

# RAADSINFORMATIEBRIEF

17R.00885



**Van** : college van burgemeester en wethouders

**Datum** : 21 november 2017

**Portefeuillehouder(s)** : wethouder Ten Hagen

**Portefeuille(s)** : Openbare ruimte (IBOR)

**Contactpersoon** : W. Visser

**Tel.nr.** : 8635

**E-mailadres** : visser.w@woerden.nl

**17R.00885**



## Onderwerp:

Activiteiten 2017 programma ontwikkeling veengebied (bodemdaling en klimaatbestendig)

---

## Kennisnemen van:

De in 2017 uitgevoerde activiteiten van het programma Ontwikkeling veengebied (pov). Dit programma is gericht op een structurele en toekomstbestendige aanpak van de bodemdalingsproblematiek in de gemeente Woerden.

---

## Inleiding:

Jaarlijks informeerde het college de raad tijdens een raadsinformatieavond over de diverse projecten en ontwikkelingen binnen het programma Ontwikkeling veengebied. Volgens de nieuwe werkwijze van de raad doen we dit deze keer in de vorm van een raadsinformatiebrieven. Met deze raadsinformatiebrieven biedt het college inzicht in de activiteiten van 2017 rondom bodemdaling en ruimtelijke adaptatie.

---

## Kernboodschap:

Een aantal projecten wordt kort toegelicht onder de paragrafen bodemdaling, ruimtelijke adaptatie en duurzame samenleving. In bijlage 1 is een tabel opgenomen met het jaaroverzicht 2017. Op de website van het Platform Slappe Bodem staan factsheets van de Woerdense projecten en links naar documenten (slappebodem.nl/ Woerden).

### 1. Bodemdaling

#### Proefvakken Kamerik (zie bijlage 2)

Tijdens de reconstructie van het Overzicht in Kamerik is een aantal proefvakken aangelegd met lichtgewichtmaterialen en zand. Maandelijks vindt monitoring plaats en elk jaar wordt een analyserapport opgesteld. Zo wordt kennis vergaard over welk materiaal zich het beste houdt in de tijd onder gelijke condities (bodem, grondwater, verkeersbelasting).

#### Zettingsvrij en meebewegend bouwen (zie bijlage 3)

Het tweeledige onderzoek zettingsvrij (Kanis) en meebewegend bouwen (Zegveld Weidz) dat met financiële ondersteuning van het provinciale programma Aanpak Veenweiden is uitgevoerd, is afgerond. De reconstructie De Kanis is inmiddels volop in voorbereiding. Voor Zegveld Weidz wordt nu ingezet om

de techniek 'grondvervanging' toe te passen om een zettingsarme openbare ruimte te krijgen. Meebewegend (drijvend) bouwen bleek voor Weidz nog een brug te ver, maar kwam uit het onderzoek wel als kansrijke methode uit de bus. Een vervolgstudie naar volledig drijvend bouwen is nu in voorbereiding. Er is voor dit vervolg al subsidie toegezegd en een deel is nog in aanvraag (zie financiën).

#### Veenweiden in beweging (zie bijlage 4)

In het gebied rondom de Van Teylingenweg is het gebiedsproces Veenweiden in beweging gestart (zie ook RIB 16R.00592, toen nog Agrologistiek Van Teylingenweg). De projectleider haalde bij betrokkenen uit het gebied ideeën, wensen en mogelijkheden op voor een toekomstbestendig, veilig en leefbaar buitengebied. De betrokkenen zijn het dorpsplatform Kamerik, jongeren uit het gebied, individuele agrariërs en ondernemers, gemeente, waterschap, provincie, Veenweide Innovatiecentrum, LTO en de commissie Ruimtelijke Kwaliteit en Erfgoed. Ook vonden onderzoeken plaats om de 0-situatie van het gebied in beeld te krijgen. Komend jaar wordt verder gewerkt aan de noodzakelijke bouwstenen en een integraal afwegingskader voor de diverse mogelijke toekomstscenario's. Voor dit gebiedsproces is voor de komende twee jaar een flinke subsidie verkregen van provincie Zuid-Holland (zie financiën).

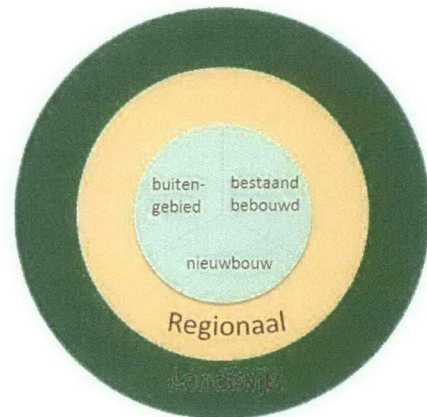
#### Urgentie

Het platform Slappe Bodem voerde campagne om aandacht voor bodemdaling in de gemeentelijke partij- en collegeprogramma's te vragen. Deze campagne wordt online gevoerd (met name via Facebook en LinkedIn) met enkele korte ludieke filmpjes ([slappebodem.nl/Bodemdaling-lokaal](http://slappebodem.nl/Bodemdaling-lokaal)).

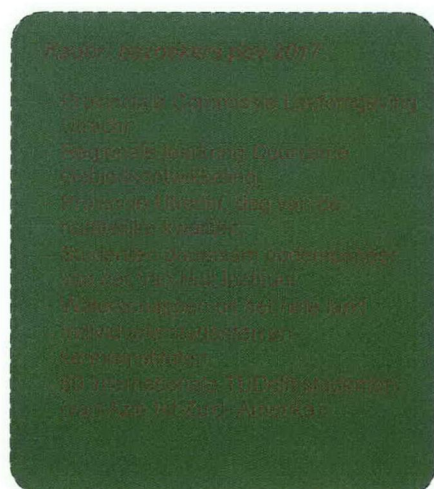
#### In beeld

Gemeente Woerden valt op als het gaat om de aanpak van bodemdaling en ruimtelijke adaptatie. Van heinde en verre (landelijk en internationaal) is er belangstelling voor de wijze waarop Woerden omgaat met de kwetsbare ondergrond en het gebruik en beheer daarvan. Ook dit jaar zijn er verschillende rondleidingen gegeven.

Tijdens de gesprekken tijdens deze rondleidingen is verteld hoe gemeente Woerden omgaat met bodemdaling in bestaand gebied, nieuwbouw en het buitengebied. En ook over de pilots en projecten waarin toekomstbestendige technieken toegepast worden, over de levenscycluskostenbenadering en hoe ideeën worden vertaald naar concrete projecten en borging in de gemeentelijke organisatie.



Maar ook over welke eisen je stelt aan nieuwe ontwikkelingen als het gaat om toenemende piekbuien, dalende bodems en overstromingsrisico's. Om daarmee te voorkomen dat er weer nieuw kwetsbaar areaal voor de gemeente bij komt. De samenwerking met regionale en landelijke partners kwam ook aan bod, en hoe dit helpt om zaken te agenderen en kennisontwikkeling stimuleert.



### Film Bodemdaling

Dit najaar komt er een documentairefilm uit over bodemdaling. Een aantal opnames hiervoor is gemaakt in de gemeente Woerden. De trailer van de film is vertoond tijdens het tweede nationale congres over veenbodemdaling 'Heel Holland zakt' op donderdag 9 november 2017. De gehele documentaire, getiteld 'Het zinkende land', wordt op 18 of 19 november uitgezonden bij RTV Utrecht, RTV Rijnmond, RTV Noord-Holland en Omroep West.

## **2. Ruimtelijke adaptatie (gaat vanaf 2018 verder onder de naam Klimaatbestendig 2050)**

### Wateroverlastmodel

Er is een start gemaakt met het in beeld krijgen van de wateroverlastgevoelige gebieden in gemeente Woerden bij verschillende piekbuien. Dit onderzoek wordt uitgevoerd met behulp van een integraal wateroverlastmodel. Dit model berekent onder andere het effect van de maaiveldhoogte, de hoeveelheid neerslag die valt en de afvoer van neerslag via het riool en het oppervlaktewater. In 2018 wordt dit knelpuntenonderzoek afgerond en vervolgd door een uitvoeringsplan om knelpunten op te lossen.

### 'Natuurlijk! De watervriendelijke tuin' (zie bijlage 5)

Tijdens de publieksactie 'Natuurlijk! De watervriendelijke tuin' op 8 april en 17 juni gaven gemeente Woerden, tuincentrum De Bosrand, onze stadsimker, een hovenier en burgerinitiatief Duurzaam Woerden tips aan inwoners voor een klimaatbestendige tuin. Er zijn veel bezoekers gesproken. Ook konden inwoners deelnemen aan een tuinactie. Dit leidde tot meer bewustwording bij een deel van de inwoners.

### Dag van het Water

Tijdens de landelijke Week van het Water organiseerden de gemeente, HDSR en de Veiligheidsregio Utrecht op 21 oktober jl. de Woerdense Dag van het Water. Op de streekmarkt gingen medewerkers van gemeente en waterschap met inwoners in gesprek over de thema's wateroverlast en overstromingsrisico.

## **3. Duurzame samenleving**

Vanuit de pov is ook hard meegewerkt aan de opgave duurzame samenleving Woerden (raadsvoorstellen 17R.00241, 17R.00702 en 17R.00765). Zowel aan de proceskant als aan het participatieproces en de inhoudelijke uitwerking van actieplannen, uitvoeringsplannen en de diverse bestuurlijke besluitvormingsstukken.

Vanaf 2018 vervalt de term programma Ontwikkeling veengebied. De inhoudelijke thema's bodemdaling en ruimtelijke adaptatie gaan verder als uitvoeringsprogramma Bodemdaling 2050 en Klimaatbestendig 2050 binnen de opgave Duurzame Samenleving Woerden. Andere thema's binnen deze opgave zijn CO<sub>2</sub>-neutraal 2030, Circulaire Economie 2050 en de Gezonde Samenleving. Voor dit laatste thema wordt in 2018 een actieplan ontwikkeld.

---

### **Financiën:**

In de begroting van 2017 is € 180.000 gereserveerd voor het programma Ontwikkeling veengebied (FCL 6.210.00.25/ECL 38.000).

Door de Woerdense aanpak en het sterke regionale en landelijke netwerk is het mogelijk om subsidies voor de Woerdense projecten en pilots te verkrijgen. In 2016 leverde dat € 50.000,- extra financiële middelen op voor de pov. Dit jaar is al € 165.000,- toegezegd en er zit nog € 25.000,- in een aanvraag. Deze projecten starten in 2018. Dit is overigens nog exclusief de cofinanciering die vanuit directe regionale partners en marktpartijen komt. Samengevat komt dit voor de betreffende projecten ruwweg neer op een factor 5 ten opzichte van de inzet van Woerden.

---

### **Vervolg:**

In 2018 wordt er gewerkt aan de uitvoeringsprogramma's Bodemdaling 2050 en Klimaatbestendig 2050.  
De raad ontvangt per thema een voortgangsrapport.

---

**Bijlagen:**

- 1) Overzicht activiteiten programma ontwikkeling veengebied 2017(17.022412)
  - 2) Analyserapport proefvakken Kamerik(17.022413)
  - 3) Oplegnotitie Zettingsvrij en meebewegend bouwen(17.022414)
  - 4) Stand van zaken november 2017 Veenweiden in beweging(17.022415)
  - 5) Foto-impresie publieksactie Natuurlijk! De watervriendelijke tuin(17.022416)
- 

De secretaris

drs. M.H.J. van Kruijsbergen MBA



De burgemeester,

V.J.H. Molkenboer



## Activiteiten programma ontwikkeling veengebied 2017

Bodemdaling		
Type activiteit	Wat	Omschrijving
Meten en weten	Bodemkaarten	Er zijn bodemkaarten van de bebouwde kernen van Woerden gemaakt op basis van uitgevoerde sonderingen (archief). De bodemkaart toont de dikte en diepte van de (slappe) deklaag. De informatie is ontsloten via Geoweb en voor alle collega's te gebruiken (nieuwbouw, herinrichting, reconstructies, vergunningen etc). Alle gebruikte sonderingsrapporten zijn aan de kaart gekoppeld. Hiermee is ook een slag gemaakt in het borgen van beschikbare informatie.
	Indeling bodemcategorieën	Op basis van bodeminformatie, satellietdata, kennis van projectleiders en veldbezoek is een driedeling gemaakt van de stabiliteit van de bodem: stevige ondergrond, zeer slappe ondergrond en zettingsgevoelige ondergrond. Deze kaart wordt gebruikt om bij reconstructies, herinrichting en nieuwbouwprojecten te bepalen welke type funderingsmethode geschikt is.
	Insarmetingen	Insarmetingen geven inzicht in zettingsgedrag van vaste objecten zoals infrastructuur, bruggen, huizen. Analyse van data geeft inzicht in zettingssnelheid en kan gebruikt worden voor de wegbeheerder (planning werkzaamheden). Voor eind 2017 wordt bepaald of en met welke frequentie in 2018 verder gemeten wordt.
	Proefvakken Kamerik	Maandelijkse monitoring van de zakbakken ter plaatse van de proefvakken in Kamerik. Deze data wordt gebruikt voor het jaarlijkse analyse rapport.
Onderzoek	Nieuwe funderingstechnieken	Via contacten het Platform Slappe Bodem, andere gemeenten en nieuwsberichten continue alert op ontwikkeling en toepassing nieuwe technieken. Vervolgens onderzoek naar haalbaarheid hiervan voor Woerdense situatie.
	Meebewegend en Zettingsvrij bouwen	Onderzoek afgerond. Met de financiële bijdrage van de provincie Utrecht uit het programma Aanpak Veenweiden is de haalbaarheid onderzocht van zettingsvrij (bestaande bouw in Kanis) en meebewegend bouwen (nieuwbouw in Zegveld Weidz).
	Effect ophogen tuinen	Effect van meermalig ophogen tuinen met zand/grond op zettingsgedrag en afknappen huisaansluitingen.
	Protocol Levenscycluskostenbenadering	Het opstellen van een protocol levenscyclusbenadering (LCC) om voorafgaand aan reconstructie-, herinrichting en nieuwbouwprojecten een onderbouwde keuze te kunnen maken voor de wegfundering. Inclusief duurzaamheidsafweging.
Projecten	LCC_berekeningen	Voor diverse reconstructieprojecten is een LCC-berekening uitgevoerd (Slotenbuurt, Nijverheidsbuurt, Kamerik Scholencluster, Kamerik Voorhuis).
	Veenweiden in beweging	In het gebied rondom de Van Teylingenweg is het gebiedsproces Veenweiden in beweging gestart (RIB 16R.00592, toen nog Agrologistiek Van Teylingenweg). Er zijn ideeën, wensen en mogelijkheden opgehaald voor een toekomstbestendig, veilig en leefbaar buitengebied. De betrokkenen zijn het dorpsplatform Kamerik, jongeren uit het gebied, individuele agrariërs en ondernemers, gemeente, waterschap, provincie, Veenweide Innovatiecentrum, LTO en de commissie Ruimtelijke Kwaliteit en Erfgoed. Ook vonden onderzoeken plaats om de 0-situatie van het gebied in beeld te krijgen. Komend jaar wordt verder gewerkt aan de noodzakelijke bouwstenen en een integraal afwegingskader voor de diverse mogelijke toekomstscenario's. Voor dit gebiedsproces is voor de komende twee jaar een flinke subsidie verkregen van provincie Zuid-Holland via het samenwerkingsverband Alphen, Gouda, Woerden. Dit wordt nu verder uitgewerkt.
	Zegveld Weidz	Voor de ontwikkeling Zegveld-Weidz is een aanvullende zettingsbijlage opgesteld die toegevoegd wordt aan het contract. Doel hiervan is de ontwikkelaar aan te kunnen spreken op niet behaalde zettingsresultaten en indien nodig maatregelen af te dwingen. Zodat gemeente Woerden bij de overdracht van het openbaar gebied het afgesproken resultaat krijgt.
	Vervolg Haalbaarheid drijvend bouwen	Samenstelling consortium, opstellen projectplan en subsidieaanvragen voor opstart vervolgstudie Haalbaarheid drijvend bouwen voor nieuwe ontwikkelingen op slappe grond. De nieuwbouwtentwikkling Haanwijk Harmelen wordt daarbij als studiegebied gebruikt. 1e deel subsidie is toegekend, 2e deel is momenteel nog in aanvraag. Indien positief: start project in 2018.
	Living Lab Omgevingswet (pilot)	Gemeente Woerden is door provincie Utrecht gevraagd om mee te doen aan een pilot Living Lab Omgevingswet. Gemeente Woerden heeft hiervoor de projecten Veenweiden in beweging en Haalbaarheid drijvend bouwen (vervolg) benoemd. Momenteel wordt onderzocht of de benodigde financiering voor een dergelijke pilot beschikbaar komt.
Samenwerking	Platform Slappe Bodem	Gemeente Woerden is deelnemer van de bestuurlijke en ambtelijke kerngroep. Het Platform Slappe Bodem spant zich in voor een integrale aanpak waarin nationale, lokale en provinciale overheden, waterschappen, kennisinstellingen en bedrijfsleven gezamenlijk verantwoordelijkheid nemen en dragen. Ook werkt het platform aan het onder controle krijgen van de gevolgen van bodemdaling, bijvoorbeeld door innovatieve oplossingen en het delen van kennis. Het PSB ondersteunt het landelijke kennisprogramma Klimaat, Water en Bodemdaling. In november organiseert het PSB het jaarlijkse congres Heel Holland Zakt.
	Stuurgroep Aanpak Veenweiden	Onder de gebiedscommissie Utrecht-West is en Stuurgroep Aanpak Veenweiden ingesteld voor de toetsen van de kwaliteit en voortgang van het Programma Aanpak Veenweiden. Gemeente Woerden is bestuurslid namens gemeenten, onder andere om de inbreng op het thema bebouwing en infrastructuur te waarborgen.
	Samenwerking Alphen, Gouda en Woerden	Gemeente Woerden is ambtelijk vertegenwoordigd bij de bestuurstafel bodemdaling en infrastructuur. Via deze tafel is het projectvoorstel veenweiden in beweging ingediend bij provincie Zuid-Holland voor een subsidieaanvraag. Het voorstel Haalbaarheid drijvend bouwen is rechtstreeks ingediend voor een bijdrage vanuit de bestuurstafel.
	Adviesbureaus, kennisinstellingen, regionale partners	Op diverse onderdelen wordt samengewerkt. Het gaat dan bijvoorbeeld om informatie-uitwisseling, excursies, toetsen van voorstellen en werkaftemming. Zo staat eind november een uitwisseling met gemeente Alphen gepland over de pilot met de funderingstechniek Schuimglas.
Bewustwording en borging	Binnen gemeente Woerden	Via teamoverleggen, beleid-, beheer- en projectleidersoverleggen en diverse bilaterale overleggen wordt kennis uitgewisseld over de resultaten van het programmaonderdeel bodemdaling. Daarnaast wordt aangehaakt bij de ontwikkelingen op het gebied van de cyclische beheerplannen en het hior van team Realisatie en Beheer.
	Buiten gemeente Woerden	Gemeente Woerden valt op als het gaat om de aanpak van bodemdaling en ruimtelijke adaptatie. Van heinde en verre (landelijk en internationaal) is er belangstelling voor de wijze waarop Woerden omgaat met de kwetsbare ondergrond en het gebruik en beheer daarvan. Ook dit jaar zijn er verschillende rondleidingen gegeven. Onder andere aan: Provinciale Commissie Leefomgeving Utrecht; regionale leerkring Duurzame Gebiedsontwikkeling; Provincie Utrecht, dag van de ruimtelijke kwaliteit; studenten duurzaam bodembeheer van het Van Hall Instituut; waterschappen uit het hele land; individuele studenten en kennisinstellingen; 50 internationale TUDelft studenten (van Azië tot Zuid-Amerika). De infopagina is een aantal keren benut om inwoners te vertellen over bodemdaling. Er werden ook verschillende presentaties gegeven. Bijvoorbeeld bij het Algemeen Bestuur van het waterschap (HDSR) tijdens de behandeling van de position paper. Dit voorstel gaat over het temporiseren van de peilverlaging om bodemdaling in het buitengebied te remmen (is inmiddels aangenomen). En bij de netwerkdag van het Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie en de kennisexpeditie van het kennisprogramma Klimaat, Water en Bodemdaling.

Bodemdaling		
Type activiteit	Wat	Omschrijving
	Film Bodemdaling	Diverse waterschappen, provincies en gemeenten (w.o. Woerden) financierden samen de documentaire 'het zinkende land', waarin de gevolgen van de dalende veenbodem in grote delen van West- en Noord-Nederland belicht wordt. Zij vragen met deze documentaire aandacht voor de gevolgen van bodemdaling, de urgentie om duurzamer met veenbodems om te gaan en een beeld geven van hoe bewoners, bedrijven en overheden nu aan oplossingen werken. Ook in gemeente Woerden zijn opnamen gemaakt. De documentaire wordt uitgezonden op 18 en 19 november bij de regionale omroepen RTV Utrecht RTV Rijnmond, RTV Noord-Holland en Omroep West. Daarnaast wordt op 25 november de documentaire "De zinkende stad" uitgezonden door NPO in het programma "Kennis van Nu". In deze documentaire, wordt vooral ingezoomd op bodemdaling in de bebouwde kom.
Ruimtelijke adaptatie		
Type activiteit	Wat	Omschrijving
Onderzoek	Wateroverlastmodel	Er is een start gemaakt met het in beeld krijgen van de wateroverlastgevoelige gebieden in gemeente Woerden bij verschillende piekbuien. Dit onderzoek wordt uitgevoerd met behulp van een integraal wateroverlastmodel. Dit model berekent onder andere het effect van de maaiveldhoogte, de hoeveelheid neerslag die valt en de afvoer van neerslag via het riool en het oppervlaktewater. In 2018 wordt dit knelpuntonderzoek afgerond en vervolgd door een uitvoeringsplan om knelpunten op te lossen.
	(aanhaken bij) Gebiedsgericht Grondwaterbeheer	In de studie gebiedsgericht grondwater wordt aanvullend aandacht besteed aan de deklaag en de ondiepe grondwaterstand. Door kaarten te genereren van de ondiepe grondwaterstand kan inzicht gegeven worden in de risico's op funderingsschade aan houten palen. Daarnaast biedt de studie inzicht in droogte en regionale en lokale invloedsfactoren zodat later eventuele maatregelen bepaald kunnen worden.
Projecten	Borging thema's klimaatbestendig in Gemeentelijk Waterbeleidsplan	Afgelopen jaar is een nieuw gemeentelijk beleidsplan opgesteld dat momenteel ter besluitvorming voorligt bij de raad. In dit GWP zijn de beleidsambities en -doelen uit de opgave duurzame samenleving integraal verwerkt.
	Bestaande knelpunten wateroverlast	Bestaande knelpunten en nieuwe meldingen worden met de beheerders en projectleiders van team realisatie en beheer besproken en daar waar mogelijk opgepakt. Soms is een tijdelijke maatregel namelijk effectiever omdat er bijvoorbeeld al een reconstructie gepland staat.
Samenwerking	Coalitie Regio Utrecht	Zes gemeenten, HDSR, provincie Utrecht en de Veiligheidsregio Utrecht werken samen aan oplossingen voor de gevolgen van de klimaatverandering (wateroverlast, droogte, hitte en overstroming). De partijen werken samen zodat de bebouwde omgeving ook in 2050 nog aantrekkelijk is om te leven. Wat lokaal kan pakker de afzonderlijke partijen zelf op, waar ze elkaar nodig hebben of kunnen versterken werken ze samen (bijvoorbeeld kennisuitwisseling, klimaatstrestest, communicatie, bewustwording). De bestuurstafels van de U10 (ruimte) en Winnet (afvalwater) worden benut om onderwerpen te agenderen zodat er geen nieuwe overlegstructuren ontstaan.
	Veiligheidsregio Utrecht (VRU)	Met de VRU lopen inmiddels contacten op het gebied van overstroming. In het kader van bewustwording ontwikkelde de VRU een folder die te downloaden is.
Bewustwording en borging	Binnen gemeente Woerden	Via teamoverleggen, beleid-, beheer- en projectleidersoverleggen en diverse bilaterale overleggen wordt kennis uitgewisseld over de resultaten van het programmaonderdeel ruimtelijke adaptatie. Daarnaast wordt aangehaakt bij de ontwikkelingen op het gebied van de cyclische beheerplannen en het hior van team Realisatie en Beheer.
	Natuurlijk! De watervriendelijke tuin	Tijdens de publieksactie 'Natuurlijk! De watervriendelijke tuin' op 8 april en 17 juni gaven gemeente Woerden, tuincentrum De Bosrand, onze stadsimker, een hovenier en burgerinitiatief Duurzaam Woerden tips aan inwoners voor een klimaatbestendige tuin. Er zijn veel bezoekers gesproken. Ook konden inwoners deelnemen aan een tuinactie. Dit leidde tot meer bewustwording bij een deel van de inwoners.
	Dag van het Water	Tijdens de landelijke Week van het Water organiseerden de gemeente, HDSR en de Veiligheidsregio Utrecht op 21 oktober jl. de Woerdense Dag van het Water. Op de streekmarkt gingen medewerkers van gemeente en waterschap met inwoners in gesprek over de thema's wateroverlast en overstromingsrisico. De infopagina werd benut om inwoners te informeren over deze dag en de beide thema's.
Duurzame Samenleving		
Type activiteit	Wat	Omschrijving
Planvorming	Opgave Duurzame Samenleving	In 2017 ontwikkelde gemeente Woerden een visie op de Opgave Duurzame Samenleving en vier actieplannen (klimaatneutraal, circulaire economie, bodemdaling en klimaatbestendig). Zie hiervoor de raadsvoorstellen 17R.00241, 17R.00702 en 17R.00765. Tijdens de begrotingsbehandeling in november 2017 stelde de raad middelen ter beschikbaar voor de uitvoeringsplannen 2018. Vanuit de pov (bodemdaling en ruimtelijke adaptatie) is ook hard meegewerkt aan de opgave duurzame samenleving Woerden. Zowel aan de proceskant, alsook aan het participatieproces en de inhoudelijke uitwerking van actieplannen, uitvoeringsplannen en de diverse bestuurlijke besluitvormingsstukken. Vanaf 2018 vervalt de term programma ontwikkeling veengebied. Onder de opgave Duurzame Samenleving Woerden gaan we in 2018 verder met het uitvoeringsprogramma Bodemdaling 2050 en Klimaatbestendig 2050 (ruimtelijke adaptatie).

Kenmerk: KC-Reconstructie Overzicht/Spijkerlaan Kamerik-2017-001  
Onderwerp: Analyse zakbaakgegevens proefvakken  
Datum: 9 november 2017  
Auteur: ing. E.A. Kwast, senior geotechnisch adviseur, Kwast Consult  
Telefoon: 06 – 29 27 28 01  
E-mail: info@kwastconsult.nl

## 1. Inleiding

In opdracht van de gemeente Woerden verricht Kwast Consult de analyse van de monitoringsgegevens voor de reconstructie en proefvakken Overzicht/Spijkerlaan te Kamerik. Voor de reconstructie is een zettingsarme wegconstructie met toepassing van Bims gerealiseerd. De vier proefvakken met verschillend (lichtgewicht) ophoogmaterialen zijn gelegen tussen de kruising Overzicht/Spijkerlaan en de kruising Overzicht/Overstek (zie figuur 1.1). De proefvakken hebben een lengte van circa 30 m. Het referentie proefvak (proefvak 1) bestaat uit een traditionele zandophoging onder de wegfundering. Proefvak 2 bestaat uit een EPS-constructie, voor proefvak 3 wordt Argex toegepast en proefvak 4 betreft de besteksoplossing met Bims. De proefvakken maken onderdeel uit van de reconstructie Overzicht/Spijkerlaan, waarbij langdurige (5 jaar) monitoring is voorzien. Om geleidelijke overgangen tussen de proefvakken te realiseren, ter voorkoming van abrupte zettings- en stijfheidsverschillen, zijn in lengterichting van de weg overgangsconstructies aangebracht. Voor verdere achtergronden wordt verwezen naar het geotechnisch advies reconstructie Overzicht/Spijkerlaan te Kamerik [1].



Figuur 1.1: Locaties proefvakken 1 t/m 4.

## 2. Gebruikte documenten

De gebruikte documenten betreffen:

- [1] Rapportage: "Reconstructie Overzicht/Spijkerlaan te Kamerik, Geotechnisch advies – DO", opgesteld door Kwast Consult, kenmerk KC-Reconstructie Overzicht/Spijkerlaan Kamerik, versie 1.0, d.d. 15 januari 2016.
- [2] Notitie: "Analyse monitoringsgegevens reconstructie en proefvakken", opgesteld door Kwast Consult, kenmerk KC-Reconstructie Overzicht/Spijkerlaan Kamerik-003, d.d. 21 oktober 2016.
- [3] Tekening: "Kamerik, Reconstructie Overzicht-Spijkerlaan, Nieuw werk, Blad 2-2", getekend door Gemeente Woerden, tekeningnummer W31.02.B06-6, versie 6, d.d. 11-06-2016 (zie bijlage 1).
- [4] Gegevens: "Meetgegevens zakbaak", opgesteld door Fa. JvLeeuwen, versie 1, d.d. 31-01-2007 (zie bijlage 2).
- [5] Gegevens: "Zakbaakmetingen Overzicht te Kamerik", opgesteld door de gemeente Woerden, volgnummer 09, d.d. 17-10-2017 (zie bijlage 3).

## 3. Geotechnische monitoring

In het geotechnisch advies [1] is de opzet voor het monitoringsplan gespecificeerd. De zettingen tijdens de bouw- en gebruiksfase worden gemeten met behulp van zakbaken. De zakbaken zijn tijdens het aanbrengen van de elementenverharding verdiept geplaatst en afgewerkt met een straatpot (zie figuur 3.1).



Figuur 3.1: Verdiept geplaatste zakbaken afgewerkt met een straatpot.

Ter plaatse van het midden van de 4 proefvakken zijn meetraaien met 4 zakbaken op ontgravingsniveau aangebracht [3]. De zakbaken voor de proefvakken zijn tijdens de bouwfase gedurende een periode van circa 4 maanden (van april tot augustus 2016) 3 maal ingemeten na de nulmeting. Vanaf februari tot heden worden de zakbaken 1 maal per maand ingemeten. Tijdens de gebruiksfase is voorzien om de zakbaken in het 1<sup>e</sup> jaar 1 maal per maand in te meten, daarna 1 maal per 3 maanden (2<sup>e</sup> t/m 5<sup>e</sup> jaar).

Realisatie en Beheer van de gemeente Woerden heeft tot en met 2016 Insar-metingen (Satellietmetingen door SkyGeo) uitgevoerd. Momenteel vindt de evaluatie daarvan plaats om te bepalen of en met welke frequentie volgend jaar wordt doorgemeten. In ieder geval zijn de proefvakken al wel aan het Insar-meetnetwerk toegevoegd. Zodat deze satellietdata aanvullend op de handmatige meetreeks meegenomen kan worden in de monitoringevaluatie van 2018.



#### 4. Analyse zakbaakgegevens

In de zettingsberekening is een initiële ophoging van 1,1 m aangehouden inclusief zettingscompensatie. De berekende zetting na 45 jaar (na 16.425 dagen, in 2015) bedraagt circa 1,05 m, inclusief opgetreden zetting tijdens de bouwfase. De berekende zetting na 6 maanden is gelijk aan circa 0,60 m en is naar verwachting als zettingscompensatie toegepast tijdens de aanleg in 1970. De restzetting na aanleg is dan gelijk aan  $1,05 - 0,60 = 0,45$  m over een periode van 1970 tot 2015 (45 jaar). Uitgaande van een opleverhoogte van de weg (in 1970) op NAP -1,2 m zou het wegniveau in 2015 theoretisch op NAP - 1,65 m zijn gelegen. Dit komt goed overeen met de ingemeten weghoogte van NAP -1,65 à 1,75 m in de dwarsprofielen van de bestaande situatie in 2015.

#### Conclusie zettingsberekening

Op basis van het berekende tijd-zettingsgedrag van de oorspronkelijke ophoging zou de zettingssnelheid nu nog 2 mm/jaar bedragen (kruipervorming). De aangehouden geometrie en het berekende tijd-zettingsverloop voor de oorspronkelijke ophoging is als bijlage 4 toegevoegd.

Bij de zettingsberekeningen wordt geen rekening gehouden met zettingen ten gevolge van oxidatie, gasvorming, rijping van klei en tektonische vervormingen. Deze processen zullen met name na het optreden van de berekende eindzettingen na 30 jaar dominant gaan optreden en leiden tot additionele autonome zettingen. Op basis van de indicatieve meetgegevens van SkyGeo in het jaar 2014 bedraagt de gemiddelde zakkingsnelheid van 10 tot 20 mm/jaar in deze buurt (Overstek). Actualisering van deze meetgegevens specifiek voor de proefvakken voor de periode 2010 tot 2015 wordt aanbevolen om de autonome zettingen voorafgaand aan de realisatie van de proefvakken nauwkeuriger te bepalen. Daarnaast zijn meetgegevens van SkyGeo na aanleg van de proefvakken (vanaf augustus 2016) gewenst, aanvullend op de zakbaakmetingen.

Op basis van de beschikbare zakbaakgegevens vóór de bouw- en gebruiksfase is een vergelijking tussen de berekende bijkomende zettingen (theorie) [1] en gemeten zettingen (praktijk) [4] en [5] voor de proefvakken verricht en gepresenteerd in de tabellen 4.1 t/m 4.4. Het proefvak Zand en EPS is ter plaatse van dwarsprofiel 7-7 gelegen en het proefvak Bims en Argex ter plaatse van dwarsprofiel 4-4. Opgemerkt wordt dat de berekende bijkomende zettingen het gevolg zijn van de reconstructie, en dus exclusief de zettingen uit eerdere ophoging (1970) en autonome zettingen zijn.

Tabel 4.1: Vergelijking berekende en gemeten gemiddelde zettingen – Proefvak 1 (Zand).

Profiel	Netto ophoging [m]	Locatie	Zakbaak	Tijd	Zetting <sup>1</sup> [m]		Restzetting <sup>2</sup> [m]	
					Berekend	Gemeten	Berekend	Gemeten
7-7	0,48	Weg	Z42/Z43/Z44	4 maanden	0,23	0,16	-	-
				9 maanden	0,30	0,41	0,07	0,25
				17 maanden	0,35	0,48	0,12	0,32
				30 jaar	0,46	-	0,23	-

<sup>1</sup>: berekende zetting is de totale zetting tijdens de bouw- en gebruiksfase

<sup>2</sup>: berekende restzetting is de zetting in de gebruiksfase (na aanleg), exclusief berekende zetting in de bouwfase

Tabel 4.2: Vergelijking berekende en gemeten gemiddelde zettingen – Proefvak 2 (EPS).

Profiel	Netto ophoging [m]	Locatie	Zakbaak	Tijd	Zetting [m]		Restzetting [m]	
					Berekend	Gemeten	Berekend	Gemeten
7-7	0,48	Weg	Z38/Z39/Z40	4 maanden	0,05	0,11	-	-
				9 maanden	0,06	0,15	0,01	0,04
				17 maanden	0,07	0,165	0,02	0,055
				30 jaar	0,09	-	0,04	-

Tabel 4.3: Vergelijking berekende en gemeten gemiddelde zettingen – Proefvak 3 (Argex).

Profiel	Netto ophoging [m]	Locatie	Zakbaak	Tijd	Zetting [m]		Restzetting [m]	
					Berekend	Gemeten	Berekend	Gemeten
4-4	0,51	Weg	Z34/Z35/Z36	4 maanden	0,07	0,09	-	-
				9 maanden	0,09	0,16	0,02	0,07
				17 maanden	0,11	0,18	0,04	0,09
				30 jaar	0,14	-	0,07	-

Tabel 4.4: Vergelijking berekende en gemeten gemiddelde zettingen – Proefvak 4 (Bims).

Profiel	Netto ophoging [m]	Locatie	Zakbaak	Tijd	Zetting [m]		Restzetting [m]	
					Berekend	Gemeten	Berekend	Gemeten
4-4	0,51	Weg	Z30/Z31/Z32	4 maanden	0,09	0,08	-	-
				9 maanden	0,12	0,12	0,03	0,04
				17 maanden	0,14	0,135	0,05	0,055
				30 jaar	0,17	-	0,08	-

De gemeten zettingen en restzettingen (na 4 maanden) zijn voor het proefvak Zand, EPS en Argex hoger dan de berekende zettingen/restzettingen gedurende de monitoringsperiode van 17 maanden. Voor het proefvak Bims komen de berekende en gemeten zettingen en restzettingen goed overeen. Een verklaring voor het verschil tussen gemeten en berekende zetting kan zijn dat na ontgraven enige (elastische) zwel van de ondergrond is opgetreden (t.g.v. ontlasten), die tijdens de bouwfase heeft geleid tot extra zetting (t.g.v. herbelasten) na plaatsing van de zakbaken en aanbrengen van de wegconstructie. In de zettingsberekening is geen rekening gehouden met het ontlasten/herbelasten van de ondergrond en wordt de absolute grootte van de zettingen derhalve onderschat. Echter, dit verschil komt niet naar voren bij het proefvak Bims en daardoor kunnen we het verschil niet éénduidig verklaren aan de hand van het ontlasten-/herbelasten. Misschien hebben de andere proefvakken gedurende langere periode open gelegen, waardoor mogelijk meer zwel (ontlasten) is opgetreden en later een grotere elastische vervorming door herbelasten.

De gemeten restzetting voor het proefvak Bims en EPS is vergelijkbaar, na 5 maanden gelijk aan 0,04 m en na 9 maanden gelijk aan 0,055 m. De beperkte toename van 15 mm over de afgelopen 8 maanden is conform verwachting vanuit het berekende tijd-zettingsverloop. Opgemerkt wordt dat de berekende zetting exclusief autonome zettingen is bepaald. Naar verwachting kan pas na enige jaren monitoren worden vastgesteld welke bijdrage de autonome zettingen hebben op de gemeten totale zettingen.

Voor het proefvak Argex is de gemeten restzetting na 5 maanden gelijk aan 0,07 m en na 9 maanden gelijk aan 0,09 m en beduidend groter dan bij het proefvak Bims en EPS. Dit was vooraf niet verwacht aangezien op basis van de zettingsberekeningen bij alle 3 de varianten een vergelijkbare beperkte belastingverhoging op de ondergrond optreedt. Op basis van langdurige monitoring zal moeten blijken of deze verschillen zich doorzetten of dat de restzetting de komende periode meer vergelijkbaar wordt.

De gemeten restzetting voor het proefvak Zand, na 5 maanden gelijk aan 0,25 m en na 9 maanden gelijk aan 0,32 m, is veel meer dan bij de andere proefvakken met licht ophoogmateriaal zoals verwacht, maar ook beduidend hoger dan de berekende restzetting. De berekende restzetting bedraagt 0,12 m en de gemeten restzetting is gelijk aan 0,32 m. Gezien de opgetreden forse zettingen in het proefvak Zand wordt aanbevolen te beoordelen of handhaven van het proefvak Zand wenselijk is uit het oogpunt van rijcomfort en afwatering (bestrating) en schade van de K&L en riolering.

Gezien de gemeten toename van de zettingen in afgelopen maanden wordt aanbevolen om de meetfrequentie van 1 maal per maand minimaal te handhaven t/m maart 2018. Daarna kan dan worden beoordeeld of de meetfrequentie kan worden teruggebracht tot 1 maal per 3 maanden voor de resterende voorziene monitoringsperiode van 5 jaar (tot augustus 2021).

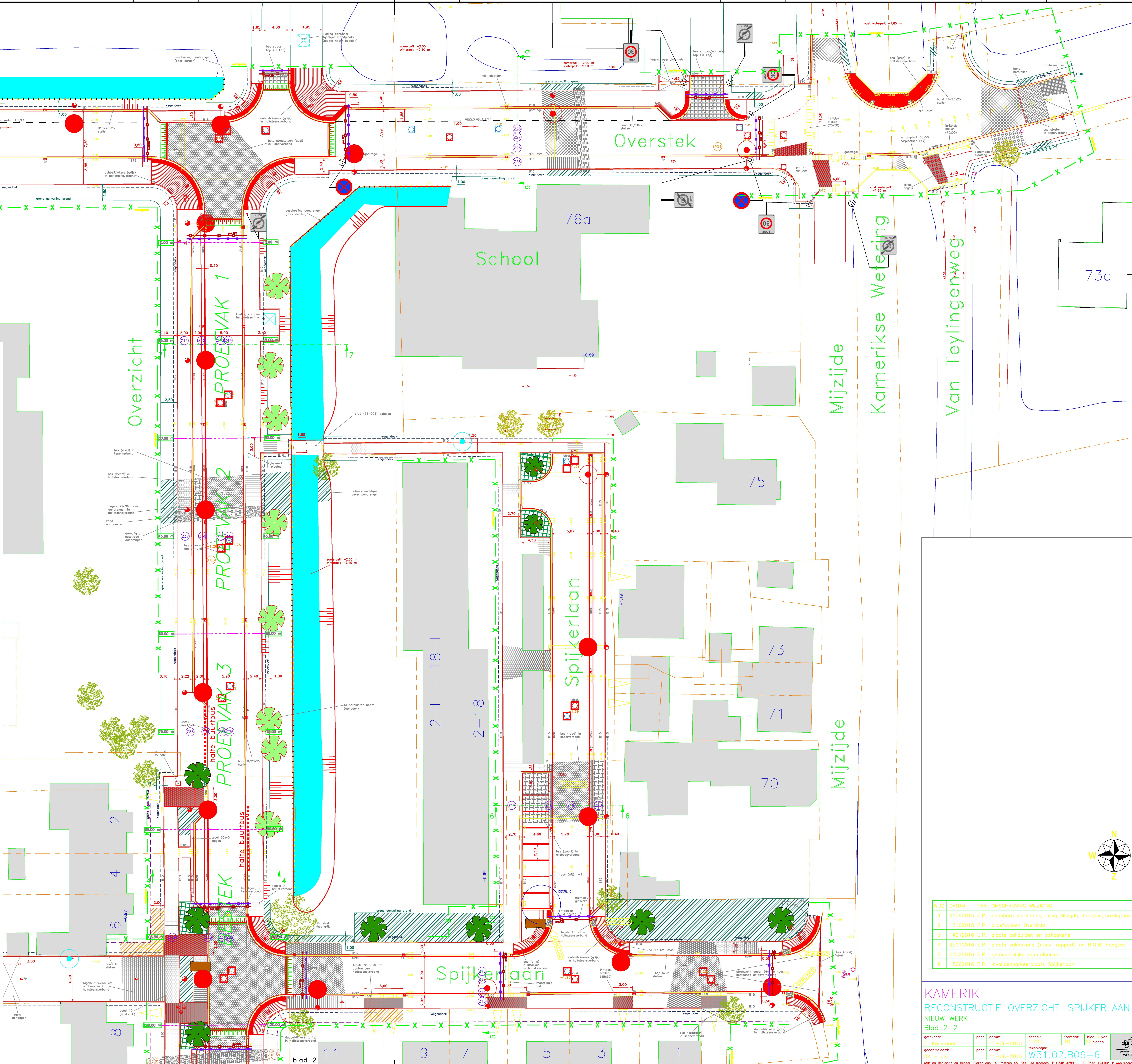
## **Bijlage 1: Situatietekening met locaties zakbaken proefvakken**

**LEGENDA**

**NIUW WERK**

- betonstraatsteen (keifenvormaat: kleur zwart) in gool in halfsteensverband
- betonstraatsteen (keifenvormaat: kleur rood) in rijbaan in keperverband
- betonstraatsteen (keifenvormaat: kleur geel) in plateau in keperverband
- betonstraatsteen (keifenvormaat: kleur zwart) in parkeervak in elleboogverband
- betonlegel 30x30x6 cm (nieuw: kleur grijs) in trottoir in halfsteensverband
- betonlegel 30x30x6 cm (nieuw: kleur grijs) in trottoir in halfsteensverband
- herstraten op eigen terrein particulieren
- hoekoplossing: 6 strekken bss + dubbelklinkers grijs in halfsteensverband achter trottoirband
- borm afwerken
- Gravulicht in nulstracé
- licht ophogemateriaal
- band 18/20x25 cm (nieuw: kleur grijs) incl. steunrug en in stelspice
- band 13/15x25 cm (nieuw: kleur grijs) incl. steunrug en in stelspice
- band 10x20 cm (nieuw: kleur grijs)
- trottoirkolks (nieuw) plaatsen, incl. kolchhoogte in m t.o.v. N.A.P.
- straatkolks (nieuw) plaatsen, incl. kolchhoogte in m t.o.v. N.A.P.
- nieuwe hoogte in m t.o.v. N.A.P.
- bestaande dorpelhoogte in m t.o.v. N.A.P.
- werklijns
- nieuwe boom, incl. band 10x20 cm opsluiting
- bestaande boom
- bestaande boom openen en verhoogd terugplaatsen
- wiltblokken (nieuw: kleur grijs) aanbrengen incl. steunrug en in stelspice
- bestaande ivert
- puttrand (nieuw) met strekloop en hoogte maatveld
- grens wegdok
- grens werkzaamheden op eigen terrein
- snuiddrempel in betonstraatsteen zwart/wit in blokverband
- markering van thermoplast, lengte 1 m, h.o.b. 1 m (breedte 0.10 m)
- zand en grond voor eigen terrein (binnen 2 m van de erfgrans)
- proloek beschoning, ankerschol en dekstoef
- bomevoorzieningen, zie tekening W31.02.B09 voor werkzaamheden
- Miko opstelplaats
- kleding container
- natuurvriendelijke over c.q. talud
- raafstok (incl. 2 koppels) f.v. glasvezelkabel (plaats in werk begroep)
- geosynthe) bij raafstok, gvt 125 mm, kleur grijs, 0.70 m diep trektonstig maatveld (plaatsbepaling in werk begroep)
- nieuwe lichtmast
- plaats peilbus
- plaats zakbakken
- invalideperronbanden, legels 15x30
- gruwigheid situatie

-Maatvoering in meters  
 -Hoogtemaatvoering in meters t.o.v. N.A.P. (tenzij anders aangegeven)  
 -Plaats peilbusen en zakbakken schematisch aangegeven, in werk begroep



WJZ.	DATUM	PAR.	OMSCHRIJVING WUZIGING
1	21092016	E.P.	openbare verlichting, brug Mijzijde, hoogtes, werkgrens
2	13102016	E.P.	proefvakken Overzicht
3	14012016	E.P.	plaats peilbusen en zakbakken
4	29012016	E.P.	plaats zakbakken (n.o.v. rapport) en B.O.B. hoogtes
5	03022016	E.P.	gemeentelijke mantelbuisen
6	15062016	E.P.	invalideparkeerplaats Spijkerlaan

**KAMERIK**  
**RECONSTRUCTIE OVERZICHT-SPIJKERLAAN**  
 NIUW WERK  
 Blad 2-2

getekend:	per:	datum:	school:	formaat:	blad 6 van 12 bladen
P. J. J. J.	per:	11-06-2015	1-200	A0	
gecontroleerd:	per:	11-06-2015	W31.02.B06-6		
DK - JS	per:	11-06-2015			

Making Realiteit en Diner, Bekerlaan 14, Postbus 45, 3440 AA Woerden, T: 0348 428911, F: 0348 424108, I: www.worsten.nl  
 © 2015 project: gemeente Woerden

## **Bijlage 2: Zakbaakmetingen proefvakken - Bouwfase**

## MEETGEGEVENS zakbaak

Werknr.: L2015093      Locatie:      Overzicht      Volgnr.:      1  
 Gemeente Woerden      Kamerik  
 Aflezing betreft:      Hoogte in meter NAP / Zetting in cm t.o.v. startdatum

Af leesdatum	Baak Z01	zetting	Baak Z02	zetting	Baak Z03	zetting	Baak Z04	zetting
16-2-2016	-1,41		-1,49		-1,61		-1,59	
24-5-2016	-1,53	0,12	-1,755	0,27	-1,69	0,08	-1,67	0,08
13-7-2016	-1,555	0,15	-1,76	0,27	-1,71	0,10	-1,685	0,10
25-8-2016	-1,58	0,17	-1,78	0,29	-1,72	0,11	-1,70	0,11
31-1-2017	0	0,17	-1,818	0,33	-1,758	0,15	-1,74	0,15
	baak Z05		Baak Z06		Baak Z07		Baak Z08	
5-4-2016	niet gepl.		-1,76		-1,84		-1,87	
24-5-2016	xxxxxx		-1,84	0,08	-1,88	0,04	-1,905	0,03
13-7-2016	xxxxxx		-1,86	0,10	-1,89	0,05	-1,92	0,05
25-8-2016	xxxxxx		-1,885	0,13	-1,91	0,07	-1,93	0,06
31-1-2017	auto		-1,905	0,15	-1,932	0,09	-1,96	0,09

3= -063 en dan 98,5 eraf

4= -0,54 en dan 105,5 eraf

Z07 = - 1,588 en daarna 0,255 eraf gezaagd.

	Baak Z09		Baak Z10		Baak Z11		Baak Z12	
11-4-2016	-1,8		-1,81		-1,85		-1,81	
24-5-2016	-1,88	0,08	-1,86	0,05	-1,87	0,02	-1,82	0,01
13-7-2016	-1,9	0,10	-1,87	0,06	-1,87	0,02	-1,82	0,01
25-8-2016	-1,92	0,12	-1,89	0,08	-1,885	0,03	-1,825	0,01
31-1-2017	-1,952	0,15	-1,913	0,10	-1,898	0,05	-1,832	0,02
	Baak Z29		Baak Z30		Baak Z31		Baak Z32	
25-4-2016	-1,69		-1,7		-1,73		-1,68	
24-5-2016	-1,69	0,00	-1,725	0,03	-1,75	0,02	-1,68	0,00
13-7-2016	-1,73	0,04	-1,73	0,03	-1,77	0,04	-1,73	0,05
25-8-2016	-1,8	0,11	-1,75	0,05	-1,79	0,06	-1,81	0,13
30-1-2017	-1,842	0,15	-1,773	0,07	-1,827	0,10	-1,872	0,19
	Baak Z33		Baak Z34		Baak Z35		Baak Z36	
29-4-2016	-1,69		-1,69		-1,67		-1,64	
24-5-2016	-1,755	0,06	-1,73	0,04	-1,785	0,12	-1,69	0,05
13-7-2016	-1,76	0,07	-1,74	0,05	-1,79	0,12	-1,705	0,07
25-8-2016	-1,775	0,09	-1,755	0,06	-1,795	0,13	-1,725	0,09
30-1-2017	-1,885	0,20	-1,854	0,16	-1,892	0,22	-1,735	0,10

	Baak Z37		Baak Z38		Baak Z39		Baak Z40	
12-5-2016	-1,61		-1,62		-1,59		-1,59	
24-5-2016	-1,695	0,09	-1,735	0,12	-1,695	0,11	-1,635	0,04
13-7-2016	xx		-1,74	0,12	-1,7	0,11	-1,645	0,05
25-8-2016	xx		-1,75	0,13	-1,72	0,13	-1,66	0,07
30-1-2017			-1,769	0,15	-1,758	0,17	-1,718	0,13
	Baak z41		Baak Z42		Baak Z43		Baak Z44	
12-5-2016	-1,69		-1,78		-1,61		-1,62	
24-5-2016	-1,745	0,06	-1,885	0,11	-1,725	0,12	-1,675	0,05
13-7-2016	xx		-1,9	0,12	-1,75	0,14	-1,7	0,08
25-8-2016	xx	#WAARDE!	-1,93	0,15	-1,79	0,18	-1,76	0,14
30-1-2017	-2,002	0,31	-2,207	0,43	-2,077	0,47	-1,957	0,34
	Baak Z13		Baak Z14		Baak Z15		Baak Z16	
10-6-2016	niet gepl.		-1,791		-1,882		-1,807	
13-7-2016	xx		-1,845	0,05	-1,88	0,00	-1,845	0,04
25-8-2016	xx		-1,91	0,12	-1,885	0,00	-1,905	0,10
30-1-2017			-1,969	0,18	-2,043	0,16	-1,963	0,16



	Baak Z17		Baak Z18		Baak Z19		Baak Z20	
10-6-2016	-1,715		-1,713		-1,803		-1,705	
13-7-2016	-1,75	0,03	-1,72	0,01	-1,81	0,01	-1,71	0,00
25-8-2016	-1,76	0,04	-1,74	0,03	-1,82	0,02	-1,71	0,00
30-1-2017	auto		-1,778	0,06	-1,862	0,06	-1,756	0,05
	Baak Z21		Baak Z22		Baak Z23		Baak Z24	
13-7-2016	-1,568		-1,931		-1,807		-1,457	
25-8-2016	-1,58	0,01	-1,94	0,01	-1,81	0,00	-1,46	0,00
3-10-2016	-1,7	0,13	-2,05	0,12	-1,93	0,12	-1,58	0,12
30-1-2017	-1,712	0,14	-1,389	asf nagel	-1,422	asf nagel	-1,526	0,07
	Baak Z25		Baak Z26		Baak Z27		Baak Z28	
23-8-2016	-1,593		-1,573		niet gepl.		-1,65	
25-8-2016	-1,64	0,05	-1,62	0,05	xx		-1,67	0,02
3-10-2016	-1,66	0,07	-1,63	0,06	xx		-1,7	0,05
30-1-2017	onder band		-1,392	asf nagel	-1364	asf nagel	-1,728	0,08

17 = -1,40 -/- 0,20

18 = -1,10

19 = -0,85

20 = -1,40

## **Bijlage 3: Zakbaakmetingen proefvakken - Gebruiksfase**

resultaat zettingen van: Overzicht te Kamerik p17n014 (in m.m.: - = zakken, + = rijzen)

meetpunt nr.	metingnr.:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
	datum:	09-feb-17	09-mrt-17	19-apr-17	16-mei-17	21-jun-17	12-jul-17	14-aug-17	12-sep-17	17-okt-17	
Z01	delta z m.m.=	0	-1	-12	-20	-27	-30	-35	auto	-39	
Z02	delta z m.m.=	0	-4	-11	-18	-22	-25	-28	-29	-31	
Z03	delta z m.m.=	0	-12	-16	-22	-25	-26	-28	-34	-36	
Z04	delta z m.m.=	0	2	-8	-18	-24	-24	-30	-31	-34	
Z05 (n.a.)	delta z m.m.=	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Z06	delta z m.m.=	0	2	-10	-18	-23	-24	-26	-27	-28	
Z07	delta z m.m.=	0	0	0	-9	-12	-14	-17	-16	-17	
Z08	delta z m.m.=	0	1	-9	-18	-20	-23	-25	-24	-26	
Z09	delta z m.m.=	0	2	-10	-20	-25	-29	-33	-33	-35	
Z10	delta z m.m.=	0	5	-9	-18	-23	-25	-29	-29	-29	
Z11	delta z m.m.=	0	4	-11	-18	-23	auto	auto	auto	-27	
Z12	delta z m.m.=	0	3	-7	-15	-20	-21	-22	-21	-19	
Z13 (n.a.)	delta z m.m.=	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Z14	delta z m.m.=	0	-4	-6	-7	-13	-19	-22	-23	-25	
Z15	delta z m.m.=	0	0	-3	-8	-10	-15	-17	-20	-21	
Z16	delta z m.m.=	0	7	7	5	3	-2	-4	-5	-8	
Z17	delta z m.m.=	0	0	-1	-3	-10	-7	-10	-10	-11	
Z18	delta z m.m.=	0	-2	-2	-2	-4	-7	-10	-9	-10	
Z19	delta z m.m.=	0	-2	-2	-4	-5	-7	-10	-8	-11	
Z20	delta z m.m.=	0	0	1	-1	-5	auto	-7	-7	-11	
Z21	delta z m.m.=	0	0	0	-8	-1	-8	-4	-10	-9	
SP22	delta z m.m.=	-	-	-	0	-11	-15	-15	-22	-24	
SP23	delta z m.m.=	-	-	-	0	-10	-14	-14	-22	-23	
Z24	delta z m.m.=	0	-5	-9	-17	-22	-25	-25	-33	-35	
SP25	delta z m.m.=	0	2	0	-5	-12	-17	-15	-22	-22	
SP26	delta z m.m.=	0	1	-1	-6	-15	-19	-17	-24	-25	
Z27 (n.a.)	delta z m.m.=	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Z28	delta z m.m.=	0	3	2	-3	-8	-12	-10	-17	-17	
Z29	delta z m.m.=	n.meetb.	n.meetb.	n.meetb.	n.meetb.	n.meetb.	n.meetb.	n.meetb.	n.meetb.	n.meetb.	n.meetb.
Z30	delta z m.m.=	0	3	-6	-6	-8	-13	-11	-17	-12	
Z31	delta z m.m.=	0	4	-4	-5	-9	-11	-11	-17	-15	
Z32	delta z m.m.=	0	1	-7	-9	-13	-15	-14	-19	-19	
Z33	delta z m.m.=	0	-4	-14	-18	-26	-32	-32	-41	-41	
Z34	delta z m.m.=	0	14	6	-2	-4	-12	-12	-18	-21	
Z35	delta z m.m.=	0	11	4	0	-7	-11	-13	-17	-21	
Z36	delta z m.m.=	0	-16	7	5	-2	-6	-5	-12	-14	
Z37 (n.a.)	delta z m.m.=	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Z38	delta z m.m.=	0	4	-3	-7	-11	-15	-13	-18	-17	
Z39	delta z m.m.=	0	1	-5	-7	-11	-13	-11	-13	-14	
Z40	delta z m.m.=	0	0	-7	-7	-12	-14	-12	-16	-15	
Z41	delta z m.m.=	0	-7	-19	-27	-41	-47	-50	-58	-64	
Z42	delta z m.m.=	0	-10	-22	-30	-42	-48	-54	-64	-70	
Z43	delta z m.m.=	0	-10	-23	-29	-41	-49	-56	-63	-70	
Z44	delta z m.m.=	0	-10	-22	-29	-37	-43	-49	-58	-63	

legenda: Z(xx)= zakbaak, buis.

SP(xx)= meetpunt, spijker in asfalt.

n.a.= niet aanwezig, niet gevonden.

Meting van 9. februari 2017= nulmeting van deze reeks.

auto= voertuig boven meetpunt; meting op deze datum niet mogelijk.

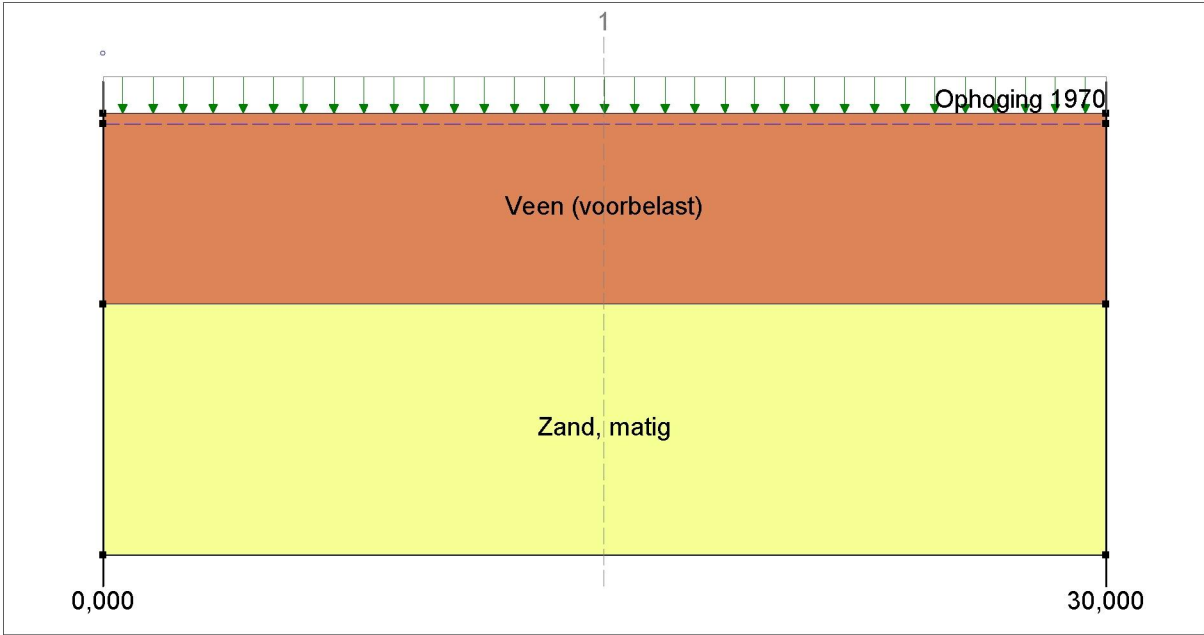
n.meetb.= punt niet meetbaar wegens scheefstand van de mantelbuis; geen serieuze meting mogelijk; Z29 is afgekeurd.

(meetbaak-stok moet "te lood"op punt kunnen staan)

## **Bijlage 4: Resultaten zettingsberekening oorspronkelijke ophoging**

# Input View

- Materials**
- Veenv (voorbelast)
  - Zand, matig



D:\Settlement 16.1 : Proefvakken Kamerik - Koppelaarj.sjl

Kwast Consult Cascademur 38 3991 VP Houden	Phone Fax
Proefvakken Overzicht Kamerik Proefvakken	
Oorspronkelijke ophoging	date 3-11-2017
Annex -	drvr. EKW
-	dr. -
-	form. A3

Oorspronkelijke ophoging  
 Proefvakken  
 Proefvakken Overzicht Kamerik

Kwast Consult  
 Cascademur 38  
 3991 VP Houten

Phone  
 Fax

D-Settlement 16.1 - Proefvakken Kamerik - Koppejan sll

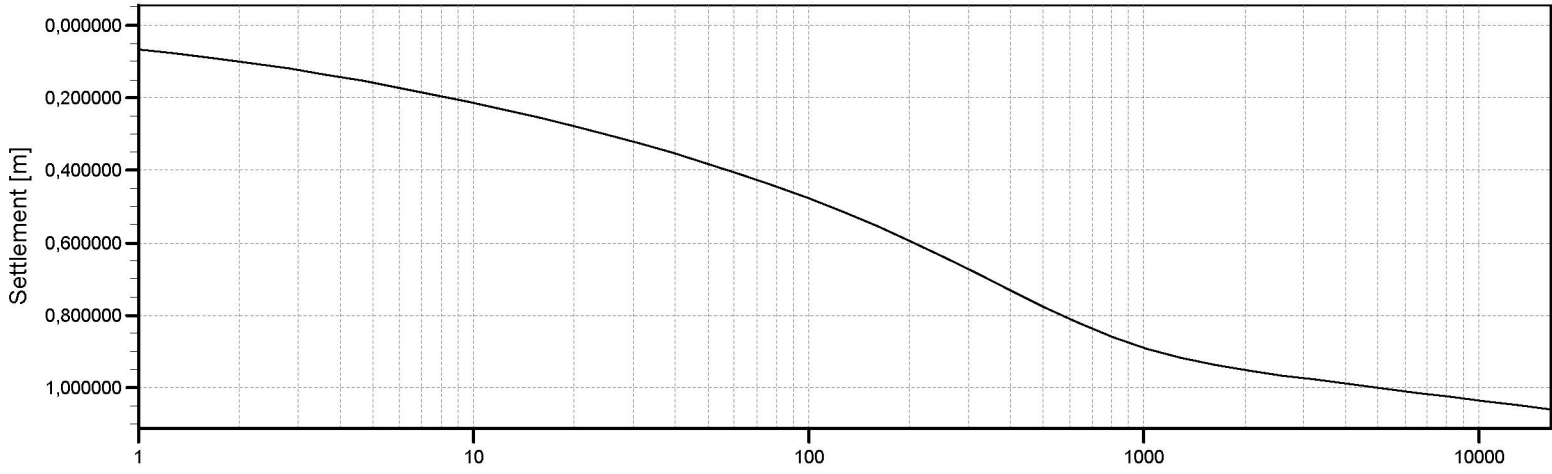
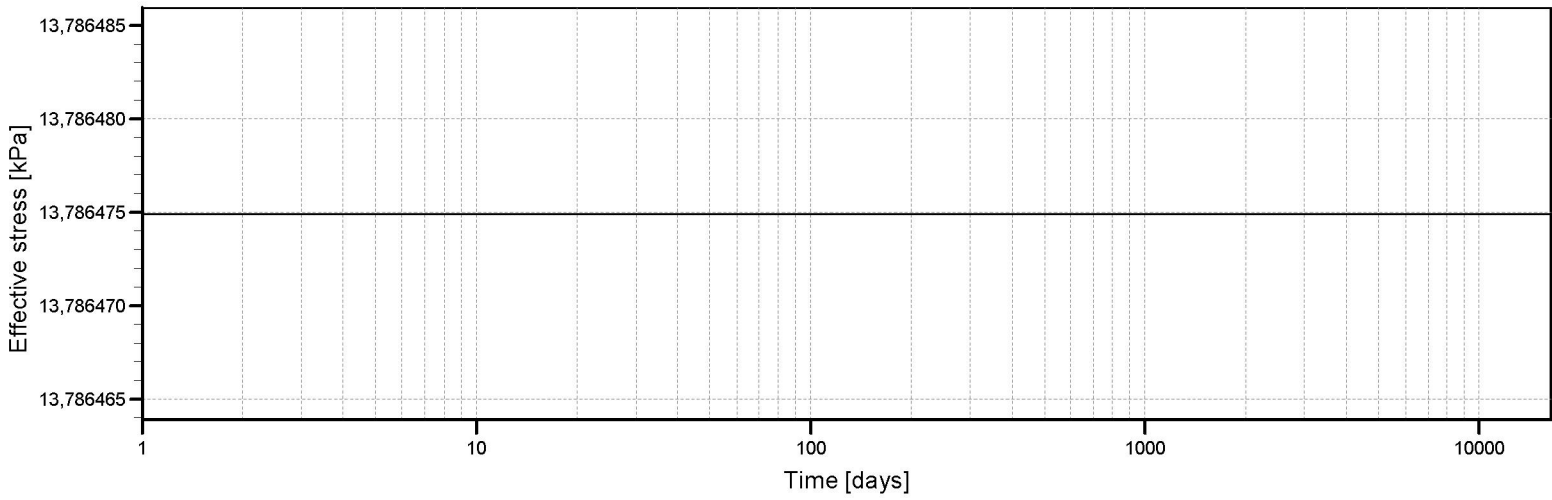
date  
 3-11-2017

Annex -

form.  
 A3

drv.  
 EKW

### Time-History

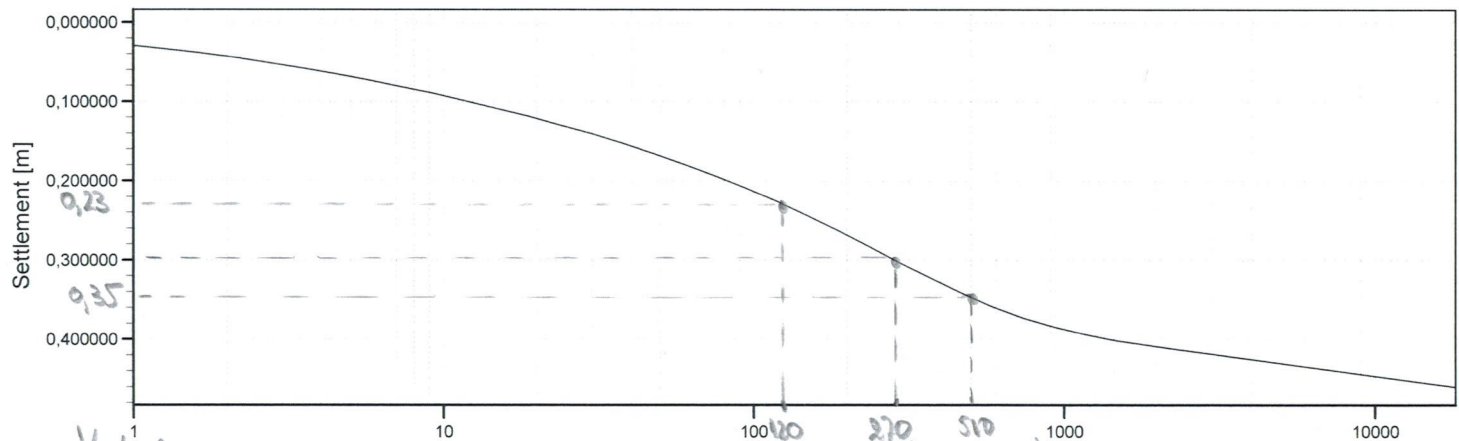
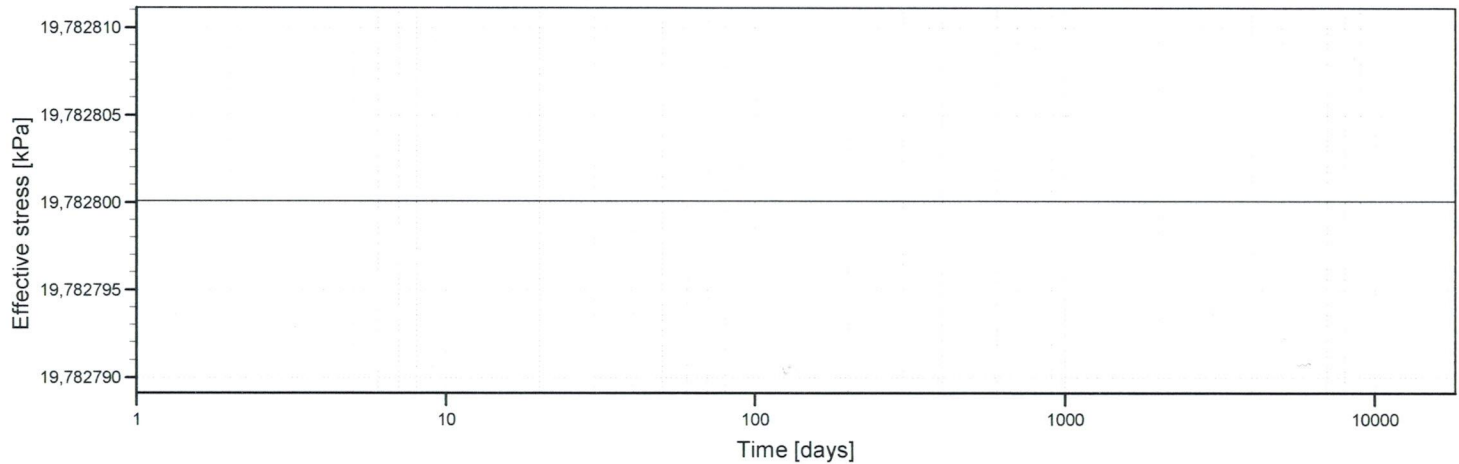


Vertical 1 (X = 15,000 m; Z = 0,000 m)  
 Method = NEN - Koppejan with Terzaghi (Natural strain)

Depth = 1,800 (-) [m]  
 Settlement after 16425 days = 1,059 [m]

## **Bijlage 5: Resultaten zettingsberekeningen proefvakken**

## Time-History



Vertical 6 (X = 17,631 m; Z = 0,000 m)  
Method = NEN - Koppejan with Terzaghi (Natural strain)

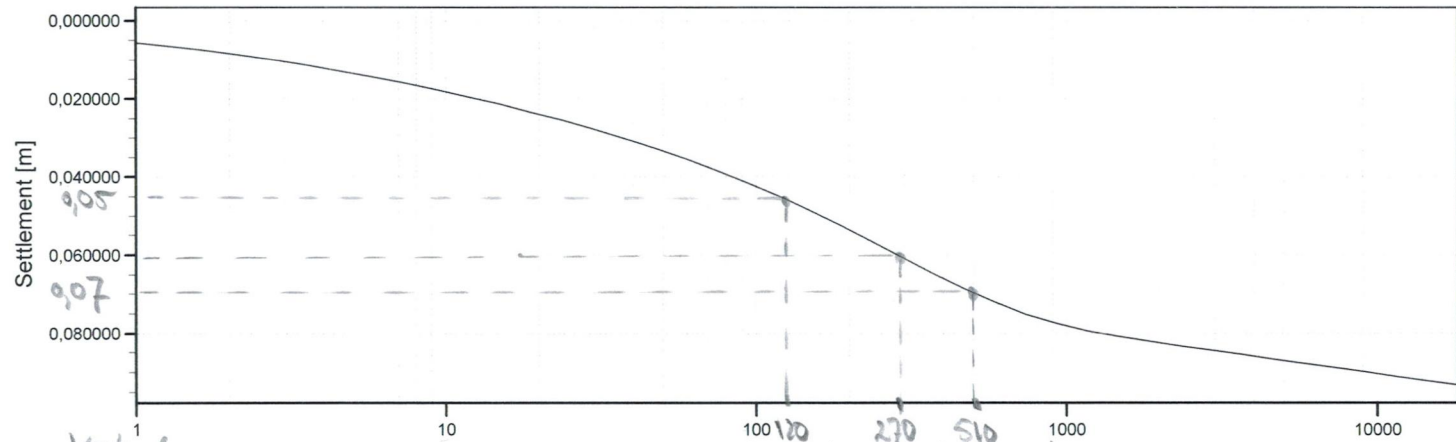
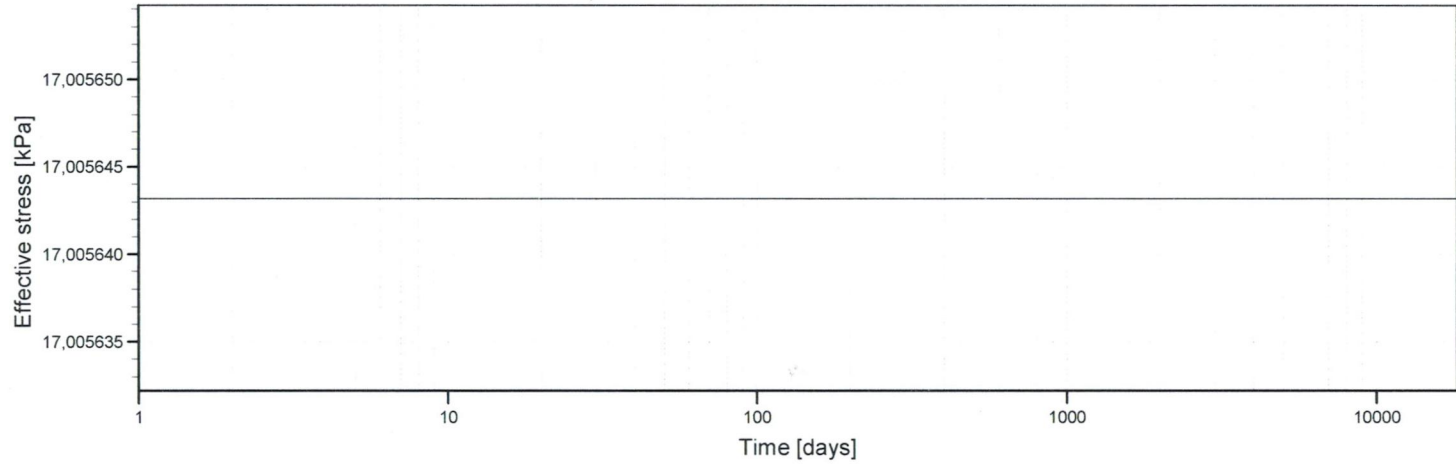
Depth = 2,600 (-) [m]  
Settlement after 18250 days = 0,460 [m]

*1/5/2016*  
*1820 (4 mrd)*  
*270 (9 mrd)*  
*510 (17 mrd)*  
*1/5/2016*   *1/2/2017*   *1/2/2017*

Kwast Consult		Cascadenmur 38 3891 VP Houten		Phone Fax	
Proefvakkens Overzicht Kamerik Profiel 7-7		D:\Settlement 15_1 - Proefvak 1 - Zand sil		date	
Proefvak 1 - Zand		Annex		10-12-2015	
				drv	
				EKW	
				form	
				A3	



## Time-History



Vertical 6 (X = 17,631 m; Z = 0,000 m)  
 Method = NEN - Koppejan with Terzaghi (Natural strain)

Depth = 2,600 (-) [m]  
 Settlement after 18250 days = 0,093 [m]

*Handwritten notes:*  
 1/5/2016 (4 mnd)  
 1/9/2016 (5 mnd)  
 1/2/2017 (17 mnd)  
 1/10/2017

Kwast Consult	Cascadenuur 38 3901 VP Houten
Phone	Fax
date	10-12-2015
drvr	EKW

Proefvakken Overzicht Kamerik  
 Profiel 7-7

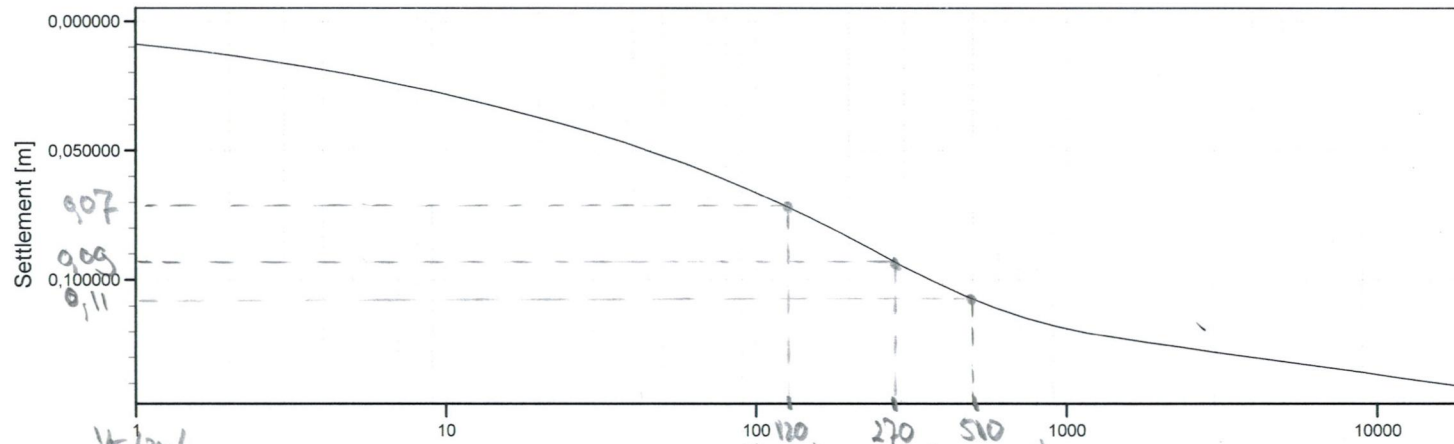
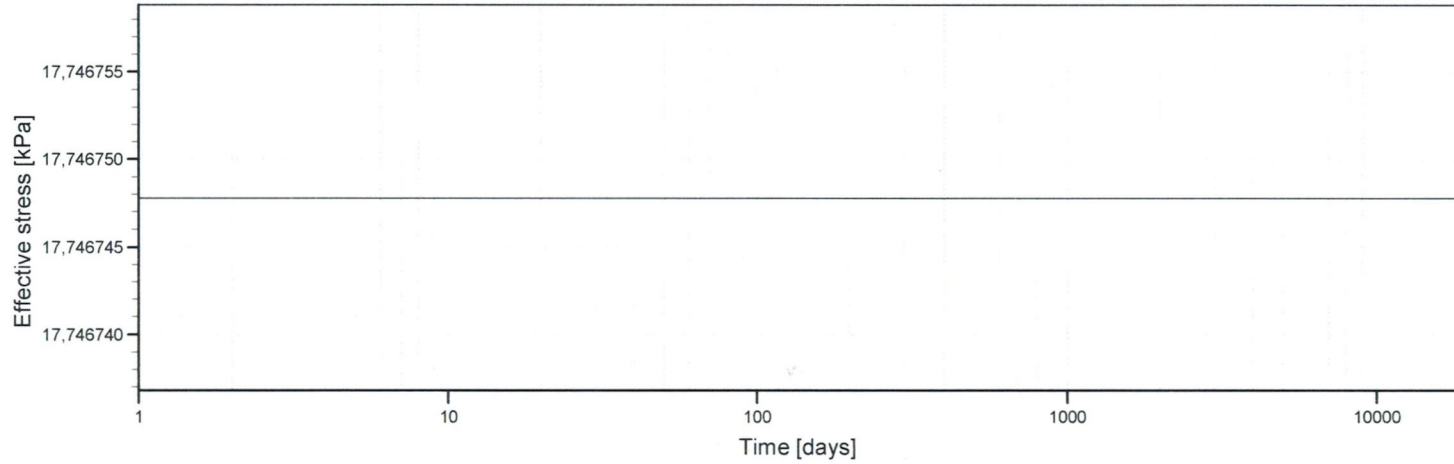
Proefvak 2 - EPS

Annex

form  
 A3

D:\Settlement 15.1 : Proefvak 2 - EPS.sil

## Time-History



Vertical 8 (X = 28,075 m; Z = 0,000 m)  
 Method = NEN - Koppejan with Terzaghi (Natural strain)

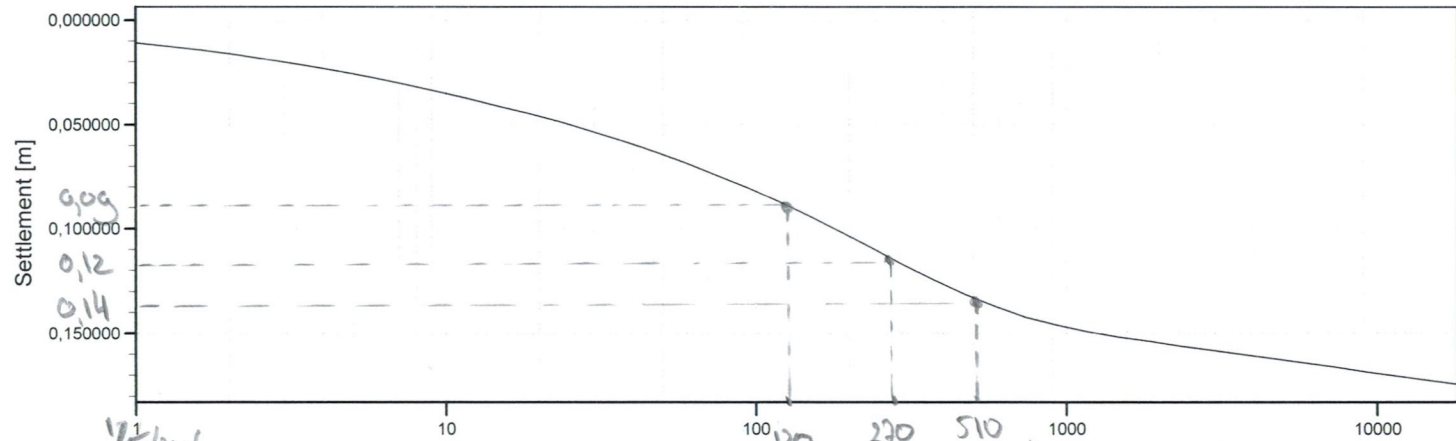
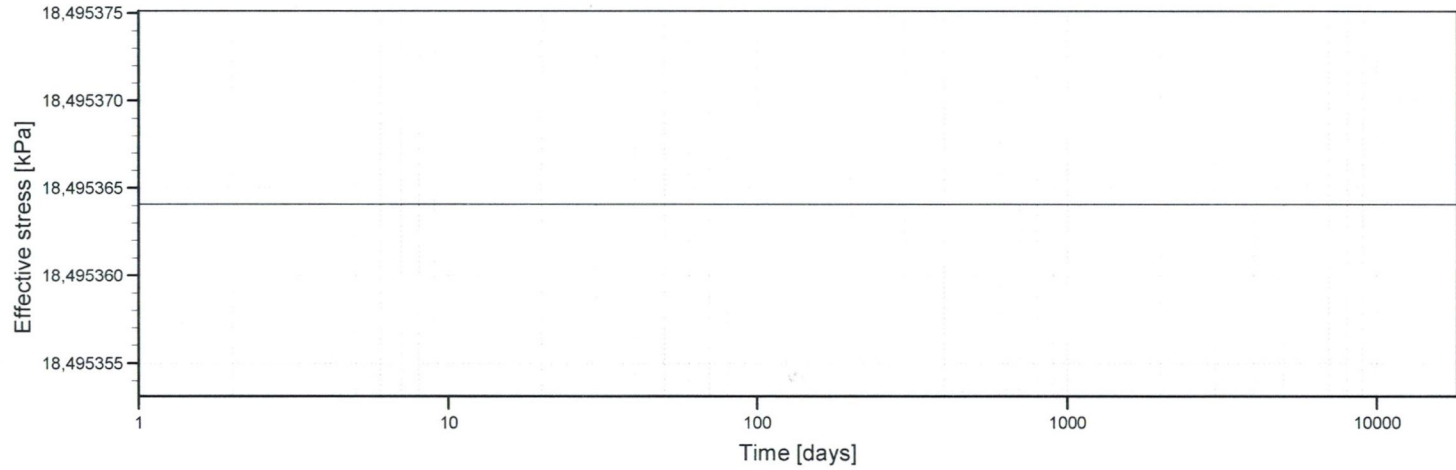
Depth = 2,900 (-) [m]  
 Settlement after 18250 days = 0,141 [m]

*15/2016*  
*120 (4mnd)*  
*270 (9mnd)*  
*510 (17mnd)*  
*15/2016*    *1/2017*    *10/2017*

Kwast Consult		Cascadenuur 38 3901 VP Heulem		Phone Fax	
Proefvakkens Overzicht Kamerik Profiel 4-4					
Proefvak 3 - Argex					
Annex		date 10-12-2015		drw. EKW	
A3				form	

D:\Settlement 15 1 - Proefvak 3 - Argex.sil

### Time-History



Vertical 8 (X = 28,075 m; Z = 0,000 m)  
 Method = NEN - Koppejan with Terzaghi (Natural strain)

Depth = 2,900 (-) [m]  
 Settlement after 18250 days = 0,174 [m]

Kwast Consult		Cascadenuur 38 3901 VP Houten		Phone Fax	
10-12-2015		date		10-12-2015	
EKW		dtr		EKW	

Proefvakken Overzicht Kamerik  
 Profiel 4-4

Proefvak 4 - Bims

Annex

A3

D:\Settlement 15.1 : Proefvak 4 - Bims.sil

# MEMO

Van: W. Visser / R. Beumers

Datum: 17 augustus 2017

Betreft: Inhoudelijke rapportage Zettingsvrij en Meebewegend Bouwen

## 1 Inleiding

Net als veel andere gemeenten is ook gemeente Woerden voor haar veenweidegebied op zoek naar structurele en toekomstbestendige oplossingen tegen bodemdaling. Zowel voor de openbare infrastructuur alsook de aansluiting van deze infrastructuur op de omliggende polders. Om hiermee de ongelijkmatige zettingen bij bebouwing en infrastructuur op slappe ondergrond te beperken. En daarmee overlast te voorkomen en de kosten voor het beheer- en onderhoud te beperken.

Met de financiële bijdrage van de provincie Utrecht uit het programma Aanpak Veenweiden van de gebiedscommissie Utrecht-West is het project 'zettingsvrij en meebewegend bouwen' uitgevoerd om te onderzoeken wat de haalbaarheid is van bepaalde vormen van aangepast gebruik in gebieden met bodemdaling, zijnde zettingsvrij (bv palenmatras) en meebewegend bouwen (bv drijvend).

De haalbaarheid is getoetst in twee concrete projecten te weten de reconstructie De Kanis (7 hectare bestaande bouw) en Zegveld Weidz (2,3 hectare nieuwbouw).

Voor het project De Kanis is met verschillende onderzoeksbureaus, (semi)overheden, en inwoners samengewerkt. Zo heeft landschapsbureau Bosch-Slabbers het ontwerpend onderzoek uitgevoerd, mede ondersteund door het Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie. Adviesbureaus RPS, Witteveen+Bos en Sweco hebben ondersteuning verleend bij de technische onderbouwing en levenscycluskostenbenadering. Deltares en Universiteit Utrecht leverden kennis en expertise over de ondergrond en bij het opzetten van het grondwatermodel. Met de netbeheerders is gewerkt aan de projectovereenstemmingen. Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR) en Provincie Utrecht zijn in de ontwerpfasen betrokken. En uiteraard zijn inwoners intensief betrokken tijdens alle inwonersavonden en ontwerpateliers. Kennis is gedeeld via diverse rondleidingen in het dorp, via nieuwsberichten in krant en tijdschriften, via symposia, communities of practice en de website van het Platform Slappe Bodem.

Voor Zegveld Weidz is het onderzoek uitgevoerd door gemeente Woerden en Bolton Ontwikkeling. Beide partijen hebben zelf expertise betrokken op het vlak van de levenscycluskosten en geotechniek. Daarnaast is in het kader van het onderzoeksrapport veel navraag gedaan bij aannemers, ontwikkelaars, gemeenten en andere projecten om kennis op te halen. Dit ging telefonisch, per mail en middels projectbezoek.

In de bijlagen treft u de rapportages aan van beide pilotprojecten. Deze memo gaat in op de conclusies en leerpunten uit beide projecten die gebruikt kunnen worden bij andere projecten in gemeenten met een slappe ondergrond.

## 2 Conclusies haalbaarheid van technieken voor ontwikkelingen buitengebied

### Technieken nieuwbouw

De in het onderzoek beoordeelde funderingstypen meebewegend, fixeren en bodemvervanging zijn bij nieuwe ontwikkelingen allemaal toepasbaar. De technieken zijn ook toepasbaar bij kleinschalige bouwplannen, landbouwpercelen met uitbreiding van bijvoorbeeld erf en stallen en bij nieuwe infrastructuur (wegen, fietspaden etc).

Rekening houdend met de randvoorwaarden is op basis van dit onderzoek de bodemvervangende methode de beste oplossing voor het project WeidZ. Het al ontwikkelde stedenbouwkundig plan, de ontwikkeltijd en de kosten zijn sterk bepalende factoren voor deze keuze. Gezien de voor- en nadelen van de verschillende funderingstypen, is de conclusie dat het voor nog op te starten ontwikkelingen goed is om voorlopig vast te houden aan het principe 'meebewegende/drijvende fundering, tenzij'. De

# MEMO

Van: W. Visser / R. Beumers

Datum: 17 augustus 2017

Betreft: Inhoudelijke rapportage Zettingsvrij en Meebewegend Bouwen

toepassing van meebewegende funderingen vraagt nog veel uitwerking, maar lijkt op termijn het meest duurzaam en financieel gunstig.

Bij de methoden grondvervangings en fixeren moet goed nagedacht worden over de verschilzetting met de omgeving. Dat geldt zowel binnen een plan (aansluiting op voor-, zij- en achtertuinen, openbaar groen en mandelig (door eigenaren gedeeld) terrein) als de aansluitende omgeving.

## **Technieken bestaande bouw**

Bij reconstructies in bestaand stedelijk gebied zijn de technieken meebewegend bouwen en grondvervangings minder geschikt. De ervaring uit de ontwerpessies in De Kanis leert dat inwoners niet enthousiast worden van inrichtingsconcepten die erg ver afstaan van de bestaande omgeving. Dit heeft ook alles te maken met de bestaande funderingen van woningen en bedrijven. Drijvende constructies, vlanders in plaats van straten met daaronder water/groen en het verplaatsen/cluseren van parkeervoorzieningen bleken niet haalbaar. De verwachting is dat dit ook in andere woonstraten het geval is. Mogelijk dat bij bijzondere plekken, zoals parken en andere openbare voorzieningen er wat meer mogelijk is. De techniek van grondvervangings blijkt niet geschikt, vanwege de zijwaartse belasting op funderingspalen van bestaande bebouwing.

## **3 Leerpunten en bouwstenen (proces) voor gemeenten en andere overheden**

### **I. Timing**

Bij nieuwe ontwikkelingen wordt vaak eerst een inrichtingsplan gemaakt en pas nadat contracten zijn getekend en uitgangspunten vaststaan wordt naar de ondergrond gekeken. Bij nieuwe ontwikkelingen en projecten op een slappe bodem is het noodzakelijk om eerst een keuze te maken voor een funderingstype. Dit betekent dat een aantal inrichtingsvarianten (zowel drijvend als op een vaste ondergrond) gemaakt moeten worden om tot een goede vergelijking te komen van voor- en nadelen. Pas daarna komen de uitwerking en de inrichting van het projectgebied. Zoals de inrichting van de kavels, hoeveelheid verharding, situering van het openbaar groen en water enzovoort. Op die manier kan een beter onderbouwde afweging worden gemaakt welke techniek en inrichting het beste bij de omgeving past. Zodat er ook een betere financiële onderbouwing ligt als input voor besluitvorming.

Voor reconstructies geldt dit ook. Zo is vooraf duidelijk wat de uitvoeringskosten zijn en kan tijdig het benodigde geld worden aangevraagd.

### **II. Totale kosten**

Projecten op slappe bodem moeten doorgerekend worden met een levenscycluskostenberekening. Hierbij wordt aan de voorkant niet alleen inzichtelijk gemaakt wat de aanlegkosten zijn van een ontwikkeling maar worden ook de beheerkosten in de afweging betrokken. Door ook de beheerkosten inzichtelijk te maken ontstaat een waardevolle dialoog tussen de betrokken partijen over allerlei inrichtingsvraagstukken. De ervaring leert dat levenscycluskostenberekeningen bij voorkeur doorgerekend worden op een voorlopig ontwerpniveau, inclusief de VAT-kosten.

### **III. Subjectieve criteria**

Naast een kostenafweging kunnen subjectieve factoren ook een rol spelen voor de definitieve funderingskeuze. Maak vooraf helder waarop een methode beoordeeld wordt en welke wegingsfactoren daaraan gekoppeld worden. In de Woerdense projecten wordt nu gewerkt met een multicriteria-analyse (MCA) op verschillende (duurzaamheids)aspecten. Hierin hebben ook de subjectieve criteria als voorkomen van overlast een plek.

### **IV. Participatie**

# MEMO

Van: W. Visser / R. Beumers

Datum: 17 augustus 2017

Betreft: Inhoudelijke rapportage Zettingsvrij en Meebewegend Bouwen

Het vroegtijdig betrekken van inwoners heeft als voordeel dat lokale knelpunten en wensen meegenomen kunnen worden in het ontwerp. Door open te zijn over moeilijke vraagstukken en je soms ook kwetsbaar op te stellen ontstaat betrokkenheid en wordt er meegedacht. Soms levert dit ook relevante lokale kennis op en komen inwoners zelf met goede oplossingen. Dit bevordert het draagvlak voor het plan. Het advies is wel niet te vroeg te starten met participatie. Er moet wel eerst duidelijkheid zijn over de funderingsmethode. De gemeente heeft een vierjaarlijkse begroting. Voor projecten die op de planning staan om bijvoorbeeld over drie jaar aangepakt te worden wordt geld in de gemeentebegroting gereserveerd. Als inwonerswensen en de keuze voor een funderingsmethode leiden tot meerkosten voor het project dat moet dit in de jaarlijkse begrotingsronde worden meegenomen. Pas na besluitvorming van de gemeenteraad kan een project verder worden voorbereid. Dit proces kan zomaar een vertraging van een half jaar tot een jaar opleveren. Na de aanvankelijke energieke start van een project valt het participatieproces dus een tijd stil. Dit is voor de uitvoering van het project niet wenselijk..

## V. Projectovereenstemming

Om het proces rondom kabels en leidingen te bevorderen is de methode van het afsluiten van projectovereenstemmingen (POS) aan te bevelen. Hierdoor is vooraf voor iedereen duidelijkheid over verantwoordelijkheden, kosten, afspraken bij wijzigingen en calamiteiten etc. Voor het project De Kanis is dit nu gedaan. De ervaring tijdens de verdere voorbereiding en uitvoering zal meer informatie opleveren over effectiviteit van deze methode.

## VI. Aanbestedingsproces

Een van de belangrijk vraagstukken in De Kanis was de mate van risico en verantwoordelijkheid die je als gemeente in de markt wilt en/of kunt neerleggen als je kiest voor een nieuwe techniek (betonvloer). De conclusie was dat je als gemeente altijd eindverantwoordelijk blijft en in die zin dan ook maar beter mee aan het stuur kunt zitten om de belangen van de inwoners en de organisatie te behartigen en waarborgen. In de voorbereiding van de aanbesteding is een uitgebreide risico- en kansanalyse gedaan die weer input leverde voor de op te stellen contractstukken. Zowel het ontwerp als uitvoering vindt plaats onder toepassing van de geïntegreerde contractvorm UAV-GC 2005<sup>1</sup>. In beide fasen wordt middels een bouwteam nauw samengewerkt tussen gemeente, adviesbureau en aannemer. De projectorganisatie is opgezet volgens het IPM-model van Rijkswaterstaat.

Bij nieuwbouwprojecten is in veel gevallen de projectontwikkelaar de ontwikkelende partij, ook van de openbare ruimte. Daarbij is het belangrijk om als gemeente vooraf de juiste uitgangspunten te bepalen. Zie ook het eerdere kopje timing.

## 4 Leerpunten die nog volgen uit de pilots

### De grondwaterstudie De Kanis

In De Kanis is een uitgebreid grondwatermeetnet geplaatst in samenwerking met HDSR en de vakgroep Bodemdaling van de Universiteit Utrecht/Deltares. Het doel is het verzamelen van grondwaterdata voorafgaand aan de werkzaamheden, modelberekeningen ter ondersteuning van de engineering van de ondergrond en het berekenen van lange termijn effecten van klimaatverandering en eventuele peilverlaging in de omliggende polder om tijdig maatregelen te kunnen treffen indien nodig ter bescherming van de houten palen in De Kanis. Tijdens de engineering en de uitvoering wordt gebruik gemaakt van dit meetnet en de meetopstelling. Het advies is de meerwaarde van dit

<sup>1</sup> De toepassing van de UAV-GC 2005 (waarbij de afstemming van de aanbestedingsprocedure op dit geïntegreerde contractmodel een belangrijk aandachtspunt is) biedt ruimte voor innovatieve oplossingen en geeft daarmee invulling aan het overheidsbeleid ten aanzien van innovatief aanbesteden.

# MEMO

Van: W. Visser / R. Beumers

Datum: 17 augustus 2017

Betreft: Inhoudelijke rapportage Zettingsvrij en Meebewegend Bouwen

meetnet te evalueren om vast te stellen of dit voor andere projecten ook waardevolle inzichten oplevert ten opzichte van reguliere (beperkte) grondwatermetingen.

## **Volgen uitvoering zettingsvrij bouwen (Kanis) en Grondvervangning (Weidz)**

Beide funderingstechnieken zijn niet eerder op deze schaal toegepast in gemeente Woerden. De beheerders en de projectleiders gaan de geleerde lessen uit deze projecten evalueren om hierop te anticiperen voor volgende projecten.

## **Bouwteam (werken met IPM-model)**

Het werken in bouwteamconstructie is nieuw voor de gemeente Woerden. Regelmatig evalueren in het reguliere projectleidersoverleg en samen met de afdeling inkoop maakt dat leerervaring wordt geborgd binnen het team Realisatie en Beheer.

## **Prestatiecontract voor grondvervangning**

Voor Zegveld Weidz is de keuze gevallen op de techniek Grondvervangning. Aangezien er nog vraagtekens zijn of uiteindelijk aan de afgegeven restzettingseis wordt voldaan, koppelt gemeente Woerden er een prestatieverplichting aan vast voor de ontwikkelaar/aannemer. Bij het opstellen van het contract wordt geleerd van de ervaring die is opgedaan bij Alphen aan den Rijn. Onderdeel van het contract is uiteraard het monitoren van de zettingen zodat de zettingskarakteristiek in beeld gebracht kan worden.

## **Tuin versus openbaar gebied**

Een van de conclusies is dat bij nieuwbouwprojecten niet per definitie een funderingsmethode wordt gekozen die positief uitpakt voor alle partijen. Inwoners/ gebruikers kunnen in de voorbereidingsfase onvoldoende vooraf hun positie/wensen bepalen. De gemeente kan wel eisen stellen aan de openbare grond maar niet aan het uitgeefbare terrein (waaronder de tuinen en eventuele mandelige terreinen). Het heeft de voorkeur in de voorbereidingsfase hierover afspraken met ontwikkelaars te maken, zodat toekomstige inwoners niet voor verrassingen komen te staan.

## **Kennis delen**

Voor al deze leerervaringen geldt dat deze bijvoorbeeld via de 'communities of practices' (COP's) van het Platform Slappe Bodem kunnen worden gedeeld met andere gemeenten en betrokken partijen als adviesbureaus, waterschappen, aannemers et cetera. Dit is ook al gedaan door bijvoorbeeld informatie te delen op de website, tijdens COP's met andere gemeenten over de pilots te discussiëren, presentaties te geven tijdens symposia en werkbezoeken te faciliteren. Het Platform Slappe Bodem is het landelijke platform voor kennisuitwisseling. Maar ook verdiepende kennissessies tussen gemeenten kunnen bijdragen aan kennisverbreding. Via het Platform is het contact gelegd met bijvoorbeeld gemeente Krimpenerwaard waar al gewerkt wordt met de methode fixeren. Projectervaring is uitgewisseld en door het betreffende adviesbureau ook bij De Kanis te betrekken wordt die ervaring ook in gemeente Woerden benut.

## **5 Meerwaarde en vervolg**

Door innovatieve technieken, concepten en werkprocessen direct in projecten toe te passen voorkomt gemeente Woerden een conceptuele discussie, zowel intern als met onze partners en ontwikkelaars en aannemers. Er kan gelijk worden geleerd van processen en er kunnen concrete resultaten worden geboekt. Zowel de goede als minder goede ervaringen kunnen worden geborgd voor volgende projecten en processen.

Bij meerdere reconstructieprojecten zijn inmiddels levenscycluskostenbenaderingen toegepast om tot een funderingskeuze te komen. Daarbij zijn ook andere technieken doorgerekend zoals EPS (lichtgewichtmateriaal, ook wel piepschuim genoemd) en massastabilisatie.

# MEMO

Van: W. Visser / R. Beumers

Datum: 17 augustus 2017

Betreft: Inhoudelijke rapportage Zettingsvrij en Meebewegend Bouwen

---

Uit de Weidz studie is de conclusie getrokken dat meebewegend bouwen een kansrijke methode is bij nieuwbouw, mits vanaf het begin deze voorwaarde aan de ontwikkelaar wordt meegegeven. Er is nu behoefte aan een vervolgstudie om beter te onderbouwen welke randvoorwaarden je als gemeente mee moet geven aan de projectontwikkelaar. Het gaat dan om technische uitgangspunten maar ook contractuele voorwaarden. Daarnaast willen we ook graag meer inzicht op welk schaalniveau drijvend bouwen haalbaar is, ook gezien de belasting op infrastructuur en de aansluiting op de omgeving. Zo kunnen we veel beter vooraf bepalen onder welke omstandigheden drijvend bouwen de norm is en waar we beter kunnen kiezen voor andere methoden.

Beide studies hebben een bijdrage geleverd aan de agendering van het thema bodemdaling binnen de gemeente en daarbuiten. Dit leidt nog niet direct tot een aangepast gebruik van gebieden met bodemdaling. Niet in de zin dat het functionele gebruik al is aangepast. Wel heeft het ontwerpproces in De Kanis ertoe geleid dat er een omleiding om het dorp gerealiseerd wordt voor het zware landbouwverkeer dat nu door het dorp rijdt. Daarvoor zijn drie ondernemers overeengekomen een nieuw kavelpad aan te leggen (op kosten van de gemeente) en met elkaar te gebruiken. Ondertussen is ook een gebiedsproces gestart: Veenweiden in beweging. In dit gebiedsproces wordt onderzocht of er alternatieve, meer toekomstbestendige, ontsluitingsroutes mogelijk/wenselijk zijn. De bodemdalingsproblematiek is een belangrijke aanjager geweest om dit gebiedsproces te starten. De leerpunten uit beide pilots vormen weer input voor dit gebiedsproces.



# Zettingsvrij en Meebewegend bouwen

Resultaten Pilot 1: Reconstructie Kanis

Januari 2017



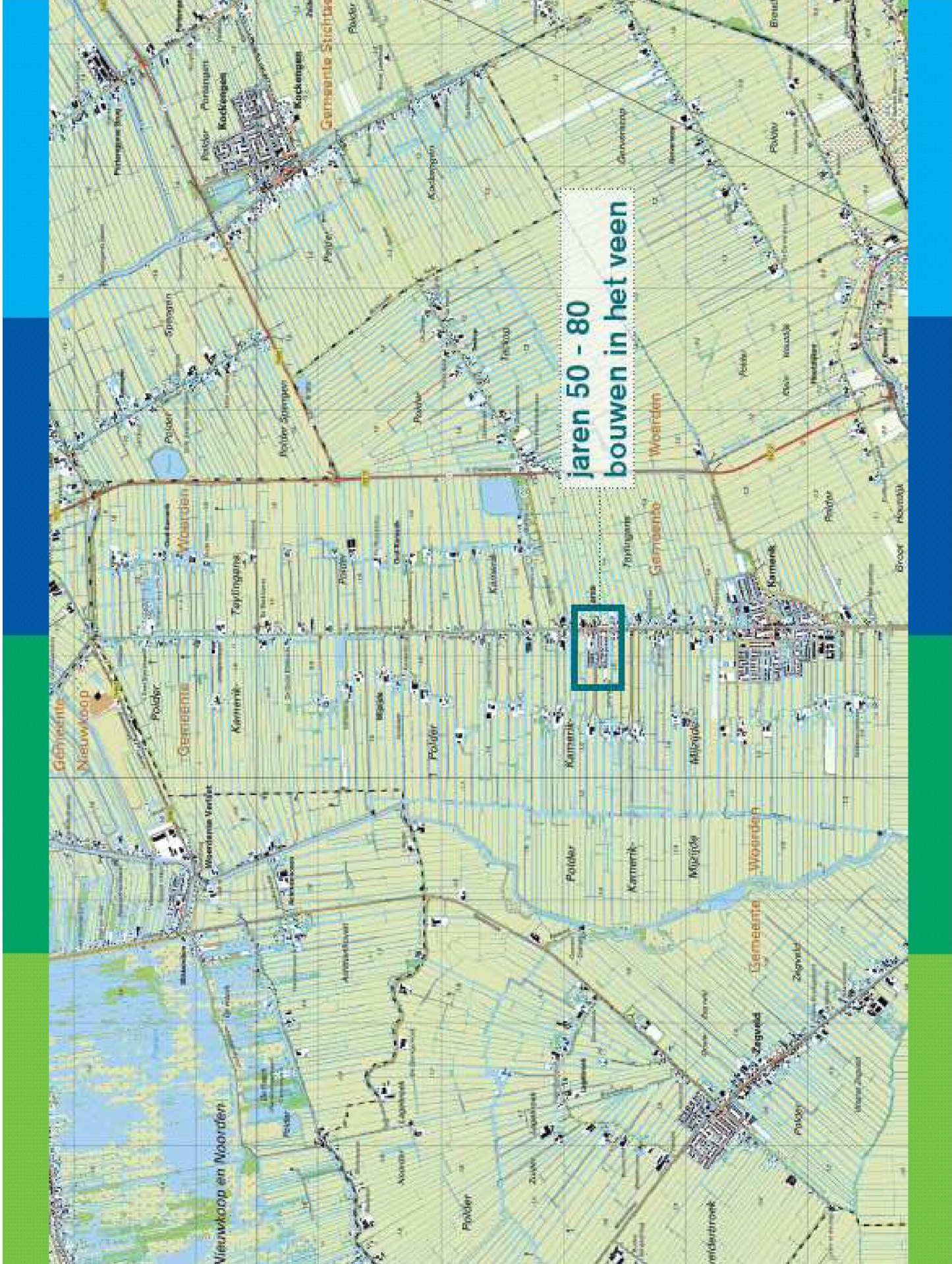
PROVINCIE  UTRECHT



*Utrecht-West*

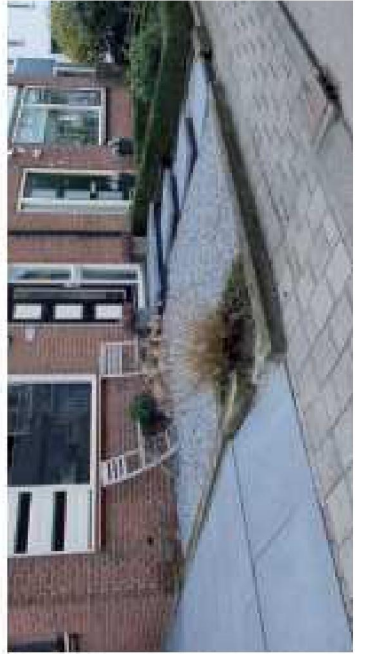


gemeente



jaren 50 - 80  
bouwen in het veen







# Zettingsvrij en Meebewegend bouwen

**Onderzoek in twee pilots (bestaande bouw en nieuwbouw)**

**1. Zettingsvrij: Reconstructie Kanis**

*Onderzoek naar een fixerende of zettingsvrije oplossing  
(d.m.v. bijvoorbeeld een palenmatras)*


**2. Meebewegend bouwen: Nieuwbouw Zegveld-Weidz**

*Onderzoek naar de kansrijkheid van meebewegend bouwen van  
woningen en openbare ruimte met bodem/wateromstandigheden*

*Deze presentatie betreft een overzicht van activiteiten en resultaten van pilot  
1, de reconstructie Kanis.*

*Voor pilot 2 is een aparte rapportage opgesteld.*

**Woerden**, hoofdstad van het *Groene Hart*





# Doelstelling pilot 1

Het uitwerken van de principekeuze voor zettingsvrij bouwen bij reconstructies om zodoende de levenscyclus van de openbare ruimte te vergroten.

## **Nevendoelen:**

- Inzicht vergroten in de techniek van zettingsvrij bouwen
- Inzicht krijgen in de samenhang met watersysteem, kabels & leidingen, en de gevolgen voor de inwoners voor wat betreft de aansluitingen met in de tuinen
- Vanuit gemeente Woerden innovatief aanbesteden om ook juist de kracht van de markt bij een dergelijke nieuwe techniek te benutten.



# Resultaten

1. Onderzoek naar de relatie ondergrond, (grond)water en de techniek en het proces met de netbeheerders.
2. Definitief ontwerp (DO) bovengrond (Inrichting)
3. Het doorlopen van aanbestedingsproces met contractvorm (aanbesteding)
4. Afstemming met inwoners, college raadsleden en externe belanghebbenden (Communicatie)
5. Financiering van de extra kosten van de toekomstbestendige techniek (Financiering)



# 1. Onderzoek

- Er is een breed scala aan onderzoeken uitgevoerd.  
(bodemopbouw, watersysteem, grondwater, riolering, natuur, milieuaspecten, belemmeringen, archeologie etc en een inventarisatie van beleidsuitgangspunten)  
De resultaten hiervan zijn samengebracht in:
  - Oplegnotitie Onderzoeken en Beleid (Rodewijk Ingenieursbureau d.d. 27 mei 2016)
  - Knelpuntenkaart Onderzoeken en Beleid (Rodewijk Ingenieursbureau d.d. 27 mei 2016)
- Universiteit Utrecht/Deltares (vakgroep Bodemdaling) onderzocht de diepere grondlagen rondom Kockengen, Kamerik en Kanis. Deze informatie is gedeeld met Woerden en de onderzoeker is betrokken geweest bij de Ontwerpateliers (zie 2 definitief ontwerp).



# 1. Onderzoek

- Om het lange termijn effect van een zettingsvrije constructie in beeld te krijgen is de samenwerking gezocht de vakgroep Bodemdaling van UU/Deltares en HDSR. In gezamenlijk overleg is een grondwatermeetnet ontwikkeld, aangelegd en aangesloten op het automatische monitoringsnetwerk van gemeente Woerden.
- Op dit moment wordt het grondwatermodel afgerond. Naast een dekkend beeld van de huidige grondwaterstand is op korte termijn ook het lange termijn effect van verschillende klimaatscenario's (natte en droge periodes) en andere polderpeilen bekend.
- De resultaten worden gebruikt om de engineering van de ondergrond te optimaliseren. Deze informatie biedt daarnaast inzicht in eventuele effecten op lange termijn op houten funderingspalen. Dan kunnen in de toekomst tijdig maatregelen worden getroffen als dat nodig blijkt te zijn.





# 1. Onderzoek

- Er vonden verschillende projectbezoeken plaats (o.a. Krimpenerwaard, Waddinxveen, oprit A12, Alphen, Boskoop) om meer kennis op te doen en ervaring uit te wisselen van verschillende technieken (o.a. paalsystemen, grondvervangings, aanbesteding, uitvoeringaspecten, beheer & onderhoud).
- Er vond een ambtelijk-bestuurlijke kennisuitwisseling met Stichtse Vecht plaats om ervaringen te delen op het gebied van bodemdaling en nieuwbouw en herstructurering.
- Het Platform Slappe Bodem organiseerde in samenwerking met gemeente Woerden COP's (community of practice) rondom ervaringen met verschillende technieken (in Woerden met projectbezoek reconstructie bims Zegveld) en paalfunderingen (in Gouda).

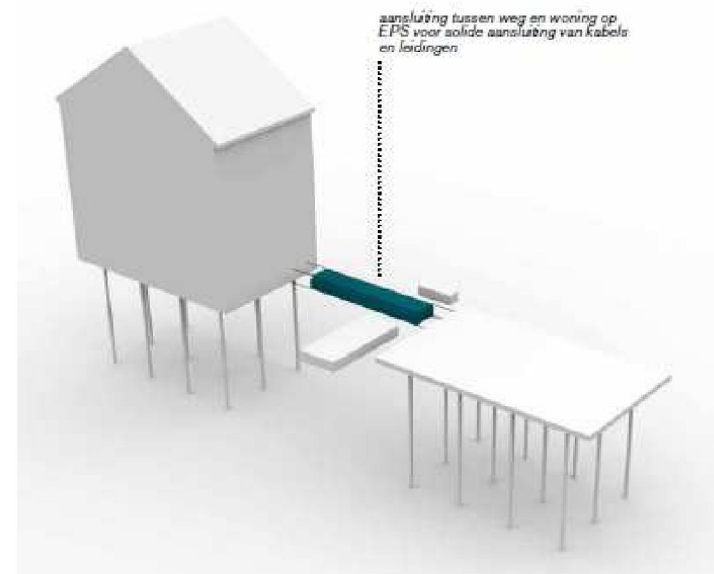


# 1. Onderzoek

- Een van de top-risico's bij projecten is het proces rondom kabels en leidingen. Dit hebben we op een innovatieve wijze aangepakt door te leren van de ervaring van RWS en provincie Zuid-Holland. Onder begeleiding van gespecialiseerd bureau Go-Connectit zijn projectovereenstemmingen (POS-en) per netbeheerder vastgesteld.
- Met een POS:
  - is er vooraf (privaatrechtelijke) wilsovereenstemming
  - zijn afspraken juridisch beter afdwingbaar
  - is er transparantie en duidelijkheid (scope, rechtsposities, kostenraming, kostenverdeling, planning), bij calamiteiten biedt dit houvast
  - is er helderheid over procedures bij afwijkingen
  - is er helderheid over afhandeling schadevergoeding

# 1. Onderzoek

- Daarnaast wordt in gemeente Woerden voor het eerst een kabelgoot aangelegd. Door alle kabels, leidingen en riolering ook te onderheien gaan deze systemen ook langer mee. Dit betekent minder beheer en onderhoud en langere levensduur. Gemeente Woerden heeft dit argument ook ingebracht in de kostenverdeling. Deze discussie loopt momenteel nog.
- Bewoners krijgen EPS in een strook in de voortuin onder het tijdelijke net en onder het tuinpad om schade aan huisaansluitingen te beperken.



**Woerden,** hoofdstad van het *Groene Hart*



# 1. Onderzoek

- In de brede voorverkenning zijn diverse technieken en inrichtingsvarianten de revue gepasseerd. Er is verder ingezoomd op het toepassen van Bims, EPS en een betonvloer op palen als opties.
- Daarvoor is de kennis en ervaring van het project Gouderak naar binnen gehaald door het adviesbureau RPS te betrekken en ook regelmatig contacten te hebben met de gemeentelijke projectleider.
- Er is een MCA uitgevoerd waarbij ook naar duurzaamheidsaspecten is gekeken.
- Daarnaast is met de levenscycluskostenmethode van Sweco gerekend om een afweging te kunnen maken op basis van investeringskosten én beheer- en onderhoudskosten.
- Door college en raad is gekozen voor de betonvloer als maatregel om de openbare ruimte in Kanis voor een hele lange tijd op orde te houden. Deze LCC-systematiek is inmiddels voor meerdere projecten in Woerden toegepast.

## 2. Definitief ontwerp



- Er is intensief geparticipeerd met de inwoners van De Kanis:
  - Samenwerken vanaf het begin
  - Inwoners, overheden, ontwerpers, kennisinstellingen
  - Wensen, waarden, knelpunten, kosten bespreken
  - Kwetsbaar opstellen
  - Kennis delen (landschap, techniek, LCC)
  - Samen ontwerpen/schetsen
  - Bewonersavonden
  - Cyclisch tot keuzes komen

**Woerden,** hoofdstad van het *Groene Hart*

## 2. Definitief ontwerp

- Onderstaande tabel toont het aantal bijeenkomsten
- Er zijn twee rapportages opgeleverd
  - Ontwerpatelier De Kanis (verkenningfase), Bosch Slabbers Landschapsarchitecten , oktober 2015
  - De Kanis. Een vernieuwde basis voor de openbare ruimte (DO), Bosch Slabbers Landschapsarchitecten, november 2016

Periode	Activiteit
Oktober 2014	Bewonersavond De Kanis
Februari 2015	1e Ontwerpatelier
April 2015	2e Ontwerpatelier
Juni 2015	Bewonersavond De Kanis: resultaten en voorleggen dilemma's
Oktober 2015	Straat-schets-sessies met bewoners
December 2015	Bewonersavond VO en infobrief
Juni 2016	Bewonersavonden kavelpad (twee)
Juli 2016	Bewonersavond DO (puntjes op de i) en keuze inrichting park



## 2. Definitief ontwerp

Enkele ervaringen van het participatieproces

- Door participatie traject is bewustwording vergroot
- Grote betrokkenheid inwoners, college en raad
- Gedragen ontwerp, centraal park, kavelpad
- Begrip voor duurzame techniek voor de ondergrond: lange termijn aanpak
- Langdurig proces, uitloop planning. Mede door samenhang onzekerheid financiën, kavelpad en de gevolgen daarvan voor het ontwerp.

## 2. Definitief ontwerp



**Woerden**, hoofdstad van het *Groene Hart*



## 2 Definitief ontwerp

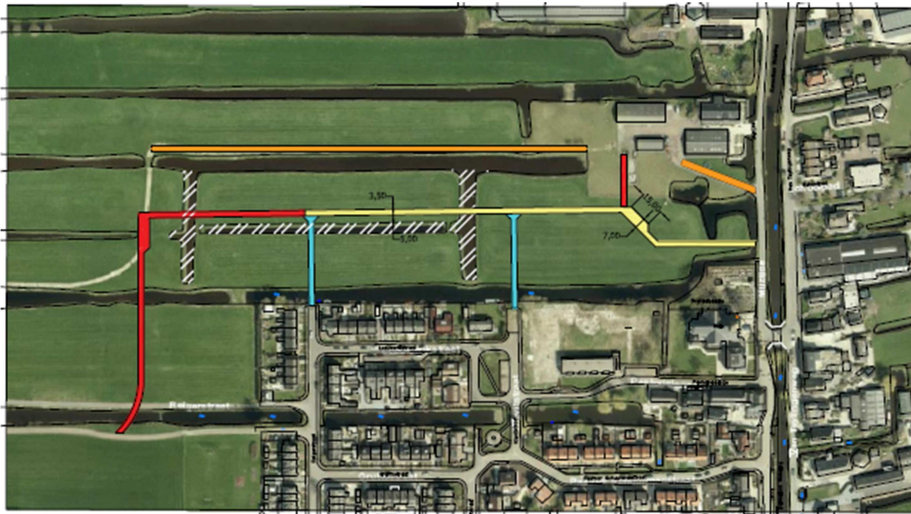
Het centrale parkje en de nieuwe ontsluiting



**Woerden**, hoofdstad van het *Groene Hart*

## 2 Definitief ontwerp

- De breed gedragen inwonerwens om een kavelpad rondom het dorp te realiseren om zwaar (landbouw) verkeer uit het dorp te weren is na een intensief proces ingevuld. De drie betrokken ondernemers ondertekenden onlangs het contract hiervoor, samen met gemeente Woerden.
- Tijdens de bouwwerkzaamheden wordt een deel van het kavelpad gebruikt als bouwroute (gele en blauwe tracé)



**Woerden**, hoofdstad van het *Groene Hart*



# 3. Aanbestedingsproces

- In de voorbereiding werd duidelijk dat een betonvloer op palen een kansrijke techniek was. Om de innovatiekracht van de markt goed te kunnen benutten en tegelijkertijd toch de opdrachtgeversrol (met bijbehorende verantwoordelijkheden) te kunnen vervullen is voor een bouwteamconstructie gekozen. Vanwege deze keuze is voor de ondergrond in de voorbereidingsfase geen DO gemaakt. Dit vindt plaats na de aanbesteding.
- Er vond een uitgebreide voorbereiding van het aanbestedingsproces plaats. Er is met diverse externe partijen gediscussieerd over aanbestedingsvormen, kansen en risico's, regelgeving, rollen en verantwoordelijkheden. Betrokken partijen waren Grontmij (nu Sweco), RPS, CROW, voormalig aannemer (nu adviseur), CROW en inkoopmanagement Woerden. O.a.de volgende documenten zijn opgesteld:
  - Risico & Kansendossier (Grontmij, 25 januari 2016)
  - Memo aanbestedingsregels Woerden (26 januari 2016)

# 3. Aanbestedingsproces

Om de bouwteamconstructie aan te sturen is gekozen voor het Integraal Projectmanagement volgens het IPM-model. Dit is nieuw voor Woerden. Hierin worden vijf managementrollen onderscheiden (projectmanager, manager projectbeheersing, contractmanager, omgevingsmanager en technisch manager).

De ambitie die hieraan ten grondslag ligt is het verhogen van het rendement, een duidelijke rolverdeling en een betere sturing in de organisatie en bemensing voor dit 'grote project' voor gemeente Woerden.

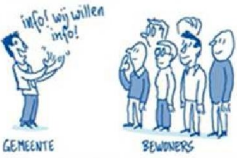




## 4. Communicatie

- Onder punt 2 is het uitgebreide participatieproces beschreven.
- Er is regelmatig gebruik gemaakt van een sketchnote- tekenaar ter ondersteuning van het communicatieproces. Bijvoorbeeld door een getekende 'luchtfoto' van Kanis te gebruiken om bewoners met elkaar te laten parten over de knelpunten in kanis, verslaglegging, uitwerken van processchema's en visualiseren van technieken.
- Infobrieven zijn gebruikt om inwoners en stakeholders te informeren. Naast de bewonersavonden is aanvullend ook een aantal keer een update gegeven in het platform Kamerik.
- Het college en de raad is betrokken bij de besluitvorming over kavelpad, de techniek, de financiering en het participatieproces. Er vond ook een bezoek met raadsleden plaats naar het project Gouderak (Krimpenerwaard)

# DOEL



# BEWONERSAVOND KANIS

29 OKTOBER 2014

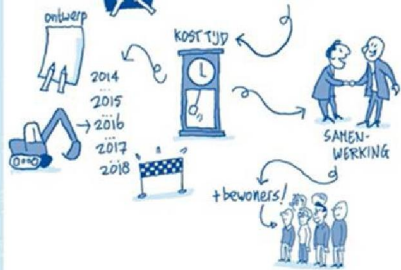


bedrijfsleider: ronald van der heide  
www.woerden.nl

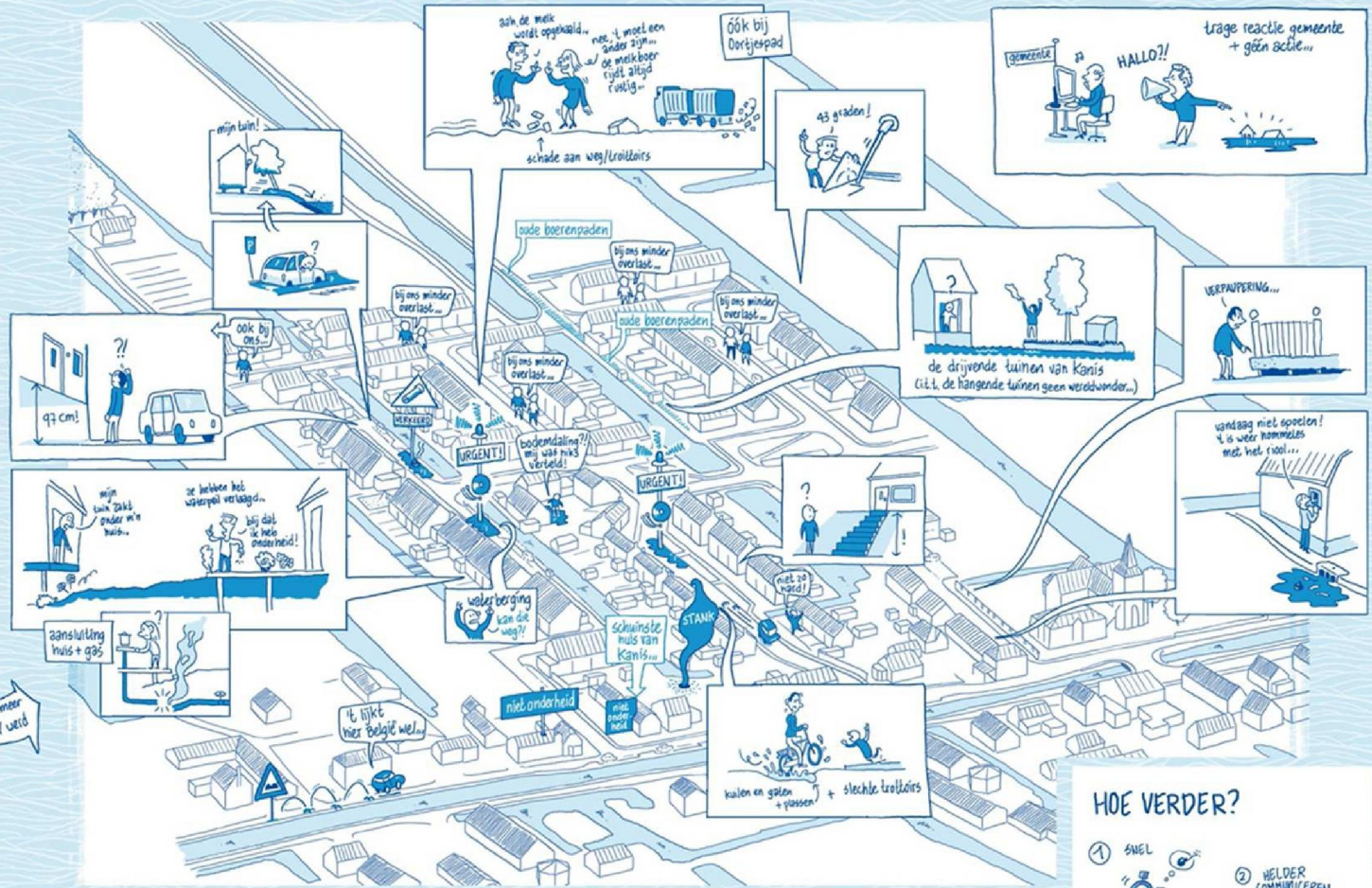
## AANLEIDING

WATEROVERLAST + BODEMDALING  
urgent probleem

conventionele oplossingen → INNOVATIE!



## GROOTSTE PUNTPUNTEN



## OPLOSSINGEN



## HOE VERDER?



# 4. Communicatie

## Betrokkenen

Betrekken extern	Informereren extern
Direct aanwonenden	Dorpsplatform Kamerik
Aanwonenden bouwroute	VVN/ Gehandicaptenplatform MIMAX
Woningbouwvereniging Kamerik	Zorg (huisartsen, thuiszorg, kraamhulp)
Ondernemers (in verband met toegankelijkheid afnemers en toeleveranciers)	Hulpdiensten (brandweer, politie, ambulancediensten)
De rooms-katholieke Sint-Hippolytuskerk	Provincie Utrecht (subsidie)
Timpaan, nieuwbouw Pastorielaant	Openbaar vervoersdienst
Fam. Nap, Geuze en Bon kavelpad/bouwweg	
Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden	
Nutsbedrijven (Vitens, Stedin, Ziggo, KPN, Reggefiber)	
Sweco/Deltares (grondwatermonitoring)	

# 4. Communicatie

## **Presentaties/bezoeken over De Kanis**

*(sinds bijdrage Stuurgroep Aanpak Veenweiden)*

- Perspectiefnota Groene Hart
- Algemeen Bestuur HDSR (avond over position paper)
- Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie
- Leerkring Duurzame gebiedsontwikkeling provincie Utrecht
- Diverse bijdragen binnen Platform Slappe Bodem, waaronder landelijk congres Heel Holland Zakt
- Bezoek van diverse gemeenten, studenten, waterschappen, Provinciale Commissie Leefomgeving

## **Publicaties**

- Wetenschapsbijlage Volkskrant (25 juni 2016)
- RPS Respons: duo-interview wethouder Boere (Krimpenerwaard) en wethouder Ten Hagen (Woerden) (<http://www.rps.nl/content/magazines/rps-respons-10.pdf>)
- [www.slappebodem.nl](http://www.slappebodem.nl): overzicht diverse projecten in Woerden

## **Televisie**

- Reportage op Frans 2 over bodemdaling.

**Woerden**, hoofdstad van het *Groene Hart*



# 5 Financiering

- Voor de kostenberekening van de verschillende technieken is LocationCalc van Sweco gebruikt.
- Er was een extra investering van € 3,5 miljoen nodig voor de methode betonvloer met palen.
- De extra bijdrage is aangevraagd bij de raad, hiermee is ingestemd.
- Investeringen vertalen zich in kapitaallasten. Er was sprake van een vaste set afschrijvingstermijnen voor de diverse openbare ruimte elementen (wegen, bomen, riolering, verlichting etc.). Als er technieken toegepast worden die langer mee gaan kan de afschrijvingstermijn ook aangepast. De jaarlijkse lasten zijn dan lager maar er wordt wel langer afbetaald.
- In de gemeentelijke notitie Financial Governance is het mogelijk gemaakt te kiezen voor verschillende afschrijvingstermijnen (25-40-75 jaar).
- Het team Realisatie en Beheer gaat komend jaar deze nieuwe financiële regeling gebruiken voor een lange termijn planning.



# Conclusies

## Doelstelling pilot 1

Het uitwerken van de principekeuze voor zettingsvrij bouwen bij reconstructies om zodoende de levenscyclus van de openbare ruimte te vergroten.

### Nevendoelelen:

- Inzicht vergroten in de techniek van zettingsvrij bouwen
- Inzicht krijgen in de samenhang met watersysteem, kabels & leidingen, en de gevolgen voor de inwoners voor wat betreft de aansluitingen met in de tuinen
- Vanuit gemeente Woerden innovatief aanbesteden om ook juist de kracht van de markt bij een dergelijke nieuwe techniek te benutten.

Op meerdere fronten is in de voorbereidingsfase voor de reconstructie De Kanis gewerkt aan innovatie zoals voorgaande sheet hebben laten zien. Het hoofddoel en de nevendoelelen zijn behaald. Momenteel is het inkoopproces in volle gang en worden op de achtergrond de nodige voorbereidingen getroffen. Zo dat zo snel mogelijk de schop in de grond kan!

**Woerden**, hoofdstad van het *Groene Hart*



# Fundering in een veenbodem

## Onderzoek voor Zegveld Weidz



Januari 2017

*in samenwerking met Bolton Ontwikkeling*

## Inhoudsopgave

Samenvatting.....	4
Eindconclusie.....	7
1. Aanleiding voor deze notitie .....	10
1.1 Zettingsproblematiek in gemeente Woerden en Zegveld.....	10
1.2 Ontwikkeling en funderingsmethode WeidZ .....	10
1.3 Eerste onderzoek naar andere funderingsmethodes.....	11
1.4 Nader onderzoek van funderingsmethodes.....	12
2. Uitgangspunten en afbakening onderzoek .....	13
2.1 Onderzoeksmethode.....	13
2.2 Uitgangspunten voor de vergelijking .....	13
2.3.1 Huidig inrichtingsplan.....	13
2.3.2 Bodemdaling en zettingsverschillen.....	14
2.3.3 Opbouw bodem.....	14
2.3.4 Waterpeil.....	15
2.3.5 Visie Bolton Bouw en Bolton Ontwikkeling.....	16
2.3.6 Aanlegsnelheid en engineering .....	17
3. Nieuwe funderingsmethodes .....	18
3.1 Meebewegend bouwen .....	18
3.2 Fixerend bouwen.....	19
3.3 Bodemvervangend bouwen .....	21
4. Vergelijking van de drie methoden .....	23
4.1 Zettingen .....	23
4.2 Beheer en onderhoud .....	25
4.3 Duurzaamheid .....	27
4.4 Effect inrichtingsplan.....	29
4.5 Levensduur .....	32
4.6 Financiën .....	34

4.7 Toekomstige bewoners .....	36
4.8 Referenties en ervaringsprojecten.....	38
4.9 Juridische/aanbestedingsaspecten .....	40
4.10 Planning.....	45
5. Conclusie .....	48
5.1 Algemene conclusie.....	48
5.2 Conclusie voor WeidZ.....	49
6. Aanbevelingen.....	51
Bijlagen: .....	52

## Samenvatting

Ten zuiden van de Midlandweg in Zegveld komen ongeveer 35 nieuwbouwwoningen. Het bedrijf Bolton Ontwikkeling is sinds 2011 bezig met de ontwikkeling hiervan. Onder Zegveld WeidZ is sprake van slappe veenbodem. Deze bodem daalt ieder jaar (ofwel: er treden 'zettingen' op in de bodem) en dat heeft gevolgen voor de bouw en het onderhoud.

In deze notitie staan drie alternatieve funderingsmethodes om de wijk Zegveld WeidZ beter te funderen en zettingen te beperken. Het college van B en W heeft aan Bolton Ontwikkeling gevraagd deze alternatieven te onderzoeken, vanwege slechte ervaringen uit het verleden met de traditionele funderingen. Belangrijke gevolgen van bodemdaling en slechte funderingen zijn dat de gemeente achteraf veel extra onderhoud moet uitvoeren.

De volgende alternatieve funderingmethoden zijn vergeleken:

- *Meebewegend*: de fundering meebeweegt met de ondergrond ('drijft').
- *Fixerend*: de fundering staat op palen met daarop een betondek of eventueel palenmatras.
- *Bodemvervangend*: het veen wordt voor een groot deel vervangen met grond en klei.

### Beoordelingsaspecten

De drie funderingstypes zijn op verschillende aspecten beoordeeld, om een weloverwogen keuze te maken voor het beste funderingstype.

### Zettingen

Wat zijn de verwachte zettingen, ofwel, in welke mate zal de bodem dalen en welke maatregelen zijn dan nodig?

Bij een meebewegende constructie komen geen zettingen voor als gevolg van het veen. Wel zal de wijk bewegen ten opzichte van het bestaand gebied in de omgeving. Hierdoor moeten de aansluitingen op het bestaande land de nodige aandacht krijgen.

Bij fixatie zijn er geen zettingen. Echter, in het naastgelegen gebied treden wel zettingen op. Er komt dan dus een harde overgang bij de berm en tuinen, waar nadrukkelijk rekening mee gehouden moet worden.

Bij bodemvervanging geldt dat er restzettingen in de constructie zitten, in de tuinen en eventueel openbaar groen. Ook is niet duidelijk welke zettingen er ontstaan op het naastgelegen gebied.

Bij alle methoden is sprake van autonome bodemdaling, deze moet voldoende aandacht krijgen.

### Beheer en onderhoud

Hoeveel beheer en onderhoud valt te verwachten bij de verschillende technieken?

Bij een meebewegende constructie moet de ontwikkelaar vooraf inspelen op het beperken van toekomstig onderhoud bij de aansluitingen. Op dit moment is nog niet in cijfers aan te geven hoeveel onderhoud er na aanleg nodig is en wat de kosten zijn.

Bij fixatie moet vooral aandacht zijn voor holtes die na verloop van tijd ontstaan en voor de overgang tussen de gefixeerde constructie en het overige gebied. De leidingen moeten ook buiten het gefixeerde gebied een goede beschermende constructie krijgen, zodat deze niet afknappen. Qua beheer heeft een betondek de voorkeur boven een palenmatras. Mochten er

achteraf werkzaamheden nodig zijn aan kabels en leidingen, dan is de kans dat dit schade oplevert groter bij een palenmatras dan bij een betondek.

Bij bodemvervanging is er onzekerheid over de mate van zetting en over de effecten op de bodem naast de constructie. Tuinen en openbare groengebieden zullen weer moeten worden opgehoogd als gevolg van zettingen. Zettingen zullen naar verwachting wel gelijkmatig plaats vinden.

### ***Duurzaamheid en klimaatbestendigheid***

Welke funderingstype is het meest duurzaam?

Dat is niet eenduidig aan te geven. Iedere funderingsvariant heeft op diverse vlakken een andere score. Alle funderingstypen zorgen voor een grote CO<sub>2</sub>-uitstoot, vooral vanwege de vele transportbewegingen bij de aanleg en afvoer van materiaal.

Wat betreft klimaatbestendigheid is er een lichte voorkeur voor een meebewegende fundering, deze vormt de beste klimaat- en waterrobuuste oplossing.

### ***Effect inrichtingsplan***

In hoeverre beïnvloedt de fundering het inrichtingsplan en eventuele aanpassingen hieraan?

Een meebewegende constructie heeft de meeste invloed op het inrichtingsplan. Voor deze variant is het beter om een nieuw inrichtingsplan te maken, passend bij deze constructie.

Bij fixeren is ook een beperkte aanpassing van het inrichtingsplan nodig om locaties van bomen in de straten specifiek te bepalen. Bij deze variant is behoud van bestaande windsingels van de tennisbanen het best mogelijk. Om geen ongewenste zettingen in de tuinen te krijgen, worden de voortuinen ook gefixeerd. Om de kosten hiervoor te beperken krijgen de voortuinen een beperkte diepte.

Bodemvervanging heeft de minste invloed op het huidige inrichtingsplan. Wel kunnen de bestaande windsingels van de tennisbaan niet blijven staan en is - na de constructie - nieuwe aanplant nodig.

Voor alle varianten geldt dat de bermen langs het water nader onderzoek vragen. Er moet ingespeeld worden op de effecten van de autonome bodemdaling en van de funderingsconstructie op de bermen.

### ***Levensduur***

Hoe lang houden de funderingen stand?

Op basis van de praktijkervaring biedt geen van de funderingstechnieken een absolute eindgarantie op de gewenste levensduur van 100 jaar.

Levensduur is een belangrijke factor, maar bij iedere techniek geldt dat de omgevingseffecten naar verwachting een veel grotere onzekere factor vormen dan de technieken zelf. Het effect van autonome bodemdaling is bijvoorbeeld veel belangrijker.

### ***Financiën***

Wat zijn kosten op korte en lange termijn?

De aanlegkosten en onderhoudskosten aan de openbare ruimte zijn een belangrijke aanleiding voor deze notitie.

Voor de aanleg van de openbare ruimte blijkt bodemvervangend het goedkoopste type fundering te zijn. Echter, op de lange termijn is een meebewegende wijk goedkoper.

In de berekeningen is ook nog een keer gekeken naar de lichtgewichtmethode - die tot nu toe meestal werd toegepast. Deze methode valt definitief af. De aanleg is goedkoper, maar op lange termijn valt deze een stuk duurder uit. Bovendien wordt de zettingseis van de gemeente niet behaald met deze methode.

### ***Toekomstige bewoners***

Hoe kijken bewoners naar verwachting naar de verschillende funderingstypen?

Waarschijnlijk bieden de constructies met fixeren en bodemvervanging het meeste duidelijkheid aan de toekomstige bewoners. Een meebewegende constructie is vernieuwend, dit is een andere manier van wonen. Daar zal meer uitleg voor nodig zijn.

De toekomstige eigenaren zullen voorafgaand aan de koop van hun kavel duidelijke informatie moeten krijgen over de mogelijke zettingen of restzettingen. De ontwikkelaar kan extra opties aanbieden om de zettingen in de kavels te beperken.

### ***Referenties***

Wat zijn de ervaringen uit het verleden met de verschillende technieken?

Een meebewegende wijk is nog nergens gemaakt. Drijvende woningen worden veel gemaakt, maar de combinatie met een drijvende wegenstructuur is niet bekend.

Fixatie is in het verleden veel toegepast bij vrijliggende wegen. Recent wordt deze techniek steeds meer toegepast bij woonwijken.

Grootschalige bodemvervanging voor realisatie van een woonwijk is ook nieuw. Op dit moment is er alleen in Boskoop een project in uitvoering waar deze methode wordt toegepast.

### ***Juridische aspecten en aanbesteding***

Zijn er belangrijke juridische afwegingen en hoe zit het met de aanbesteding?

Een meebewegende constructie roept de vraag op of de woningen roerend of onroerend zijn. Als de woningen voldoende locatiegebonden zijn, is sprake van 'gewoon' onroerend goed.

Bij de meebewegende constructie wordt het moeilijk de woningen door Bolton Bouw te laten bouwen. De ontwikkeling van de woningen is dan namelijk onlosmakelijk verbonden met de constructie. Bolton Ontwikkeling zal deze constructie dan ook als niet haalbaar zien en dat heeft juridische consequenties. Voor andere, toekomstige projecten is de meebewegende constructie prima mogelijk als hiermee van tevoren rekening wordt gehouden.

Fixeren kan regulier worden aanbesteed, waarbij Bolton Bouw de woningen kan bouwen. De openbare ruimte moet worden aanbesteed conform de gemeentelijke aanbestedingsregels. Ook voor andere toekomstige projecten hoeft deze funderingsvorm geen belemmering te zijn.

Bij bodemvervanging zijn er net als bij fixatie geen juridische aanbestedingsproblemen te verwachten.

Bij verkoop van kavels aan particulieren dient voorafgaand aan de verkoop duidelijk gemaakt te worden in welke mate hun kavel zettingsgevoelig is. De ontwikkelaar kan mogelijk de particulieren een optiepakket aanbieden zodat bij het bouwrijp maken ingespeeld wordt op zettingen in particuliere kavels.



## **Planning**

Hoe ziet de bouwplanning eruit bij de verschillende varianten?

Een meebewegende constructie kost naar verwachting minimaal 2 jaar voorbereidingstijd. Hierna volgt nog een bouwperiode van minimaal 1,5 jaar. Met prefab elementen kan de bouwtijd korter worden, maar deze elementen zijn wel uniek, wat meer tijd zal kosten in de voorbereiding.

Fixeren zal naar verwachting het snelst uitvoerbaar zijn zonder dat er onverwachte problemen ontstaan met zettingen. De voorbereidingstijd is 4 tot 6 maanden en de uitvoering kan in 3 maanden.

De bodemvervangende constructie is qua tijd afhankelijk van de uitvoeringssnelheid en van de snelheid waarmee de gewenste zetting is behaald (de nieuwe grond moet een periode kunnen zetten). Indien er voldoende zetting is behaald, kan de bouw starten. De voorbereidingstijd is 3 tot 5 weken, de uitvoeringstijd 8 tot 9 maanden.

## **Eindconclusie**

Er zijn twee conclusies getrokken: een algemene voor toekomstige ontwikkelingen in Woerden en een toegespitste conclusie voor WeidZ.

### **Algemene conclusie**

Bij nieuwe ontwikkelingen en projecten op een slappe bodem is het verstandig om eerst een keuze te maken voor een funderingstype. Pas daarna komen de uitwerking en de inrichting van het projectgebied - inrichting van de kavels, hoeveelheid verharding, situering van het openbaar groen en water enzovoort.

Welk funderingstype is het meest geschikt voor Woerden? De beoordeelde funderingstypen *meebewegend*, *fixerend* en *bodemvervangend* zijn bij nieuwe ontwikkelingen allemaal toepasbaar. Ze zijn op termijn allemaal goedkoper en duurzamer dan de huidige toegepaste techniek (voorbelasting met zand en gebruik van lichtgewicht materiaal) indien beperkte tijd voorhanden is om de fundering te realiseren.

### **Voorkeur: meebewegend**

Gezien de voor- en nadelen van de verschillende funderingstypen, is het goed om vast te houden aan het principe 'meebewegende/drijvende fundering, tenzij'. De toepassing van meebewegende funderingen vraagt nog veel uitwerking, maar lijkt op termijn het meest duurzaam en financieel gunstig.

### **Conclusie voor WeidZ**

Een meebewegende fundering is technisch mogelijk voor WeidZ, maar de nadelen zijn te groot. Voor WeidZ is de wens om snel te kunnen starten met de bouw en om vast te houden aan het huidige inrichtingsplan. Meebewegend bouwen kost meer voorbereidingstijd dan gewenst. Ook zal het plan geheel aangepast moeten worden. Hierdoor wordt meebewegend niet als haalbaar gezien voor het project WeidZ.

### **Voorkeur: bodemvervangend**

Rekening houdend met de randvoorwaarden is op basis van dit onderzoek de bodemvervangende methode de beste oplossing voor het project WeidZ. Als er bij bodemvervangende beperkte zettingsverschijnselen optreden in het gebied, treden die op in het hele gebied. Binnen het gebied zullen naar verwachting geen grote verschillen ontstaan door zettingen van de bodem. Bij de fixerende methode echter, die alleen bij de wegen en de woningen wordt toegepast, zijn die verschillen wel te verwachten. De verschillen met de tuinen en het openbaar groen worden op termijn groot. Financieel gezien is bodemvervangende niet duurder dan fixatie. Bij bodemvervangende moeten de garanties van de aannemer wel goed worden beschreven, zodat het risico als gevolg van mogelijke hogere zettingen niet bij de gemeente komt te liggen.

	<b>Meebeweg end</b>	<b>Meebeweg end Weidz</b>	<b>Fixerend</b>	<b>Fixerend Weidz</b>	<b>Bodemver vangend</b>	<b>Bodemver vangend</b>
Zettingsvrij						
- de weg	5	5	5	5	3	3
- de randen	5	5	2	2	3	3
- de voortuinen	5	5	3	3	4	4
- de achtertuinen	5	5	2	2	3	3
Beheer en onderhoud beperken						
- de weg	3	3	5	5	4	4
- de randen	3	3	3	3	4	4
- de voortuinen	5	5	3	3	4	4
- de achtertuinen	5	5	2	2	3	3
Duurzaamheid	5	5	3	3	4	4
Beperkt effect op inrichtingsplan	1	1	4	4	3	3
Levensduur	4	4	4	4	4	4
Financiën	3	3	3	3	3	3
Toekomstige bewoners						
- Weidz		2		4		4
- algemeen	5		4		4	
Ervaring/Referenties						
- de techniek	5	5	5	5	5	5
- combi techniek/openbare ruimte	1	1	3	3	2	2
Juridische aspecten						
- Weidz		1		4		4
- algemeen	3		4		4	
Aanbesteding						
- Weidz		1		4	4	4
- algemeen	3		4			
Planning	1	1	5	5	4	4
Totaal	67	60	64	64	65	65

*Tabel: score voor de verschillende aspecten, per funderingstype.*

*5 = zeer goed, ofwel: geen negatieve invloed van funderingstype op dit aspect*

*4 = goed*

*3 = beperkte invloed, ofwel: niet goed, niet slecht*

*2 = slecht*

*1 = zeer slecht, ofwel: zeer negatieve invloed van funderingstype op dit aspect*

*In deze tabel scoort de meebewegende fundering in algemene vergelijking hoger dan de overige.*

*Als de aspecten voor WeidZ worden toegepast echter niet.*

# 1. Aanleiding voor deze notitie

In Zegveld (gemeente Woerden) wil het bedrijf Bolton Ontwikkeling ongeveer 35 nieuwbouwwoningen bouwen. Het bedrijf is sinds 2011 bezig met de ontwikkeling van het project onder de naam WeidZ (WeidZegveld). De fundering van de woningen en de ruimte rond de woningen is echter onderwerp van discussie. De bodem van gemeente Woerden - waaronder ook Zegveld - bestaat voor een groot deel uit veen. Dat is 'zettingsgevoelige grond': veenbodem kent een relatief sterke bodemdaling ('zetting'), met alle gevolgen van dien. Het college van B en W heeft Bolton Ontwikkeling verzocht om geen traditionele funderingen toe te passen, vanwege slechte ervaringen uit het verleden. In deze notitie staan drie alternatieven om Zegveld WeidZ beter te funderen en bodemdaling te beperken.

## 1.1 Zettingsproblematiek in gemeente Woerden en Zegveld

Een groot deel van de gemeente Woerden ligt op zettingsgevoelige grond. De verzakking van de bodem veroorzaakt grote problemen in de openbare ruimte: water op de weg, het afknappen van leidingen, grote hoogteverschillen tussen woningen en de openbare ruimte en een slecht wegdek.

De gemeente Woerden heeft de afgelopen jaren al veel geïnvesteerd om wateroverlast en zettingen te voorkomen.

Tegenwoordig wordt bij reconstructie van wegen gebruik gemaakt van EPS of andere lichtgewichtmaterialen. De ervaring leert echter dat de keuze van deze materialen niet altijd leidt tot een langdurige oplossing. Aansluitingen met kabels en leidingen blijven problemen geven omdat tuinen wel zakken maar de huizen en de weg niet. Ook komt het regelmatig voor dat de gemeente de wegen met een lichtgewichtconstructie, inclusief de ondergrondse infrastructuur, eerder moet vervangen omdat de zettingen in de praktijk veel groter blijken te zijn dan verwacht. Gemiddeld moet Woerden drie keer vaker beheer en onderhoud uitvoeren aan de openbare weg, vergeleken met het landelijk gemiddelde. De gemeente wil structureel anders omgaan met de gevolgen van bodemdaling om de kwaliteit en financiën van de openbare ruimte beter in balans te krijgen en te houden.



## 1.2 Ontwikkeling en funderingsmethode WeidZ

Bolton Ontwikkeling wil circa 35 woningen ontwikkelen langs de Milandweg in Zegveld, ter hoogte van de tennisbaan. Sinds 2011 is het bedrijf actief om de woningbouwlocatie te realiseren. Afbeelding 1 laat het ontwerp van het plangebied zien.



**Afbeelding 1: Ontwerp Zegveld Weidz**

Bolton Ontwikkeling was in eerste instantie van plan het plangebied op traditionele wijze met voorophoging bouwrijp te maken binnen zes tot negen maanden. De gemeente Woerden weet uit praktijkervaring dat deze techniek, in combinatie met de beperkte voorbelastingsijd, op de slappe ondergrond in Zegveld met zekerheid leidt tot hoge zettingen (met bijbehorende herstelkosten) in het openbaar gebied. Deze kosten kwamen in het verleden bij de gemeente Woerden te liggen. Gemeente Woerden wil daarom niet instemmen met deze bouwmethode.

### 1.3 Eerste onderzoek naar andere funderingsmethodes

De gemeente heeft samen met Bolton Ontwikkeling gezocht naar methodes die toepasbaar zijn bij WeidZ. Deze methodes zijn doorgerekend, rekening houdend met een levensduur van 100 jaar en een korte aanlegtijd. Dat geeft inzicht in de aanlegkosten én de beheer- en onderhoudskosten van de openbare ruimte over een langere periode (de zogeheten levenscycluskosten). Het ging om vier methodes:

- meebewegend of drijvend bouwen
- fixerend bouwen op een palenmatras
- fundering met lichtgewicht materiaal (bims)
- ophoging met zand

Uit deze berekeningen kwamen meebewegend bouwen en het palenmatras financieel het meest gunstig uit de bus, bekeken over een periode van 100 jaar. Deze bouwmethodes zijn beide zettingsvrij, in tegenstelling tot het bouwen met lichtgewicht materiaal en ophoging. Het ophogen met zand bleek door de benodigde lange zettingstijd tijdens het bouwrijp maken geen optie te zijn voor WeidZ. Het college van B en W heeft op basis van de eerste verkenning de volgende langetermijnstrategie gekozen voor nieuwbouw en voor bestaande bouw:

- Het college wil sturen op een toekomstbestendige inrichting en een functionele openbare ruimte die voor de lange termijn op orde is.
- Dit betekent voor het bebouwd gebied op zettingsgevoelige ondergrond:
  - o Nieuwbouw: voortaan drijvend, zowel de woningen als de openbare ruimte tenzij aangetoond wordt dat een andere methode beter is.
  - o Bestaande bouw: bij reconstructies uitgaan van fixeren (techniek aan de markt overlaten).

#### **1.4 Nader onderzoek van funderingsmethodes**

Na de uitspraak van het college van B en W is overleg gevoerd met Bolton Ontwikkeling over WeidZ. Voor Bolton Ontwikkeling bleek een meebewegende constructie niet haalbaar en wenselijk, gezien het feit dat er al een inrichtingsplan is en een snelle start van het project gewenst is. Een palenconstructie zou wel kunnen. Voor de gemeente is bouwen met zand of lichtgewicht bims geen optie vanwege de zettingsproblemen. De gemeente heeft gevraagd om de twee zettingsvrije en eventueel andere innovatieve methodes nader te onderzoeken om tot een goede afwogen keuze te komen voor de fundering bij Zegveld WeidZ.

Er zijn drie methodes nader onderzocht:

- meebewegend of drijvend bouwen
- fixerend bouwen op een palenmatras
- bodemvervangend bouwen

In paragraaf 3 staat een beschrijving van de methodes.

## 2. Uitgangspunten en afbakening onderzoek

### 2.1 Onderzoeksmethode

Bolton Ontwikkeling en gemeente Woerden hebben afgesproken gezamenlijk de onderbouwing te geven voor de optimale funderingskeuze. Er is tijdsdruk om tot woningbouw te komen. Daarom is dit geen diepgravend onderzoek geworden. De volgende onderzoeksmethodes zijn gehanteerd:

- Inhuur externe expertise op het gebied van meebewegend bouwen.
- Projectbezoeken om van diverse stakeholders te horen hoe bepaalde technieken worden uitgevoerd, wat de (bouw- en onderhouds-)ervaring is en hoe men tot een keuze voor een fundering is gekomen.
- Benutten van het (digitale) netwerk waarbij vele aannemers, bouwers en experts zijn bevraagd.

### 2.2 Uitgangspunten voor de vergelijking

Om tot een goede vergelijking te komen tussen de drie funderingstypen, is het goed om eerst de vaste uitgangspunten te bepalen. Deze uitgangspunten zijn 'gegeven' en ze zijn voor elke funderingsmethode het startpunt voor een vergelijking.

De uitgangspunten zijn:

- Huidig inrichtingsplan
- Daling en zettingsverschillen in het gebied
- Opbouw van de bodem
- Waterpeil
- Bolton Ontwikkeling en Bolton Bouw ontwikkelen Zegveld Weidz
- Aanlegsnelheid en engineering

#### 2.3.1 Huidig inrichtingsplan

Het huidig inrichtingsplan is inmiddels ver ontwikkeld en heeft de nodige ontwikkeltijd gekost. Het is afgestemd met de Provincie Utrecht in het kader van het kernzonebeleid. Een eventuele aanpassing van dit plan vanwege een nieuwe funderingstechniek kost te veel tijd en geld. In paragraaf 4 staan de voor- en nadelen en haalbaarheid per techniek, gegeven het huidige inrichtingsplan.

Het ontwikkelingsgebied is te verdelen in drie delen.

1. Tussen de bestaande woning aan de Hoofdweg en de bestaande starterswoningen is ruimte voor circa zes woningen. Deze worden ontsloten op de Milandweg.
2. Op de locatie waar nu tennisvereniging TV Midland tennist én een stuk grond ten zuiden van het tenniscomplex wordt gedacht aan circa 30 woningen.
3. De ontwikkeling wordt aan de zuidkant begrensd door het te ontwikkelen groene wandelpad en overtuinen. Deze overtuinen zijn privétuinen, omsloten door water. In de uitwerking van de funderingsvarianten worden de overtuinen en de groene loper niet meegenomen. Deze gebieden kunnen naar verwachting meezetten met de omgeving zonder toekomstige zettingsproblemen.

### 2.3.2 Bodemdaling en zettingsverschillen

Hoe ontstaat bodemdaling? De drie oorzaken zijn krimp, klink en oxidatie.

*Krimp* is het proces dat vooral speelt bij het onomkeerbaar indrogen van veen. De mate waarin dit voorkomt wordt vooral beïnvloed door de hoogte van de waterstand.

*Klink* is het gevolg van een verandering in hydrostatisch evenwicht in het veenpakket. Op het moment dat er een grondwaterstandverlaging plaatsvindt, neemt de neerwaartse druk toe en de opwaartse druk af. Klink vindt ook plaats na ophogingen in het gebied en belasting met gebouwen, woningen of wegen.

*Oxidatie* treedt op door zuurstof in deze bodemlaag. Dit veroorzaakt veenafbraak. De mate van veenafbraak is voornamelijk afhankelijk van het type veen en de mate van drooglegging. Een warmer klimaat kan veenafbraak versnellen.

Voor het ontwikkelingsgebied is het uitgangspunt dat het gebied in zijn geheel (dus woningen en straten) moet kunnen meebewegen met de daling van de ondergrond óf dat het gehele gebied op één niveau blijft.

Rondom de ontwikkellocatie liggen gebieden met verschillend zettingsgedrag. Uit de studie Toekomstverkenning Bodemdaling<sup>1</sup> blijkt dat de weilanden die grenzen aan het project naar verwachting twee centimeter per jaar dalen door de ontwatering van het gebied. De Milandweg heeft een eigen zettingsverloop omdat deze er al lang ligt en daarmee al langdurige belasting heeft uitgeoefend op de ondergrond. De acht starterswoningen, die voor een belangrijk deel opgesloten liggen in de ontwikkellocatie, zijn op palen gezet. De aanliggende weg met parkeerplaatsen is aangelegd met een fundering van EPS. De verwachting is dat deze evenwichtsconstructie een beperkte zetting heeft. Echter, de autonome bodemdaling door krimp en klink is hier wel te verwachten.

### 2.3.3 Opbouw bodem

Uit recent bodemonderzoek door Universiteit Utrecht/Deltares<sup>2</sup> in de buurt van het plangebied blijkt dat sprake is van een deklaag van acht meter (een meter kleiig materiaal en daaronder zeven meter veen). Daaronder zit een zandlaag. Naar verwachting zijn ook de eerste meters van deze laag niet zeer draagkrachtig.

Het bodemonderzoek ten behoeve van de recent gebouwde starterswoningen laat zien dat er circa zeven meter veen aanwezig is, met daaronder het zand. De funderingspalen onder de woningen staan tot enkele meters in deze zandlaag om voldoende draagkracht te bereiken.

Beide onderzoeken bevestigen dus de dikte van de aanwezige veenlaag van ongeveer zeven meter.

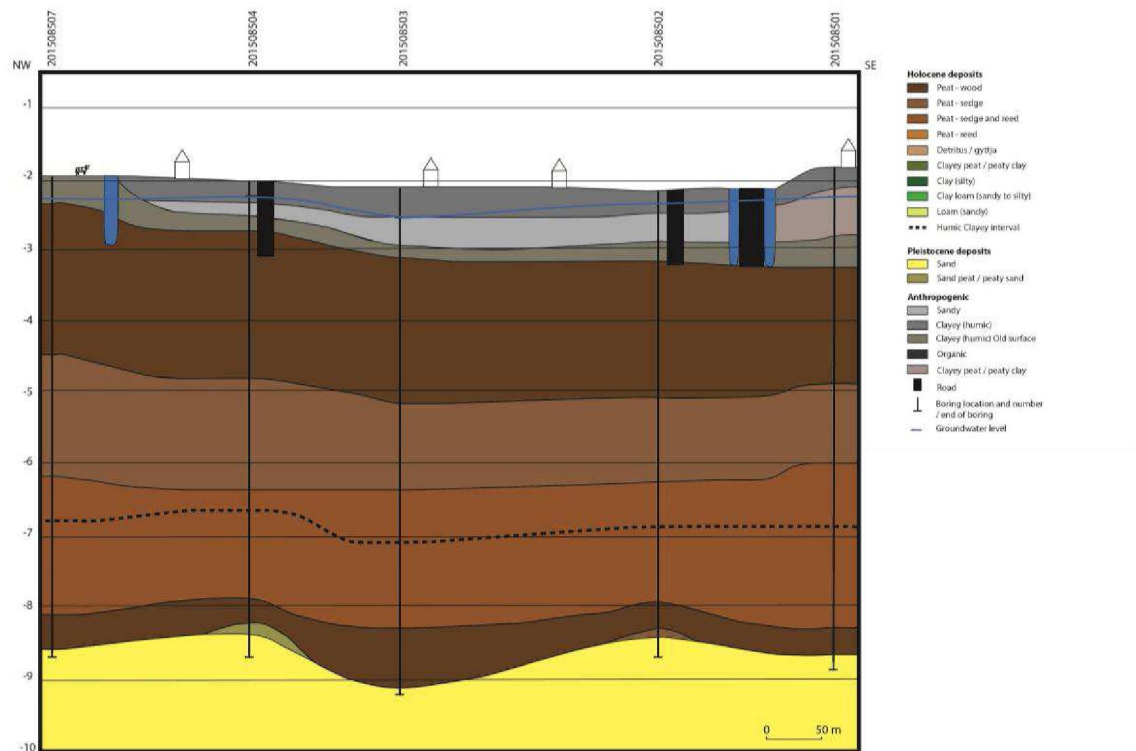
Doordat er nog geen bodemonderzoek is uitgevoerd op de bouwlocatie, is niet duidelijk welke zettingseffecten in de bodem zichtbaar zijn als gevolg van de huidige inrichting (zoals de tennisbanen en het parkeerterrein).

---

<sup>1</sup> Toekomstverkenning Bodemdaling, eindrapport Fase 1. HDSR, Provincie Utrecht en Provincie Zuid-Holland i.s.m. Stuurgroep Groene Hart. 8 september 2014.  
<http://www.hdsr.nl/beleid-plannen/veenweide/onderzoeken>

<sup>2</sup> Samenstelling en dalingsgevoeligheid van de ondergrond in Zegveld, G. Erkens (UU|Deltares) en S. van Asselen (UU), 10 december 2015





**Afbeelding 2: Dwarsdoorsnede Zegveld, helemaal rechts de situatie ter plaatse van Weidz (Onderzoek Universiteit Utrecht/Deltares).**

### 2.3.4 Waterpeil

De waterstand in en rond het ontwikkelgebied is van grote invloed op de bodemdaling in de toekomst. De volgende ontwikkelingen en beleidskeuzes bepalen de snelheid van de bodemdaling.

Afgelopen jaren heeft het waterschap rondom de bestaande woningen van Zegveld gekozen voor een specifiek hoogwaterpeil. Dit om paalrot van deze woningen te voorkomen. Het gebied waarin WeidZ ligt maakt geen deel uit van het hoogwaterpeil maar van een eigen peil. Dit ligt tussen het hoogwaterpeil en het polderpeil in.

Het Hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden ('het waterschap') legt geen nieuwe hoogwatervoorzieningen aan<sup>3</sup>. Niet zeker is of in de toekomst het tussenpeil behouden wordt. De funderingstechniek voor WeidZ moet dus rekening houden met de dalende waterpeilen in de polder en de effecten daarvan op de ondergrond.

De bodem van het gebied rondom Zegveld daalt met circa twee centimeter per jaar. In theorie moeten we in de aangrenzende polders dus rekening houden met een bodemdaling van twee meter over 100 jaar. Uit de studie van UU/Deltares blijkt dat de onderliggende veenlagen nog sterk kunnen inklinken. Momenteel staat het remmen van bodemdaling dan ook hoog op de politieke agenda's. In de beleidsnota Peilbeheer van HDSR (2011) staat:

- Het waterschap vergroot de drooglegging in veenweidegebieden in principe niet. Daarmee wordt voorkomen dat de daling van het maaiveld versnelt.

<sup>3</sup> Beleidsnota Hoogwatervoorzieningen van het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR, vastgesteld door het AB op 18 februari 2015).

- Het waterschap gaat in het veenweidegebied (ongelijkmatige) bodemdaling zoveel mogelijk beperken of verminderen door een aangepast peil en/of peilbeheer. Dit gebeurt binnen de randvoorwaarden van de aanwezige gebruiksfuncties.
- Er wordt in veenweidegebieden gestreefd naar een drooglegging van gemiddeld 50 centimeter (45 zomer, 55 winter); in uitzonderingen kan hiervan afgeweken worden tot een maximale drooglegging van 60 centimeter.

In het eindrapport Toekomstverkenning Bodemdaling<sup>4</sup> heeft het Hoogheemraadschap een aantal ontwikkelscenario's doorgerekend met een Maatschappelijke Kosten Baten-Analyse (MKBA):

1. Bodemdaling remmen, volgens de hiervoor beschreven strategie
2. Bodemdaling stoppen: geen verdere peilverlaging, maaiveld oxideert tot waterpeil (vernatting)
3. Grotere drooglegging (hiervan profiteert de landbouw), drooglegging 0,9 meter

Gezien de huidige discussie in de regio (ook met de Land- en Tuinbouworganisatie LTO) en de verwachte klimaatverandering, wordt een combinatie van strategie 1 en 2 verwacht. Op die manier wordt het verschil tussen de polders en de bestaande infrastructuur en bebouwing niet te groot. In theorie bereikt de polder na 25 jaar een daling van 50 centimeter ten opzichte van nu.

Een veranderend waterpeil blijft een onzekere factor. Op basis van het voorgaande lijkt het verstandig om uit te gaan van een grondwaterpeil van 50 tot 75 centimeter, en te kijken wat de effecten van deze waterstand zijn. Het gaat dan om het hoogteverschil tussen het maaiveld en het grondwater.

Naast handhaving van het huidig waterpeil is het mogelijk de grens van het peilgebied aan te passen, zodat in een aangrenzend deel van de woonwijk een ander waterpeil geldt en er daarmee een zone komt met een soort overgangspeil. Bij de keuze van de peilen moet rekening gehouden worden met de toegepaste funderingsmethode.

### **2.3.5 Visie Bolton Bouw en Bolton Ontwikkeling**

Het betreft een ontwikkeling van Bolton Ontwikkeling. Het aannemersbedrijf Bolton Bouw bouwt altijd voor Bolton Ontwikkeling. Bolton Bouw staat open voor nieuwe bouwtechnieken maar deze nieuwe technieken moeten wel voldoende uitvoerbaar zijn.

#### **A la Carte**

Belangrijk voor WeidZ is dat Bolton met de à la Carte-werkwijze het project gaat uitontwerpen met de toekomstige kopers. Elke woning wordt hierdoor volledig uniek. Om dit snel en foutloos te bouwen is in de afgelopen periode de bijbehorende bouwtechniek ontwikkeld en verfijnd. Het succes van Bolton à la Carte schuilt in deze bouwmethodiek. Voor WeidZ betekent dit een bouwmethodiek met prefab beton-elementen, waarbij deze allemaal uniek en afwijkend kunnen zijn. De funderingsmethode moet aan kunnen sluiten bij het bouwconcept van Bolton.

#### **A la Carte en bouwen op palen**

Dit is uitstekend te doen bij een fundering op palen. De hoeveelheid en positie van de palen wordt per woning bepaald. De fundering van elke unieke woning wordt op maat uitgezet

---

<sup>4</sup> Toekomstverkenning Bodemdaling, Eindrapport fase 1, Hoogheemraadschap Stichtse Groenlanden, Houten, 2014

zodat deze stabiel afsteunt op de dieper liggende dragende zandlaag. Dit is een gangbare methode die zich in de praktijk bewezen heeft.

### **A la Carte en meebewegend bouwen**

Bij meebewegend of drijvend wonen komt de stabiliteit uit een drijvend ponton. Eventueel met een paal waaraan het ponton met kettingen wordt vastgemaakt. Dit is lastig te combineren met de à la Carte-methode. Er moeten dan allemaal unieke pontons worden gebouwd, rekening houdend met het zwaartepunt van iedere unieke woning. Afhankelijk van breedte, hoogte, al dan niet een zolder (zwaartepunt ligt dan hoger in de woning) van de woning moet het ponton worden vormgegeven. Dit werkt mogelijk vertragend en in ieder geval kostenverhogend. Nog complexer wordt het met rijtjeswoningen en een twee-onder-een-kap. Zeker als er woningen zijn die (allemaal mogelijk) erkers, dakkapellen en uitbouwen hebben of waarbij in geval van tweekappers de woningbreedtes van elkaar verschillen. De stabiliteit wordt dan een groot risico.

### **Planningsproblemen bij meebewegend bouwen**

Daarnaast heeft Bolton snelheid nodig in het bouwproces. De aangepaste funderingsmethoden vragen een doorlooptijd. Om deze acceptabel te houden voor de kopers, wil Bolton snel starten met de bouw. Het heien van de woningfundering met palen is in twee weken klaar. Met het op maat assembleren op locatie van de pontons is deze doorlooptijd veel langer. Als alternatief kan een groot assemblage terrein worden ingericht midden in het veenweidegebied waarop de pontons en woningen tegelijkertijd kunnen worden gemaakt.

### **Geen ervaring met drijvende woningen**

Bolton heeft geen ervaring met bouwen van drijvende woningen. Het vormt een te groot risico om in één keer op deze schaal drijvende woningen te bouwen (waaronder ook rijen en tweekappers) die ook nog eens allemaal uniek zijn, in een gebied waar nog nooit drijvend is gebouwd.

### **Wat wil de koper?**

Verder is Bolton Ontwikkeling ervan overtuigd dat de Zegvelder niet drijvend wil wonen. Grote verbouwingen zijn onmogelijk (instabiliteit ponton), de tuin heeft beperkingen (bomen zorgen mogelijk voor instabiliteit van het ponton, dieper wortelende planten zijn niet mogelijk en ook het terras is moeilijk te veranderen) en Bolton Ontwikkeling is van mening dat deze techniek gevoelsmatig ook gewoon niet bij de woonbeleving past. Begrip voor bodemdaling en daar wat aan doen is zeker aanwezig. Dat kan echter ook met robuustere oplossingen die goed worden begrepen. Daarnaast zijn door Bolton in de eerste workshop verwachtingen gewekt door uitspraken over het plan.

### **Integrale planvorming vanaf het begin**

Drijvend wonen toepassen vergt een andere en integrale planvorming vanaf het prille begin. Bolton Ontwikkeling stelt dat het project WeidZ al te ver in het ontwerptraject is om ineens het roer om te gooien. Dit blijkt ook uit de kosten die Bolton Ontwikkeling al heeft gemaakt; die zou het bedrijf voor een tweede keer moeten maken.

## **2.3.6 Aanlegssnelheid en engineering**

Bolton Ontwikkeling wil in korte tijd de ontwikkeling realiseren en zo snel mogelijk starten met de bouw. Dit heeft direct grote gevolgen voor de keuze van de funderingstechnieken. Technieken zoals het traditioneel ophogen - waarbij niet binnen een jaar gestart kan worden met bouw van de woningen - vallen daardoor af.

Naast de aanlegssnelheid is het van belang rekening te houden met de tijd die nodig is voor het technisch uitwerken van de funderingen met woningen. Deze duurt bij een meebewegende fundering naar verwachting een stuk langer.

### 3. Nieuwe funderingsmethodes

Er zijn drie funderingsmethodes die onderzocht:

- meebewegend (drijvend) bouwen
- fixerend bouwen (palenmatras en betonvloer)
- bodemvervangend bouwen

#### 3.1 Meebewegend bouwen

Deze techniek gaat ervan uit dat woningen, tuinen en de gehele openbare ruimte (wegen, riolering, kabels en leidingen, groen, meubilair) meebewegen met / drijven op de bodem. Eventuele bodemdaling in de toekomst - of peilstijging als gevolg van piekbuien - wordt op die manier opgevangen: de drijvende 'plaat' past zich aan aan de omstandigheden van de omgeving. Drijvend bouwen is mogelijk op veengrond of op water (met daaronder een deels afgraven veenlaag).

Er zijn verschillende technieken in Nederland bekeken. Het verschil tussen de technieken zit vooral in de materialen die men gebruikt.

#### Beton op polystyreen (EPS)

De basis bestaat uit aan elkaar gehaakte blokken 'piepschuim' (polystyreen - EPS). Afhankelijk van het type belasting wordt deze versterkt met betonbalken en een betonnen vloer. Het EPS wordt voorzien van een beschermlaag om aantasting door insecten, dieren en chemische substanties te voorkomen.

#### Modules van holle bakken

Deze constructie betreft een hol drijflichaam met wanden en een vloer van gestort gewapend beton. De holle bakken onder de woning kunnen als extra leefruimte worden gebruikt. Deze techniek is veel te zien bij woonboten.

#### Samengestelde constructie

Bij deze variant bestaat de basis uit een polystyreen plaat met daarop een holle bak voor de doorvoer van de nutsvoorzieningen. Het geheel wordt afgewerkt met een afwerklaag voor transport.

#### Combinatie schuimbeton en polystyreen

Schuimbeton is een lichtgewicht betonsoort omdat er lucht in het beton zit. In combinatie met EPS is het mogelijk een draagkrachtige meebewegende plaat te maken.

#### Wijze van aanleg

De aanleg van de meebewegende constructie kan op twee manieren.

- Het geheel kan op locatie gemaakt worden of
- De grote onderdelen, zoals de bakken, kunnen over water en per vrachtwagen aangevoerd worden. De ligging van de locatie ten opzichte van grote (vaar)wegen bepaalt wat mogelijk is. De drijvende wegen en woningen moeten op een terrein nabij de locatie worden afgebouwd. Niet duidelijk is of de Grecht geschikt is. In ieder geval moet het laatste deel per vrachtwagen afgelegd worden.

Experts geven aan dat bouwen op veengrond naar verwachting leidt tot problemen in de stabiliteit van de constructie, door de ongelijkmatige zetting van het veen. Daarom zal bij Zegveld WeidZ, als gekozen wordt voor meebewegend bouwen, de keuze vallen op een drijvende constructie op water.

Naar verwachting moet minimaal een meter vrije ruimte zitten tussen de bodem en de constructie. De af te graven diepte is afhankelijk van de zwaarte en het drijfvermogen van het drijvende element. De vrijkomende veengrond kan worden verkocht als potgrond. Op een aantal plaatsen wordt de drijvende wijk gefixeerd, waarbij deze wel verticaal kan bewegen, maar niet horizontaal.

Na de verwijdering van het veen en de afbouw van de afzonderlijke componenten kunnen deze componenten op hun uiteindelijke locatie geplaatst worden. De constructeurs moeten vooraf rekening houden met de verbindingen tussen de losse componenten zoals kabels en leidingen. Ook moeten ze nadenken over de integrale oplossingen zoals de afvoer van neerslag en de aansluiting van de componenten op elkaar. De losse componenten moeten qua diepteligging en horizontale ligging op elkaar worden afgestemd. Een woning oefent bijvoorbeeld een grotere kracht uit op de fundering dan een tuin.

In de meebewegende constructie moet rekening worden gehouden met een vrije goot voor kabels en leidingen. Voor nutsbedrijven is dit nieuw, zij willen tot nu toe alleen aansluitingen maken op de vaste wal - maar in dit concept zullen ze hun leidingen ook binnen de constructie hebben liggen. Het uitgangspunt is om geen gasleiding aan te leggen, dat beperkt de grote risico's als gevolg van de beweging in de constructie. Voor het riool kan het lastig zijn een normaal 'vrij verval'-riool te maken. Lukt dit niet, dan valt de keuze op een persriool.

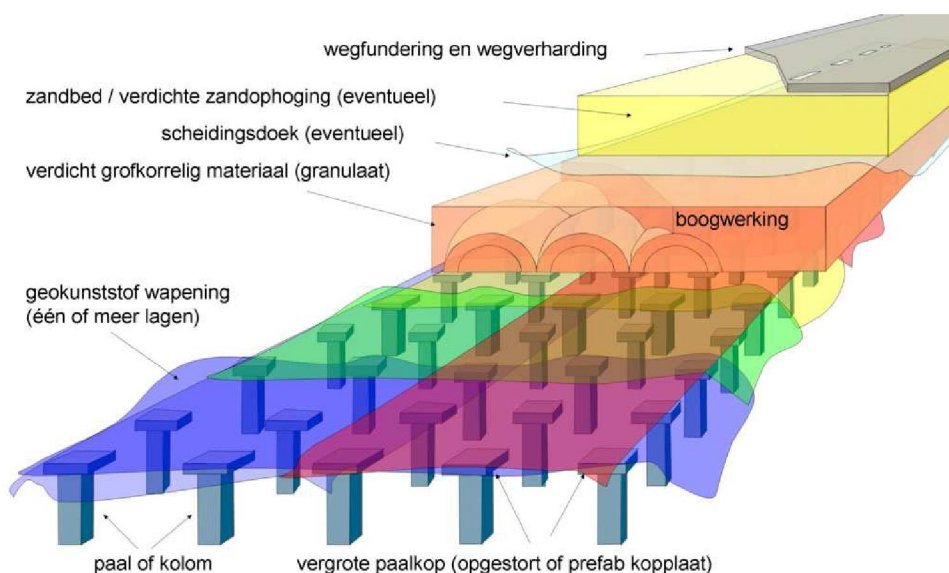
Met de techniek van drijvende woningen is al veel ervaring. Met drijvende wegen is beperkte ervaring, maar men baseert zich op hetzelfde principe. De uitdaging ligt hier in de afstemming over kabels en leidingen en de aansluiting van de verschillende compartimenten op elkaar.

### **3.2 Fixerend bouwen**

Fixeren gaat volgens een gebruikelijk principe: er worden funderingspalen ('heipalen') geplaatst tot in de vaste zandlaag. Zowel de woningen als de gehele openbare ruimte worden voorzien van een constructie van funderingspalen, met daarop een doek (palenmatras) of betonvloer. Deze methode is zettingsvrij. Het hele gebied kan onderheid worden, maar het is ook mogelijk om de fundering achterwege te laten bij de tuinen en het openbare groengebied.

#### **Palenmatras**

Een palenmatras bestaat uit een fundering van palen met daarop een gewapende aardebaan. Op de palen ligt een paaldeksel om het dragende oppervlak te vergroten. Bovenop de paaldeksels wordt een geokunststof wapening gemaakt van bijvoorbeeld polyester. Dat kan eruitzien als een soort visnet (een geogrid) of een doek (een geotextiel). Hier bovenop komt zand of gebroken puin. De palenmatras krijgt tot slot een afwerking met een funderingslaag van zand en een verharding van asfalt of klinkers.



### Afbeelding 3 Opbouw van een palenmatras

De nieuwe CUR<sup>5</sup>-richtlijn gaat er nog steeds vanuit dat de matras (het deel boven de paaldeksels) boven grondwaterniveau ligt.

#### Wijze van aanleg palenmatras

De palenmatras kan direct met de palen van de woningen worden aangelegd. Het kunststofdoek wordt op de paaldeksels gelegd waarna er puingranulaat op wordt gestort. Hierna wordt het pakket verder ingepakt met het kunststofdoek. Voor kabels en leidingen worden aparte stroken aangelegd in een losstaande constructie, zodat deze altijd benaderd kunnen worden. De constructie kan bestaan uit een prefab betonbak met zand.

Vooraf moet de maaiveldhoogte bepaald worden, waarbij rekening gehouden moet worden met aansluitingen van de omliggende gebieden. Dit betekent - vooral bij de aansluitingen op weilanden en water - dat de constructie goed opgesloten moet worden om in de toekomst het weglopen van de bodem onder de palenmatras te voorkomen. Als in de toekomst het vaste peil in het gebied wordt verlaagd dan zijn holle ruimtes (zonder water) onvermijdelijk. Met kunststof schotten kan toevloeiing van grond en zand vanuit bermen en tuinen onder de constructie worden tegengegaan. Tegelijkertijd kan de bodemdaling in het gebied beperkt blijven door een vast waterpeil aan te houden – en dat beperkt ook het ontstaan van holle ruimtes.

In woonstraten kan gewerkt worden met een palenmatras van gevel tot gevel. Voor WeidZ heeft dit wel invloed op het huidige stedenbouwkundig plan.

#### Betonvloer

Deze constructie gaat uit van een palenplan (minder intensief dan de paalmatras) met daarbovenop een betonvloer. In feite betreft dit een bouwwerk dat op diepte in de bodem wordt aangebracht. Daarop komt een leeflaag van grond waardoor het creëren van plantvakken mogelijk is. Voor bomen moeten uitsparingen worden aangebracht. Door de benodigde worteldiepte en de beperkte drooglegging is er een beperkte keuze aan geschikte bomen. De bomen moeten voldoende kunnen hechten om ook bestand te zijn tegen harde

<sup>5</sup> Cur-rapport 226 Ontwerprichtlijnen paalmatrasystemen, Stichting CURNET, Gouda, 2010

wind.

Ook hier geldt dat de palen als eerste aangebracht worden. Dit zijn er minder dan bij een palenmatras. Zowel de weg als de goot kunnen in het werk gestort worden, het is niet nodig om prefab kabels en leidinggoten aan te brengen. Na het aanbrengen van de palen wordt een werkvloer aanbracht en wordt bewapening gevlochten. Daarna wordt het beton gestort. Dit moet circa een maand uitharden. Vervolgens kunnen de kabels en leidingen worden aangebracht en kan de wegconstructie worden opgebouwd (aanvullen met puin, zandlaagje en klinkers).

Het voordeel van de betonvloer is dat deze gemakkelijker op diepte kan worden aangebracht in verband met toekomstige bodemdaling. Echter, voor het uitharden van het beton is een droge omgeving nodig en dit betekent een langdurige bemaling met naar verwachting onherstelbare (bodemdalings)effecten op de omgeving.

### **Optie: tuinen en groengebieden niet op palen**

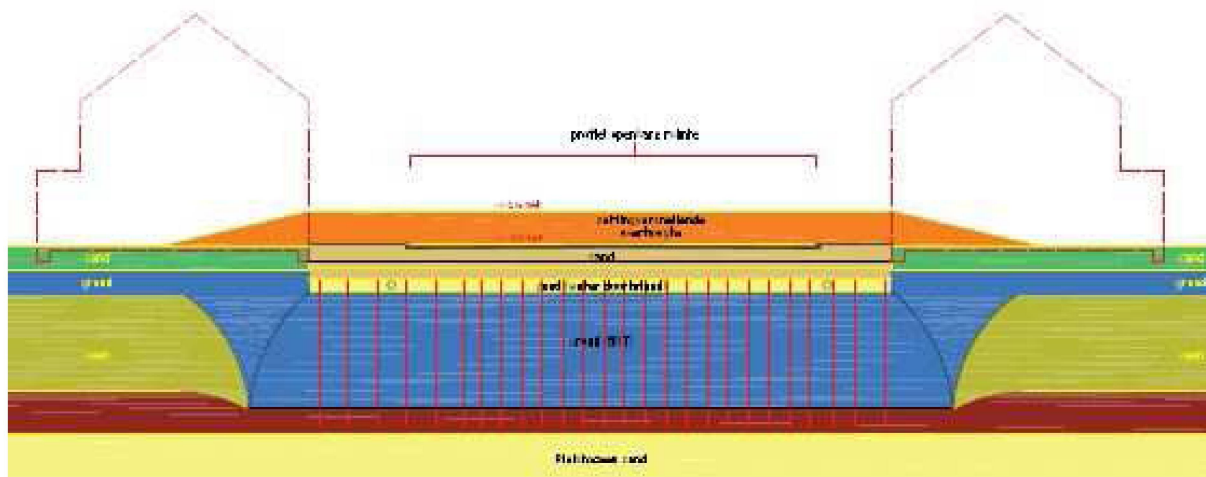
Als grotere groengebieden en tuinen niet op palen worden gezet, moeten deze wel voorbelast worden met zand om uiteindelijk een beperkte zetting te krijgen. De voorbelasting kan beperkt zijn, omdat de grond slechts een beperkte belasting krijgt bij het gebruik. Bij een project in Waddinxveen werkte men met een betonvloer van gevel tot gevel. De ontwikkelaar gaf aan dat er achteraf in de tuinen alsnog EPS is aangebracht, omdat de grond om onverklaarbare redenen toch wegzakte. De tuinen waren hier vooraf beperkt voorbelast.

Het grote voordeel van beide technieken is dat de palen en de vloer snel kunnen worden aangebracht en dat er dus snel kan worden gebouwd. De weg zelf beïnvloedt de omgeving niet omdat de weg een stabiele constructie is. Vooral met de palenmatras is in Nederland al veel ervaring opgedaan en de resultaten zijn positief. De betonvloeroplossing is voor zover bekend op een aantal plaatsen toegepast en ook hier is het resultaat positief voor wat betreft het beoogde doel: zettingen voorkomen.

## **3.3 Bodemvervangend bouwen**

Bodemvervangende is een relatief nieuwe techniek. Momenteel past een ontwikkelaar de techniek toe in een project in Boskoop.

Bij deze techniek wordt de veenlaag afgegraven tot ongeveer twee meter boven de vaste zandlaag. Het vrijkomende veen kan gebruikt worden als potgrond. Er blijft dus ongeveer twee meter veen over en daarop komt grond. Deze grond wordt aangevoerd vanuit andere bouwprojecten uit de regio. Door een laag veen te behouden wordt opstuwing van het onderliggende pleistocene zand en grondwater voorkomen. Na het storten van de grond op de plek van het weggegraven veen wordt deze grond belast met een laag ophoogzand, zodat de resterende veenlaag en de nieuwe laag grond verder kunnen zettingen. De zetting kan versneld worden door verticale drainage. Als de gewenste zetting is bereikt wordt het zand op de gewenste hoogte afgegraven en worden wegen, woningen en de openbare ruimte aangebracht. De techniek is ook toepasbaar voor het openbaar groen of bij de tuinen, zodat de verschilzettingen in een wijk tot een minimum beperkt blijven. Maar net als bij fixeren kan het ook hier een keuze zijn om de bodem onder tuinen en openbaar groen niet te vervangen.



**Afbeelding 4: Opbouw van bodemvervangning**

Het transport van de grond en veen gebeurt via de weg. Omdat veen direct moet worden vervangen door grond, is het nodig om deze grond continu aan te voeren. Dit vraagt nauwkeurigheid van de kraanmachinisten. Verwacht wordt dat het niet om grote hoeveelheden te verwerken veen en grond per dag gaat. Mogelijk kan een depot op de naastgelegen weilanden worden ingericht om het aantal transporten op de locatie te beperken.



**Afbeelding 5: Ontgraving van het veen**

Bij deze methode wordt een beperkte zetting verwacht. De theoretische zetting bij deze methode is vijf centimeter in 30 jaar en tien centimeter in 100 jaar. De aannemer van het project in Boskoop geeft aan dat de eerste ervaringen positief zijn. Hier is nog geen langetermijnervaring mee. Voor WeidZ gaat de aannemer uit van een zetting van maximaal veertien centimeter in 20 jaar.



## 4. Vergelijking van de drie methoden

In dit hoofdstuk worden de drie methoden met elkaar vergeleken. We kijken naar verschillende facetten. Per onderdeel wordt een conclusie getrokken voor de eindafweging.

### 4.1 Zettingen

De diverse funderingmethoden hebben ieder op hun eigen manier last van zettingen.

Door krimp, klink en oxidatie daalt de veenbodem. Bij al deze verschijnselen bepaalt vooral het waterpeil de mate van zettingen. De keuze voor een waterpeil is dan ook erg belangrijk om de mate van zettingen te voorspellen.

De gemeente heeft in 2011 in het programma van eisen voor Zegveld een zettingseis van maximaal 15 centimeter over 20 jaar bepaald.

#### Meebewegend

Een meebewegende oplossing is vrij van zetting. Bij de engineering van het gebied is het dan vooral belangrijk om rekening te houden met de opwaartse druk van de drijvende componenten en met de gevolgen van variabele belasting. Zo zullen bij verhuizingen en bij vrachtverkeer andere belastingen ontstaan op de constructie.

Ook is aandacht nodig voor de aansluitingen van het meebewegende gebied op het bestaande gebied, zoals de Milandweg en de bestaande starterswoningen. Deze bewegen niet flexibel mee met de nieuwe constructie. Er moeten dan ook flexibele weg-, kabel- en leidingaansluitingen komen tussen het vaste en meebewegende gebied.

#### Fixerend

De constructie op palen is zettingsvrij. De aangrenzende gebieden die niet op de palen staan, zullen wel zetting vertonen. Het is van belang om bij de overgangen tussen het palenmatras of betonvloer en deze gebieden in te spelen op de toekomstige hoogteverschillen. Het hoogteverschil tussen de weilanden en de constructie op palen zal op lange termijn steeds duidelijk zichtbaar zijn. Bij het inrichtingsontwerp moet hier rekening mee worden gehouden, bijvoorbeeld door de aanleg van flauwe watertaluds.

#### Bodemvervangend

De teruggestorte grond bij bodemvervangning zal het veen doen zetten, maar ook zelf zetting vertonen. Bovenop de grondlaag komen zand en grond om op de eindhoogte uit te komen, dat zal de nodige zetting veroorzaken. De verticale drainage zal die zettingen versnellen. Daarnaast zullen de toekomstige bodemdaling en aangepaste waterpeilen ook een zettingseffect veroorzaken.

Het bedrijf Grondbalans wil een garantie afgeven dat na oplevering de rijbaan maximaal 14 centimeter over 20 jaar zal zetten. Overige openbare ruimte en tuinen hebben een grotere zetting. De voortuinen worden ook voorzien van de methode waardoor hier de zetting beperkt zal zijn. Volgens Grondbalans is nog wel nader onderzoek nodig naar de exacte bodemopbouw. Dat is namelijk nog niet gebeurd op de daadwerkelijke locatie. Ook geeft het bedrijf aan niet bang te zijn voor afschuiving van de grondverbetering. In de grondverbetering wordt de grond immers vanaf de bovenkant tot aan de veenlaag boven de pleistocene zandlaag gezet waardoor hij 'rust' op de zandlaag en niet op naastgelegen gronden. Als

naastgelegen gronden wel (grote) invloed zouden hebben, zou Grondbalans ook geen garantie afgeven van de maximale restzetting (14 centimeter in 20 jaar).

Bij een contra-expertise door Kwastconsult is de berekende zetting anders: 19 centimeter in 10 jaar. Hiermee wordt duidelijk dat bodemvervanging mogelijk niet voldoet aan de gemeentelijke eis en dat met deze methode in de toekomst toch grotere zettingen ontstaan dan de aannemer verwacht. De verschillen hangen met name samen met de rekenmethoden en de aannames die daarvoor worden gebruikt.

### *Risico's bij de uitvoering*

Bodemvervanging kent enkele belangrijke risico's:

- Opbarsting van de resterende veenlaag na de ontgraving.
- Verstoring van het horizontale evenwicht in de ondergrond (beneden de grondverbetering blijft een samendrukbare veenlaag aanwezig). Daardoor beïnvloedt de grondverbetering de omgeving en ontstaan horizontale grondvervormingen naast het funderingslichaam. Daardoor ontstaan grotere zettingen en schade.
- Geen volledige garantie dat alle veenlagen worden vervangen door nieuwe grond. Er kunnen dus veenresten overblijven die voor problemen kunnen zorgen.
- Planning. De beschikbare tijd (grondverbetering en netto zettingstijd van 6 tot 9 maanden) is wellicht te kort om de gewenste bouwplanning van de woningen te halen. Te snelle ingebruikname zorgt voor schade aan de nieuwe inrichting van het gebied.
- Grotere zettingen dan theoretisch berekend.

Het uitgangspunt is dat alleen de wegen en de voortuinen deze funderingsmethode krijgen, want zij krijgen door het zwaardere verkeer en de inrichting meer te verwerken. De particuliere gronden worden alleen voorbelast met een zandhoogte van 1,5 meter gedurende 9 maanden. Dit betekent dat op deze particuliere gronden wel zettingen ontstaan.

### **Conclusie**

Meebewegend bouwen is vrij van zettingen, maar de aansluitingen op het bestaande land moeten aandacht krijgen. Ook bij fixatie zijn er geen zettingen, maar als niet het hele gebied wordt gefixeerd, moet dit aandacht krijgen in het ontwerp. Bij bodemvervanging geldt dat er restzettingen in de constructie zitten, in de tuinen en wellicht in het openbaar groen. Het is niet duidelijk welke zettingen ontstaan in het naastgelegen gebied en of de berekende zettingen ook daadwerkelijk worden gehaald.

Bij alle methoden blijft autonome bodemdaling aanwezig, dit moet voldoende aandacht krijgen.

	<b>Meebewegend</b>	<b>Fixerend</b>	<b>Bodemvervangend</b>
Zettingsvrij			
- de weg	5	5	3
- de randen	5	2	3
- de voortuinen	5	3	4
- de achtertuinen	5	2	3

*Tabel: score aspect Zettingen, per funderingstype.*

5 = zeer goed, ofwel: geen negatieve invloed van funderingstype op dit aspect

4 = goed

3 = beperkte invloed, ofwel: niet goed, niet slecht

2 = slecht

1 = zeer slecht, ofwel: zeer negatieve invloed van funderingstype op dit aspect

## 4.2 Beheer en onderhoud

In deze paragraaf staat een inschatting van de onderhoudswerkzaamheden bij de verschillende varianten. Het is wenselijk om het onderhoud zo beperkt mogelijk te houden. Als onderhoud toch nodig is, dan is het belangrijk om zicht te hebben op de werkzaamheden die te verwachten zijn. Er is gekeken naar de constructie en naar de overgangen van de constructie naar het omliggende gebied.

### Meebewegend

Het onderhoud aan de (*beton*)constructie waar de huizen op staan, zal beperkt zijn. Het betreft een harde constructie die lang mee zal gaan. Het beton kan een laag krijgen waardoor de aangroei van algen en andere organismen beperkt blijft.

Het meest kwetsbaar zijn de *overgangen* van de drijvende constructie naar de vaste grond in de omgeving - kabels en leidingen, bevestigingsmateriaal enzovoort. Het is van belang om hier goed over na te denken, zodat het onderhoud beperkt blijft. Hoeveel onderhoud in de praktijk nodig is, hangt vooral af van de levensduur van de materialen. Het is verstandig om in te spelen op de aanleg van extra toekomstige kabels en leidingen in de constructie.

Verder is het van belang om de aangroei van bodemorganismen en waterplanten in het water in de gaten te houden. Te veel aangroei van planten en organismen kan mogelijk de kwaliteit van de constructie beïnvloeden. Dat is vooral afhankelijk van de hoeveelheid daglicht die onder de constructie komt en de hoeveelheid natuurlijk materiaal op de bodem. Er zijn onderzoeken bekend naar de waterkwaliteit onder drijvende objecten. Tot nu toe zijn er geen negatieve effecten gevonden als gevolg van aangroei op de bodem. Het is echter niet zeker hoe dit zal zijn bij een drijvend object van grotere omvang. Mocht de aangroei te groot zijn, dan kan dit grote gevolgen hebben. De constructie moet dan verplaatst worden om de bodem te kunnen baggeren. Of er moet, - bij de engineering - een andere oplossing worden bedacht om met dit probleem om te gaan.

### Fixerend

Er zijn twee fixerende varianten: palen op een palenmatras (constructie met doek) en palen op een betondek.

Als onderhoud nodig is aan de palenconstructie of in de directe nabijheid van deze constructie, mag dit het doek van een palenmatras niet aantasten. Dat vermindert de draagkracht en de balans van de constructie. Daarom ligt het voor de hand om geen palenmatras toe te passen bij locaties waar kabels en leidingen liggen. Dit geldt dus zeker voor WeidZ.

Op lange termijn zullen als gevolg van zetting onder de constructie holle ruimtes ontstaan. De constructie moet hierop berekend worden, rekening houdend met de bovenbelasting van het verkeer. Aan de buitenzijdes kan grondinstroming ontstaan vanuit de naastgelegen gebieden. Dat is te voorkomen door de plaatsing van onderloopsheidschotten. Op die manier stroomt er geen grond in vanuit de bermen en tuinen onder de constructie. De bermen zullen echter wel blijven zitten. Daar zal onderhoud nodig zijn door ophogingen van de bermen, hetgeen weer extra zettingen veroorzaakt. Dit scenario geldt voor zowel een palenmatras als

een betondek. Het is belangrijk om hierop in te spelen bij de aanleg en dit uit te werken tijdens de engineeringfase. Bij de verkoop van de woningen moeten de eigenaren geïnformeerd worden over de gevolgen van mogelijke toekomstige maatregelen.

Openbaar groen en de achtertuinen vormen een aandachtspunt. Hier komt, in de voorgestelde variant, geen fixering van de ondergrond. Er is op die plaatsen extra voorbelasting mogelijk zodat de zetting beperkt blijft. Op termijn is dan mogelijk opnieuw ophoging nodig hetgeen de zettingen weer zal versnellen.

Beheer en onderhoud van de wegverharding zelf is er niet of nauwelijks. Op termijn kunnen holtes onder de verharding voor problemen zorgen, dan moet deze ruimte worden opgevuld. Dat kan met bijvoorbeeld schuimbeton of houtsnippers.

### **Bodemvervangend**

Bij bodemvervangning verwacht de aannemer van WeidZ dat geen onderhoud aan de funderingsconstructie nodig is. Echter, er is wel onderhoud nodig aan de wegen als er sprake is van een grotere restzetting. Op locaties waar de methode niet toegepast is, maar alleen voorbelasting, moet extra onderhoud plaatsvinden. Om zettingsproblemen met kabels en leidingen in de voortuinen te voorkomen, is het verstandig om onder deze tuinen ook de bodem te vervangen. Door de voortuinen minder breed te maken kunnen kosten worden beperkt.

### **Conclusie**

Bij een meebewegende constructie moet vooral het onderhoud bij de aansluitingen aandacht krijgen. Op dit moment is nog niet te berekenen hoeveel onderhoud nodig is en hoeveel dit kost.

Bij een fixerende constructie zal vooral onderhoud nodig zijn vanwege de holtes die ontstaan. Ook het overgangsgebied tussen de constructie en het overige gebied zal onderhoud vergen. Bij een palenmatras is bovendien schade mogelijk aan de constructie als gevolg van onderhoudswerkzaamheden aan kabels en leidingen; dat betekent dat een betondek hier de voorkeur heeft.

Bij bodemvervangning is er onzekerheid over de mate van zetting en over de effecten op de bodem naast de constructie. Tuinen en openbare groengebieden moeten weer worden opgehoogd als gevolg van deze mogelijke zetting.

Bij fixeren en bij bodemvervangning is het goed rekening te houden met de aanleg van beschoeiing rondom groen en tuinen. Bij meebewegend zijn de tuinen onderdeel van de bewegende constructie, zij hebben daarom geen zettingsproblemen.

	<b>Meebewegend</b>	<b>Fixerend</b>	<b>Bodemvervangend</b>
Beheer en onderhoud beperken			
- de weg	3	5	4
- de randen	3	3	4
- de voortuinen	5	3	4
- de achtertuinen	5	2	3

*Tabel: score aspect Beheer en onderhoud, per funderingstype.*

*5 = zeer goed, ofwel: geen negatieve invloed van funderingstype op dit aspect*

*4 = goed*

*3 = beperkte invloed, ofwel: niet goed, niet slecht*

*2 = slecht*

*1 = zeer slecht, ofwel: zeer negatieve invloed van funderingstype op dit aspect*

### 4.3 Duurzaamheid

Bij duurzaamheid is gekeken naar de volgende criteria:

#### *Materiaal- en energiegebruik bij de aanleg*

De keuze voor duurzame materialen (en hergebruik van materialen) betekent in het algemeen: minder onderhoud en minder schadelijke effecten voor de omgeving. Een lager energiegebruik bij de aanleg betekent: een lagere CO<sub>2</sub>-uitstoot - en dat is de belangrijkste 'klimaatdoelstelling' wereldwijd.

#### *Effect op de leefomgeving, bodem en water*

Hier wordt in het algemeen gekeken naar overlastbeperking door het bouwen - voor mens en natuur, op korte en lange termijn. De omgeving moet zo weinig mogelijk last hebben van de ingreep; er moet zo weinig mogelijk 'barrièrewerking' ontstaan voor dieren, de watervoer moet goed zijn; de grondwaterstand en het grondwaterverloop moeten niet of weinig worden aangetast.

#### *Klimaatrobuustheid*

De ruimtelijke inrichting van Nederland moet 'klimaatbestendig' en 'waterrobuust' worden<sup>6</sup>. Alle overheden en marktpartijen zijn daar samen verantwoordelijk voor. Voor dit project moet daarom geanalyseerd worden of het gebied kwetsbaar is voor overstromingen, wateroverlast of droogte en hitte.

### Meebewegend

#### *Materiaal en energie*

Het materiaal uit de constructie kan worden hergebruikt, net als het vrijgekomen veen. Het materiaal heeft een lange levensduur en er is geen gevaar voor uitloging van het materiaal (dat zou schadelijk kunnen zijn voor de omgeving en gebruikers).

Er is slechts beperkt onderhoud nodig op de drijfelementen, maar mogelijk wel op de aansluitingen tussen de onderlinge elementen en de omgeving.

Van alle drie de varianten kost de aanleg van deze fundering naar verwachting de meeste energie. Dat komt door de optelsom van veenafvoer, de aanvoer van materialen en de productie ter plekke van de fundering.

#### *Leefomgeving, bodem en water*

Deze methode levert de nodige hinder op voor de omgeving. Hoeveel precies is moeilijk te zeggen, dat hangt af van de wijze waarop de drijvende elementen worden gebouwd. Naar verwachting vindt de opbouw van de drijvende elementen plaats in de buurt van de projectlocatie. Hier worden dan veel materialen aan- en afgevoerd.

Deze fundering beweegt mee met de waterstand; dat garandeert automatisch een goede waterafvoer.

Een meebewegende fundering betekent wel een verandering voor de flora en fauna in de omgeving. Die zullen zich enigszins moeten aanpassen. Er zijn echter geen grote schadelijke effecten te verwachten.

---

<sup>6</sup> Deltabeslissing ruimtelijke adaptatie, Deltaplan 2015, 2014

### *Klimaatrobuust*

Een meebewegende wijk is zeer klimaatrobuust. Er is geen sprake van wateroverlast en ook van droogte hoeft geen sprake van te zijn. Robuustheid voor overstromingen zal in dit gebied minder van toepassing zijn. In het ontwerp kan rekening gehouden worden met hogere waterstanden. Hittestress kan voorkomen worden door voldoende groen te realiseren. Voor WeidZ is, gezien de landelijke ligging, hier geen sprake van.

### **Fixerend**

#### *Materiaal en energie*

Het materiaal uit de constructie kan worden hergebruikt. Het materiaal heeft een lange levensduur en er is geen gevaar voor uitloging van het materiaal.

Alleen het plaatsen van palen en het maken van de palenmatras of het betondek kost energie. De CO<sub>2</sub>-uitstoot bij de aanleg van een palenmatras is lager dan bij een betondek.

#### *Leefomgeving, bodem en water*

De aan- en afvoer van het materiaal zal enige hinder opleveren voor de omgeving. Daarna zal voor een lange periode weinig tot geen onderhoud nodig zijn, zodat er gedurende een lange tijd geen nadelige gevolgen zijn voor de omgeving.

#### *Klimaatrobuust*

Vanwege de autonome bodemdaling zal de bodem in de omgeving op termijn gaan dalen ten opzichte van het gefixeerde gebied. Daarmee blijft een goede waterafvoer gegarandeerd, het water kan altijd weg naar lager gelegen gebied.

Bij fixatie is wateroverlast goed tegen te gaan. Door in het wegontwerp goede regenafvoeren te maken richting de nabijgelegen sloten, mag dit geen probleem zijn. Het maaiveld moet dan wel op een zodanige hoogte komen te liggen, dat de afvoer eenvoudig is. Op overstromingen valt niet te dimensioneren. Voor WeidZ zal dan gelden dat het gebied als een zeer hoge terp in het landschap komt te liggen, hetgeen niet gewenst is. Evenals bij meebewegend, is hittestress te voorkomen door voldoende groen te realiseren.

### **Bodemvervangend**

#### *Materiaal en energie*

Het materiaal uit de constructie kan worden hergebruikt, net als het vrijgekomen veen. Het materiaal heeft een lange levensduur en er is geen gevaar voor uitloging van het materiaal.

De aanleg brengt een relatief beperkt energiegebruik en dus CO<sub>2</sub>-uitstoot met zich mee, vanwege het afgraven en de aan- en afvoer van materiaal. De CO<sub>2</sub>-uitstoot zal beduidend lager zijn dan bij fixatie.

De methode is niet geheel zettingsvrij. Dat betekent in de toekomst wel meer beheer en onderhoud als gevolg van zettingen.

#### *Leefomgeving, bodem en water*

De aan- en afvoer van het materiaal zal enige hinder opleveren voor de omgeving. Bodemvervanging gebeurt met natuurlijke materialen; er zijn dan ook geen belemmeringen voor de flora en fauna in het gebied. Het is niet bekend wat de gevolgen zullen zijn voor de natuurlijke waterstromen in het gebied.

Evenals bij fixatie is overlast goed tegen te gaan. Door in het wegontwerp goede regenafvoeren te maken richting de nabij gelegen sloten, mag dit geen probleem zijn. Met een goede hoogte van het maaiveld is regenwaterafvoer eenvoudig. Ook bij deze fundering geldt dat op overstromingen niet te dimensioneren valt. Voor WeidZ zal dan gelden dat het gebied als een zeer hoge terp in het landschap komt te liggen, hetgeen niet gewenst is. Evenals bij meebewegend en fixatie, is hittestress te voorkomen door voldoende groen te realiseren.

## Conclusie

Het is niet eenduidig aan te geven welk funderingstype het meest duurzaam is. Alle funderingstypen zorgen voor een grote CO2-uitstoot, vooral vanwege de vele transportbewegingen bij de aanleg en afvoer van materiaal. Meebewegend is de beste klimaat- en waterrobuuste oplossing.

	Meebewegend	Fixerend	Bodemvervangend
Duurzaamheid	5	3	4

*Tabel: score aspect Duurzaamheid, per funderingstype.*

*5 = zeer goed, ofwel: geen negatieve invloed van funderingstype op dit aspect*

*4 = goed*

*3 = beperkte invloed, ofwel: niet goed, niet slecht*

*2 = slecht*

*1 = zeer slecht, ofwel: zeer negatieve invloed van funderingstype op dit aspect*

## 4.4 Effect inrichtingsplan

### Meebewegend

Een meebewegende constructie betekent voor WeidZ dat het inrichtingsplan op een aantal punten moet worden aangepast.

Het private en het publieke terrein moeten op verschillende drijvende elementen komen te liggen, zodat er geen problemen ontstaan rond het eigendom. Ook wordt aangeraden om de woningen los van elkaar te bouwen.

Er kan groen worden aangelegd op de drijvende elementen en in beperkte mate ook bomen. De bewortelingsruimte is beperkt en daarom is niet alles mogelijk. Het type groen moet goed afgestemd worden met gemeente en inwoners.

De keuze voor meebewegende fundering is van invloed op de wijze van inrichting van de overgangen tussen het projectgebied en de bestaande omgeving. Deze overgangen worden naar verwachting harder, doordat er geen bermen worden aangelegd maar de constructie de rand naar het water vormt. De groene bermen uit het huidige inrichtingsplan zouden dan niet worden aangelegd.

Hetzelfde geldt voor de bestaande windsingels met bomen en struiken. Deze kunnen alleen blijven bestaan als ze buiten het meebewegende deel blijven en ook dat vraagt een aanpassing van het inrichtingsplan.

Alle voorgaande punten betekenen feitelijk dat de invulling van de ruimte in het projectgebied opnieuw moet worden bekeken. Het inrichtingsplan is - bij meebewegend bouwen - niet goed

uit te voeren zonder de nodige concessies en aanpassingen. Dat gaat ten koste van de beeldkwaliteit van het huidige inrichtingsplan.



**Afbeelding 6: Kritische overganglocaties bij meebewegend**

Na de aanleg zullen de structuren in het gebied niet meer veranderen. De mogelijkheden voor uitbouwen, opbouwen en aanpassen van de woningen zijn beperkt bij meebewegend bouwen. De ruimtelijke kwaliteit van het gebied blijft om die redenen behouden. Als op zeer lange termijn andere plannen voor het gebied ontstaan, kunnen de woningen en het openbaar gebied gemakkelijk verwijderd worden omdat zowel de woningen als de funderingen op zichzelf staan. Er blijft dan weinig restmateriaal achter in het gebied. Echter, dat is niet aannemelijk, omdat de woningen weliswaar zouden drijven, maar ze zijn naar verwachting niet of moeilijk te verplaatsen.

### Fixerend

Met fixeren (palenmatras of betonvloer) kan het huidige inrichtingsplan dicht benaderd worden. De inrichting van het openbaar groen (op de constructie) vraagt een iets andere invulling dan de traditionele invulling. Dit is nog niet in detail uitgewerkt, maar gedacht kan worden aan speciale uitsparingen voor bomen of speciale groenvakken.

Ook de overgangen van de taluds naar de waterkant vragen wellicht een aanpassing van het plan. Op enig moment kunnen de taluds steil worden waardoor extra onderhoud of zwaardere maatregelen nodig zijn. Het is misschien beter om de taluds waar mogelijk te verbreden. Dat biedt meer ruimte voor eventuele aanpassingen. Dit gaat dan wel ten koste van het uitgeefbaar gebied.

De wegoopbouw bij deze technieken is flexibel: het kan een dorps profiel worden en ook kan de helling bepaald worden (bijvoorbeeld op een oor of tonrond). Dit kan effecten hebben op grenzen van de weg en totale profielbreedtes in het gebied. Als het nodig is om - op zeer lange termijn - de verkaveling of de ligging van de weg aan te passen, dan is dit lastig vanwege de harde begrenzing en opbouw van de constructie. Dit scenario is echter zeer onwaarschijnlijk.





**Afbeelding 7: Kritische overgangslocaties bij fixatie**

### Bodemvervangend

Ook bij deze variant is het inrichtingsplan heel dicht te benaderen en is weinig aanpassing nodig. Er blijft voldoende oorspronkelijke grond over om groen en bomen aan te leggen, zonder al te veel beperkingen. Wegen en woningen kunnen op de huidige ingetekende locaties komen te liggen.

In het inrichtingsplan is het uitgangspunt om de locatie van de huidige windsingels van de huidige tennisbanen groen te houden. Met deze methode van ontgraven zullen de singels in de buurt van de cunetten niet behouden blijven. Hier is het nodig om, na de aanleg van de constructie, nieuw groen aan te planten.



**Afbeelding 8: Kritische overgangslocaties bij bodemvervangend**

## Conclusie

Een meebewegende constructie heeft de meeste invloed op het inrichtingsplan. Voor deze variant is het beter om een nieuw inrichtingsplan te maken, passend bij deze constructie.

Bij fixeren is een beperkte aanpassing nodig om de locaties van bomen in de straten nader te bepalen. Deze aanpassing is goed te realiseren bij het nader uitwerken van de details van het plan. Bij deze variant is behoud van bestaande windsingels van de tennisbanen goed mogelijk.

Bodemvervanging heeft het minst invloed op het huidige inrichtingsplan. Wel kunnen de bestaande windsingels van de tennisbaan niet blijven staan en is - na de constructie - nieuwe aanplant nodig.

Voor alle varianten geldt dat de bermen langs het water nader onderzoek vragen. Er moet ingespeeld worden op de effecten van de autonome bodemdaling en van de funderingsconstructie op de bermen.

	Meebewegend	Fixerend	Bodemvervangend
Beperkt effect op inrichtingsplan	1	4	3

*Tabel: score aspect Effect op inrichtingsplan, per funderingstype.*

*5 = zeer goed, ofwel: geen negatieve invloed van funderingstype op dit aspect*

*4 = goed*

*3 = beperkte invloed, ofwel: niet goed, niet slecht*

*2 = slecht*

*1 = zeer slecht, ofwel: zeer negatieve invloed van funderingstype op dit aspect*

## 4.5 Levensduur

Voor de lifecycle-kostenberekening is het uitgangspunt: een levensduur van 100 jaar. Zo lang moeten de woningen bruikbaar zijn.

Er is een groot verschil tussen garanties en levensduur. De garanties zijn meestal van een redelijk korte termijn, terwijl de producten die de fundering vormen naar verwachting langer mee gaan. En van tijd tot tijd zal onderhoud nodig zijn, vooral vanwege de weersinvloeden en het (intensieve) gebruik op de funderingen.

### Meebewegend

Voor een meebewegende oplossing is het belangrijk te kiezen voor een oplossing die gegarandeerd lang mee gaat: minimaal 50 tot 100 jaar. De productgaranties zijn 10 tot 30 jaar. Vooral de te kiezen wanddiktes zijn van belang voor de levensduur en de garantie.

De praktijk laat zien dat betonconstructies veel langer meegaan. Uit navraag blijkt dat 50 tot 100 jaar geen probleem moet zijn voor drijvende betonconstructies. Maar de schade na de garantieperiode kan bij drijvende woningen, in vergelijking met traditionele woningen moeilijker te herstellen zijn.

Er is niets bekend over de garanties op de koppelingen tussen de bakken en de kabels en leidingen die daar doorheen moeten.

## **Fixerend**

Een palenmatras en een betonvloer zijn constructies die lang meegaan. Op de materialen zoals het doek gaat men uit van een levensduur van 50 jaar of meer. Holle ruimtes die mogelijk ontstaan vragen in de toekomst wel om aanpassingen,

Palen worden bij de plaatsing direct doorgemeten en direct vervangen als de paal een breuk vertoont. Na de bouw en na afloop van het project kan er ook nog een paal breken. Bij een palenmatras kan deze niet worden vervangen, bij palen onder een betondek wel. Er worden dan gaten in de betonconstructie geboord en de paal wordt opnieuw geheid waarna de betonplaat weer wordt aangeheeld met wapening en beton.

Bij gelijkblijvende belasting kan een palenconstructie 100 jaar blijven staan. De garanties zijn afhankelijk van gestelde eisen. Hoe zwaarder de benodigde belasting, des te zwaarder de wapening om 100 jaar te kunnen garanderen.

Om de onderloopsheid te voorkomen moet er een onderloopsheidscherm aan de constructie bevestigd worden. Dit is goed te doen bij een betonplaat op palen en lastig bij een palenmatras omdat daar geen harde constructie is waar het scherm aan vastgemaakt kan worden.

Het belangrijkste risico van de palenmatras is dat de draagconstructie (doek en puin) wordt aangetast door tussentijdse werkzaamheden. Bij een betonplaat is dat risico niet aanwezig.

## **Bodemvervangend**

Van het werk in aanleg in Boskoop is nog niet te zeggen wat de daadwerkelijke zetting is en of er verschil is met de theoretisch berekende zetting. Aannemer Cofra/Grondbalans geeft aan dat de huidige zettingen in het veld redelijk in lijn lopen met de verwachtingen.

Daarnaast zakken de achtertuinen en groenstroken wel, ondanks de voorbelasting die zij in de bouwrijfphase kregen. Dit betekent dat hier regelmatig opgehoogd moet worden en dat daardoor niet met houten funderingspalen onder de woningen gewerkt kan worden (dat geldt ook voor de fixeermethode). Ook de grond onder de woningen zakt waardoor holle ruimtes ontstaan. Dit kan met schotten langs de funderingsbalk worden opgelost, zo wordt grondverschuiving voorkomen.

Bij bodemvervanging zijn dus nog onzekerheden over de maatregelen achteraf en over extra onderhoud om alsnog zettingen tegen te gaan.

Grondbalans geeft garantie op maximaal 14 centimeter restzetting over 20 jaar van de rijbaan. Evenals bij de andere funderingsvarianten zal vanuit Woningborg 10 jaar garantie gegeven op de woningen.

In paragraaf 3.3 is meer te lezen over de zettingen.

## **Conclusie**

Bij geen enkele techniek worden langdurige fabrieksgaranties afgegeven. Bij de palenmatras wel op het doek, maar dit is slechts een onderdeel van de constructie.

Op basis van praktijkervaring biedt geen van de funderingstechnieken een absolute eindgarantie van 100 jaar. De garantie op de woningen door Woningborg is 10 jaar, voor iedere variant.

Voor alle drie de technieken wordt de levensduurverwachting niet zozeer bepaald door de techniek zelf, maar veel meer door de (onzekere) effecten in de omgeving. Bijvoorbeeld de autonome bodemdaling. Dat bepaalt veel meer of er tussentijds onderhoud nodig is en hoeveel.

	Meebewegend	Fixerend	Bodemvervangend
Levensduur	4	4	4

*Tabel: score aspect Levensduur, per funderingstype.*

*5 = zeer goed, ofwel: geen negatieve invloed van funderingstype op dit aspect*

*4 = goed*

*3 = beperkte invloed, ofwel: niet goed, niet slecht*

*2 = slecht*

*1 = zeer slecht, ofwel: zeer negatieve invloed van funderingstype op dit aspect*

## 4.6 Financiën

Financiën vormen één van de belangrijkste aanleidingen voor deze notitie. Voorheen zijn er woongebieden opgeleverd waarna de gemeente veelvuldig groot onderhoud heeft moeten doen vanwege de zettingen. Bij die woongebieden werd tot nu toe meestal gewerkt met lichtgewicht materiaal en voorbelasting. De kosten voor het onderhoud zijn inmiddels zo groot dat de gemeente deze steeds moeilijker kan opbrengen.

In deze paragraaf schetsen we de totale kosten bij de verschillende varianten. De variant met lichtgewicht materiaal (BIMS) is ook doorgerekend, ter vergelijking.

### *Rekenmethode*

De scenario's zijn doorgerekend met het programma LocationCalc van Grontmij. Dit is een tool om - in de planfase - varianten te vergelijken voor bouw- en woonrijpmaken. Het is nadrukkelijk geen tool om de kosten op ontwerp- en besteksniveau te berekenen. De rekenmethode levert een benadering van de kosten op, met als belangrijkste doel de scenario's met elkaar te vergelijken.

Zo wordt inzichtelijk wat de investeringskosten zijn en hoe hoog de beheer- en onderhoudskosten zijn bij de verschillende funderingsmethodes. In de berekening zijn de kosten voor de verschillende partijen (ontwikkelaar, toekomstige bewoner, gemeente en andere overheden) ook apart meegerekend, om op die manier tot een totaalsom te komen.

De gekozen onderhoudsperiode is 100 jaar. Dat geeft een realistisch beeld, want in de praktijk zullen de woningen in het projectgebied zeker voor die periode blijven staan.

In de tabellen en grafieken wordt deze volgorde gehanteerd:

- A. Grondvervangning (inclusief het terrein t/m de voordeur van de woningen)
- B. Onderheien: woningen en openbare ruimte (betonvloer op palen).
- C. Ophogen met lichtgewichtmateriaal (BIMS)
- D. Drijvend Bouwen
- E. Grondvervangning (exclusief het terrein t/m de voordeur van de woningen)

De doorrekening met lichtgewichtmateriaal is bedoeld als referentie. Dit is de methode die de laatste jaren is toegepast en die tot hoge onderhoudskosten heeft geleid. Uit de berekeningen moet blijken of de andere methodes inderdaad minder investeringen vragen.

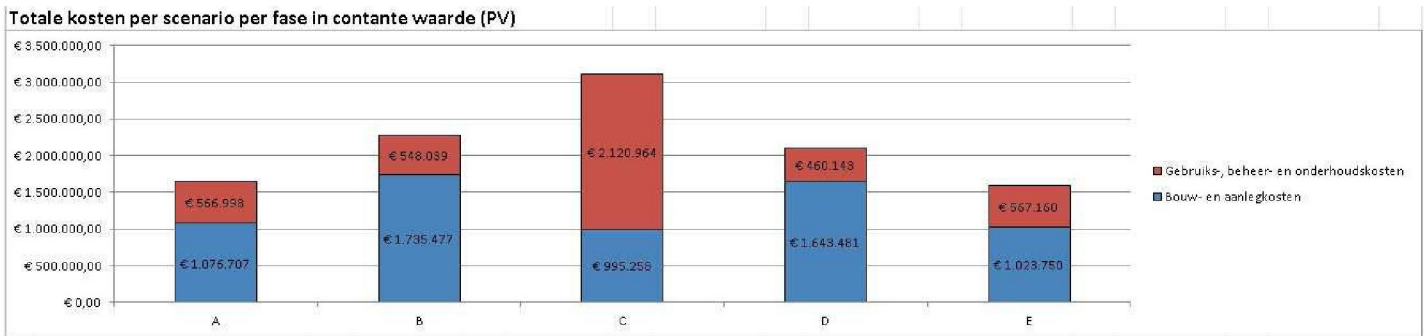
Bij de meebewegende (drijvende) variant zijn de kosten voor specifieke bouwmaatregelen zoals een bouwdok en een aparte waterweg voor eventuele aanvoer van betonbakken niet meegenomen omdat dit gebonden is aan de specifieke bouwwijze.

Voor de funderingsvarianten zijn twee rekenslagen gemaakt:

1. Kosten openbare ruimte en uitgeefbaar terrein, bouw- en woonrijp maken.
2. Kosten openbare ruimte, bouw- en woonrijp maken.

### Resultaat van de berekeningen

In grafiek 1 worden de totale kosten voor zowel de openbare ruimte als het uitgeefbaar gebied getoond in een staafgrafiek. Er is een vergelijk gemaakt op basis van de contante waarde. De aanlegkosten staan in het blauw weergegeven en in het rood staan de onderhoudskosten. In de bijbehorende kostentabel is ook de toekomstige waarde doorgerekend. De gehanteerde bedragen zijn indicatief berekend.

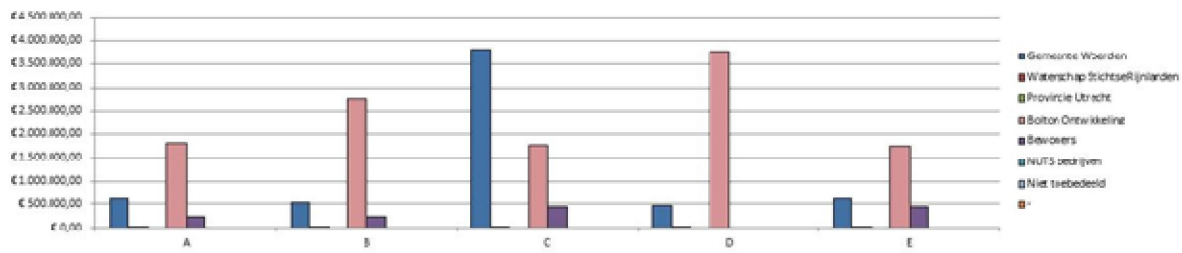


Uit de grafiek blijkt dat de lichtgewichtmethode bij de aanleg het goedkoopst is, gevolgd door de bodemvervangende oplossing zonder tuin. De aanleg van een drijvende wijk is het duurst, maar hier zijn wel de complete fundering van de particuliere tuinen meegenomen. Opvallend is dat door de hoge onderhoudskosten de lichtgewichtmethode uiteindelijk het duurst is.

Als de drie methodes met elkaar worden vergeleken zit er met name verschil in investeringskosten en onderhoud. Doordat grondvervangende zettingsarm is (en niet zettingsvrij) zitten er hogere onderhoudskosten aan. Indien bij deze methode meer ervaring wordt opgedaan kan er meer inzicht worden verkregen hoe hoog deze onderhoudskosten daadwerkelijk zijn. Dit geldt overigens ook voor drijvend. Er is nog beperkt inzicht hoe hoog de onderhoudskosten voor deze methode daadwerkelijk zijn.

		Totaal contante waarde (PV)	Totaal toekomstige waarde
A	Grondvervangend (met tuinen)	€ 2.651.772,46	€ 9.972.775,02
B	Betonvloer	€ 3.516.262,64	€ 8.203.682,40
C	Lichtgewicht materiaal	€ 6.032.471,56	€ 25.206.807,90
D	Drijvend	€ 4.228.634,90	€ 8.851.136,05
E	Grondvervangend (excl. tuinen)	€ 2.803.167,66	€ 10.594.999,02

Als naar toekomstige waarde wordt gekeken dan blijkt dat een betonvloer en drijvend het goedkoopst zijn, op de voet gevolgd door de bodemvervangende variant inclusief de voortuinen. Zoals eerder gezegd zijn bij de betonvloer de voortuinen niet meegenomen waardoor deze naar verwachting hoger uitvallen.



In bovenstaande grafiek is de verdeling van de kosten in contante waarde weergegeven. Hieruit is duidelijk te zien dat de investeringen met name bij de ontwikkelaar, gemeente en de bewoners liggen.

## Conclusie

De huidige, veel toegepaste methode met lichtgewichtmaterialen is op korte termijn goedkoop, maar op termijn duurder dan alle andere varianten. De gemeente moet bij deze variant vaak onderhoud plegen en op termijn flinke kosten maken voor dit onderhoud. Dat geldt ook voor de bewoners en hun particuliere terrein. Het is dus verstandig om definitief van deze methode af te stappen en over te gaan op andere methodes zoals meebewegend, fixerend of bodemvervangend bouwen.

Alle drie methodes hebben een gelijke score, maar wel om verschillende redenen. Bij Meebewegend is er onvoldoende duidelijkheid over de daadwerkelijke kosten. De kosten voor het zettingsbestendig uitvoeren van de tuinen zijn bij de berekening van fixeren niet meegenomen. Bodemvervangend is op korte termijn goedkoper, maar als deze in toekomstige waarde wordt gezet dan is deze duurder dan de andere twee technieken.

	Meebewegend	Fixerend	Bodemvervangend
Financiën	3	3	3

*Tabel: score aspect Financiën, per funderingstype.*

5 = zeer goed, ofwel: geen negatieve invloed van funderingstype op dit aspect

4 = goed

3 = beperkte invloed, ofwel: niet goed, niet slecht

2 = slecht

1 = zeer slecht, ofwel: zeer negatieve invloed van funderingstype op dit aspect

## 4.7 Toekomstige bewoners

### Meebewegend

Als het gebied als een samenhangend geheel identiek aan het huidige inrichtingsplan wordt uitgevoerd, inclusief tuinen, dan zal de functionele inrichting van het plan niet direct veranderen. Maar voor de bewoners verandert er toch veel.

Gevoel en emotie over het wonen op een drijvend geheel - anders dan het oorspronkelijke idee - zal meer uitleg vragen. De bewoners moeten vooraf goed geïnformeerd worden over het wonen in een dergelijk vernieuwend concept.

Daarnaast speelt het gebruik een belangrijke rol. Het wordt voor bewoners moeilijk om aan te bouwen, op te bouwen of dakkapellen te laten zetten. Ook het werken in de tuin kent zijn beperkingen bij een meebewegende constructie.

Als er echter een nieuw ontwerp wordt gemaakt dat past bij een meebewegende constructie, dan kan het plan wél aantrekkelijker worden voor bewoners. Dat betekent dan wel dat toekomstige bewoners - die nog steeds uitgaan van het oorspronkelijke plan, waarbij ze hun eigen woning naar eigen wens kunnen ontwerpen - moeten wennen aan dit nieuwe idee.

### **Fixerend**

Toekomstige bewoners begrijpen hoe fixerend bouwen werkt. In de eindsituatie verandert er niets in het gebruik van de openbare ruimte, het is een situatie die mensen gewend zijn. Het openbaar gebied tussen de gevels ziet er stenig uit, vanwege de beperkte mogelijkheden van voortuinen en het planten van bomen. De vraag is of dit een koopbeslissing in de weg staat. Het betekent namelijk dat er geen problemen meer zijn met huisaansluitingen. Het principe van onderheien met palen zal bij veel bewoners bekend zijn.

### **Bodemvervangend**

Bij bodemvervangend verandert er voor bewoners niets in het gebruik van de openbare ruimte. Aangezien de fundering van gevel tot gevel wordt aangelegd - inclusief de voortuinen - zijn de zittingsproblemen naar verwachting een stuk kleiner dan bij de traditionele methodes. Nutsvoorzieningen komen in een zandbed, zoals dat nu ook in praktijk gebeurt. De nutspartijen hebben weinig bezwaren tegen deze methode.

Er kan zwaar verkeer over deze funderingsconstructie, zoals dat nu ook gebeurt in het openbare gebied. Overigens rijdt tijdens de bouw ook al zwaar verkeer naar de locatie. Bij de te verwachte kleine zakkings is herstel niet of nauwelijks aan de orde. Wel blijven de inwoners last houden van zakkende achter- en zijtuinen, daarover moet vooraf heldere communicatie zijn.

### **Informatie voor de eigenaren**

De gemeente stelt eisen aan de openbare ruimte. Voor particulier terrein kan de gemeente geen eisen stellen. Dit betekent dat zowel de gemeente als de ontwikkelaar de bewoners met een probleem opzadelen: zettingen op hun eigen terrein. Dat geldt vooral voor de voortuinen. Bij onder andere de wijk Burggooi in Alphen aan den Rijn blijkt dat het van belang is om toekomstige eigenaren goed te informeren over zettingen, voorafgaand aan de koop, om juridische trajecten te voorkomen. Dat is een taak van de ontwikkelaar - voorafgaand aan de verkoop.

Ook is het mogelijk dat de ontwikkelaar bewoners vooraf de mogelijkheid geeft om hun terrein van een zettingsarme fundering te voorzien. Een voorbeeld van een opzet van informatie aan toekomstige eigenaren staat in de bijlage.

### **Conclusie**

Naar verwachting bieden constructies met fixerend bouwen of bodemvervangend de meeste duidelijkheid aan de toekomstige bewoners. Een meebewegende constructie is vernieuwend en een andere manier van wonen. Daar zal meer uitleg voor nodig zijn.

De toekomstige eigenaren moeten voorafgaand aan de koop van hun kavel duidelijke informatie krijgen over de mogelijke zettingen of restzettingen. De ontwikkelaar kan extra opties aanbieden om de zettingen in de kavels te beperken.

	Meebewegend	Fixerend	Bodemvervangend
Toekomstige bewoners			
- Weidz	2	4	4
- algemeen	5	4	4

*Tabel: score aspect Toekomstige bewoners, per funderingstype.*

*5 = zeer goed, ofwel: geen negatieve invloed van funderingstype op dit aspect*

*4 = goed*

*3 = beperkte invloed, ofwel: niet goed, niet slecht*

*2 = slecht*

*1 = zeer slecht, ofwel: zeer negatieve invloed van funderingstype op dit aspect*

## 4.8 Referenties en ervaringsprojecten

### Meebewegend

De techniek van drijvende woningen wordt al heel lang toegepast, ook drijvende wegen zijn al vaker gebouwd. Een drijvende wijk met zowel woningen als openbare ruimte als één geheel *niet*. Referenties voor een traditionele Nederlandse twee-onder-een-kap-woning en rijtjeshuizen met een gekoppelde tuin en openbare ruimte zijn er (nog) niet. Drijvende villa's of drijvende restaurants zijn er wel. De meeste voorbeelden zijn te vinden in open water.

Bouwers van drijvende woningen geven aan dat het werken met losse drijelementen voor woningen waarschijnlijk beter werkt dan geschakelde woningen. Dan is de bouwer namelijk minder afhankelijk van de bewegingen van de aangrenzende constructie voor een goed evenwicht.







Indien het bestaande ontwerp van WeidZ wordt losgelaten, zijn ook andere oplossingen mogelijk. Een voorbeeld is Steigereiland (Waterbuurt) in Amsterdam. Daar parkeren auto's op de vaste wal (kan ook een drijvend ponton zijn) en zijn de drijvende woningen met elkaar verbonden door een steiger. Hieraan zijn ook de kabels en leidingen en riolering verbonden.

Op basis van de referenties is het duidelijk dat bij de drijvende wijk de funderingsmethode leidend is voor het ontwerp van de wijk - iets wat bij WeidZ nu niet het geval is.

### Fixerend

Palenmatrassen bestaan al meer dan twintig jaar. De meeste palenmatrassen zijn aangelegd op grote infrastructurele werken zoals provinciale wegen en spoorwegen in gebieden met slappe bodems. Er zijn inmiddels meer dan 60 projecten uitgevoerd. Palenmatrassen liggen onder andere bij de afrit Woerden van de A12.

Met betonplaatconstructies is nog langere ervaring. Er zijn onder andere voorbeelden in Waddinxveen (nieuwbouw) en in Diemen (sinds circa 1938).



## Bodemvervangend

In Boskoop past men dit moment voor het eerst bodemvervanging toe bij een woonwijk (Waterrijk). In Woerden is bodemvervanging toegepast bij het grondlichaam van de Wulverhorstbrug in 1992. Hier is het veen vervangen door zand. Deze ervaring is goed.

Er is dus geen langetermijnervaring voor de toepassing in een woonwijk, maar wel bij een specifieke locatie met verkeersbelasting.



## Conclusie

Met fixeren is de meeste ervaring. Een volledig meebewegende wijk is nog nergens gebouwd, wijken met losse woningen en woononderdelen bestaan wel. Bodemvervanging voor het bouwen van een woonwijk is ook nieuw, er is slechts één project bekend en dat is nog in uitvoering.

	Meebewegend	Fixerend	Bodemvervangend
Ervaring/Referenties			
- de techniek	5	5	5
- combi techniek/openbare ruimte	1	3	2

*Tabel: score aspect Referenties en ervaringsprojecten, per funderingstype.*

*5 = zeer goed, ofwel: geen negatieve invloed van funderingstype op dit aspect*

*4 = goed*

*3 = beperkte invloed, ofwel: niet goed, niet slecht*

*2 = slecht*

*1 = zeer slecht, ofwel: zeer negatieve invloed van funderingstype op dit aspect*

## 4.9 Juridische/aanbestedingsaspecten

Juridisch gezien zijn er grote verschillen tussen de funderingstypen. Vooral bij meebewegend bouwen en in mindere mate bij fixerend bouwen spelen verschillende

afwegingen mee die belangrijk zijn voor de bouwer, voor de gemeente en de toekomstige bewoners. Het gaat vooral om twee aspecten:

#### *Eigendom van de woningen, tuinen en openbare ruimte*

Hoe zit het met eigenaarschap bij de verschillende funderingen? Als er wordt gekozen voor een gezamenlijke fundering voor het hele gebied, kan dat iets betekenen voor afspraken tussen gemeente en bewoners en de afspraken in het koopcontract. Ook is het voor de gemeente en bewoners van belang of de woningen een volledig drijvende status krijgen (roerend) of dat ze worden beschouwd als vaste woning (onroerend).

#### *Aanbesteding*

De vraag is welke aanbestedingsregels leidend zijn bij de aanbesteding(en) in dit project. Is sprake van onderhands aanbesteden, nationaal of Europees aanbesteden? Een belangrijk criterium om dit te beoordelen is de 'economische eenheid'. Ofwel: in hoeverre zijn bij het bouw- en woonrijp maken de verschillende onderdelen van het bouwtraject aan elkaar gerelateerd? Hoe sterker ze aan elkaar gerelateerd zijn, hoe groter de kans dat deze onderdelen gelden als één geheel - en dus al één grote aanbesteding.

In ieder geval gelden voor de openbare ruimte de gemeentelijke aanbestedingsregels.

## **Meebewegend**

#### *Eigendom*

Welke status hebben drijvende woningen in Zegveld WeidZ? Is sprake van roerend goed (een schip) of onroerend goed (een pand)? Het antwoord op deze vraag heeft juridische en fiscale gevolgen. Bij de verkrijging van een onroerende zaak is de koper overdrachtsbelasting verschuldigd, bij de verkrijging van een roerende zaak is de koper geen overdrachtsbelasting verschuldigd. Er bestaat dus een fiscaal verschil tussen de verkrijging van een woning op het land en verkrijging van een drijvende woning. Over een roerende zaak kan geen onroerendezaakbelasting (OZB) worden geheven. Wel kan op grond van de Gemeentewet roerenderuimtebelasting worden geheven<sup>7</sup>. Overigens is het tarief van deze roerenderuimtebelasting gelijk aan het gemeentelijke tarief voor de OZB<sup>8</sup>, dus financieel maakt het voor de gemeente en voor bewoners niet uit of er sprake is van roerend of onroerend goed. Bij de levering van een nieuwbouw-drijvende woning is (net als bij een nieuwbouwwoning op het land) eenmalig 21% omzetbelasting verschuldigd. Hier is geen fiscaal verschil tussen het verkrijgen van een nieuwbouw-drijvende woning of een nieuwbouwwoning op het land.

Als de nieuw te bouwen woningen in Zegveld WeidZ op een meebewegende fundering worden gebouwd, dan registreert de gemeente deze als onroerend goed. Hierna staan enkele afwegingen waarom dat zo zou zijn.

Volgens arresten van de Hoge Raad wordt een drijvende woning in het algemeen als een schip gekwalificeerd<sup>9</sup>. Volgens de Hoge Raad is het wel mogelijk om een drijvende woning te

---

<sup>7</sup> Artikel 221 van de Gemeentewet

<sup>8</sup> Artikel 221 lid 3 van de Gemeentewet

<sup>9</sup> Arrest van de Hoge Raad, 9 maart 2012; Arrest Hoge Raad 15 januari 2010, nr. 07/13305, LJN BK9136, BNB 2010/80).

beschouwen als een woning die duurzaam is verenigd met de grond (onroerend goed), maar enkel de aansluiting van alle nutsvoorzieningen op de vaste aansluitingen aan de wal is niet voldoende om een woning als 'onroerend' te beschouwen. Wanneer dan wel precies sprake is van 'onroerend', laat de Hoge Raad hier in het midden<sup>10</sup>.

In de gemeente Woerden is een voorbeeld van drijvende woningen die zij wel beschouwt als constructief duurzaam verbonden met de ondergrond - en die dus 'onroerend zijn'. Dit betreft de drijvende woningen in Waterrijk. Deze waterwoningen voldoen aan alle eisen van de Woningwet; ze zijn beschouwd als constructief duurzaam met de ondergrond verbonden en ze staan daarom geregistreerd als pand en verblijfsobject(en). De gemeente Woerden verkoopt de grond (kade en water) aan de koper van de waterwoning. Ook worden de waterwoningen ter plaatse opgebouwd. De waterwoningen kunnen niet over het water of de weg worden vervoerd in verband met kantelrisico en omvang. Op grond van deze overwegingen zijn de objecten in de BAG afgebakend als een pand en verblijfsobject.

Voor de WOZ gelden bijna dezelfde richtlijnen als voor de BAG. Een drijvende woning die duurzaam met de grond is verenigd en die is bedoeld om duurzaam op dezelfde locatie te blijven, kan worden bestemd als onroerend goed. De gemeente Woerden behandelt deze woningen als zodanig, omdat ze niet verplaatsbaar zijn. De drijvende woningen komen dus als onroerend goed in de WOZ-administratie. Een algemeen geldende uitspraak over de fiscaal-juridische status van een drijvende woning is niet mogelijk; alleen de rechter kan van geval tot geval duidelijkheid geven. Er is nog te weinig jurisprudentie om tot een algemeen geldend oordeel te komen.

Jurisprudentie van de Raad van State (bestuursrechtelijk) laat zien dat drijvende woningen moeten worden aangemerkt als een bouwwerk in de zin van de Wabo. Drijvende woningen verschillen in die zin niet van woningen op het land. Er is sprake van een bouwwerk in de zin van de Wabo als de zaak verbonden is met de grond en bedoeld om ter plaatse als zodanig te functioneren. In het Burgerlijk Wetboek kwalificeert een zaak als onroerend wanneer de zaak duurzaam met de grond is verenigd. Deze criteria lijken nagenoeg gelijk.

Overigens is 'al dan niet verplaatsbaar' mogelijk ook een belangrijk gegeven voor bewoners op het moment dat ze hun woning willen financieren. De bank kan extra voorwaarden stellen bij een drijvende woning of de hypotheek kan hoger worden vanwege de verplaatsbaarheid van de woning (in theorie kan het object 'wegvaren').

Bij de bouw van een drijvend ponton speelt nog de afweging of het één groot ponton moet worden, of verschillende, gescheiden pontons. Vanwege de complexiteit in gedeeld publiek/privaat eigendom, wordt aangeraden deze velden te scheiden. Dit betekent: drijvende woningen met tuinen en los daarvan drijvende wegen, eventueel met groen. Het water onder de drijvende elementen behoort toe aan de eigenaar van die drijvende elementen.

Water onder de drijvende woningen en onder de vlonder/toegang naar de drijvende woning met daaronder de nutsvoorzieningen is in te meten door het Kadaster.

### *Aanbesteding*

Is er sprake van een economische eenheid bij de ontwikkeling, dan moeten de kosten gemoeid met de grondexploitatie en opstalexploitatie bij elkaar worden opgeteld. Het is verdedigbaar dat sprake is van afzonderlijke werken die geen economische en technische

---

<sup>10</sup> Hoge Raad 22 juli 1988, LJN ZC3886.

eenheid vormen (denk aan het feit dat de opdrachten mogelijk verschillende partijen hebben, één aannemer voor grond-, weg-, en waterbouw (pontons) en één aannemer voor woningbouw; dat de opdrachten verschillende ontwerpen hebben en in de tijd los van elkaar worden gerealiseerd (eerst de pontons, dan de woningen). Dit moet van tevoren goed in beeld zijn om te bepalen of de aanbesteding Europees, nationaal of onderhands moet verlopen.

Bij een meebewegende constructie zal als gevolg van de verwachte hoogte van de aanbestedingssom sprake zijn van een Europees aanbestedingstraject. Het project is erg innovatief en kent nog veel open einden. Daarom verdient het de voorkeur om het projectrisico neer te leggen bij de inschrijvers en om te laten gunnen op gunningscriteria. Het is hierbij mogelijk om twee gescheiden trajecten te volgen: een voor de pontons onder de woningen en een voor de pontons onder openbaar gebied. Dit is mede afhankelijk van de toe te passen materialen. Een integrale aanbesteding van beide delen ligt echter meer voor de hand omdat alle elementen aan elkaar liggen.

Er bestaat een mogelijkheid dat, gezien de weinige ervaring die er is in Nederland met een integrale gebiedsontwikkeling met pontons, het projectbudget onvoldoende blijkt te zijn. Of de ontwikkelende partijen zien te veel risico's bij de eisen die worden gesteld aan het resultaat. Dan komen er wellicht geen inschrijvers. Tegelijkertijd is er ook een groep ondernemers uit de drijvende bouw die met veel interesse kijkt naar dit soort kansen. Kortom, het is ongewis hoe dit uit gaat pakken.

Gezien het innovatieve karakter is de doorlooptijd van de aanbesteding tot uitvoering nog niet te geven. Indien twee trajecten naast elkaar lopen, met elk een eigen innovatief karakter (rijwoningen en tweekappers op pontons) dan moet voorkomen worden dat er ruis gaat ontstaan tussen beide methoden.

Een Europese aanbesteding staat haaks op het uitgangspunt dat Bolton Bouw altijd de woningen wil gaan bouwen.

Planologisch gezien zijn er geen problemen, er zijn geen bijzondere bestemmingen nodig.

## **Fixerend**

### *Eigendom*

Een paal is een verticaal element. Een (funderings)paal kan in mandelig eigendom zijn; dit betekent dat een onroerende zaak gemeenschappelijk eigendom is van de eigenaars van twee of meer erven. Het is niet per definitie zo dat de paal alleen van een eigenaar kan zijn. In het geval van een betonplaat zal deze, als deze alleen onder het openbaar gebied loopt, alleen van de gemeente zijn als die de openbare ruimte na aanleg overneemt van Bolton. In dat geval zijn er geen bijzonderheden voor de koopovereenkomsten, dat zal verlopen zoals gangbaar is.

Echter, wanneer de betonplaat van gevel tot gevel loopt om het aantal palen te beperken en er een privéstrook voor de woning ligt, is de betonplaat van twee eigenaren. In dat geval komt er een artikel in de koopovereenkomst waarin staat wat wel en niet is toegestaan in de voortuin en dat de betonplaat in stand moet blijven. Ook betaalt de koper mee aan de betonplaat en loopt deze mee met de termijn van de fundering in de aanneemovereenkomst. Door openbaar gebied tot aan de gevel te brengen wordt dit voorkomen. Dit vergt wel een aanpassing van het huidige ruimtelijk ontwerp, omdat hier uitgegaan is van voortuinen. Tevens moet rekening gehouden worden met hinder van verkeerstrillingen bij de woningen omdat deze met elkaar verbonden zijn.

### *Aanbesteding*

De ontwikkeling van de openbare ruimte moet volgens de gemeentelijke aanbestedingsregels verlopen omdat de gemeente de openbare ruimte uiteindelijk overneemt. Gezien de hoogte van de uitvoeringskosten moet minimaal nationaal aanbesteed worden. Gezien de koppeling tussen Bolton Ontwikkeling en Bolton Bouw moeten het openbaar gebied en de woningen apart van elkaar aanbesteed kunnen worden. Bolton Bouw neemt dan de woningen voor haar rekening. Voorafgaand aan de werkelijke aanbesteding kan nog met een bouwteamconstructie gewerkt worden. 'Funderen op palen' is dan een selectie criterium. Met een bestek of werkomschrijving wordt de aanbieder gevraagd een aanbieding te doen met bijbehorende garanties. Op voorhand moet er een goede calculatie worden gemaakt om een reëel budget te hebben.

Planologisch-juridisch zijn er geen aandachtspunten voor deze variant.

### **Bodemvervangend**

#### *Eigendom*

De splitsing tussen openbaar en privé is na oplevering goed te maken. Er zijn immers geen elementen die onder beide eigendommen doorlopen. De aansluiting privé-openbaar is in het veld inzichtelijk te maken door hagen enzovoort.

Voor de koopovereenkomsten zijn geen speciale aandachtspunten.

#### *Aanbesteding*

Voor de gemeentelijke openbare ruimte moeten de gemeentelijke aanbestedingsregels gevolgd worden. Gezien de positie van Bolton Ontwikkeling en Bolton Bouw zal de openbare ruimte apart aanbesteed moeten worden en bouwt Bolton Bouw de woningen. Voorafgaand aan de werkelijke aanbesteding kan nog met een bouwteamconstructie gewerkt worden. 'Veen vervangen door zand in de fundering' is dan een selectie criterium. Met een bestek of werkomschrijving wordt de aanbieder gevraagd een aanbieding te doen met bijbehorende garanties. Op voorhand zal er een goede calculatie moeten worden gemaakt om het budget goed inzichtelijk te hebben.

Planologisch-juridisch zijn er geen aandachtspunten voor deze variant.

### **Conclusie**

Bij de meebewegende constructie is het moeilijk de woningen door Bolton Bouw te laten bouwen, omdat de woningen onlosmakelijk verbonden zijn met de funderingsconstructie. Gezien de verbondenheid tussen Bolton Ontwikkeling en Bolton Bouw is deze constructie daarom niet haalbaar. Voor andere, toekomstige projecten is de meebewegende constructie echter prima mogelijk, als hiermee van tevoren rekening wordt gehouden.

Voor fixerend bouwen en bodemvervanging kan een reguliere aanbesteding plaatsvinden, waarbij Bolton Bouw de woningen kan bouwen. Wie de fundering aanlegt, blijkt in het aanbestedingsproces. De openbare ruimte moet worden aanbesteed conform de gemeentelijke aanbestedingsregels.

Voor toekomstige andere projecten is het van belang om vooraf te bepalen of een meebewegende woning verplaatsbaar is of niet. Als een woning niet verplaatsbaar geacht kan worden, wordt het waarschijnlijk niet beschouwd als schip, maar als een vaste WOZ-plichtige bebouwing.

Bij verkoop van kavels aan particulieren dient voorafgaand aan de verkoop duidelijk gemaakt te worden in welke mate hun kavel zettingsgevoelig is. De ontwikkelaar kan hier mogelijk op inspelen door de particulieren een optiepakket aan te bieden zodat bij het bouwrijpmaken ingespeeld wordt op zettingen in particuliere kavels.

	Meebewegend	Fixerend	Bodemvervangend
Juridische aspecten			
- Weidz	1	4	4
- algemeen	3	4	4
Aanbesteding			
- Weidz	1	4	4
- algemeen	3	4	4

*Tabel: score voor de verschillende aspecten, per funderingstype.*

*5 = zeer goed, ofwel: geen negatieve invloed van funderingstype op dit aspect*

*4 = goed*

*3 = beperkte invloed, ofwel: niet goed, niet slecht*

*2 = slecht*

*1 = zeer slecht, ofwel: zeer negatieve invloed van funderingstype op dit aspect*

## 4.10 Planning

Voor iedere funderingsvariant kunnen we een tijdspad schetsen voor de constructie.

### Meebewegend

Er is weinig ervaring met een geheel meebewegende constructie. Dit heeft gevolgen voor de planning. Er moet namelijk een bouwteam komen om dit verder te ontwikkelen, of het moet gebeuren samen met een aannemer. Er moet een keuze worden gemaakt op welke wijze funderingen met elkaar verbonden worden. Dit proces gaat via een aanbesteding, waarbij nog veel afstemming nodig is op financieel, juridisch en overige vlakken. Ook moet de keuze worden gemaakt of de bouw in de aanbesteding zit of dat dit apart aanbesteed wordt. Tegelijkertijd is veel afstemming nodig met de bewoners, omdat het ontwerp van iedere unieke woning van invloed is op de balans in de constructie.

Dit is het geschatte tijdspad voor de voorbereiding:

- minimaal 100 dagen voor de aanbesteding van de ontwikkeling (indien geen eigendom ontwikkelende partij) (via Design and Build of Design Build Finance, Maintain, Operate) waarbij het van belang is dat de opdrachtgever goed de uiteindelijke gewenste doelen omschrijft.
- ongeveer 12 maanden voor de nadere uitwerking (technisch, juridisch, financieel, start afstemmen bewoners enzovoort)
- Omgevingsvergunning
- Indien nodig 6 maanden voor aanbesteding van de bouw

- En enkele maanden voor mogelijke tegenvallers

De voorbereidingstijd is dus minimaal twee jaar.

De bouwtijd is afhankelijk van het systeem en fasering waarvoor wordt gekozen en zal naar verwachting minimaal 1,5 jaar zijn. Als er geen open water voorhanden is moet op locatie gebouwd worden. Bij open water kan er elders onder geconditioneerde omstandigheden gebouwd worden. Als dit niet mogelijk is, zal op locatie gebouwd moeten; dat kost extra tijd, ruimte en transportbewegingen.

Kortom, bij meebewegend bouwen is het tijdpad minimaal 3,5 jaar.

### **Fixerend**

Het omzetten van definitief ontwerp (DO) naar bestek (engineering) duurt ongeveer 4 tot 6 maanden. Hierna moet er aanbesteed worden. De uitvoering duurt 3 maanden bij niet-gefaseerde uitvoering. De palen worden aangevoerd over de weg. De palen van de woningen kunnen tegelijkertijd meegeslagen worden met de palen voor de weg. Bij een betondek zal de uithardingstijd en het bouwen van de woningen met elkaar afgestemd moeten worden.

Kortom, bij fixeren is het tijdpad 7 tot 9 maanden buiten de benodigde aanbestedingstijd.

### **Bodemvervangend**

De engineeringfase van DO naar bestek duurt 3 tot 5 weken. Daarna moet er nog aanbesteed worden. Uitvoering van begin tot einde is geraamd op 8 tot 9 maanden bij een niet-gefaseerde uitvoering. Hierbij is het van belang dat de grond door middel van verticale drainage voldoende zetting behaalt.

Kortom, bij bodemvervanging is het tijdpad 9 tot 11 maanden buiten de benodigde aanbestedingstijd.

### **Conclusie**

Een meebewegende constructie kost de meeste tijd. De voorbereiding kost minimaal 2 jaar, het bouwen kost minimaal 1,5 jaar.

Fixerend bouwen zal naar verwachting het snelst uitvoerbaar zijn zonder dat er onverwachte problemen ontstaan met zettingen. De voorbereidingstijd is 4 tot 6 maanden en de uitvoering kan in 3 maanden.

De bodemvervanging is qua tijd afhankelijk van de snelheid van uitvoering en van het moment waarop de gewenste zetting is behaald. Indien er voldoende zetting is behaald kan er gestart worden met de bouw van de woningen. De voorbereidingstijd is 3 tot 5 weken en de uitvoeringstijd 8 tot 9 maanden.



	<b>Meebewegend</b>	<b>Fixerend</b>	<b>Bodemvervangend</b>
Planning	1	5	4

*Tabel: score aspect Planning, per funderingstype.*

*5 = zeer goed, ofwel: geen negatieve invloed van funderingstype op dit aspect*

*4 = goed*

*3 = beperkte invloed, ofwel: niet goed, niet slecht*

*2 = slecht*

*1 = zeer slecht, ofwel: zeer negatieve invloed van funderingstype op dit aspect*

## 5. Conclusie

Het project Zegveld WeidZ was de aanleiding voor deze notitie over funderingsvarianten op een slappe bodem. WeidZ is een project in voorbereiding waarbij het inrichtingsplan al vaststaat; dat is een andere situatie dan wanneer een plan of project nog helemaal moet worden ontwikkeld. Daarom is ervoor gekozen om twee conclusies te trekken: een algemene conclusie voor toekomstige ontwikkelingen in Woerden en een toegespitste conclusie voor WeidZ.

### 5.1 Algemene conclusie

Bij nieuwe ontwikkelingen en projecten op een slappe bodem is het verstandig om eerst een keuze te maken voor een funderingstype. Pas daarna komen de uitwerking en de inrichting van het projectgebied - inrichting van de kavels, hoeveelheid verharding, situering van het openbaar groen en water enzovoort.

Welk funderingstype is het meest geschikt voor Woerden? De beoordeelde funderingstypen meebewegend, fixerend en bodemvervangend zijn bij nieuwe ontwikkelingen allemaal toepasbaar. Ze zijn op termijn ook allemaal goedkoper en duurzamer dan de huidige toegepaste techniek (voorbeeld met zand en gebruik van lichtgewicht materiaal).

Alle drie beoordeelde methodes zijn in meer of mindere mate nieuw en ze brengen dus ook onzekerheden met zich mee. Verschillen zitten met name in de hoogte van de kosten, de mate van klimaatrobustheid en de benodigde uitwerking om tot uitvoering te komen.

#### Meebewegend

De meebewegende fundering lijkt een goede methode om de zettingsproblematiek in de toekomst op te lossen. Om dit goed toe te passen, is nog wel veel doorontwikkeling nodig van de techniek. Dit zit met name in de koppelingen tussen de openbare ruimte en de particuliere woningen in het meebewegend gebied. Ook de financiering, logistiek, verkoopbaarheid en juridische verantwoordelijkheden vragen meer uitwerking. Juridisch gezien is het belangrijk vast te stellen in hoeverre een woning verbonden is aan een locatie. Al deze aspecten vragen afstemming met verschillende deelnemende partijen: de ontwikkelaar, nutsbedrijven, het waterschap en de gemeente. Kijkend naar toekomstig onderhoud is de methode van meebewegend bouwen naar verwachting het goedkoopst. Deze methode is ook zonder meer klimaatrobust; de fundering drijft op het water en daarmee wordt mogelijke wateroverlast ondervangen.

#### Fixerend

Fixerend bouwen in de openbare ruimte biedt voor de gemeente de meeste zekerheid om geen zettingen van openbare verhardingen te krijgen. De zettingsproblemen zijn hiermee niet helemaal verdwenen, omdat alleen de wegen en de woningen op palen worden gezet en het overige gebied - tuinen en het groengebied - niet. Bij de uitwerking van een projectgebied moet hiermee rekening worden gehouden: de overgang van kabels en leidingen vanuit de voortuin naar de woning moet in de constructie worden meegenomen, anders ontstaan hier later problemen. Er zijn twee mogelijkheden: palen met daarop een palenmatras of palen met daarop een betondek. In een woongebied heeft het betondek de voorkeur. De fixerende methode is klimaatrobust, maar de afwatering van het gebied naar omliggende sloten vraagt nog wel aandacht.

## **Bodemvervangend**

Bij de techniek van bodemvervanging worden beperkte zettingen verwacht. Het veen wordt weliswaar vervangen, maar niet volledig. De aannemer verwacht geen zijwaartse druk van de nieuwe grond op het omliggende veengebied. Hiervoor zijn wel duidelijke afspraken en langdurige garanties nodig van de ontwikkelaar aan de gemeente, mocht deze zijwaartse druk toch optreden. De tuinen en openbare groengebieden worden niet voorzien van een bodemvervanging, maar krijgen een voorbelasting. De fixerende methode is klimaatrobuust, maar de afwatering van het gebied naar omliggende sloten vraagt nog wel aandacht.

### **Voorkeur: meebewegend**

Gezien de voor- en nadelen van de verschillende funderingstypen, is het goed om vast te houden aan het principe 'meebewegende/drijvende fundering, tenzij'. De toepassing van meebewegende funderingen vraagt nog wel veel uitwerking, maar lijkt op termijn het meest duurzaam en financieel gunstig.

### *Tot slot*

Er zijn drie methoden in dit document beoordeeld. Er zijn mogelijk andere methoden op de markt die een goed alternatief zijn. Echter, deze waren bij het schrijven van dit document niet of onvoldoende in beeld om mee te nemen in de beoordeling.

## **5.2 Conclusie voor WeidZ**

Een meebewegende fundering is technisch mogelijk voor WeidZ, maar de nadelen zijn te groot. Voor WeidZ is de wens om snel te kunnen starten met de bouw en om vast te houden aan het huidige inrichtingsplan. Meebewegend bouwen kost meer voorbereidingstijd dan gewenst. Ook zal het plan geheel aangepast moeten worden. Hierdoor wordt meebewegend niet als haalbaar gezien voor het project WeidZ.

Fixerend bouwen in de openbare ruimte van WeidZ biedt voor de gemeente de meeste zekerheid om geen zettingen van openbare verhardingen te krijgen. Het uitgangspunt is hier om palen met betondek toe te passen. De zettingsproblemen zijn hiermee niet helemaal verdwenen, omdat in het projectgebied alleen de wegen en de woningen op palen worden gezet en het overige gebied - tuinen en groengebied - niet. Bij de uitwerking van het projectgebied moet hiermee rekening worden gehouden: de overgang van kabels en leidingen vanuit de voortuin naar de woning moet in de constructie worden meegenomen.

Bij een bodemvervangende fundering treedt wel enige zetting op. De ontwikkelaar garandeert een maximale zetting van 14 centimeter over 20 jaar van trottoir tot trottoir. Dit valt precies binnen de zettingseis van de gemeente, te weten 15 centimeter over 20 jaar. Het is noodzakelijk om dan ook de voortuinen mee te nemen bij de bodemvervanging: zo ontstaan geen zettingsverschillen tussen de gevels en worden zettingsproblemen met kabels en leidingen voorkomen. Ook zijn aanvullende garanties nodig, omdat het aanbod van de aannemer nog niet geheel is uitgewerkt. De zettingsnorm wordt maar net gehaald en is gebaseerd op theoretische berekeningen. De aannemer verwacht geen problemen met zijwaartse druk op het omliggende veen, maar die zekerheid is er pas bij of na uitvoering. Hier moeten heldere afspraken en garanties over komen.

### **Voorkeur: bodemvervangend**

Rekening houdend met de randvoorwaarden is op basis van dit onderzoek de bodemvervangende methode de beste oplossing voor het project WeidZ. Als er bij bodemvervanging beperkte zettingsverschijnselen optreden in het gebied, treden die voor in

het hele gebied. Binnen het gebied zullen naar verwachting geen grote verschillen ontstaan door zettingen van de bodem. Bij de fixerende methode echter, zijn die verschillen wel te verwachten omdat deze methode alleen bij de wegen en de woningen wordt toegepast. De verschillen met de tuinen en het openbaar groen zullen op termijn groot worden. Financieel gezien is bodemvervanging niet duurder dan fixatie. Bij bodemvervanging moeten de garanties van de aannemer wel goed worden beschreven, zodat het risico als gevolg van mogelijke hogere zettingen niet bij de gemeente komt te liggen.

## 6. Aanbevelingen

1. Bij projecten waarbij sprake is van slappe bodems vasthouden aan het principe 'meebewegende/drijvende fundering, tenzij'. De ontwikkelende partijen moeten deze methode als uitgangspunt voor inrichtingsplannen hanteren, behalve als er zwaarwegende argumenten zijn voor een alternatieve fundering.
2. Het meebewegend bouwen verder uitwerken. Dit betreft met name de uitwerking van de techniek.
3. Bij bodemvervangende funderingen jaarlijks de zettingen monitoren zodat de zettingskarakteristiek in beeld gebracht kan worden.
4. Blijvend kennis vergaren over nieuwe zettingsvrije en zettingsarme constructies.
5. Projecten met afwegingen over funderingen altijd doorrekenen door middel van een lifecycleberekening.

## **Bijlagen:**

1. Financiële doorrekening LCC methode met toelichting
2. Voorbeeld informatie aan eigenaren in verband met zettingen

Bijlage 1 Financiële doorrekening LCC methode met toelichting

## Bijlage 2 Voorbeeld informatie aan eigenaren in verband met zettingen

### **Zettingen (uit technische omschrijving [www.burggooi.nl](http://www.burggooi.nl))**

*Voorbehoud ten aanzien van de grond.*

*De grond, waarop uw woning gebouwd wordt, is gezien de samenstelling ter plaatse, gevoelig voor bovengemiddelde en – in ieder geval de eerste jaren – voortdurende zetting.*

*Zetting is een proces waar grond onder invloed van een belasting wordt samengedrukt. Hierbij wordt water en lucht uit de poriën geperst. De zettingsnelheid hangt af van de textuur en structuur van de grond en het watergehalte, de omvang van de belasting en de eerdere belastingen. Een zetting van meer dan XX cm in 5 jaar is niet uitzonderlijk in dit gebied.*

*Het openbare gebied (straten, groenvoorzieningen etc.) inclusief een gedeelte van uw voortuin is voorbelast zodat bij de start van de bouw de grond reeds 'gezet' is. Ondanks deze voorzorgen kunnen wij niet voorkomen dat er een (blijvende) zetting van zowel de voor- als achtertuin optreedt. U dient zelf maatregelen te nemen (aanvullen met grond in de tuin, een strook met grind rondom de gevel) als zetting optreedt om de tuin op hoogte te houden en te voorkomen dat er rondom de woning kuilen ontstaan door eventueel wegspoelen van de grond.*

#### *Gebruiksvoorschriften tuin*

*U dient de aansluiting van de grond met de woningentree en de terrasdeuren op hoogte te houden evenals de rest van de tuin.*

*Wij adviseren u met nadruk om rondom de woning en de tuin een strook grind aan te brengen en van tijd tot tijd aan te vullen.*

*Als u verhardingen aanbrengt rondom uw woning wijzen wij u erop dat deze verhardingen, inclusief het benodigde zandpakket, door hun gewicht extra zettingen kunnen veroorzaken. Ook het aantrillen van de grond veroorzaakt zettingen. Voor aanvullingen en ophogingen kunt u het beste grond met een laag soortelijk gewicht toepassen. Hiermee wordt de druk op de ondergrond beperkt en worden zettingen niet versneld.*

*Wij adviseren u het afschot van de verharding van de woning af te laten lopen (d.w.z. van de gevel af de tuin in).*

*De verharding dient ook los van de woning gehouden te worden en minimaal 50 mm lager dan de onderdorpels aangelegd te worden, m.u.v. de woningentreedeur.*

*Wij wijzen u erop dat zettingen van de grond zich eerder aftekenen bij verharde oppervlaktes. Ook zijn de mogelijk noodzakelijke ophogingen die u in de komende jaren dient uit te voeren minder gemakkelijk en mogelijk kostbaarder bij verharde oppervlaktes.*

*Bijgebouwen die niet op een paalfundering geplaatst worden kunnen daarbij uit het lood gaan staan als gevolg van niet gelijkmatige zakkingen.*

*Wij raden u aan de aansluitingen van riolering en overige nutsleidingen te controleren voordat ophoogwerkzaamheden worden uitgevoerd.*

*XX aanvaardt geen aansprakelijkheid ter zake dit zettingsproces en de eventueel daaruit voortvloeiende gevolgen.*





### Veenweiden in beweging

#### *Gebied Van Teylingenweg*

Rondom de Van Teylingenweg speelt een aantal zaken. Weggebruikers klagen over de staat van de weg en de veiligheid. De wegen in het veenweidegebied zijn aangelegd in een tijd dat vooral landbouwverkeer over de weg reed, met lichtere voertuigen dan nu. De tijden zijn veranderd, landbouwmachines en vrachtwagens zijn zwaarder en breder geworden. De landbouw deelt de weg met veel andere gebruikers waaronder kwetsbaar fietsverkeer. Steeds vaker zijn er signalen dat gebruikers elkaar letterlijk in de weg zitten. Met overlast en gevaarlijke situaties tot gevolg.

Naast zorgen zijn er ook ambities. Ondernemers in het gebied maken plannen en de Stuurgroep Landbouw van Utrecht-West onderzoekt of de tijd rijp is voor een kavelruil om de landbouwstructuur te verbeteren. Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden zoekt naar waterberging in haar beheergebied en wil bodemdaling remmen. Het gebied zal veranderen en dit betekent wellicht ook andere eisen aan infrastructuur. Als problemen rond logistiek en mobiliteit worden opgelost neemt de leefbaarheid van het gebied en de aantrekkelijkheid voor recreanten toe. Het vestigingsklimaat voor alle ondernemers verbetert. Minder transport spaart kosten voor de boer en is goed voor het imago van de landbouw. Iedereen heeft belang bij veilig verkeer en als belastingbetaler hebben we ook belang bij lagere kosten van aanleg en beheer van wegen.

#### *Samenwerken*

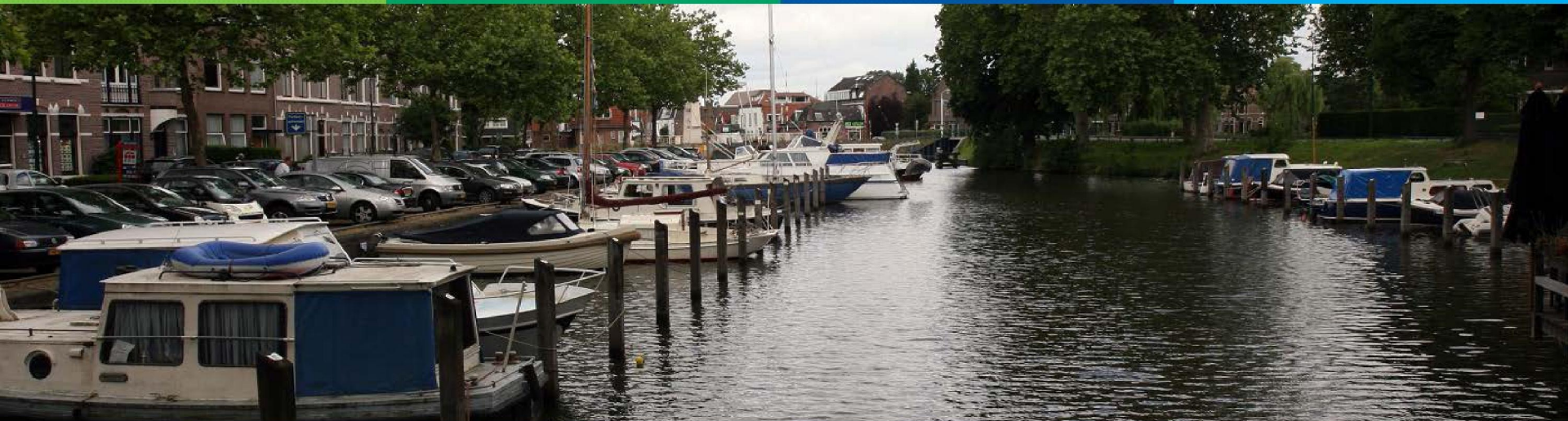
Gemeente Woerden ontwikkelde samen met provincie Utrecht, de Gebiedscommissie Utrecht-West, Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, het Veenweide Innovatiecentrum en agrarische ondernemersorganisatie LTO Noord een plan van aanpak om ervaring op te doen om het probleem van mobiliteit en infrastructuur aan te pakken om ook in andere gebieden aan de slag te gaan. Een integrale aanpak samen met partners (ondernemers, inwoners, overheden) uit dit gebied is daarbij het uitgangspunt. Daarom nemen we de kavelruil, het peilbesluit en de waterberging mee in de zoektocht naar een oplossing voor de mobiliteit en infrastructuur.

#### *Onderzoek*

Roelof Westerhof, projectleider Veengebied in beweging, heeft de afgelopen maanden diverse gesprekken gevoerd met agrariërs, bewoners en met een delegatie van het Dorpsplatform Kamerik. Hieronder volgt een korte samenvatting van acties en resultaten:

- Tijdens een bijeenkomst van het Dorpsplatform is het project voorgesteld aan belanghebbenden. Het Dorpsplatform is een goede partner gebleken met goede ingangen in het gebied.
- Bewoners van het gebied hebben met de wegbeheerder van gemeente Woerden een schouw gehouden en afspraken gemaakt over onderhoud en communicatie.
- Met een kleine groep gebiedsexperts zijn knelpunten en ideeën in kaart gebracht waarop we kunnen voortbouwen.
- De onafhankelijk adviseur ruimtelijke kwaliteit van de provincie Utrecht, Paul Roncken, is aangehaakt bij dit project.

- De gebiedscommissie Utrecht-West heeft onderzoeken naar kavelruil en mobiliteit uitgezet die duidelijkheid kunnen geven over effectiviteit van oplossingen. De eerste resultaten daarvan zijn positief.
- Met zes jongeren (18-28 jaar) uit het gebied is een jongerenmanifest gemaakt waarin zij vragen om met bepaalde zaken rekening te houden bij het nadenken over de toekomst van het gebied. Dit manifest willen ze graag aanbieden aan de bestuurders van gemeente, waterschap en provincie.
- De commissie Ruimtelijke kwaliteit en Erfgoed van gemeente Woerden is betrokken en participeert bij het maken van een afwegingskader voor oplossingsrichtingen.
- Tijdens een openbare bijeenkomst van de dorpsraad op 30 oktober 2017 is de haalbaarheid en wenselijkheid van een aantal ideeën besproken. Dit geeft richting aan het vervolgtraject.
- Tijdens een bestuurlijk overleg op 30 oktober 2017 is besloten om een koersdocument op te stellen om het project Veengebied in beweging goed af te stemmen met ontwikkelingen bij gemeente Woerden (planning groot onderhoud, regulier beheer, planologische ontwikkelingen), waterschap (peilbesluit, waterberging) en provincie (kavelruil, planologische ontwikkelingen). Dit koersdocument vormt de basis voor besluitvorming over het vervolgtraject in 2018 en 2019.



# Foto's Natuurlijk! De watervriendelijke tuin



gemeente  
**WOERDEN**

# Natuurlijk! De watervriendelijke tuin: 8 april



# Natuurlijk! De watervriendelijke tuin: 8 april



# Natuurlijk! De watervriendelijke tuin: 17 juni



# Natuurlijk! De watervriendelijke tuin: 17 juni



## Oude tuin van de deelnemer met de derde plaats





# Nieuwe tuin van de deelnemer met de derde plaats



# Oude tuin van de deelnemer met de tweede plaats



# Nieuwe tuin van de deelnemer met de tweede plaats



# Oude tuin van de deelnemer met de eerste plaats



# Nieuwe tuin van de deelnemer met de eerste plaats



