

1


Witteveen + Bos

Project Onderzoek alternatieve vormen van bouwen/funderen en bouwrijp maken in de Zuidplas
Opdrachtgever Gemeente Zuidplas
Document Beschouwing bouwen op slappe bodem in Zuidplaspolder

Status Definitief 2
Datum 21-02-2020
Referentie 117641

Projectcode 117641
Projectleider ir. D.J. Biron
Projectdirecteur ing. M.T. Marshall Mtech

Auteur(s) ir. D.J. Biron
Gecontroleerd door ing. M.T. Marshall MTech
Goedgekeurd door ir. D.J. Biron

Paraaf 

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.
© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeleevoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Leeuwenbrug 8 | Postbus 233 | 7400 AE Deventer | +31 (0)570 69 79 11 | www.witteveenbos.com | KvK 38020751

2

2

Beschouwing van methoden van bouwen op een slappe bodem in het Middengebied Zuidplaspolder

1. Methoden van Bouwrijp maken gebieden
2. Methoden van funderen van gebouwen
3. Drijvend bouwen van woningen

Belangrijke vragen:

- Wat zijn de voor- en nadelen van deze manieren?
- Waar zijn voorbeelden te vinden van deze manieren of zijn reeds onderzoeken naar uitgevoerd?
- Welke additionele eisen stellen deze manieren aan het ontwerp en inrichting van een wijk?

3

3

1. Methoden van Bouwrijp maken voor het Middengebied

- Cunettenmethode (zand waar het moet en ophogen met grond waar het kan):
 - zand t.p.v. verhardingen en waterbodems
 - overig met grond
- Integraal ophogen:
 - op de gehele bouwlocatie een laag zand aanbrengen
- Overige methoden
 - partieel ophogen (Wetland)
 - het terrein (deels) ophogen met lichtgewicht materiaal (zoals EPS)
 - paalmatras
 - drijvend bouwen

4

4

Cunettenmethode

Ophogen met grond (o.a. kavels) en
wegen/openbare ruimte ophogen met zand

Voordelen:

- In het algemeen goedkoper dan integraal
- Circulariteit positief (minder primair gewonnen grondstof)

Nadelen:

- Inrichtingsplan moet zeer vroegtijdig bekend zijn en wijzigingen hebben (in potentie grote) financiële gevolgen



5

5

Integraal ophogen

Op de gehele bouwlocatie een laag zand
aanbrengen (minimale laagdikte 0,70 m)

Voordelen:

- Vrijheid om het inrichtingsplan te wijzigen
- Draagkracht / begaanbaarheid bouwterrein
- Geen nalevering van nutriënt en dus beter voor de waterkwaliteit t.o.v. waterbodem van klei

Nadelen:

- Zandwinning (circulariteit)
- Meerkosten zand



6

6

Partieel ophogen (Wetland) (1)

Wegen en voortuin ophogen en delen plangebied zoals achtertuinen en openbaar groen niet ophogen

Voordelen:

- Verminderen gebruik van zand
- Mogelijk om dichtbij belendingen te bouwen
- Verlaagd maaiveld (openbaar gebied) kan gebruikt worden als waterberging (wadi's)

Nadelen:

- Noodzaakt extra communicatie en verwachtingenmanagement
- Gepaste beheersregime bepalen in inbedden



Woonrijk Westergouwe, Gouda in strook naast BAL-1

7

7

Partieel ophogen (Wetland) (2)



8

8

Partieel ophogen (Wetland) (3)



9

9

Het terrein ophogen met lichtgewicht materiaal (zoals EPS)

Voordelen:

- Verminderen gebruik van zand
- Snelheid (weinig zettingstijd)
- Dichtbij belendingen toe te passen

Nadelen:

- Kabels en leidingen lastig te regelen
- Geen vrijheid om het inrichtingsplan te wijzigen
- Hoge kosten
- Weinig ervaring op grote schaal



10

10

Paalmatras

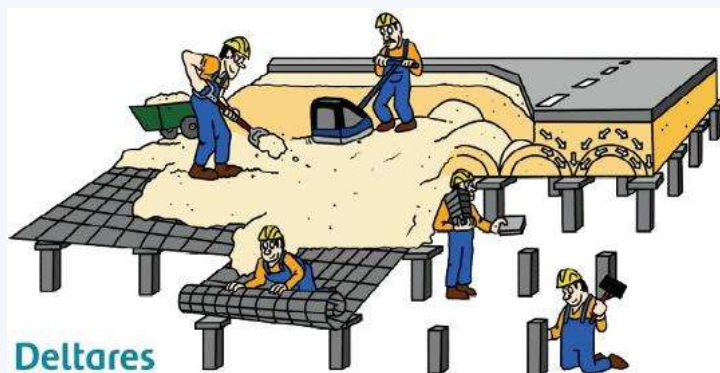
Onderheid funderingsconstructie

Voordelen:

- Verminderen gebruik van zand
- Snelheid (weinig zettingstijd)
- Dichtbij belendingen toe te passen

Nadelen:

- Kabels en leidingen lastig te regelen
- Geen vrijheid om het inrichtingsplan te wijzigen
- Hoge kosten



11

11

Onderzoek Gemeente Woerden (2019)

Haalbaarheidsonderzoek naar toekomstbestendige bouwrijpmethoden voor projectontwikkeling op de Slappe gronden binnen de gemeente Woerden laat zien dat keuze funderingstechniek bepaald worden door type project. Bij een nieuwbouwwijk wordt vaak vanwege een optimale kosten/waarde afstelling gekozen voor een techniek waarmee als het ware een situatie wordt gecreëerd om optimaal te ontwikkelen door integraal op te hogen of de cunettenmethode toe te passen.



Funderingstechnieken

Rapportage vergelijking funderingstechnieken

Gemeente Woerden

25 februari 2019

12

12

2. Methode van funderen van gebouwen materieel voor Middengebied

- Fundering op palen
- Fundering op staal
- Drijvend bouwen

13

13

Fundering op prefab betonpalen

Voordelen:

- Traditioneel methode
- Ontwerp is simpel en weinig risico
- Relatief goedkoop

Nadelen:

- Circulariteit niet gunstig vanwege beton

Risico op toename kwel bij grond verdringende rechthoekige palen zonder verbrede voet is gering



14

14

Fundering op staal (zonder palen)

Voordelen:

- Relatief goedkoop
- Circulariteit positief

Nadelen:

- Ontwerp is complex met meer onzekerheid
- Haalbaarheid is afhankelijk van een stabiele bodem met beperkte rest- en ongelijkmatige zetting



Betonplaat op staal, Voorhout

15

15

Drijvend bouwen

Voordelen:

- Waterberging
- Geen zetting
- Circulariteit

Nadelen:

- Moet voldoende waterdiepte zijn met groot opbarstrisico en kwel toenaam;
- Relatief duur



Schoonschip, Amsterdam

16

16

3. Drijvend bouwen (infrastructuur en “openbare” ruimte)

Voor een drijvende wijk(je) is de aanleg van twee toegangswegen voor ontsluiting voor gemotoriseerd verkeer noodzakelijk. De drijvende woningen zijn met de toegangswegen verbonden met steigers. Aandacht voor parkeercoffers zijn noodzakelijk.

De toegangswegen zijn openbaar en dienen dus te voldoen aan alle eisen van de openbare ruimte (zettingen, drooglegging en beheersbaarheid).

Nutsvoorzieningen lopen via de toegangswegen en de steigers naar de woningen. Steigers in combinatie met kabels en leidingen is geen gemakkelijke opgave. Nutsbedrijven gingen bij de Waterbuurt (Woerden) niet akkoord met een drijvende steiger. De condities voor de kabels en leidingen moesten hetzelfde zijn als onder een gewone weg.

Dus kan gesteld worden dat een drijvende infrastructuur (toegangswegen) en toegangsteigers niet een kansrijke optie is.

Voor drijvend bouwen is tevens de kwaliteit van het onder- en omliggend water van groot belang!

17

17

Onderzoek Gemeente Woerden (2019)

Veenetië: Een onderzoek naar de haalbaarheid van drijvend bouwen in veenweidegebied

Het onderzoeksproject Veenetië heeft inzichten opgeleverd in de vele kansen en risico's voor drijvend bouwen in veenweidegebied. Vanuit de invalshoeken van ontwerp, techniek, wetgeving en financiën werd de haalbaarheid kansrijk geschat mits een grondige locatieafweging wordt uitgevoerd en concrete randvoorwaarden worden gecreëerd en meegegeven aan ontwikkelaars van vastgoed.



18

18

De methode drijvend bouwen is nog relatief jong. Waar steeds meer ervaring wordt opgedaan met drijvende woningen, ontbreken voorbeelden van wijken waarbij de gehele openbare ruimte en woningen drijvend zijn aangelegd. Belangrijkste aandachtspunten zijn de flexibele aansluitingen tussen verschillende wijkonderdelen, aanpak kabels en leidingen, oog voor waterkwaliteit, aanvoer van drijvende woningen en vroegtijdige afstemming met betrokken partijen. Betaalbaarheid en mate van acceptatie in de woningmarkt zijn ook zwaarwegende aandachtspunten.



19

19

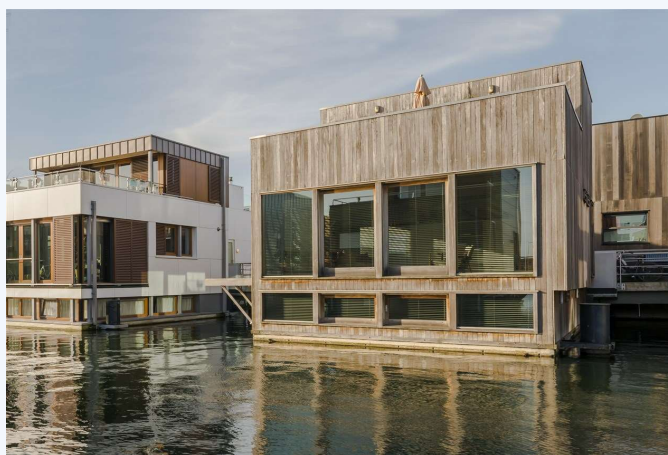
Drijvend bouwen nader beschouwd

Voordelen:

flexibiliteit voor inrichtingsplan, weinig materiaalgebruik, klimaatadaptief, korte uitvoeringsduur (in plangebied), geen invloed op zettingsgevoelige infrastructuur en bebouwing in de omgeving, weinig overlast voor de omgeving tijdens uitvoering.

Nadelen:

zeer lage woningdichtheden, lange voorbereidingstijd, aantal juridische en financiële obstakels, nieuwe manier van inrichting openbare ruimte, uitdaging om waterpartijen met voldoende diepte te realiseren.



Steigereiland, Amsterdam

20

20

Waterkwaliteit en drijvend bouwen

Voor drijvend bouwen is de kwaliteit van het onder- en omliggend water van nog groter belang dan wanneer de woning wat verder van het oppervlaktewater is verwijderd. Dit stelt extra eisen aan het watersysteem en de onderhoudbaarheid daarvan. Dit uit zich in randvoorwaarden zoals:

- Omdat waterkwaliteit in plassen in het plangebied lastiger zullen zijn te bewerkstelligen is er voorkeur voor meer m1 oevers per m2 wateroppervlakte (dus liever sloten);
- Minimale waterdiepte onder het drijflichaam van de woningen: 60 - 100 cm vanwege noodzaak van voldoende circulatie om waterkwaliteit te beheersen. Hierdoor diep water noodzakelijk (bij een drijflichaam van 1m is waterdiepte tot ca. 2 m noodzakelijk). Het zo veel opzetten van water op grote schaal in het plangebied vergt waterscheidingen en waterbeheerssystemen. Invloed op omliggende gebieden moeten worden beschouwd. Diepe plassen zijn ongunstig voor waterkwaliteit. Dus is het bij het nastreven van een drijvend wijk geadviseerd stedenbouwkundig voor een slagenstructuur te kiezen.

21

21

Samenvatting Afwegingen tussen methoden van bouwrijp maken

	Integraal ophogen	Cunettenmethode	Partieel ophogen	ophogen met lichtgewicht materiaal	paalmatras	drijvend bouwen
tijdsduur voorbereiding	+	-	-	--	--	-
flexibiliteit inrichtingsplan	+	+/-	+/-	--	--	+/-
duurzaamheid materiaal/energie	+/-	+	++	--	--	++
duurzaamheid klimaatadaptie/ leefomgeving / bodem	+	+	++	+/-	+/-	++
waterkwantiteit	+/-	+/-	+	+/-	+/-	+
Waterkwaliteit	+	+/-	+	+/-	-	+/-
juridische aspecten	++	++	++	+	+	-
toekomstige bewoners	++	+/-	+/-	--	--	+
tijdsduur uitvoering	--	+	+	-	-	+
complexiteit uitwerking dwarsprofiel	++	-	--	--	--	--
complexiteit zettingsgevoelige omgeving	--	+	+	+	+	+
overlast in uitvoering	+/-	+/-	+/-	-	-	+
beheer en onderhoud	++	++	-	+/-	+/-	+

22

22

Afwegingen tussen methoden van bouwrijp maken

Uit het voorgaande is op te maken dat er een zeer grote variatie aan voor en nadelen zijn rondom alle methoden van bouwrijp maken. Dit vraagt om een nadere duiding.

Er is duidelijk niet eenvoudig een optimale wijze van bouwrijp maken te concluderen uit het voorgaand tabel. Het optellen van bijv. plussen en minnen is daarbij niet behulpzaam, omdat per situatie een andere gewicht aan sommige criteria kunnen en moeten worden gehecht.

Wel kan gesteld worden dat de traditionele methoden van bouwrijp maken middels integraal ophogen met zand en ophogen middels de cunettenmethode positief scoren op criteria die voor beheerders van de openbare ruimte belangrijk zijn. Deze gaan wel gepaard met een langere duur van de uitvoering, maar levert een oplossing waarvan met grote mate van zekerheid gesteld kan worden dat zettingen beheerst zijn.

23

23

Deelconclusies funderingstechnieken bouwrijpmaken Middengebied

De traditionele methoden van bouwrijp maken middels integraal ophogen met zand, ophogen middels de cunettenmethode en waar mogelijk partieel ophogen worden als meest haalbare en duurzame grondverbeteringsmethoden voor het plangebied gezien. Belangrijk hierbij is de flexibiliteit in de planvorming en de grote mate van zekerheid dat zettingen beheerst zijn. Omdat lichtgewicht ophoogmaterialen en paalmatrasen relatief dure oplossingen zijn, zal hier minder snel voor gekozen worden (waarschijnlijk alleen op gebieden waar bijvoorbeeld vanwege aanwezige infrastructuur niet kan worden opgehoogd). Op de kreekruggen is een traditionele benadering (cunettenmethode) meest geschikt en duurzaam uitgaande van een passende bepaling van een optimale peil en drooglegging.

24

24

Deelconclusies funderingstechnieken woningen Middengebied- vervolg

Drijvend bouwen wordt slechts in beperkte omvang haalbaar geacht voor het Middengebied Zuidplaspolder. De financiële haalbaarheid –door de hoge kosten en lage bouwdichtheid- is een uitdaging en het noodzaakt een andere ontwerpbenadering voor onder andere de verdeling land en water, de ontsluiting van de wijk, parkeeroplossingen, de openbare ruimte en de aanleg van nutsvoorzieningen. De haalbaarheid is tevens afhankelijk van de lokale grondgesteldheid (opbarstgevoeligheid bodem) en de resulterende haalbaarheid van het realiseren van bredere watergangen en plassen. Haalbare omvang waterpartijen dient nader onderzocht te worden o.a. i.r.t. peilopzet en waterkwaliteit. Dominant traditioneel funderen op prefab betonpalen is nog steeds een passende en gewenste oplossing voor grootschalig woningbouw. Funderen op staal wordt niet haalbaar geacht.

25

25



www.witteveenbos.com

26