijkt dat verwacht kan worden dat een combinatie van overhoogte en verticale drainage het meest economische alternatief oplevert. In dit hoofdstuk wordt de grondbalans van het plangebied beschouwd indien dit alternatief wordt gebruikt ter versnelling van de zettingen ter plaatse van de wegen.

4.2. Planning uitgifte kavels

Door de gemeente is de fasering voor de uitgifte van de terreinen aangegeven. Er worden 4 fasen onderscheiden. Op tekening Ngn7.43.2001, opgenomen in bijlage 1, is de fasering aangegeven. Tevens geldt voor de fasen 2, 3 en 4 dat de grond uiterlijk 1 januari 2004 beschikbaar (in eigendom) is. Hierbij wordt aangenomen dat de planning van de uitgifte van de grond er globaal als volgt uitziet:

Tabel 4.1 Planning uitgifte kavels en bouwrijpmaken

Fase	Uitgifte kavels	Start bouwrijpmaken	Ophoogmethode	Opleveren ophoging
I	01-01-2003	01-06-2002	7	01-01-2002
II	01-07-2005	01-07-2005	7	01-06-2004
III	01-01-2010	01-07-2009		
IV	01-01-2013	01-07-2012	1b	01-07-2006

Voor het bouw- en uitgifterijpmaken van het terrein is circa 3/4 jaar nodig. Dit betekent dat 3/4 jaar voor uitgifte van de kavels gestart moet worden met aanleg riolering, kabels en leidingen en uiteindelijk de wegverharding. Op dat moment moet dus ook voldaan zijn aan de restzettingseis van 0,10 m voor de wegen.

Voor fase I geldt dat, mede gelet op de nog benodigde voorbereidingstijd van bestek en tekeningen, conform methode 7, zijnde verticale drainage en overhoogte, moet worden opgehoogd. Uiterlijk eind 2001 zou dan de ophoging moeten zijn aangebracht.

Voor fase II geldt dat het terrein rond 1 januari 2004 mogelijk pas volledig in eigendom is. Ook voor fase II is dus slechts 6 maanden voorbelastingstijd beschikbaar en dient derhalve methode 7 te worden toegepast.

Voor fase III en IV geldt dat meer tijd beschikbaar is voor het laten zetten van het terrein. Afhankelijk van de grondbalans zal gekeken moeten worden of voor fase III gewerkt wordt met een overhoogte (methode 3) of met verticale drainage (methode 1b). Voor fase IV is in principe alleen methode 1b gewenst omdat anders het aangevoerde zand voor de overhoogte moet worden afgevoerd naar elders. In de volgende paragraaf wordt aan de hand van de grondbalans dit verder uitgewerkt.

4.3. Grondbalans Het Klooster

Voor de verdeling van de oppervlakten binnen het plangebied wordt uitgegaan van de onderstaande tabel.

Tabel 4.2 Verdeling oppervlaktes

fase	kavels [ha]	carre's [ha]	wegen [ha]	groen [ha]	water [ha]
I	11,4	3,0	3,5	6	1
II	36,5	0	5	0,5	2,9
III	12,7	3,2	2,6	0,5	5
IV	19,3	0	3	5,3	15
totaal	79,9	6,2	14,1	12,3	23,9

Bij de bepaling van de hoeveelheden benodigde grond is uitgegaan van de volgende niveau (ten tijde van aanbrengen, dus inclusief zettingscompensatie, doch exclusief eventuele overhoogte):

- ophogen kavels tot NAP +0,5 m;
- ophogen wegen tot NAP +1,5 m;
- ophogen carre's tot NAP +5,5 m;
- wegen en carre's ophogen met zand, kavels en groenstroken met grond.

*met de term carre's worden bedoeld de hooggelegen kavels nabij de entree van het bedrijven terrein. Deze komen uiteindelijk 2,40 m boven het bestaande wegniveau in het plangebied te liggen (NAP + 3.00 m).

De voornoemde hoogten zijn gebaseerd op indicatieve berekeningen voor de zettingen gebaseerd op de in hoofdstuk 3 beschreven grondparameters. In de afgelopen periode zijn echter ook zettingsberekeningen en metingen uitgevoerd voor de aansluiting op de A27. Deze doorkruist het plangebied van oost naar west. Uit analyse van deze gegevens blijkt dat bij de daar ter plaatse aanwezige grondslag een eindzetting van 40% tot 50% mag worden verwacht. De nu uitgevoerde zettingsberekeningen gaan uit van circa 65%.

Om de grondbalans meer naar de werkelijk te verwachten zettingen te laten naderen wordt voorgesteld om uit te gaan van een te verwachten eindzetting (na 30 jaar) van 50%. Dit betekent met zettingscompensatie de volgende ophoogniveaus:

- kavels NAP + 0,30 m
- wegen NAP + 1,10 m
- carré's NAP + 5,00 m

Voor de carré's wordt uitgegaan van een lagere eindzetting en het bereiken van de definitieve maaiveldhoogte (NAP + 3,00 m) in de fase dat de bedrijven aan het bouwen zijn (vrijkomende grond uit bouwkuipen). Voor de grondbalans is het verder van groot belang een percentage vast te stellen voor ondergronds parkeren (conform stedenbouwkundige visie). Hierdoor zou namelijk veel ophoogzand kunnen vrijkomen. In de grondbalans is rekening gehouden met integraal ophogen van de carré's en geen vrijkomend zand ten behoeve van ondergronds parkeren. Het lijkt echter wenselijk de carré's alleen op te hogen tot NAP + 5,00 m daar waar geen ondergronds parkeren wordt gerealiseerd. Op de locaties met ondergronds parkeren dient alleen een beperkte overhoogte tot niveau wegen (NAP + 1,10 m) te worden aangebracht. Het maaiveldniveau van de carré's (NAP + 3,00 m) wordt hier bereikt door een betonnen plaat op kolommen (als voorbeeld kan hier gedacht worden aan het huidige gemeentehuis).

Voor de vrijkomende grond uit de wegen geldt dat behalve de 2 m overhoogte ook nog een laag zand van de wegen moet worden afgehaald voor de verhardingsconstructie. De verhardingscon-

structie bestaat uit menggranulaat en asfalt, samen ongeveer 0,40 m dik. Dus feitelijk wordt 2,40 meter afgegraven. Dit is conform de uitgangspunten van de in aanleg zijnde aansluiting van Nieuwegein op de A27.

In onderstaande tabel zijn per fase de benodigde hoeveelheden zand aangegeven, uitgaande van een huidige maaiveld van NAP + 0 m. Onder 'zand (permanent)' is opgenomen de hoeveelheid zand benodigd voor het ophogen (inclusief zettingscompensatie) van de wegen en de carré's tot voornoemde niveau's. Bij fase I en II wordt tevens een overhoogte van 2 m aangebracht, deze hoeveelheid zand wordt later afgegraven en in een volgende fase gebruikt. In de kolom 'zand (tijdelijk)' is deze hoeveelheid aangegeven en in de kolom 'naar fase' staat in welke volgende fase de grond wordt ingebracht.

In de kolom 'benodigd' is de benodigde hoeveelheid zand (zand (permanent) + zand (tijdelijk) - zand aangevoerd uit vorige fase) opgenomen.

Voor de volledigheid zijn de tijdstippen van aanbrengen ophoging en verwijderen overhoogte ook aangegeven. Deze tijdstippen volgen uit tabel 4.1.

Tabel 4.3 Overzicht zandhoeveelheden (in m3)

Fase	Zand (permanent)	Zand (tijdelijk)	Naar fase	Benodigd	Start aanbrengen	Verwijderen
I						
- weg	38.000	70.000	II	108.500	06-2001	06-2002
- carré	150.000	-		150.000		
II	55.000	100.000	III	71.000	01-2004	06-2004
III						
- weg	28.600		IV	68.600	06-2004	
- carré	160.000					
IV	33.000			22.600	01-2006	

In het overzicht is voorts geen rekening gehouden met zand dat vrijkomt uit projecten in de omgeving. Door dat zand te gebruiken kan de hoeveelheid aan te kopen zand worden gereduceerd. De gemeente is voornemens om de vrijkomende grond uit het plangebied te gebruiken als ophoogmateriaal voor de kavels. Hierop wordt nader ingegaan in hoofdstuk 5.

4.4. Opmerkingen en conclusies

In dit hoofdstuk is een globale berekening gemaakt van de benodigde hoeveelheid zand voor ophoging van de wegen en de carré's. Voor fase I en II geldt dat opgehoogd moet worden met een overhoogte om binnen de gestelde termijn te voldoen aan de restzettingseis van 0,10 meter. In fase III en IV is het aanbrengen van een overhoogte niet nodig indien hier tijdig wordt gestart met bouwrijpmaken.

Op dit moment zijn slechts beperkte grondonderzoeksgegevens in het bedrijventerrein beschikbaar. In de eerdere rapportages (lit.1 en 2) is daarom uitgegaan van een theoretische bodemopbouw. Op basis van deze bodemopbouw wordt een eindzetting berekend van circa 65%. Een analyse van de huidige aansluiting op de A27 geeft echter een te verwachten eindzetting van 40 tot 50% te zien. Voor de hoeveelheid aan te brengen zand heeft dit aanzienlijke gevolgen. Voor de grondbalans, feitelijk een zandbalans, is daarom uitgegaan van 50% eindzetting en niet van de eerder berekende eindzetting van 65%. Hierdoor hoeft er minder te worden opgehoogd.

Uit tabel 4.3 blijkt dat circa 430.000 m³ zand nodig is om de wegen en de carre's op te hogen. In deze berekening is rekening gehouden dat om de weg op het uiteindelijke niveau van NAP+0.65 meter te krijgen een verhardingsconstructie van 0,40 meter wordt aangebracht. Om zettingen ten gevolge van deze verhardingsconstructie te voorkomen wordt in fase III en IV voor de ophoging van de wegen wel uitgegaan van NAP+1.10 meter, waarna dus in beide fasen 0,40 meter zand moet worden afgegraven voor de verhardingsconstructie. Voor fase III geeft dit geen problemen, deze zandhoeveelheid kan worden doorgeschoven naar fase IV. In fase IV blijft echter circa 12.000 m³ zand over bij het bouwrijpmaken waarvoor nog een bestemming moet worden gezocht.

Nadat het definitieve grondonderzoek is uitgevoerd dient een nieuwe zettingspredictie te worden gemaakt en de grondbalans te worden bijgesteld. Hierbij is het dan van belang meer inzicht te hebben in de optie voor het ondergronds parkeren in de carre's, omdat hier dan mogelijk ook nog weer zand vrijkomt.

Voor fase I en II geldt verder dat bij ophogen van de kavels met vrijkomende grond uit het plangebied er een lange periode benodigd is om aan de restzettingseis van 0,15 meter te voldoen. Dit terwijl de kavels feitelijk slechts zeer beperkt behoeven te worden opgehoogd. Dit wordt mede veroorzaakt door de verwachte slechte gesteldheid van de vrijkomende grond. Hieraan moet bij het bouwrijpmaken van het terrein aandacht worden besteed en geadviseerd wordt de kavels zo spoedig mogelijk met binnen de gemeente beschikbare grond op te hogen. Voorts kan worden overwogen het ophogen van de kavels volledig bij de kopers van de kavels neer te leggen. Dit betekent wel dat in natte perioden op de kavels water blijft staan omdat de grond slecht doorlatend is en afstroming naar oppervlaktewater door de hoger gelegen wegen niet mogelijk is. Ook hiervoor geldt dat het aanvullende grondonderzoek meer inzicht kan verschaffen in de werkelijk te verwachten zettingen.

5. VRIJKOMENDE GROND UIT OMGEVING

5.1. Inleiding

Mogelijk kan hiervoor zand wat vrijkomt bij de verbreding en aanpassing van het Lekkanaal te Nieuwegein worden gebruikt. Deze notitie gaat in op geschiktheid van dit zand als ophoogzand.

5.2. Gegevens

- Grondonderzoek: Rapportage betreffende verbreding en aanpassing van het Lekkanaal te Nieuwegein, Geotechnisch bodemprofiel en parameterset te Capelle a/d IJssel, projectnummer 3808017, Tauw b.v., d.d. 2000-05-16;
- Standaard RAW bepalingen, CROW, 1995.

5.3. Geschiktheid zand voor ophoogmateriaal

5.3.1. Eisen ophoog zand in RAW

Zand wat gebruikt word voor ophogingen dient te voldoen aan een aantal eisen met betrekking tot de korrelverdeling en het gehalte organisch materiaal:

- de fractie < 63 μm van de fractie < 2 mm dient kleiner te zijn dan 15%

indien deze fractie tussen 10% en 15% ligt dan dient tevens voldaan te worden aan:

- de fractie < 20 μm van de fractie < 2 mm dient kleiner te zijn dan 3%
- van de fractie < 2 mm dient het gloeiverlies kleiner te zijn dan 3%

5.4. Grondonderzoek

Voor de bepaling van het geschiktheid van het zand als ophoogmateriaal is een vijftal korrelverdelingen van zandmonsters voorhanden. In onderstaande tabel is afgebeeld welke grondlaag de monsters vertegenwoordigen. In bijlage 2 zijn de door Tauw opgeselde grondprofielen afgebeeld.

Tabel 5.1 Beschikbaar grondonderzoek

monster	Boring	Laag	locatie
1	B37	2	Bochtafsnijding
2	B38	2	Bochtafsnijding
3	B42	5a, 5b, 5c	Stroomgeleider
4	B50	5a, 5b, 5c	Uitbereiding remmingswerken
5	B51	6	Uitbereiding remmingswerken

Er zijn **geen gegevens** voorhanden met betrekking tot het organisch gehalte in de monsters (gloeiverlies).

5.5. Kwaliteit zand

De korrelverdeling van de zandmonsters en het gloeiverlies dient te voldoen aan eerder gedefiniëerde eisen. In onderstaande tabel zijn de resultaten van de beoordeling afgebeeld.

Tabel 5.2 Geschiktheid zand

monster	fractie < 63 μm van fractie < 2 mm	geschikt / ongeschikt als ophoogzand	Gloeiverlies	geschik/ ongeschikt als ophoogzand
1	2,4%	geschikt	n.b.	
2	8,6%	geschikt	n.b.	
3	0,2%	geschikt	n.b.	
4	0,8%	geschikt	n.b.	
5	1,0%	geschikt	n.b.	

5.6. Winning van het zand uit het Lekkanaal

De bepaling van de geschiktheid van het zand uit het Lekkanaal is gebaseerd op het door Tauw uitgevoerde grondonderzoek. Hierbij is geen rekening gehouden met de gelaagdheid van de grond. Verontreinigingen ten gevolge van de menging met kleigrond kunnen een sterke achteruitgang in kwaliteit tot gevolg hebben. Bij de winning van het zand dient hier rekening mee te worden gehouden. Dit houdt in dat er:

- nauwkeurig gebaggerd moet worden om vermenging van de lagen te voorkomen;
- kwaliteitscontroles dienen plaats te vinden.

5.7. Transport vrijkomend zand uit Lekkanaal

Naar verwachting zal het vervoer van het zand dat vrijkomt uit het Lekkanaal het goedkoopst kunnen plaatsvinden via droog transport. Vanwege de relatief geringe hoeveelheid zand (circa 100.000 m³) is nat transport waarschijnlijk duurder.

5.8. Gebruik van vrijkomende grond binnen plangebied

Binnen het plangebied komt ook grond vrij. Het gaat dan met name om klei, veen of slib dat vrijkomt bij de ontgravingen ten behoeve van waterpartijen. Met betrekking tot de bruikbaarheid van dit materiaal als ophoogmateriaal kan het volgende worden gesteld:

- De grond kan niet worden gebruikt in of nabij taluds. Vanwege de geringe sterkte zal mogelijk instabiliteit van de taluds ontstaan;
- De grond is zeer samendrukbaar. Gerekend moet worden op een inklinking van tenminste 50%;
- De grond draagt slecht, zodat ophogen met dit materiaal een negatief effect heeft op de voorbelastingstijd.

Indien het toch gewenst is dat het vrijkomende materiaal gebruikt wordt, kan de grond in ieder geval aangewend worden als:

- afdeklaag ter plaatse van plantsoenen;
- opvulling van sloten.

5.9. Conclusies

Het zand dat vrijkomt bij de verbreding en aanpassing van het Lekkanaal voldoet aan de in de Standaard RAW bepalingen opgestelde eisen met betrekking tot de korrelverdeling van het zand. Met betrekking tot het gehalte aan organisch materiaal zijn **geen gegevens** beschikbaar. **Derhalve kan geen definitieve uitspraak gedaan worden over de geschiktheid als ophoogzand.**

Indien de hoeveelheid organische stof aan de RAW-norm voldoet kan het gebruikt worden als ophoogzand onder de wegen. Er moet voor gezorgd worden dat tijdens de winning geen vermenging met klei en veen optreedt.

6. EFFECTEN VAN OPHOGEN MAAVELD EN VERLAGEN GRONDWATERSTAND OP OMGEVING

Ter plaatse van scherpe overgangen in maaiveldniveau (dijken, ophogingen) kunnen zich stabiliteitsproblemen voordoen. In dit hoofdstuk worden de aspecten met betrekking tot de stabiliteit van deze taluds toegelicht. Hierbij wordt aandacht geschonken aan de stabiliteit van:

- de taluds van de A27;
- de aansluiting op de A27;
- de dijk ter plaatse van de Schalkwijksewetering;
- randen van de carré's.

In het algemeen kan gesteld worden dat het ophogen van een terrein tegen een talud aan, een positief effect heeft op de stabiliteit. Het verschil in maaiveldniveau (= belasting) neemt dan af zodat de stabiliteit toeneemt (kans op afschuiven talud wordt minder).

Indien er wordt opgehoogd tegen de taluds van de aansluiting op de A27 aantreden er mogelijk kleine zettingen op in het talud. Het is echter niet te verwachten dat er schade optreedt aan de wegconstructie. De stabiliteit van het gehele weglichaam wordt echter verbeterd.

De taluds nabij de randen van de carré's verdienen wel enige aandacht. Of stabiliteitsproblemen te verwachten zijn is sterk afhankelijk van de uitvoering en bouwvolgorde. In het algemeen kan gesteld worden dat minimale stabiliteitsproblemen te verwachten zijn als de niveauverschillen worden geminimaliseerd. Op voorhand kan het volgende worden geadviseerd:

- eerst een gebied integraal ophogen tot niveau wegen (mv + 1,5 m);
- vervolgens ophogen in lagen van 0,5 m tot niveau carré (mv + 5 m);
- taludhellingen van ca 1:2.

Een snelle daling van de grondwaterspiegel kan mogelijk een negatief effect hebben op de stabiliteit en zal zeker beperkte zettingen veroorzaken. In dit geval wordt de waterstand in het plangebied echter geleidelijk verlaagd tot het winterpeil (NAP -0,8 m), zodat er geen stabiliteitsproblemen te verwachten zijn. Wel kan het zijn dat de aansluiting naar de A27 een lichte extra zetting gaat vertonen. Dit kan worden gecompenseerd bij het asfalteren van de weg. Bij het aanbrengen van de asfaltenlagen op de weg dient hiermee rekening te worden gehouden. Op de A27 zal de peilverlaging niet van invloed zijn omdat het grondwaterpeil nabij het talud niet wordt verlaagd.