

Versiebeheer

Version	Version date	Changes
0.1	18-01-2026	Ter toetsing
1.0	25-01-2026	Definitief

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Doel van het rapport	5
1.3	Scope en afbakening	6
1.4	Toetskader en uitgangspunt	7
1.5	Leeswijzer	8
2	Project- en gebiedsbeschrijving	9
2.1	Ligging en kadastrale context	9
2.2	Bestaande situatie en gerealiseerde uitbouw	9
2.3	Voorgenomen situatie: zwembad	10
2.4	Regionale waterkering en zonering	10
2.5	Relatie projectonderdelen en waterkering	11
3	Bronnen, normen en uitgangspunten	12
3.1	Projectspecifieke bronnen	12
3.2	Waterkering en ligging	12
3.3	Bronnen, bodem en ondergrond (BRO)	13
3.4	Openbare bronnen – grondwater en maaiveld	13
3.5	Normen en richtlijnen	14
3.6	Algemene uitgangspunten en aannames	14
4	Geometrie en maatvoering	16
4.1	Uitgangspunt maatvoering	16
4.2	Geometrie uitbouw	16
4.3	Geometrie zwembad	17
4.4	Ligging ten opzichte van de waterkering	17
4.5	Beschouwde doorsneden	17
4.6	Relevantie voor berekeningen	18
5	Bodemopbouw en geohydrologische uitgangspunten	19
5.1	Algemeen	19
5.2	Regionale bodemopbouw	19
5.3	Historisch grondonderzoek	20
5.4	Vastgestelde bodemopbouw voor berekeningen	20
5.5	Grondwater en freatische lijn	21
5.6	Geohydrologische randvoorwaarden	22
5.7	Beperkingen en onzekerheden	22
5.8	Samenvatting uitgangspunten	23
6	Bijgebouw, paalfundering	24
6.1	Funderingsconcept en beoordelingskader	24
6.2	Geometrie, paalconfiguratie en ligging t.o.v. waterkering	24
6.3	Belastingen	25
6.4	Draagvermogen palen (UGT)	26
6.5	Negatieve kleef	26
6.6	Zettingen	27
6.7	Constructieve toets paal en funderingsconstructie	27

6.8	Waterkeringcheck: rekenkundige onderbouwing spanningsinvloed richting talud/glijvlak	28
6.9	Conclusie	30
7	Zwembad, fundering op staal	31
7.1	Constructief concept en beoordelingskader	31
7.2	Geometrie, ontgravingsdiepte en ligging t.o.v. waterkering	32
7.3	Belastingen	32
7.4	Draagkracht ondergrond (UGT)	33
7.5	Zettingen	34
7.6	Grondwater en opdrijven (UGT)	34
7.7	Bouwfase en ontgraving	35
7.8	Waterkeringcheck: spannings- en ontgravingsinvloed	36
7.9	Conclusie fundering zwembad	37
8	Waterkeringtoets, integrale beoordeling	38
8.1	Doel en toetskader	38
8.2	Beschouwde situaties	38
8.3	Macrostabiliteit – beoordelingsprincipe	39
8.4	Invloed bijgebouw (paalfundering) op macrostabiliteit	39
8.5	Invloed zwembad, belasting versus ontgraving	40
8.6	Grondwater en freatische lijn	41
8.7	Piping en kwel	42
8.8	Beheerbaarheid en toekomstige versterking	43
8.9	Samenvattende waterkeringbeoordeling	44
8.10	Conclusie waterkeringtoets	44
9	Conclusies en randvoorwaarden	45
9.1	Conclusies bijgebouw, paalfundering	45
9.2	Conclusies zwembad, fundering op staal	45
9.3	Conclusies waterkeringtoets	46
9.4	Randvoorwaarden en aandachtspunten	46
9.5	Eindconclusie	47
	Bijlage A: Overzichtstekening	48
	Bijlage B: Beschikbaar grondonderzoek	49

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Dit rapport beschouwt de civieltechnische, geotechnische en waterkeringsgerelateerde aspecten van een bijgebouw met zwembad op het perceel Suijkerberch 11 te Klundert. Het bijgebouw en het zwembad zijn gesitueerd binnen de beschermingszone van een regionale waterkering.

Het project betreft nadrukkelijk een bijgebouw en geen uitbouw van het bestaande woonhuis. Deze benaming wordt consequent gehanteerd in het kader van vergunningverlening en toetsing aan het waterkeringsbeleid.

Het bijgebouw heeft een footprint van circa $8,8 \text{ m} \times 5,4 \text{ m}$ en is gefundeerd op palen. De paalfundering en de vloer van het bijgebouw zijn reeds gerealiseerd. Bovenbouwkundige werkzaamheden zijn op het moment van opstellen van dit rapport nog niet uitgevoerd.

Het zwembad heeft een afmeting van circa $10,0 \text{ m} \times 4,0 \text{ m}$ en is gesitueerd in de nabijheid van het bijgebouw, eveneens binnen de beschermingszone van de waterkering. De ontgraving ten behoeve van het zwembad is reeds uitgevoerd en de zwembadvloer is reeds gestort. Daarmee is de meest kritische bouwfase, te weten de open ontgraving binnen het waterkeringsprofiel, afgerond.

Het rapport richt zich primair op de beoordeling van de reeds gerealiseerde situatie en de eindsituatie, met aandacht voor:

- de invloed van de gerealiseerde fundering en vloer op de stabiliteit van de waterkering;
- de gevolgen van de ontgraving en aanwezigheid van het zwembad;
- de borging van waterkeringsveiligheid in zowel eindsituatie als resterende uitvoeringsfase.

Aannames over langdurige open ontgravingen of grootschalige tijdelijke bouwfasen zijn niet van toepassing, aangezien deze werkzaamheden reeds zijn afgerond.

1.2 Doel van het rapport

Het doel van dit rapport is het onderbouwen dat de reeds gerealiseerde en nog te realiseren onderdelen van het bijgebouw en het zwembad aan de Suijkerberch 11 te Klundert geen nadelige invloed hebben op de veiligheid, stabiliteit en beheerbaarheid van de regionale waterkering.

Het rapport is opgesteld ten behoeve van vergunningverlening en toetsing door het bevoegd gezag en de waterkeringbeheerder en richt zich op de civieltechnische, geotechnische en waterhuishoudkundige aspecten van de ingreep binnen de beschermingszone van de waterkering.

De reikwijdte van dit rapport omvat:

- de beoordeling van de invloed van de reeds gerealiseerde paalfundering en vloer van het bijgebouw op de waterkering;
- de beoordeling van de invloed van de ontgraving en de gerealiseerde vloer van het zwembad;
- een beschouwing van de eindsituatie met betrekking tot stabiliteit, zettingsgedrag, piping- en kwelrisico's;
- een beoordeling van de resterende uitvoeringsfase voor zover deze relevant is voor de waterkering.

De beoordeling is gebaseerd op beschikbare tekeningen, historisch grondonderzoek en gangbare civieltechnische en geotechnische beoordelingsmethoden. Waar nodig zijn aannames gehanteerd; deze zijn expliciet benoemd en conservatief gekozen.

Dit rapport bevat geen gedetailleerd uitvoeringsontwerp en vervangt geen aanvullende berekeningen of onderzoeken die door het bevoegd gezag of de waterkeringbeheerder kunnen worden verlangd in het kader van vergunningverlening. Evenmin worden constructieve berekeningen van het bijgebouw of het zwembad behandeld, voor zover deze geen directe relatie hebben met de waterkeringsveiligheid.

De focus van dit rapport ligt nadrukkelijk op het aantonen dat de ingreep, zowel in de huidige situatie als in de eindsituatie, past binnen de randvoorwaarden van waterkeringsveiligheid en geen belemmering vormt voor toekomstig beheer of eventuele versterking van de waterkering.

1.3 Scope en afbakening

Dit rapport heeft betrekking op de beoordeling van de civieltechnische, geotechnische en waterkeringsgerelateerde aspecten van het bijgebouw en het zwembad op het perceel Suijkerberch 11 te Klundert, voor zover deze gelegen zijn binnen de beschermingszone van de regionale waterkering.

De scope van dit rapport omvat:

- de invloed van de reeds gerealiseerde paalfundering en vloer van het bijgebouw op de stabiliteit en veiligheid van de waterkering;
- de invloed van de reeds uitgevoerde ontgraving en de gerealiseerde vloer van het zwembad;
- de beoordeling van de eindsituatie met betrekking tot stabiliteit, piping- en kwelrisico's;
- de borging van de beheerbaarheid en onderhoudbaarheid van de waterkering.

De scope van dit rapport is nadrukkelijk beperkt tot aspecten die relevant zijn voor de waterkeringsveiligheid. Constructieve berekeningen van het bijgebouw en het zwembad, alsmede architectonische, installatietechnische en bouwfysische aspecten, vallen buiten de reikwijdte van dit rapport.

Eveneens buiten de scope van dit rapport vallen:

- een volledige macrostabiliteitsberekening van de waterkering;
- een gedetailleerde piping- of kwelberekening;
- ontwerp- of uitvoeringsberekeningen van tijdelijke bouwfasen, voor zover deze geen directe relatie hebben met de waterkeringsveiligheid;
- de toetsing aan bouwregelgeving anders dan waterkeringsgerelateerde regelgeving.

Het rapport is opgesteld op basis van de beschikbare gegevens en de feitelijke situatie ten tijde van het opstellen. Eventuele aanvullende onderzoeken, berekeningen of voorwaarden die door het bevoegd gezag of de waterkeringbeheerder worden verlangd in het kader van vergunningverlening, vallen buiten de directe scope van dit rapport en kunnen separaat worden opgepakt.

1.4 Toetskader en uitgangspunt

De beoordeling in dit rapport is uitgevoerd in het kader van vergunningverlening voor werkzaamheden binnen de beschermingszone van een regionale waterkering. Daarbij is getoetst of de gerealiseerde en nog te realiseren onderdelen van het bijgebouw en het zwembad geen nadelige invloed hebben op de veiligheid, stabiliteit en beheerbaarheid van de waterkering.

1.4.1 Toetskader en normatieve basis

De beoordeling is uitgevoerd met inachtneming van de volgende wet- en regelgeving, normen en beleidsdocumenten:

- Waterwet en bijbehorende regelgeving, voor zover van toepassing op regionale waterkeringen;
- Keur en beleidsregels van de waterkeringbeheerder, inclusief bepalingen voor werkzaamheden binnen kernzone en beschermingszone;
- NEN 9997-1 + C1 (Eurocode 7) – Geotechnisch ontwerp, als leidraad voor grondmechanische beschouwingen;
- NEN-EN 1997-1 (Eurocode 7) – algemene uitgangspunten geotechnische veiligheid;
- Handreiking Toetsen op Veiligheid Regionale Waterkeringen (IPO/Unie van Waterschappen), voor beoordelingssystematiek;
- Leidraad piping (Rijkswaterstaat / waterschappen), voor screening van piping- en kwelrisico's;
- Gangbare civieltechnische en geotechnische praktijkrichtlijnen voor vergunningtoetsen binnen waterkeringszones.

De toetsing is uitgevoerd op het niveau van een vergunningstoets en heeft een beschouwend en verifiërend karakter. Er is geen sprake van een volledige ontwerp- of versterkingsberekening van de waterkering conform het Wettelijk Beoordelingsinstrumentarium (WBI).

1.4.2 Uitgangspunten beoordeling

Als uitgangspunt voor de beoordeling is gehanteerd dat:

- het bijgebouw en het zwembad zijn gesitueerd binnen de beschermingszone van een regionale waterkering, aan de binnendijkse zijde;
- de paalfundering en de vloer van het bijgebouw reeds zijn gerealiseerd;
- de ontgraving en de vloer van het zwembad reeds zijn gerealiseerd, waarmee de meest kritische bouwphase is afgerond;
- geen ontgravingen hebben plaatsgevonden aan de teen of kruin van de waterkering;
- geen ingrepen zijn uitgevoerd aan de buitendijkse zijde van de waterkering;
- geen langdurige open ontgravingen aanwezig zijn of zullen ontstaan;
- de belastingtoename als gevolg van het bijgebouw lokaal en beperkt is ten opzichte van het bestaande waterkeringslichaam.

Voor de geotechnische beoordeling is gebruikgemaakt van beschikbare tekeningen, historisch grondonderzoek en gangbare geotechnische inzichten. Waar specifieke gegevens ontbreken, zijn aannames gehanteerd die conservatief zijn gekozen en expliciet in het rapport zijn benoemd. De toetsing richt zich op de huidige situatie en de eindsituatie. Eventuele aanvullende eisen, nadere berekeningen of aanvullend onderzoek die door de waterkeringbeheerder of het bevoegd gezag worden verlangd, vallen buiten de directe reikwijdte van dit rapport.

1.5 Leeswijzer

Hoofdstuk 1 beschrijft de projectomschrijving, het doel, de scope en afbakening, het toetskader en de gehanteerde uitgangspunten, alsmede de leeswijzer van dit rapport.

In hoofdstuk 2 worden de beschikbare gegevens en bronnen toegelicht, waaronder tekeningen, grondonderzoek en relevante locatiegegevens met betrekking tot de waterkering.

Hoofdstuk 3 beschrijft de bestaande situatie en de ligging van het bijgebouw en het zwembad ten opzichte van de regionale waterkering.

In hoofdstuk 4 wordt de geotechnische en waterkeringsgerelateerde beoordeling uitgewerkt, met aandacht voor stabiliteit, piping- en kwelrisico's en de invloed van de gerealiseerde werkzaamheden.

Hoofdstuk 5 bevat de beschouwing van de eindsituatie en de beoordeling van de beheerbaarheid en onderhoudbaarheid van de waterkering.

In hoofdstuk 6 zijn de conclusies en aandachtspunten samengevat.

Bijlagen bevatten ondersteunende tekeningen, figuren en achtergrondinformatie ter onderbouwing van de beoordeling.

2 Project- en gebiedsbeschrijving

2.1 Ligging en kadastrale context

Het project is gelegen aan de Suijkerberch 11 te Klundert, gemeente Moerdijk. Het perceel is kadastraal bekend bij het Kadaster als onderdeel van de bebouwde kom van Klundert. Op het perceel bevindt zich een bestaande woning, waarbij het bijgebouw en het zwembad zijn gesitueerd op het binnendijkse deel van het terrein.

Het bijgebouw en het zwembad zijn gelegen binnen de beschermingszone van een regionale waterkering. De waterkering is gelegen langs de rand van het perceel en vormt de scheiding tussen het binnendijkse gebied en het aangrenzende waterbergend of waterkerend systeem. De exacte begrenzing van de kernzone en beschermingszone volgt uit de legger van de waterkeringbeheerder. De ligging van het bijgebouw en het zwembad ten opzichte van de waterkering wordt gekenmerkt door:

- situering aan de binnendijkse zijde van de waterkering;
- ligging in het binnentalud van de waterkering;
- geen ingrepen aan de buitendijkse zijde;
- geen aantasting van de kruin of teen van de waterkering.

De ruimtelijke situering is weergegeven op de beschikbare uitvoeringstekening en situatietekeningen, waarin de positie van het bijgebouw, het zwembad en de paalfundering ten opzichte van het waterkeringsprofiel is vastgelegd.

De kadastrale context en de ligging binnen de beschermingszone maken dat voor de uitgevoerde en nog resterende werkzaamheden een vergunning of instemming van de waterkeringbeheerder is vereist. Dit rapport dient ter onderbouwing van die vergunningverlening en richt zich op de waterkeringsveiligheid in de huidige en eindsituatie.

2.2 Bestaande situatie en gerealiseerde uitbouw

De bestaande situatie betreft een perceel met een vrijstaande woning, gelegen aan de binnendijkse zijde van een regionale waterkering. In het binnentalud van deze waterkering zijn een bijgebouw en een zwembad gesitueerd.

Ten tijde van het opstellen van dit rapport zijn de volgende onderdelen reeds gerealiseerd:

- de paalfundering en vloer van het bijgebouw;
- de ontgraving ten behoeve van het zwembad;
- de vloer van het zwembad.

De bovenbouw van het bijgebouw is nog niet gerealiseerd. Er vinden geen ontgravingen meer plaats binnen het waterkeringsprofiel en er is geen sprake van langdurige open ontgravingen.

Het bijgebouw heeft een footprint van circa 8,8 m × 5,4 m en is gefundeerd op palen. De paalfundering is gesitueerd in het binnentalud van de waterkering. Uit de beschikbare tekeningen blijkt dat geen ingrepen hebben plaatsgevonden aan de kruin of teen van de waterkering en dat de buitendijkse zijde niet is beïnvloed.

Het zwembad heeft een afmeting van circa 10,0 m × 4,0 m en is eveneens gelegen binnen de beschermingszone van de waterkering. De ontgraving voor het zwembad is beperkt gebleven tot het benodigde volume en is direct gevolgd door het realiseren van de zwembadvloer, waardoor tijdelijke instabiliteitsrisico's zijn geminimaliseerd.

De bestaande situatie wordt daarmee gekenmerkt door een grotendeels gerealiseerde onderbouw, waarbij de meest kritische bouwfasen reeds zijn afgerond. De resterende werkzaamheden betreffen uitsluitend bovenbouwkundige en afwerkingswerkzaamheden, die geen relevante invloed hebben op de stabiliteit of veiligheid van de waterkering.

2.3 Voorgenomen situatie: zwembad

Het project omvat de realisatie van een zwembad binnen de beschermingszone van de regionale waterkering, aan de binnendijkse zijde van het perceel. Het zwembad heeft een afmeting van circa 10,0 m × 4,0 m en is gesitueerd in het binnentalud van de waterkering.

De ontgraving ten behoeve van het zwembad is reeds uitgevoerd en de vloer van het zwembad is reeds gerealiseerd. Daarmee is de meest kritische fase vanuit waterkeringsperspectief, te weten de open ontgraving binnen het waterkeringsprofiel, afgerond. De voorgenomen situatie betreft derhalve de verdere afbouw en ingebruikname van het zwembad.

Het zwembad wordt uitgevoerd als een waterdichte constructie, waarbij de belasting op de ondergrond voornamelijk bestaat uit het eigen gewicht van de constructie en het water in gevulde toestand. Deze belasting is lokaal en beperkt van omvang in verhouding tot het bestaande waterkeringslichaam.

Er vinden in de voorgenomen situatie geen aanvullende ontgravingen plaats en er worden geen werkzaamheden voorzien die ingrijpen in de kruin, teen of buitendijkse zijde van de waterkering. Evenmin wordt een structurele grondwaterverlaging of bemaling voorzien.

De voorgenomen situatie leidt daarmee niet tot een wijziging van het waterkeringsprofiel en heeft geen invloed op de stabiliteit, piping- of kwelgevoeligheid van de regionale waterkering.

2.4 Regionale waterkering en zonering

Het bijgebouw en het zwembad zijn gesitueerd binnen de beschermingszone van een regionale waterkering. Deze waterkering heeft tot doel het binnendijkse gebied te beschermen tegen hoge waterstanden in het aangrenzende watersysteem.

De regionale waterkering bestaat uit een waterkerend profiel met een kruin, een binnentalud en een buitentalud. Op basis van de beschikbare tekeningen en terreinobservaties is vastgesteld dat de ingreep is gesitueerd aan de binnendijkse zijde van de waterkering, binnen het binnentalud.

Conform de legger van de waterkeringbeheerder wordt onderscheid gemaakt tussen:

- de kernzone, waarin het waterkeringslichaam is gelegen;
- de beschermingszone, waarin beperkingen gelden voor werkzaamheden en bebouwing;
- eventuele buitenbeschermingszones, voor zover van toepassing.

Het bijgebouw en het zwembad zijn gelegen binnen de beschermingszone en deels binnen het binnentalud van de waterkering. Er vinden geen werkzaamheden plaats binnen de kruin of de buitendijkse zijde van de waterkering. Evenmin wordt de teen van de waterkering aangetast.

De zonering brengt met zich mee dat voor de uitgevoerde en nog te realiseren werkzaamheden instemming of vergunning van de waterkeringbeheerder vereist is. Dit rapport dient als technische onderbouwing waaruit blijkt dat de ingreep, gelet op ligging en aard, geen nadelige invloed heeft op de veiligheid, stabiliteit en beheerbaarheid van de regionale waterkering.

De exacte ligging van de kernzone en beschermingszone, alsmede de positie van het bijgebouw en het zwembad ten opzichte van deze zones, is weergegeven op de bijbehorende situatietekeningen.

2.5 Relatie projectonderdelen en waterkering

Het bijgebouw en het zwembad zijn gesitueerd binnen de beschermingszone van een regionale waterkering en bevinden zich aan de binnendijkse zijde van het waterkeringsprofiel. De relatie tussen de projectonderdelen en de waterkering wordt bepaald door de ligging in het binnentalud en de aard en omvang van de gerealiseerde constructies.

Het bijgebouw is gefundeerd op palen en heeft een beperkte footprint. De paalfundering is lokaal van aard en veroorzaakt geen continue belasting of lijnbelasting op het waterkeringslichaam. De palen zijn aangebracht binnen het binnentalud, zonder aantasting van de kruin, teen of buitendijkse zijde van de waterkering.

Het zwembad is eveneens gelegen binnen de beschermingszone. De ontgraving ten behoeve van het zwembad is reeds uitgevoerd en gevolgd door het realiseren van de zwembadvloer. Hierdoor is geen sprake van een langdurige open ontgraving binnen het waterkeringsprofiel. De constructie van het zwembad resulteert in een lokale en beperkte belasting van de ondergrond, die gering is in verhouding tot de omvang en het gewicht van het waterkeringslichaam.

Er zijn geen ingrepen uitgevoerd die leiden tot een wijziging van het waterkeringsprofiel of tot een verkorting van kwelweglengtes aan de buitendijkse zijde. Evenmin is sprake van structurele grondwateronttrekking of bemaling die invloed kan hebben op de waterkering.

De relatie tussen de projectonderdelen en de waterkering wordt daarmee gekenmerkt door een beperkte, lokale invloed binnen het binnentalud, zonder aantoonbare nadelige gevolgen voor de stabiliteit, piping- of kwelgevoeligheid en beheerbaarheid van de regionale waterkering.

3 Bronnen, normen en uitgangspunten

3.1 Projectsamenstellende bronnen

Voor de beoordeling van de invloed van het bijgebouw en het zwembad op de regionale waterkering is gebruikgemaakt van projectsamenstellende documenten en beschikbare achtergrondinformatie. Deze bronnen vormen de basis voor de beschouwingen en conclusies in dit rapport.

De volgende projectsamenstellende documenten zijn gehanteerd:

- Uitvoeringstekening van het bijgebouw met aanduiding van de paalfundering en de ligging ten opzichte van het waterkeringsprofiel, waaruit de positionering in het binnentalud en de relatie tot kruin en teen van de waterkering blijken.
- Situatie- en uitvoeringstekening van het zwembad, met afmetingen en ligging binnen de beschermingszone van de waterkering.
- Historisch grondonderzoek uitgevoerd ten behoeve van de bouw van de bestaande woning, bestaande uit een sondering met interpretatie van de ondergrondopbouw.
- Correspondentie met opdrachtgever waarin de feitelijke uitvoeringsstatus van het bijgebouw en het zwembad is bevestigd, waaronder de realisatie van de fundering en vloeren.

Daarnaast is gebruikgemaakt van algemeen beschikbare informatie, waaronder:

- openbare kaarten en gegevens met betrekking tot de ligging van regionale waterkeringen;
- leggerinformatie van de waterkeringbeheerder voor de afbakening van kernzone en beschermingszone;
- gangbare civieltechnische en geotechnische kennis en ervaring met vergelijkbare ingrepen binnen waterkeringszones.

De gehanteerde bronnen zijn beoordeeld op actualiteit en toepasselijkheid voor het doel van dit rapport. Waar informatie beperkt of historisch van aard is, is dit expliciet benoemd en zijn conservatieve aannames gehanteerd. De consequenties hiervan voor de beoordeling zijn in de verdere hoofdstukken toegelicht.

3.2 Waterkering en ligging

De regionale waterkering is gelegen langs de rand van het perceel Suijkerberch 11 te Klundert en vormt de scheiding tussen het binnendijkse gebied en het aangrenzende waterkerende systeem. De waterkering bestaat uit een waterkerend profiel met een kruin, een binnentalud en een buitentalud. Het bijgebouw en het zwembad zijn gesitueerd aan de binnendijkse zijde van de waterkering en liggen binnen de beschermingszone zoals vastgelegd in de legger van de waterkeringbeheerder. De ligging van de projectonderdelen wordt gekenmerkt door situering in het binnentalud van de waterkering.

Op basis van de beschikbare situatietekeningen en uitvoeringstekeningen is vastgesteld dat:

- geen werkzaamheden zijn of worden uitgevoerd op de kruin van de waterkering;
- de teen van de waterkering niet wordt aangetast;
- geen ingrepen plaatsvinden aan de buitendijkse zijde van de waterkering;
- het waterkeringsprofiel in zijn oorspronkelijke vorm behouden blijft.

De positionering van het bijgebouw en het zwembad leidt niet tot een wijziging van het profiel van de waterkering en beperkt zich tot lokale ingrepen binnen het binnentalud. De afstand tot kruin en teen is zodanig dat de primaire waterkerende functie van de waterkering niet wordt beïnvloed.

De ligging binnen de beschermingszone maakt dat de werkzaamheden vergunningplichtig zijn. Dit rapport dient als technische onderbouwing waaruit blijkt dat de huidige situatie en de eindsituatie geen nadelige gevolgen hebben voor de veiligheid, stabiliteit en beheerbaarheid van de regionale waterkering.

3.3 Bronnen, bodem en ondergrond (BRO)

Voor de beschouwing van de bodem- en ondergrondopbouw is gebruikgemaakt van projectspecifieke informatie en algemeen beschikbare gegevens uit de Basisregistratie Ondergrond (BRO). Deze informatie is benut om een representatief beeld te verkrijgen van de bodemopbouw ter plaatse en de mogelijke invloed daarvan op de waterkering.

Als primaire bron voor de ondergrondopbouw is een historisch grondonderzoek gebruikt dat is uitgevoerd ten behoeve van de bouw van de bestaande woning. Dit onderzoek bestaat uit een sondering waarmee de globale stratigrafie van de ondergrond inzichtelijk is gemaakt. De sondering geeft een beeld van de opbouw van de bovenliggende klei- en leemlagen, afgewisseld met veenachtige lagen, met daaronder een zandpakket op grotere diepte.

Aanvullend is gebruikgemaakt van informatie uit de BRO en openbare geologische en geotechnische kaarten om de regionale bodemopbouw te verifiëren. Deze bronnen bevestigen het beeld van een deklaag van relatief samenhangende grondlagen, met daaronder een zandige ondergrond die kenmerkend is voor dit gebied.

Het beschikbare grondonderzoek is van historische aard en niet specifiek uitgevoerd ten behoeve van een waterkeringtoets. Er zijn geen recente sonderingen, boringen of grondwatermetingen beschikbaar. Om die reden is de ondergrondbeschrijving in dit rapport indicatief van aard. Voor de beoordeling zijn conservatieve aannames gehanteerd met betrekking tot grondopbouw en grondgedrag, passend bij het doel van een vergunningtoets.

De beschikbare bodem- en ondergrondgegevens worden voldoende geacht voor een beschouwende beoordeling van de invloed van de gerealiseerde en voorgenomen projectonderdelen op de waterkering. Eventueel aanvullend locatie-specifiek onderzoek kan door het bevoegd gezag of de waterkeringbeheerder worden verlangd indien een meer gedetailleerde toetsing noodzakelijk wordt geacht.

3.4 Openbare bronnen – grondwater en maaiveld

Voor de beschouwing van grondwaterstanden en maaiveldhoogten is gebruikgemaakt van openbaar beschikbare gegevens en kaarten. Deze informatie is toegepast om een indicatief beeld te verkrijgen van de hydrologische situatie ter plaatse en de mogelijke relatie met de regionale waterkering. Openbare bronnen, waaronder gegevens uit de Basisregistratie Ondergrond en landelijke en regionale kaarten, geven aan dat de grondwaterstand in het gebied wordt beïnvloed door het omliggende watersysteem en het maaiveldverloop aan de binnendijkse zijde van de waterkering. De grondwaterstand volgt in hoofdlijnen het regionale peilbeheer, waarbij sprake is van relatief beperkte fluctuaties in normale omstandigheden.

Specifieke locatiegebonden metingen van de freatische grondwaterstand of stijghoogten zijn niet beschikbaar. In het kader van deze beoordeling is daarom uitgegaan van representatieve, conservatieve grondwaterstanden, passend bij de ligging binnen een binnendijks gebied nabij een regionale waterkering.

De maaiveldhoogte ter plaatse van het bijgebouw en het zwembad is afgeleid uit beschikbare kaartinformatie en situatietekeningen. Het maaiveld loopt globaal op richting de waterkering, overeenkomstig het profiel van het binnentalud. Er zijn geen aanwijzingen voor significante maaiveldverlagingen of ophogingen als gevolg van de uitgevoerde werkzaamheden.

De openbare gegevens worden voldoende geacht om de invloed van de projectonderdelen op de waterkering op beschouwend niveau te beoordelen. Voor een eventuele nadere detaillering of toetsing kan aanvullend locatie-specifiek onderzoek naar grondwaterstanden worden verlangd door het bevoegd gezag of de waterkeringbeheerder.

3.5 Normen en richtlijnen

De beoordeling in dit rapport is uitgevoerd met inachtneming van de geldende wet- en regelgeving, normen en richtlijnen die van toepassing zijn op werkzaamheden binnen en nabij regionale waterkeringen. De gehanteerde normen en richtlijnen zijn toegepast op het niveau van een vergunningtoets en dienen als kader voor een beschouwende beoordeling.

Als relevante wet- en regelgeving is aangesloten bij de Waterwet en de daarop gebaseerde regelgeving voor regionale waterkeringen, alsmede de Keur en bijbehorende beleidsregels van de waterkeringbeheerder. Deze vormen het juridische kader waarbinnen werkzaamheden binnen de kernzone en beschermingszone zijn gereguleerd.

Voor de geotechnische beschouwingen is gebruikgemaakt van de uitgangspunten uit NEN-EN 1997-1 (Eurocode 7) en de nationale bijlage NEN 9997-1, voor zover van toepassing op het beoordelen van grondmechanisch gedrag en stabiliteit. Deze normen zijn niet toegepast voor een volledige ontwerpberekening, maar als leidraad voor het hanteren van veilige en gangbare uitgangspunten. Voor de beoordeling van waterkeringsveiligheid is aangesloten bij algemeen gehanteerde richtlijnen en handreikingen voor regionale waterkeringen, waaronder richtlijnen voor het toetsen van stabiliteit en het beoordelen van piping- en kwelrisico's. Deze zijn gebruikt om te beoordelen of de ingreep, gezien aard en ligging, als niet-maatgevend kan worden beschouwd.

Daarnaast is gebruikgemaakt van gangbare civieltechnische en geotechnische praktijkrichtlijnen en ervaringskennis met vergelijkbare situaties binnen beschermingszones van waterkeringen. De genoemde normen en richtlijnen zijn toegepast in samenhang met de projectspecifieke situatie en de beschikbare gegevens. Waar exacte toetsing op normniveau niet mogelijk was vanwege beperkte gegevens, is een conservatieve en beschouwende benadering gehanteerd, passend bij het doel en de reikwijdte van dit rapport.

3.6 Algemene uitgangspunten en aannames

Dit rapport betreft een **herziene versie**, opgesteld naar aanleiding van ontvangen opmerkingen en nadere informatie van opdrachtgever. In dit kader zijn de uitgangspunten en aannames in deze paragraaf aangescherpt en afgestemd op de feitelijke uitvoeringsstatus van het project.

Uitgangspunt is dat het bijgebouw en het zwembad zijn gesitueerd binnen de beschermingszone van een regionale waterkering, aan de binnendijkse zijde van het waterkeringsprofiel. De ligging beperkt zich tot het binnentalud; kruin, teen en buitendijkse zijde van de waterkering worden niet beïnvloed. Op basis van de aangeleverde nadere informatie is vastgesteld dat de paalfundering en de vloer van het bijgebouw reeds zijn gerealiseerd conform de beschikbare uitvoeringstekening. Er vinden geen aanvullende funderingswerkzaamheden plaats die van invloed zijn op de waterkering.

Ten aanzien van het zwembad is vastgesteld dat de ontgraving is uitgevoerd en dat de zwembadvloer is gerealiseerd. Daarmee is geen sprake meer van een langdurige open ontgraving binnen het waterkeringsprofiel en is de meest kritische bouwphase afgerond.

Aangenomen wordt dat geen structurele bemaling of grondwateronttrekking heeft plaatsgevonden en dat in de eindsituatie geen bemaling nodig is. Eventuele tijdelijke grondwaterverlagingen tijdens de reeds uitgevoerde werkzaamheden zijn beperkt van omvang en duur geweest.

Voor de ondergrondopbouw is uitgegaan van beschikbare historische sonderingen en algemeen beschikbare informatie uit de Basisregistratie Ondergrond. Deze gegevens zijn indicatief van aard. Waar specifieke gegevens ontbreken, zijn conservatieve aannames gehanteerd, passend bij het niveau van een vergunningtoets.

Aangenomen wordt dat de belastingtoename als gevolg van het bijgebouw en het zwembad lokaal en beperkt is en geen significante invloed heeft op de globale stabiliteit van de waterkering of op piping- en kwelrisico's.

De beoordeling richt zich op de huidige situatie en de eindsituatie zoals deze thans bekend is. Wijzigingen in ontwerp, uitvoering of gebruik die afwijken van de in dit rapport beschreven situatie vallen buiten de uitgangspunten en kunnen aanleiding geven tot een herbeoordeling.

4 Geometrie en maatvoering

4.1 Uitgangspunt maatvoering

Deze paragraaf betreft een herziene uitwerking van de uitgangspunten voor maatvoering, opgesteld naar aanleiding van ontvangen opmerkingen en aanvullende informatie van opdrachtgever. De maatvoering is afgestemd op de feitelijke uitvoeringsstatus van het project.

Voor de beoordeling is uitgegaan van de volgende maatvoeringsgegevens.

Het bijgebouw heeft een footprint van circa $8,8\text{ m} \times 5,4\text{ m}$. De paalfundering en de vloer van het bijgebouw zijn reeds gerealiseerd conform de beschikbare uitvoeringstekening. De maatvoering van het bijgebouw is daarmee een vaststaand gegeven en vormt geen ontwerpuitgangspunt meer, maar een bestaande situatie.

Het zwembad heeft een afmeting van circa $10,0\text{ m} \times 4,0\text{ m}$. De ontgraving ten behoeve van het zwembad is reeds uitgevoerd en de vloer van het zwembad is gerealiseerd. Ook de maatvoering van het zwembad is gebaseerd op de gerealiseerde situatie.

De verticale maatvoering, waaronder ontgravingsdiepten en funderingsniveaus, is ontleend aan de beschikbare uitvoeringstekeningen en aangeleverde informatie. Aangezien de kritische bouwfasen reeds zijn afgerond, is de maatvoering uitsluitend relevant voor de beoordeling van de huidige situatie en de eindsituatie.

Voor de beoordeling van de invloed op de waterkering is de maatvoering beschouwd in relatie tot de ligging ten opzichte van kruin, binnentalud en teen van de waterkering. Er zijn geen maatvoeringen vastgesteld die duiden op aantasting van de kruin of teen, noch op ingrepen aan de buitendijkse zijde van de waterkering.

De gehanteerde maatvoering vormt de basis voor de verdere beschouwingen in hoofdstuk 4 en is afgestemd op het doel van een vergunningtoets. Wijzigingen in maatvoering of situering ten opzichte van de waterkering vallen buiten de uitgangspunten van dit rapport en kunnen aanleiding geven tot een herbeoordeling.

4.2 Geometrie uitbouw

Voor de beoordeling van de invloed van het bijgebouw op de regionale waterkering is uitgegaan van de onderstaande geometrische uitgangspunten.

- Het bijgebouw is gesitueerd aan de binnendijkse zijde van de regionale waterkering en ligt binnen de beschermingszone.
- De footprint van het bijgebouw bedraagt circa $8,8\text{ m} \times 5,4\text{ m}$.
- De fundering van het bijgebouw bestaat uit een paalfundering, waarbij de palen zijn gesitueerd binnen het binnentalud van de waterkering.
- De geometrie van het bijgebouw leidt niet tot aantasting van de kruin van de waterkering.
- De teen van de waterkering wordt niet aangetast.
- Er vinden geen ingrepen plaats aan de buitendijkse zijde van de waterkering.
- De bovenbouw van het bijgebouw is niet maatgevend voor de beoordeling van de waterkering, aangezien deze geen wijziging veroorzaakt in de ondergrondse geometrie of in het waterkeringsprofiel.

De genoemde geometrische uitgangspunten vormen de basis voor de verdere beschouwingen in hoofdstuk 4.

4.3 Geometrie zwembad

Voor de beoordeling van de invloed van het zwembad op de regionale waterkering is uitgegaan van de onderstaande geometrische uitgangspunten.

- Het zwembad is gesitueerd aan de binnendijkse zijde van de regionale waterkering en ligt binnen de beschermingszone.
- De footprint van het zwembad bedraagt circa 10,0 m × 4,0 m.
- De ontgraving ten behoeve van het zwembad is uitgevoerd binnen het binnentalud van de waterkering.
- De zwembadvloer is gerealiseerd en vormt de onderzijde van de constructie.
- De geometrie van het zwembad leidt niet tot aantasting van de kruin van de waterkering.
- De teen van de waterkering wordt niet aangetast.
- Er vinden geen ingrepen plaats aan de buitendijkse zijde van de waterkering.
- In de huidige en voorgenomen situatie vinden geen aanvullende ontgravingen plaats die leiden tot een wijziging van het waterkeringsprofiel.

De genoemde geometrische uitgangspunten vormen de basis voor de verdere beschouwingen in hoofdstuk 4.

4.4 Ligging ten opzichte van de waterkering

Voor de beoordeling van de invloed van het bijgebouw en het zwembad op de regionale waterkering is uitgegaan van de onderstaande uitgangspunten met betrekking tot de ligging ten opzichte van het waterkeringsprofiel.

- Het bijgebouw en het zwembad zijn gelegen aan de binnendijkse zijde van de regionale waterkering.
- De projectonderdelen bevinden zich binnen de beschermingszone van de waterkering, zoals vastgelegd in de legger van de waterkeringbeheerder.
- De ligging beperkt zich tot het binnentalud van de waterkering.
- De kruin van de waterkering wordt niet aangetast.
- De teen van de waterkering wordt niet aangetast.
- Aan de buitendijkse zijde van de waterkering vinden geen werkzaamheden of ingrepen plaats.
- Het waterkeringsprofiel blijft in zowel de huidige situatie als de eindsituatie ongewijzigd.
- De afstand van het bijgebouw en het zwembad tot kruin en teen is zodanig dat de waterkerende functie en stabiliteit van de waterkering niet worden beïnvloed.

De genoemde uitgangspunten met betrekking tot de ligging vormen de basis voor de verdere beoordeling van stabiliteit, piping- en kwelrisico's in de navolgende paragrafen.

4.5 Beschouwde doorsneden

Voor de beoordeling van de invloed van het bijgebouw en het zwembad op de regionale waterkering is uitgegaan van representatieve doorsneden door het waterkeringsprofiel en de projectonderdelen.

- De beschouwde doorsneden zijn loodrecht op de as van de regionale waterkering gesitueerd.
- In de doorsneden zijn het binnentalud, de kruin en de teen van de waterkering opgenomen.
- De ligging van het bijgebouw en het zwembad is in de doorsneden weergegeven in relatie tot het waterkeringsprofiel.
- De doorsneden zijn gebaseerd op beschikbare situatietekeningen en uitvoeringstekeningen.
- De doorsneden zijn gekozen op locaties waar de invloed van het bijgebouw en het zwembad op de waterkering representatief en maatgevend kan worden geacht.
- In de beschouwing is uitgegaan van de huidige situatie en de eindsituatie, waarbij geen tijdelijke bouwfasen met open ontgravingen zijn beschouwd.

De beschouwde doorsneden vormen de basis voor de geotechnische en waterkeringsgerelateerde beschouwingen in de vervolghoofdstukken.

4.6 Relevantie voor berekeningen

Voor de beoordeling van de invloed van het bijgebouw en het zwembad op de regionale waterkering is bepaald in hoeverre de beschreven geometrie en ligging aanleiding geven tot het uitvoeren van nadere berekeningen.

- De ligging van het bijgebouw en het zwembad binnen het binnentalud van de waterkering leidt niet tot een aantasting van kruin of teen.
- De belastingtoename als gevolg van het bijgebouw en het zwembad is lokaal en beperkt van omvang.
- Er is geen sprake van continue of lijnvormige belastingen evenwijdig aan de waterkering.
- Er vinden geen ontgravingen plaats aan de buitendijkse zijde van de waterkering en er is geen verkorting van kwelweglengtes.
- De meest kritische bouwfasen zijn reeds afgerond; er is geen sprake van langdurige open ontgravingen.
- Er vindt geen structurele grondwaterverlaging of bemaling plaats.

Op basis van deze uitgangspunten is geconcludeerd dat een volledige macrostabiliteitsberekening of gedetailleerde piping- of kwelberekening niet noodzakelijk is voor de beoordeling op het niveau van een vergunningtoets.

De beschouwingen in hoofdstuk 4 zijn daarmee gebaseerd op een kwalitatieve en beschouwende beoordeling, passend bij de aard en omvang van de ingreep en de beschikbare gegevens.

5 Bodemopbouw en geohydrologische uitgangspunten

5.1 Algemeen

Dit hoofdstuk beschrijft de beoordeling van de invloed van het bijgebouw en het zwembad op de regionale waterkering. De beoordeling is uitgevoerd op het niveau van een vergunningtoets en is gebaseerd op de in hoofdstuk 3 en 4 beschreven bronnen, uitgangspunten en geometrie.

De beoordeling richt zich op de huidige situatie en de eindsituatie, waarbij wordt gekeken naar mogelijke effecten op de stabiliteit van de waterkering, piping- en kwelrisico's en de beheerbaarheid van het waterkeringsprofiel. De meest kritische bouwfasen zijn reeds afgerond, waardoor tijdelijke situaties met open ontgravingen geen onderdeel meer vormen van de beoordeling.

De beschouwing heeft een kwalitatief en beschouwend karakter en is afgestemd op de aard en omvang van de ingreep. Waar mogelijk is gebruikgemaakt van conservatieve aannames, passend bij het beschikbare detailniveau en het doel van dit rapport.

De conclusies in dit hoofdstuk zijn bedoeld om te onderbouwen dat de gerealiseerde en voorgenomen projectonderdelen geen nadelige invloed hebben op de veiligheid en functie van de regionale waterkering.

5.2 Regionale bodemopbouw

De regionale bodemopbouw ter plaatse van het project is vastgesteld op basis van het beschikbare historische grondonderzoek en openbaar beschikbare informatie uit de Basisregistratie Ondergrond. Deze gegevens geven een representatief beeld van de ondergrondopbouw in het gebied en zijn gebruikt voor een beschouwende beoordeling van de waterkering.

De ondergrond bestaat globaal uit een deklaag van samenhangende grondlagen, bestaande uit klei en leem, plaatselijk afgewisseld met veenachtige lagen. Deze deklaag maakt onderdeel uit van het waterkeringslichaam en het aangrenzende binnentalud.

Onder de deklaag bevindt zich op grotere diepte een zandpakket met een toenemende dichtheid. Dit zandpakket is regionaal verbreid en vormt een dragende ondergrondlaag. De overgang tussen de deklaag en het zandpakket is geleidelijk en vertoont geen aanwijzingen voor abrupte zwakke lagen. Het beschikbare grondonderzoek is van historische aard en niet specifiek uitgevoerd voor een waterkeringtoets. Er zijn geen recente sonderingen, boringen of grondwatermetingen beschikbaar. Om die reden is de bodemopbouw in dit rapport indicatief beschreven en zijn conservatieve aannames gehanteerd waar gedetailleerde gegevens ontbreken.

De beschreven regionale bodemopbouw wordt passend geacht voor een beschouwende beoordeling van de invloed van het bijgebouw en het zwembad op de waterkering. Er zijn geen aanwijzingen dat de bodemopbouw ter plaatse leidt tot verhoogde gevoeligheid voor instabiliteit, piping of kwel als gevolg van de gerealiseerde en voorgenomen ingrepen.

5.3 Historisch grondonderzoek

Voor de beoordeling van de ondergrond is gebruikgemaakt van een historisch grondonderzoek dat is uitgevoerd ten behoeve van de bouw van de bestaande woning op het perceel. Het onderzoek bestaat uit een sondering waarmee de globale opbouw van de ondergrond inzichtelijk is gemaakt.

Uit het grondonderzoek volgt dat de bovenste meters van de ondergrond bestaan uit samenhangende grondlagen, bestaande uit klei en leem, plaatselijk afgewisseld met veenachtige lagen. Deze lagen maken deel uit van het waterkeringslichaam en het binnentalud van de regionale waterkering. Op grotere diepte wordt een zandpakket aangetroffen met toenemende conusweerstand. Dit zandpakket is regionaal verbreid en vormt een relatief draagkrachtige ondergrond. Het verloop van de conusweerstand duidt niet op het voorkomen van uitgesproken slappe of sterk samendrukbare lagen op diepte.

Het grondonderzoek is van historische aard en is niet specifiek uitgevoerd ten behoeve van een waterkeringtoets of de beoordeling van het bijgebouw en het zwembad. Daarnaast ontbreken gegevens over grondwaterstanden en stijghoogten. Het onderzoek is daarom gebruikt als indicatieve bron voor de bodemopbouw.

Voor de beschouwingen in dit rapport zijn de resultaten van het historische grondonderzoek aangevuld met regionale informatie uit openbare bronnen. Waar gegevens ontbreken of onzeker zijn, zijn conservatieve aannames gehanteerd, passend bij het doel en het beschouwende karakter van deze vergunningtoets.

Op basis van het historische grondonderzoek zijn geen aanwijzingen aangetroffen die duiden op een verhoogd risico voor de stabiliteit van de waterkering of op maatgevende piping- of kwelgevoeligheid als gevolg van de gerealiseerde en voorgenomen projectonderdelen.

5.4 Vastgestelde bodemopbouw voor berekeningen

Voor de beoordeling van de invloed van het bijgebouw en het zwembad op de regionale waterkering is een vereenvoudigde en representatieve bodemopbouw vastgesteld. Deze bodemopbouw is gebaseerd op het beschikbare historische grondonderzoek, aangevuld met regionale informatie uit openbare bronnen, en is passend bij het beschouwende karakter van deze vergunningtoets. De bodemopbouw is tekstueel als volgt samengevat.

De bovenste meters van de ondergrond bestaan uit een samenhangende deklaag, opgebouwd uit klei- en leemlagen, plaatselijk afgewisseld met veenachtige lagen. Deze deklaag maakt onderdeel uit van het waterkeringslichaam en het binnentalud en bepaalt in belangrijke mate het stabiliteitsgedrag van de waterkering.

Onder de deklaag bevindt zich op grotere diepte een zandpakket. Dit zandpakket is regionaal verbreid en kent een toenemende dichtheid met de diepte. Het zandpakket wordt beschouwd als relatief draagkrachtig en vormt geen maatgevende zwakke laag voor de beschouwde situatie.

Er zijn geen aanwijzingen voor het voorkomen van sterk samendrukbare of zeer slappe lagen die, in combinatie met de beperkte en lokale belasting van het bijgebouw en het zwembad, zouden kunnen leiden tot maatgevende instabiliteit of verhoogde piping- of kwelgevoeligheid.

Voor de beschouwing is uitgegaan van de onderstaande vereenvoudigde bodemopbouw.

Laag	Indicatieve diepte	Bodemtype	Opmerking
1	maaiveld tot circa enkele meters onder maaiveld	Klei / leem, plaatselijk veenachtig	Deklaag, onderdeel waterkeringslichaam en binnentalud
2	daaronder	Zand (fijn tot matig grof)	Regionaal zandpakket, toenemende dichtheid

De genoemde bodemopbouw is indicatief en bedoeld voor een kwalitatieve en beschouwende beoordeling. Er zijn geen exacte laagdikten of geotechnische parameters vastgesteld, aangezien geen volledige stabiliteits- of pipingberekeningen zijn uitgevoerd.

De vastgestelde bodemopbouw wordt voldoende representatief geacht om te beoordelen of de aard en ligging van de gerealiseerde en voorgenomen projectonderdelen aanleiding geven tot maatgevende effecten op de waterkering. Eventuele lokale variaties in bodemopbouw worden, gelet op de beperkte omvang van de ingreep, niet bepalend geacht voor de conclusies van dit rapport.

5.5 Grondwater en freatische lijn

Voor de beoordeling van de invloed van het bijgebouw en het zwembad op de regionale waterkering is de grondwatersituatie beschouwd op basis van openbaar beschikbare informatie en de projectspecifieke situatie. Er zijn geen locatiegebonden grondwatermetingen of peilbuizen beschikbaar.

De freatische grondwaterstand ter plaatse wordt hoofdzakelijk bepaald door het regionale watersysteem en het peilbeheer aan de binnendijkse zijde van de waterkering. In normale omstandigheden volgt de grondwaterstand het maaiveldverloop, met een relatief ondiepe freatische lijn binnen het binnentalud.

Voor de beschouwing is uitgegaan van een conservatief beeld van de freatische lijn, waarbij rekening is gehouden met relatief hoge grondwaterstanden. Dit sluit aan bij het doel van een vergunningtoets en voorkomt onderschatting van mogelijke effecten op stabiliteit of opdrijven.

Er is aangenomen dat geen structurele grondwaterverlaging of bemaling heeft plaatsgevonden en dat in de eindsituatie geen bemaling noodzakelijk is. De gerealiseerde ontgraving ten behoeve van het zwembad is direct gevolgd door het realiseren van de zwembadvloer, waardoor geen langdurige beïnvloeding van de freatische lijn heeft plaatsgevonden.

De aangenomen ligging van de freatische lijn leidt niet tot maatgevende verhoging van poriedrukken in het waterkeringslichaam. Op basis hiervan wordt geen nadelige invloed verwacht op de stabiliteit van het binnentalud of op piping- en kwelgevoeligheid.

Ter verduidelijking zijn de gehanteerde uitgangspunten met betrekking tot grondwater en freatische lijn samengevat in onderstaande tabel.

Aspect	Uitgangspunt	Toelichting
Grondwaterbron	Openbare regionale gegevens	Geen locatie-specifieke metingen beschikbaar
Freatische grondwaterstand	Conservatief hoog aangenomen	Passend bij vergunningtoets
Relatie maaiveld	Freatische lijn volgt globaal maaiveld	Binnendijs, geen sterke gradiënten
Bemaling	Niet toegepast	Geen structurele of langdurige bemaling
Invloed ontgraving zwembad	Tijdelijk en afgerond	Direct gevolgd door vloerrealisatie
Effect op waterkering	Niet maatgevend	Geen verhoging poriedrukken verwacht

De beschouwde grondwatersituatie en freatische lijn worden voldoende representatief geacht voor een beschouwende beoordeling. Eventuele aanvullende eisen ten aanzien van grondwateronderzoek of peilmetingen kunnen door de waterkeringbeheerder worden gesteld in het kader van vergunningverlening.

5.6 Geohydrologische randvoorwaarden

Voor de beoordeling zijn de volgende geohydrologische randvoorwaarden gehanteerd.

- De grondwaterstroming wordt bepaald door het regionale watersysteem en het bijbehorende peilbeheer.
- Er vindt geen structurele grondwateronttrekking of bemaling plaats, noch in de huidige situatie, noch in de eindsituatie.
- Tijdelijke grondwaterbeïnvloeding tijdens reeds uitgevoerde werkzaamheden is beperkt van duur geweest en heeft niet geleid tot blijvende wijzigingen.
- De paalfundering van het bijgebouw vormt geen preferente stromingsroute voor grondwater.
- De zwembadvloer fungeert als afsluitende constructie binnen het binnentalud.
- Er is geen hydraulisch contact ontstaan tussen binnendijs en buitendijs water.
- De waterkerende functie van de deklaag en het waterkeringslichaam blijft gehandhaafd.

Deze randvoorwaarden vormen de basis voor de verdere beoordeling van stabiliteit, piping en kwel in dit rapport.

5.7 Beperkingen en onzekerheden

De beoordeling in dit rapport is uitgevoerd op het niveau van een vergunningtoets en kent de volgende beperkingen en onzekerheden.

- Het beschikbare grondonderzoek is van historische aard en niet specifiek uitgevoerd ten behoeve van een waterkeringtoets. Recente sonderingen, boringen en grondwatermetingen ontbreken.
- De ondergrondbeschrijving en geohydrologische situatie zijn gebaseerd op indicatieve en openbare bronnen. Lokale variaties in bodemopbouw en grondwaterstanden kunnen niet volledig worden uitgesloten.
- De ligging van de freatische lijn is niet gebaseerd op locatiegebonden metingen, maar op een conservatieve inschatting passend bij de vergunningtoets.
- Er zijn geen gedetailleerde stabiliteits-, piping- of kwelberekeningen uitgevoerd. De beoordeling heeft een beschouwend karakter, gebaseerd op geometrie, ligging en beperkte belasting.

- De beoordeling is gebaseerd op de huidige situatie en de eindsituatie zoals thans bekend. Wijzigingen in ontwerp, uitvoering, gebruik of maatvoering vallen buiten de reikwijdte van dit rapport.
- Eventuele aanvullende eisen of nadere onderzoeken die door het bevoegd gezag of de waterkeringbeheerder worden verlangd, kunnen aanleiding geven tot een aanvulling of herziening van de beoordeling.

Deze beperkingen en onzekerheden zijn passend bij het doel en het detailniveau van dit rapport en zijn betrokken bij het formuleren van de conclusies.

5.8 Samenvatting uitgangspunten

De beoordeling van de invloed van het bijgebouw en het zwembad op de regionale waterkering is uitgevoerd op basis van de onderstaande samengevatte uitgangspunten:

- Het bijgebouw en het zwembad zijn gelegen aan de binnendijkse zijde van een regionale waterkering, binnen de beschermingszone.
- De paalfundering en de vloer van het bijgebouw zijn reeds gerealiseerd.
- De ontgraving en de vloer van het zwembad zijn reeds gerealiseerd; er is geen sprake van langdurige open ontgravingen.
- De geometrie van het bijgebouw en het zwembad leidt niet tot aantasting van kruin, teen of buitendijkse zijde van de waterkering.
- De belastingtoename als gevolg van het bijgebouw en het zwembad is lokaal en beperkt van omvang.
- De bodemopbouw bestaat uit een samenhangende deklaag met daaronder een regionaal zandpakket.
- De grondwatersituatie is beschouwd op basis van openbare bronnen, met een conservatieve ligging van de freatische lijn.
- Er vindt geen structurele grondwateronttrekking of bemaling plaats.
- De paalfundering vormt geen preferente stromingsroute voor grondwater.
- De waterkerende functie en beheerbaarheid van de waterkering blijven gehandhaafd.

Deze uitgangspunten vormen de basis voor de conclusies en de beoordeling in de navolgende hoofdstukken.

6 Bijgebouw, paalfundering

6.1 Funderingsconcept en beoordelingskader

Het bijgebouw is gefundeerd op een paalfundering. Dit funderingsconcept is gekozen om belastingen af te dragen naar dieper gelegen, draagkrachtige grondlagen en om zettingen in de bovenliggende, samenhangende lagen te beperken. De paalfundering en de vloer van het bijgebouw zijn reeds gerealiseerd en vormen daarmee een vaststaand uitgangspunt voor de beoordeling.

Het zwembad is uitgevoerd als een op staal gefundeerde constructie, waarbij de zwembadvloer fungeert als afsluitende en dragende constructie binnen het binnentalud. De ontgraving en de realisatie van de zwembadvloer zijn afgerond.

De beoordeling van het funderingsconcept is uitgevoerd in relatie tot de regionale waterkering en richt zich niet op de constructieve dimensionering van de funderingen zelf, maar op de mogelijke invloed ervan op de waterkeringsveiligheid.

Het beoordelingskader omvat de volgende aspecten.

- De invloed van de paalfundering en de zwembadvloer op de stabiliteit van het binnentalud van de waterkering.
- De mate waarin het funderingsconcept leidt tot een relevante toename van belastingen op het waterkeringslichaam.
- De mogelijke invloed van de fundering op grondwaterstroming, piping- en kwelrisico's.
- De consequenties van het funderingsconcept voor de beheerbaarheid en onderhoudbaarheid van de waterkering.

De beoordeling is uitgevoerd op het niveau van een vergunningtoets en heeft een beschouwend karakter. Er is geen sprake van een volledige geotechnische ontwerpberekening conform normatieve ontwerpkaders. De beoordeling is gebaseerd op de vastgestelde geometrie, bodemopbouw, grondwatersituatie en de beperkte en lokale aard van de belastingen.

Het funderingsconcept wordt in samenhang met deze uitgangspunten beschouwd in de navolgende paragrafen, waarin de effecten op stabiliteit, geohydrologie en waterkeringsveiligheid nader worden toegelicht.

6.2 Geometrie, paalconfiguratie en ligging t.o.v. waterkering

Op basis van de aangeleverde uitvoeringstekening bedraagt de globale afmeting van het bijgebouw circa $8,8 \times 5,4$ m. Het bruto vloeroppervlak bedraagt:

$$A = 8,8 \cdot 5,4 = 47,5 \text{ m}^2$$

Het bijgebouw is gefundeerd op een paalfundering bestaande uit acht palen:

$$n = 8$$

Uit de uitvoeringstekening in combinatie met de weergegeven waterkeringszonering en profielreferentie volgt dat het bijgebouw, en daarmee de paalposities, zijn gesitueerd op korte afstand van de teenslijn van de regionale waterkering.

Voor de rekenkundige waterkeringcheck wordt conservatief uitgegaan van een horizontale afstand tussen de maatgevende paalposities en de teenslijn van:

$$r = 3,0 \text{ m}$$

Deze afstand is bewust aan de conservatieve zijde gekozen. Uit de uitvoeringstekening blijkt dat de werkelijke afstand op meerdere posities groter is, maar door uit te gaan van deze minimale afstand wordt een conservatieve toets geborgd.

De paalfundering is gesitueerd aan de binnendijkse zijde van de regionale waterkering, binnen de beschermingszone en in het binnentalud. Er vindt geen aantasting plaats van de kruin of de teen van de waterkering en er zijn geen ingrepen aan de buitendijkse zijde van het waterkeringsprofiel. De hierboven vastgestelde geometrie, paalconfiguratie en ligging vormen het uitgangspunt voor de rekenkundige beschouwing van de spanningsinvloed op de waterkering in de navolgende paragrafen.

6.3 Belastingen

In dit hoofdstuk worden de verticale belastingen bepaald die via de paalfundering van het bijgebouw op de ondergrond worden overgedragen. Deze belastingen vormen het uitgangspunt voor de beoordeling van de spanningsinvloed op de regionale waterkering in de navolgende paragrafen.

De bepaling van de belastingen is uitgevoerd op het niveau van een waterkeringtoets. Daarbij is geen gedetailleerde constructieve berekening van het bijgebouw vereist, maar is gekozen voor een vereenvoudigde en conservatieve benadering. Hiermee wordt geborgd dat de invloed van het bijgebouw op de waterkering niet wordt onderschat.

De totale belasting van het bijgebouw bestaat uit het eigen gewicht van de constructie en een representatieve gebruiksbelasting. Voor dit type bijgebouw is aangesloten bij gangbare vloerbelastingen voor lichte bebouwing. De gekozen belasting is aan de veilige zijde en omvat zowel permanente als variabele componenten.

De belasting wordt gelijkmatig verdeeld over de paalfundering. Eventuele lokale ongunstige verdelingen worden hiermee afgedekt, hetgeen past bij het beschouwende karakter van de toets.

$$q = 5,5 \text{ kN/m}^2$$

$$A = 8,8 \cdot 5,4 = 47,5 \text{ m}^2$$

$$N_k = q \cdot A$$

$$N_k = 5,5 \cdot 47,5 = 261 \text{ kN}$$

$$\gamma = 2,0$$

$$N_d = \gamma \cdot N_k$$

$$N_d = 2,0 \cdot 261 = 522 \text{ kN}$$

$$n = 8$$

$$N_{d,\text{paal}} = \frac{N_d}{n}$$

$$N_{d,\text{paal}} = \frac{522}{8} = 65,3 \text{ kN}$$

$$N_{d,\text{paal}} \approx 65,5 \text{ kN}$$

De factor $\gamma = 2,0$ is gekozen om rekening te houden met ongunstige belastingcombinaties en onzekerheden in de globale belastingbepaling. Deze benadering sluit aan bij het doel van de waterkeringtoets, waarbij niet de exacte constructieve belasting, maar de orde van grootte en worst-case invloed maatgevend zijn.

De resulterende ontwerpbelasting per paal bedraagt afgerond 65,5 kN. Deze waarde is representatief voor de belasting die via één paal aan de ondergrond wordt overgedragen en wordt in de vervolghoofdstukken gebruikt als uitgangspunt voor de rekenkundige beoordeling van de spanningsinvloed op het binnentalud van de regionale waterkering.

Gezien de beperkte absolute grootte van de paalkrachten en de lokale aard van de belastingsoverdracht wordt op voorhand geen maatgevende invloed op de waterkering verwacht. Dit wordt in de navolgende paragrafen rekenkundig onderbouwd.

6.4 Draagvermogen palen (UGT)

Voor de uiterste grenstoestand (UGT) wordt getoetst of de ontwerpbelasting per paal kleiner is dan het beschikbare ontwerp-draagvermogen van de paalfundering.

Uit paragraaf 6.3 volgt de ontwerpbelasting per paal. Voor het ontwerp-draagvermogen is uitgegaan van een representatieve en conservatieve waarde, passend bij een paalfundering in draagkrachtig zand.

$$N_{d,paal} = 65,5 \text{ kN}$$

$$R_{d,paal} = 300 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} & \frac{N_{d,paal}}{R_{d,paal}} \\ &= \\ & \frac{65,5}{300} \\ & \approx \\ & 0,22 \end{aligned}$$

De benuttingsgraad bedraagt circa 0,22.
Het draagvermogen van de palen in de UGT is toereikend.

6.5 Negatieve kleeft

Voor de beoordeling is beschouwd of negatieve kleeft op de palen maatgevend kan zijn voor de funderingsbelasting. Gezien de beperkte belasting en de uitgevoerde werkzaamheden wordt negatieve kleeft niet als maatgevend beschouwd.

Er vinden geen ophogingen plaats ter plaatse van het bijgebouw. De meest kritische bouwfasen zijn afgerond en er is geen sprake van langdurige grondwaterverlaging. Eventuele zettingen in de bovenliggende lagen worden beperkt geacht.

Voor de toets is conservatief aangenomen dat eventuele negatieve kleeft volledig wordt meegenomen in de ontwerpbelasting per paal.

$$N_{d,paal} = 65,5 \text{ kN}$$

$$N_{d,paal, incl. nk} \leq N_{d,paal}$$

Negatieve kleeft leidt daarmee niet tot een maatgevende verhoging van de paalbelasting. Een afzonderlijke rekenkundige bepaling van negatieve kleeft is niet noodzakelijk voor deze beoordeling.

6.6 Zettingen

Voor de fundering van het bijgebouw is beschouwd of zettingen maatgevend kunnen zijn voor de beoordeling van de waterkering. Het bijgebouw is gefundeerd op palen die de belasting afdragen naar dieper gelegen draagkrachtige lagen. Zettingen van het bijgebouw worden daarmee hoofdzakelijk bepaald door de paalvervorming en niet door samendrukking van de bovenliggende lagen.

Gezien de beperkte ontwerpbelasting per paal en het ruime draagvermogen is geen sprake van een maatgevende zettingssituatie. Differentiaalzettingen worden niet verwacht.

$$N_{d,paal} = 65,5 \text{ kN}$$

$$R_{d,paal} = 300 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{d,paal}}{R_{d,paal}} \\ \ll \\ 1,0$$

Op basis hiervan worden zettingen en vervormingen in de gebruikstoestand als verwaarloosbaar beschouwd. Zettingen zijn niet maatgevend voor de beoordeling van de waterkering.

6.7 Constructieve toets paal en funderingsconstructie

De constructieve toets richt zich op de controle of de paal en de funderingsconstructie toereikend zijn voor de optredende ontwerpbelastingen. De toets is uitgevoerd op het niveau van een waterkeringbeoordeling en beperkt zich tot de hoofdcontrole in de uiterste grenstoestand.

Uitgegaan is van een axiaal belaste paal zonder maatgevende momenten of dwarskrachten. Excentriciteiten en bijkomende effecten worden geacht verwaarloosbaar te zijn voor deze beoordeling.

$$N_{d,paal} = 65,5 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,constructief} \geq R_{d,paal} = 300 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{d,paal}}{N_{Rd,constructief}} \\ \leq \\ \frac{65,5}{300} \\ \approx \\ 0,22$$

De constructieve benuttingsgraad bedraagt circa 0,22.

De paal en de funderingsconstructie zijn constructief toereikend.

Er zijn geen maatgevende constructieve beperkingen voor de waterkeringbeoordeling.

6.8 Waterkeringcheck: rekenkundige onderbouwing spanningsinvloed richting talud/glijvlak

Ter beoordeling van de invloed van de paalfundering van het bijgebouw op de stabiliteit van het binnentalud van de regionale waterkering is de extra verticale spanningsverhoging in de ondergrond rekenkundig bepaald. De toets richt zich op de orde van grootte van de spanningsbijdrage ten opzichte van de aanwezige effectieve verticale spanning ter plaatse van een representatief glijvlak.

De berekening is uitgevoerd met de Boussinesq-oplossing voor puntlasten. De toets is conservatief opgezet door uit te gaan van een minimale horizontale afstand tot de teenslijn en door de bijdragen van de afzonderlijke palen lineair te sommeren.

Als representatieve toetsdiepte is een diepte gekozen die overeenkomt met de orde van grootte van een mogelijk glijvlak in het binnentalud. Voor de effectieve verticale spanning is uitgegaan van een representatief onderwater volumiek gewicht.

$$Q = N_{d,paal} = 65,5 \text{ kN}$$

$$z = 5,0 \text{ m}$$

$$r = 3,0 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \Delta\sigma_z &= \\ &= \frac{3Q}{2\pi} \cdot \frac{1}{z^3} \\ &= \frac{3Q}{2\pi \cdot z^3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta\sigma_{z,paal} &= \\ &\approx 0,58 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$n = 8$$

$$\begin{aligned} \Delta\sigma_{z,tot} &= \\ &= n \cdot \Delta\sigma_{z,paal} \\ &= 8 \cdot 0,58 \\ &\approx 4,6 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$$

$$\begin{aligned} \sigma'_v &= \\ &= \gamma' \cdot z \\ &= 10 \cdot 5 \\ &= 50 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\frac{\Delta\sigma_{z,tot}}{\sigma'_v} = \frac{4,6}{50} \approx 0,09$$

De relatieve spanningsverhoging bedraagt circa 0,09. De extra spanning als gevolg van de paalfundering is daarmee beperkt ten opzichte van de aanwezige effectieve verticale spanning in het binnentalud.

In **Figuur 6-1** is de verticale spanningsverhoging $\Delta\sigma_z$ weergegeven als functie van de horizontale afstand r voor vaste dieptes $z = 3,0$ m en $z = 5,0$ m, bepaald voor de lineaire sommatie van acht palen. Uit de figuur volgt dat de spanningsbijdrage sterk afneemt met toenemende afstand en voor relevante afstanden tot de teenslijn beperkt blijft.



Figuur 6.1: Verticale spanningsverhoging $\Delta\sigma_z$ als functie van de horizontale afstand r bij vaste dieptes $z = 3,0$ m en $z = 5,0$ m ten gevolge van de paalfundering van het bijgebouw. De spanningsverhoging is bepaald met de Boussinesq-oplossing voor puntlasten, uitgaande van een conservatieve effectieve belasting van $Q = 65,5$ kN per paal en een lineaire sommatie van acht palen. De figuur laat zien dat de spanningsbijdrage sterk afneemt met toenemende afstand en voor relevante afstanden tot de teenslijn van de regionale waterkering beperkt blijft.

6.9 Conclusie

Op basis van de uitgevoerde berekeningen en beschouwingen wordt geconcludeerd dat de paalfundering van het bijgebouw geen maatgevende invloed heeft op de stabiliteit van de regionale waterkering.

De ontwerpbelasting per paal is beperkt en blijft ruim binnen het beschikbare draagvermogen. Negatieve kleeft en zettingen zijn niet maatgevend. De constructieve toets van paal en funderingsconstructie geeft geen beperkingen.

Uit de rekenkundige waterkeringcheck volgt dat de extra verticale spanningsverhoging in de ondergrond als gevolg van de paalfundering gering is ten opzichte van de aanwezige effectieve verticale spanning. De relatieve spanningsverhoging blijft beperkt en neemt snel af met toenemende afstand tot de palen. De grafische onderbouwing in Figuur 6.1 bevestigt dit beeld. De macrostabiliteit van het binnentalud wordt hiermee niet maatgevend beïnvloed.

Ten aanzien van de microstabiliteit wordt vastgesteld dat geen ongunstige verhoging van poriedrukken optreedt en dat geen sprake is van steile lokale ontgravingen of ongunstige belastingconcentraties nabij het maaiveld. De paalfundering leidt uitsluitend tot een beperkte, diepgelegen spanningsinleiding en veroorzaakt geen lokale afschuivingen of instabiliteit van het binnentalud. De zwembadvloer fungeert daarbij als afsluitende constructie. De microstabiliteit van de waterkering wordt niet nadelig beïnvloed.

Geconcludeerd wordt dat zowel de macro- als microstabiliteit van de regionale waterkering door de paalfundering van het bijgebouw niet maatgevend worden beïnvloed. Vanuit het oogpunt van waterkeringsveiligheid zijn geen aanvullende maatregelen of nadere berekeningen noodzakelijk.

7 Zwembad, fundering op staal

Dit hoofdstuk beschrijft de beoordeling van het zwembad, uitgevoerd als een fundering op staal binnen de beschermingszone van de regionale waterkering. Het hoofdstuk betreft een herziene uitwerking, opgesteld naar aanleiding van ontvangen opmerkingen en aanvullende informatie van opdrachtgever, waarbij de feitelijke uitvoeringsstatus is meegenomen.

Het zwembad is gesitueerd aan de binnendijkse zijde van de regionale waterkering en ligt binnen het binnentalud. De ontgraving ten behoeve van het zwembad is reeds uitgevoerd en de zwembadvloer is gerealiseerd. Daarmee is de meest kritische bouwphase vanuit waterkeringsperspectief afgerond.

De beoordeling richt zich op de invloed van het zwembad in de huidige situatie en de eindsituatie op:

- stabiliteit van het binnentalud;
- microstabiliteit van het taludoppervlak;
- grondwater- en poriedrukgedrag;
- piping- en kwelgevoeligheid;
- beheerbaarheid van de waterkering.

De toetsing is uitgevoerd op het niveau van een waterkeringbeoordeling en heeft een beschouwend en verifiërend karakter. Er is geen sprake van een volledige constructieve dimensionering van het zwembad, maar van een beoordeling van de mogelijke effecten van de fundering op staal op de waterkeringsveiligheid.

De uitgangspunten, aannames en randvoorwaarden sluiten aan bij hoofdstuk 5 en bij de waterkeringtoets zoals uitgevoerd voor het bijgebouw in hoofdstuk 6. Waar van toepassing is gebruikgemaakt van dezelfde bodemopbouw, grondwatersituatie en maatgevende waterstanden.

7.1 Constructief concept en beoordelingskader

Het zwembad is uitgevoerd als een constructie gefundeerd op staal binnen het binnentalud van de regionale waterkering. De fundering bestaat uit een zwembadvloer die rechtstreeks op de ondergrond is aangebracht en fungeert als dragende en afsluitende constructie. De ontgraving en realisatie van de zwembadvloer zijn afgerond; de beoordeling betreft de huidige situatie en de eindsituatie.

Het constructieve concept is beoordeeld vanuit het perspectief van waterkeringsveiligheid. De toets richt zich niet op de detaillimensionering van de zwembadconstructie, maar op de mogelijke effecten van de fundering op staal op de stabiliteit en het geohydrologisch functioneren van het binnentalud.

De beoordeling is uitgevoerd met inachtneming van de volgende normen, richtlijnen en beleidskaders:

- Waterwet en daarop gebaseerde regelgeving voor regionale waterkeringen;
- Keur en beleidsregels van de waterkeringbeheerder voor werkzaamheden binnen kern- en beschermingszone;
- NEN-EN 1997-1 (Eurocode 7) en NEN 9997-1, als leidraad voor geotechnische veiligheid en grondmechanisch gedrag;
- Handreiking Toetsen op Veiligheid Regionale Waterkeringen, voor de systematiek van stabiliteitsbeoordelingen;
- Gangbare civieltechnische en geotechnische praktijkrichtlijnen voor funderingen op staal binnen waterkeringszones.

Het beoordelingskader omvat de volgende aspecten:

- draagvermogen van de ondergrond onder de zwembadvloer;
- opdrijven van de zwembadvloer bij maatgevende grondwaterstanden;
- invloed op macro- en microstabiliteit van het binnentalud;
- effecten op poriedrukken, grondwaterstroming en kwelweglengtes;
- consequenties voor beheerbaarheid en onderhoud van de waterkering.

De toetsing is uitgevoerd op het niveau van een waterkeringbeoordeling en heeft een beschouwend en verifiërend karakter. Er is geen sprake van een volledige constructieve ontwerpberekening van het zwembad. De beoordeling sluit aan bij de in hoofdstuk 5 vastgestelde bodemopbouw en grondwatersituatie en bij de uitgangspunten die zijn gehanteerd in hoofdstuk 6.

7.2 Geometrie, ontgravingsdiepte en ligging t.o.v. waterkering

Het zwembad is gesitueerd aan de binnendijkse zijde van de regionale waterkering en ligt binnen de beschermingszone, in het binnentalud. De geometrie en ligging zijn beoordeeld op basis van de gerealiseerde situatie.

De footprint van het zwembad bedraagt circa 10,0 m × 4,0 m. De ontgraving ten behoeve van het zwembad is uitgevoerd binnen het binnentalud en is beperkt gebleven tot het noodzakelijke bouwvolume. De zwembadvloer is gerealiseerd en vormt de onderzijde van de constructie.

De ontgravingsdiepte is zodanig dat geen aantasting heeft plaatsgevonden van de kruin of de teen van de waterkering. Er zijn geen ingrepen uitgevoerd aan de buitendijkse zijde van de waterkering en het waterkeringsprofiel is in de huidige situatie en de eindsituatie ongewijzigd gebleven.

De ligging van het zwembad ten opzichte van de waterkering leidt niet tot een verkorting van kwelweglengtes en veroorzaakt geen ongunstige lokale steilheden aan het taludoppervlak. Na realisatie van de zwembadvloer is geen sprake meer van een open ontgraving.

De vastgestelde geometrie, ontgravingsdiepte en ligging vormen het uitgangspunt voor de verdere beoordeling van draagvermogen, opdrijven en stabiliteit in de navolgende paragrafen.

7.3 Belastingen

Voor de beoordeling van het zwembad, uitgevoerd als fundering op staal, zijn de relevante verticale belastingen vastgesteld die op de ondergrond worden overgedragen. De belastingen zijn bepaald per vierkante meter zwembadvloer en zijn aan de conservatieve zijde gekozen.

Het eigen gewicht van de zwembadvloer is bepaald op basis van het volumiek gewicht van beton en de aangenomen vloerdikte.

$$\begin{aligned}
 \gamma_c &= 25 \text{ kN/m}^3 \\
 t_v &= 0,30 \text{ m} \\
 g_{\text{vloer}} &= \\
 &= \gamma_c \cdot t_v \\
 &= 25 \cdot 0,30 \\
 &= 7,5 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Daarnaast is de waterbelasting in gevulde toestand beschouwd. Hiervoor is uitgegaan van een representatieve waterdiepte.

$$\begin{aligned}
 \gamma_w &= 10 \text{ kN/m}^3 \\
 h_w &= 1,50 \text{ m} \\
 g_{\text{water}} &= \\
 &= \gamma_w \cdot h_w \\
 &= 10 \cdot 1,50 \\
 &= 15,0 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

De totale verticale belasting op de zwembadvloer in gevulde toestand bedraagt daarmee:

$$\begin{aligned}
 g_{\text{tot}} &= \\
 &= g_{\text{vloer}} + g_{\text{water}} \\
 &= 7,5 + 15,0 \\
 &= 22,5 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Deze belasting wordt in de navolgende paragrafen gebruikt voor de toetsing van het draagvermogen van de ondergrond en de beoordeling van opdrijven van de zwembadvloer. De belastingsoverdracht wordt gelijkmatig over het vloeroppervlak verondersteld; geconcentreerde belastingen zijn voor deze beoordeling niet maatgevend.

7.4 Draagkracht ondergrond (UGT)

Voor de fundering op staal van het zwembad is getoetst of de draagkracht van de ondergrond in de uiterste grenstoestand (UGT) toereikend is voor de optredende verticale belasting. De toets is uitgevoerd per vierkante meter zwembadvloer en is aan de conservatieve zijde gekozen.

Als maatgevende verticale belasting is uitgegaan van de totale belasting in gevulde toestand zoals bepaald in paragraaf 7.3.

$$g_{\text{tot}} = 22,5 \text{ kN/m}^2$$

Voor de ondergrond is uitgegaan van een samenhangende deklaag bestaande uit klei/leem, behorend tot het binnentalud van de regionale waterkering. Voor de draagkracht in UGT is een conservatieve toelaatbare grondspanning aangehouden.

$$q_{Rd} = 150 \text{ kN/m}^2$$

De UGT-toets luidt:

$$g_{\text{tot}} \leq q_{Rd}$$

Invullen geeft:

$$22,5 \leq 150$$

De benuttingsgraad bedraagt daarmee:

$$\begin{aligned} \frac{g_{\text{tot}}}{q_{Rd}} &= \\ \frac{22,5}{150} &\approx \\ 0,15 \end{aligned}$$

De draagkracht van de ondergrond onder de zwembadvloer is in de UGT ruimschoots toereikend. Bezwijken van de ondergrond als gevolg van de verticale belasting van het zwembad is niet maatgevend en vormt geen beperking voor de waterkeringbeoordeling.

7.5 Zettingen

Voor het zwembad, uitgevoerd als fundering op staal, is beschouwd of zettingen in de gebruikstoestand maatgevend kunnen zijn voor de waterkeringtoets. De beoordeling richt zich op de orde van grootte van te verwachten zettingen en op het risico op differentiële vervormingen.

De zwembadvloer wordt gelijkmatig belast en rust op een samenhangende deklaag. Er zijn geen geconcentreerde belastingen of ongunstige excentriciteiten aanwezig. De belasting is bovendien beperkt ten opzichte van de draagkracht van de ondergrond.

$$g_{\text{tot}} = 22,5 \text{ kN/m}^2$$

Gezien de lage spanningsniveaus en de gelijkmatige belastingsoverdracht worden zettingen hoofdzakelijk bepaald door elastische vervorming van de bovenliggende lagen. Consolidatiezettingen worden, mede gezien het ontbreken van ophogingen en langdurige grondwaterverlaging, niet maatgevend geacht.

Differentiaalzettingen binnen het vloeroppervlak worden niet verwacht. Eventuele absolute zettingen blijven beperkt en zijn niet relevant voor de stabiliteit of de microstabiliteit van het binnentalud van de regionale waterkering.

Zettingen zijn daarmee niet maatgevend voor de waterkeringbeoordeling.

7.6 Grondwater en opdrijven (UGT)

Voor het zwembad, uitgevoerd als fundering op staal, is beoordeeld of opdrijven maatgevend kan zijn bij maatgevende grondwaterstanden. De toets is uitgevoerd in de uiterste grenstoestand (UGT) en richt zich op de verticale evenwichtscontrole van de zwembadvloer.

Als opwaartse belasting is uitgegaan van een conservatieve grondwaterstand tot aan maaiveld. De opwaartse waterdruk wordt gelijkmatig verondersteld onder de zwembadvloer.

$$\begin{aligned} \gamma_w &= 10 \text{ kN/m}^3 \\ h_{gw} &= 1,50 \text{ m} \\ u &= \\ \gamma_w \cdot h_{gw} &= \\ 10 \cdot 1,50 &= \\ 15,0 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Als neerwaartse belasting is uitgegaan van het eigen gewicht van de zwembadvloer en de waterbelasting in gevulde toestand.

$$\begin{aligned}
 g_{\text{vloer}} &= 7,5 \text{ kN/m}^2 \\
 g_{\text{water}} &= 15,0 \text{ kN/m}^2 \\
 g_{\text{neer}} &= \\
 &= g_{\text{vloer}} + g_{\text{water}} \\
 &= 7,5 + 15,0 \\
 &= 22,5 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

De UGT-toets op opdrijven luidt:

$$g_{\text{neer}} \geq u$$

Invullen geeft:

$$22,5 \geq 15,0$$

De veiligheidsmarge tegen opdrijven bedraagt daarmee:

$$\begin{aligned}
 &\frac{g_{\text{neer}}}{u} \\
 &= \frac{22,5}{15,0} \\
 &= 1,50
 \end{aligned}$$

De zwembadvloer is daarmee voldoende zwaar om opdrijven te voorkomen bij maatgevende grondwaterstanden. Opdrijven is niet maatgevend voor de waterkeringbeoordeling.

7.7 Bouwfase en ontgraving

De bouwfase met betrekking tot het zwembad is beoordeeld voor zover relevant voor de waterkeringveiligheid. De ontgraving ten behoeve van het zwembad is reeds uitgevoerd en de zwembadvloer is gerealiseerd. Daarmee is de meest kritische fase vanuit waterkeringsperspectief afgerond.

Tijdens de ontgraving is geen aantasting van de kruin of de teen van de waterkering opgetreden en zijn geen werkzaamheden uitgevoerd aan de buitendijkse zijde. De ontgraving is beperkt gebleven tot het noodzakelijke bouwvolume binnen het binnentalud.

Er is geen sprake geweest van langdurige open ontgravingen. De zwembadvloer is direct na ontgraven aangebracht, waardoor tijdelijke instabiliteit van het talud en ongunstige verhoging van poriedrukken zijn voorkomen.

Structurele grondwateronttrekking of bemaling heeft niet plaatsgevonden. Eventuele tijdelijke grondwaterbeïnvloeding tijdens de uitvoering is van korte duur geweest en heeft niet geleid tot blijvende wijzigingen in de geohydrologische situatie.

Geconcludeerd wordt dat de bouwfase en de uitgevoerde ontgraving geen maatgevende invloed hebben gehad op de macro- of microstabiliteit van de regionale waterkering en geen beperkingen opleggen voor de huidige situatie en de eindsituatie.

7.8 Waterkeringcheck: spannings- en ontgravingsinvloed

Voor het zwembad, uitgevoerd als fundering op staal, is beoordeeld of de spanningsveranderingen en de ontgravingsinvloed maatgevend zijn voor de stabiliteit van het binnentalud van de regionale waterkering. De toets betreft de huidige situatie en de eindsituatie.

De ontgraving ten behoeve van het zwembad is uitgevoerd binnen het binnentalud en is direct gevolgd door het aanbrengen van de zwembadvloer. Er is geen sprake van een langdurige open ontgraving. De zwembadvloer fungeert als afsluitende constructie, waardoor geen blijvende verlaging van effectieve spanningen in het talud optreedt.

De spanningsinvloed van het zwembad is bepaald op basis van de netto verandering van verticale spanning in de ondergrond. Hierbij is de neerwaartse belasting van de zwembadvloer en het water in gevulde toestand afgezet tegen de ontgravingsinvloed.

De maatgevende verticale belasting in de eindsituatie bedraagt (zie §7.3):

$$g_{\text{tot}} = 22,5 \text{ kN/m}^2$$

De ontgraving heeft geleid tot het verwijderen van grond tot aan de onderzijde van de zwembadvloer. Voor de ontgravingsinvloed is uitgegaan van een representatief onderwater volumiek gewicht van de ontgraven grond.

$$\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$$

$$h_{\text{ontg}} = 1,50 \text{ m}$$

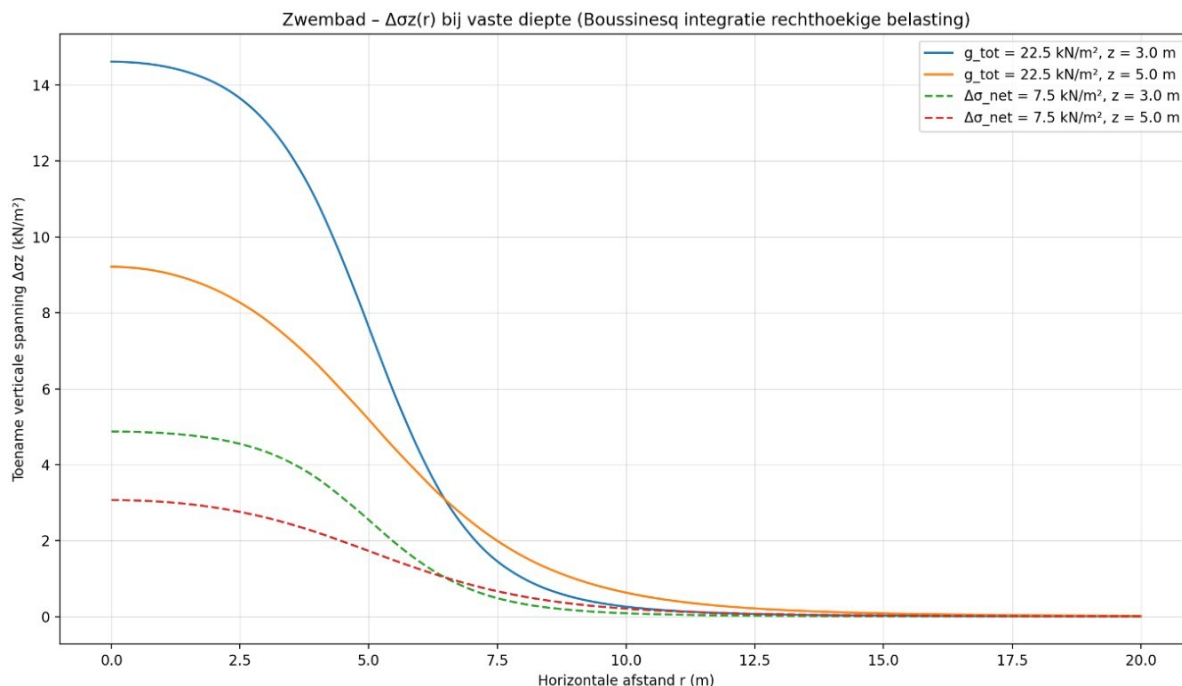
$$\begin{aligned} \Delta\sigma_{\text{ontg}} &= \\ &= \gamma' \cdot h_{\text{ontg}} \\ &= 10 \cdot 1,50 \\ &= 15,0 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

De netto spanningsverandering in de eindsituatie bedraagt daarmee:

$$\begin{aligned} \Delta\sigma_{\text{netto}} &= \\ g_{\text{tot}} - \Delta\sigma_{\text{ontg}} &= \\ 22,5 - 15,0 &= \\ 7,5 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

De netto spanningsverhoging is beperkt van omvang en werkt gelijkmatig over het vloeroppervlak. Gezien de afstand tot de kruin en de teen van de waterkering en het ontbreken van lokale spanningsconcentraties wordt geen maatgevende invloed op de macro- of microstabiliteit van het binnentalud verwacht.

Geconcludeerd wordt dat zowel de spanningsinvloed als de ontgravingsinvloed van het zwembad niet maatgevend zijn voor de waterkeringveiligheid.



Figuur 7.1 Verticale spanningsverhoging $\Delta\sigma_z$ als functie van de horizontale afstand r bij vaste dieptes $z = 3,0 \text{ m}$ en $z = 5,0 \text{ m}$ ten gevolge van het zwembad, uitgevoerd als fundering op staal. De spanningsverhoging is bepaald met de Boussinesq-oplossing voor een rechthoekige, gelijkmatig verdeelde belasting ($10,0 \text{ m} \times 4,0 \text{ m}$). Weergegeven zijn zowel de totale belasting van het zwembad ($g_{tot} = 22,5 \text{ kN/m}^2$) als de netto spanningsverhoging na correctie voor ontgraving ($\Delta\sigma_{net} = 7,5 \text{ kN/m}^2$). De spanningsbijdrage neemt sterk af met toenemende afstand en blijft voor relevante afstanden tot het binnentalud van de regionale waterkering beperkt.

7.9 Conclusie fundering zwembad

Op basis van de uitgevoerde beschouwingen en berekeningen wordt geconcludeerd dat de fundering op staal van het zwembad geen maatgevende invloed heeft op de stabiliteit en veiligheid van de regionale waterkering.

De draagkracht van de ondergrond is in de uiterste grenstoestand toereikend. Zettingen in de gebruikstoestand zijn beperkt en niet maatgevend. Opdrijven van de zwembadvloer treedt niet op bij maatgevende grondwaterstanden.

Uit de beoordeling van spannings- en ontgravingsinvloed volgt dat de netto spanningsverandering in het binnentalud beperkt is en snel afneemt met toenemende afstand tot het zwembad. Zowel de rekenkundige onderbouwing als de grafische weergave in Figuur 7.1 bevestigen dat de invloed op de macro- en microstabiliteit van de waterkering niet maatgevend is.

Geconcludeerd wordt dat de fundering op staal van het zwembad, in de huidige situatie en de eindsituatie, vanuit het oogpunt van waterkeringsveiligheid aanvaardbaar is. Aanvullende maatregelen of nadere berekeningen zijn niet noodzakelijk.

8 Waterkeringtoets, integrale beoordeling

8.1 Doel en toetskader

Dit hoofdstuk geeft de integrale waterkeringtoets van het bijgebouw en het zwembad, gebaseerd op de uitgevoerde berekeningen en beschouwingen in hoofdstuk 6 en 7. Doel is vast te stellen of de gerealiseerde en voorgenomen situatie voldoet aan de eisen voor waterkeringsveiligheid en geen maatgevende nadelige effecten heeft op de regionale waterkering.

De integrale beoordeling richt zich op de samenhang tussen belastingen, geometrie, bodemopbouw en grondwatersituatie, en omvat zowel de huidige situatie als de eindsituatie. Tijdelijke bouwfasen zijn uitsluitend beschouwd voor zover deze relevant zijn voor de waterkeringveiligheid.

Het toetskader is gebaseerd op de volgende normen, richtlijnen en beleidskaders:

- Waterwet en daarop gebaseerde regelgeving voor regionale waterkeringen;
- Keur en beleidsregels van de waterkeringbeheerder voor werkzaamheden binnen kern- en beschermingszone;
- NEN-EN 1997-1 (Eurocode 7) en NEN 9997-1, als leidraad voor geotechnische veiligheid;
- Handreiking Toetsen op Veiligheid Regionale Waterkeringen, voor de systematiek van stabiliteitsbeoordelingen;
- Gangbare civieltechnische en geotechnische praktijkrichtlijnen.

De toetsing is uitgevoerd op het niveau van een waterkeringbeoordeling en heeft een beschouwend en verifiërend karakter. Er is geen sprake van een volledige normatieve beoordeling van de waterkering zelf; beoordeeld is uitsluitend de invloed van het project op de waterkering.

De integrale waterkeringtoets omvat de volgende aspecten:

- macro- en microstabiliteit van het binnentalud;
- spannings- en ontgravingsinvloed van funderingen;
- draagkracht, zettingen en opdrijven;
- grondwater- en poriedrukgedrag;
- piping- en kwelgevoeligheid;
- beheerbaarheid van de waterkering.

De conclusies in dit hoofdstuk zijn gebaseerd op de resultaten uit hoofdstuk 6 en 7 en vormen de basis voor de eindconclusie ten aanzien van waterkeringsveiligheid.

8.2 Beschouwde situaties

In het kader van de integrale waterkeringtoets zijn de onderstaande situaties beschouwd. De beoordeling is uitgevoerd voor zowel de huidige situatie als de eindsituatie, waarbij is aangesloten bij de feitelijke uitvoeringsstatus van het project.

De volgende situaties zijn onderscheiden:

- De huidige situatie, waarin de paalfundering en vloer van het bijgebouw zijn gerealiseerd en de zwembadvloer is aangebracht, zonder dat sprake is van open ontgravingen of tijdelijke bouwkundige instabiliteit.
- De eindsituatie, waarin het bijgebouw en het zwembad volledig zijn gerealiseerd en in gebruik zijn, zonder aanvullende grondroerende werkzaamheden binnen het waterkeringsprofiel.
- De bouwfase, uitsluitend voor zover deze relevant is voor de waterkeringveiligheid. Hierbij is vastgesteld dat de ontgravingen ten behoeve van het zwembad reeds zijn afgerond en direct zijn opgevolgd door het aanbrengen van de zwembadvloer, waardoor geen langdurige open ontgraving is beschouwd.

Voor alle beschouwde situaties is uitgegaan van maatgevende grondwaterstanden en representatieve bodemopbouw zoals vastgesteld in hoofdstuk 5. De belastingen, geometrie en ligging van het bijgebouw en het zwembad zijn conform hoofdstuk 6 en 7 gehanteerd.

Er zijn geen situaties beschouwd waarin aanvullende ontgravingen, ophogingen, structurele bemaling of ingrepen aan de kruin, teen of buitendijkse zijde van de waterkering plaatsvinden. Dergelijke situaties vallen buiten de scope van deze beoordeling en kunnen aanleiding geven tot een hernieuwde toets.

De beschouwde situaties vormen gezamenlijk de basis voor de integrale beoordeling van de waterkeringveiligheid in dit hoofdstuk.

8.3 Macrostabiliteit – beoordelingsprincipe

De beoordeling van de macrostabiliteit richt zich op het globale bezwijkmechanisme van het binnentalud van de regionale waterkering. Doel is vast te stellen of de gerealiseerde en eindsituatie leiden tot een maatgevende vermindering van de stabiliteit van het talud.

Het beoordelingsprincipe is gebaseerd op het vergelijken van de door het project geïntroduceerde spannings- en ontgravingsinvloeden met de bestaande spanningssituatie in het waterkeringslichaam. Daarbij wordt beoordeeld of de extra belastingen of spanningsveranderingen van een zodanige orde van grootte zijn dat zij het globale glijvlak van het talud ongunstig beïnvloeden.

Voor de macrostabiliteitsbeoordeling is aangesloten bij een beschouwende aanpak, passend bij het detailniveau van een waterkeringtoets. Er is geen volledige stabiliteitsberekening van de waterkering uitgevoerd; in plaats daarvan is beoordeeld of de ingrepen aanleiding geven tot maatgevende veranderingen in:

- verticale effectieve spanningen in het talud;
- ligging en belasting van potentiële glijvlakken;
- grondwater- en poriedrukverdeling;
- geometrie van het waterkeringsprofiel.

De spanningsinvloed van de paalfundering van het bijgebouw is rekenkundig bepaald en afgezet tegen de aanwezige effectieve verticale spanningen in een representatieve diepte van het binnentalud. De invloed van het zwembad is beoordeeld op basis van de netto spanningsverandering na correctie voor ontgraving.

Een ingreep wordt als niet-maatgevend voor de macrostabiliteit beschouwd indien de additionele spanningsbijdrage beperkt is ten opzichte van de bestaande spanningssituatie en geen relevante wijziging veroorzaakt van het globale bezwijkmechanisme van het talud.

De uitkomsten van deze beoordelingswijze zijn uitgewerkt in de voorgaande hoofdstukken en worden in de navolgende paragrafen integraal gewogen in de waterkeringtoets.

8.4 Invloed bijgebouw (paalfundering) op macrostabiliteit

De invloed van de paalfundering van het bijgebouw op de macrostabiliteit van het binnentalud van de regionale waterkering is beoordeeld op basis van de rekenkundige spanningsanalyse zoals uitgewerkt in hoofdstuk 6.

De paalfundering introduceert een additionele verticale belasting in de ondergrond. Deze spanningsinvloed is rekenkundig bepaald met de Boussinesq-oplossing voor puntlasten en lineair gesommeerd voor acht palen. De toets is uitgevoerd voor een representatieve diepte van een mogelijk glijvlak in het binnentalud.

De maatgevende spanningsverhoging in het talud bedraagt:

$$\Delta\sigma_{z,tot} \approx 4,6 \text{ kN/m}^2$$

De aanwezige effectieve verticale spanning op deze diepte bedraagt:

$$\sigma'_v \approx 50 \text{ kN/m}^2$$

De relatieve spanningsbijdrage door de paalfundering bedraagt daarmee:

$$\begin{aligned} & \frac{\Delta\sigma_{z,tot}}{\sigma'_v} \\ &= \\ & \frac{4,6}{50} \\ & \approx \\ & 0,09 \end{aligned}$$

De additionele spanningsverhoging bedraagt derhalve circa 9% van de aanwezige effectieve verticale spanning. Deze bijdrage is beperkt en blijft ruim onder een niveau waarbij het globale glijmechanisme van het binnentalud ongunstig zou worden beïnvloed.

Daarnaast neemt de spanningsinvloed snel af met toenemende afstand tot de paalfundering. Dit is grafisch onderbouwd in Figuur 6.1, waaruit volgt dat de spanningsbijdrage voor relevante afstanden tot de teenslijn verder afneemt.

De geometrie van de paalfundering leidt niet tot een wijziging van het waterkeringsprofiel. Er vinden geen ingrepen plaats aan kruin, teen of buitendijkse zijde van de waterkering. Ook zijn geen ongunstige wijzigingen in de grondwater- of poriedrukverdeling vastgesteld.

Op basis van de rekenkundige onderbouwing en de geometrische inpassing wordt geconcludeerd dat de paalfundering van het bijgebouw geen maatgevende invloed heeft op de macrostabiliteit van het binnentalud van de regionale waterkering.

8.5 Invloed zwembad, belasting versus ontgraving

De invloed van het zwembad, uitgevoerd als fundering op staal, op de macrostabiliteit van het binnentalud van de regionale waterkering is beoordeeld op basis van de balans tussen de geïntroduceerde belasting en de ontgravingsinvloed. De beoordeling sluit aan bij de rekenkundige uitwerking in hoofdstuk 7.

Door de aanleg van het zwembad is enerzijds grond ontgraven en anderzijds een nieuwe belasting geïntroduceerd door de zwembadvloer en het water in gevulde toestand. Voor de macrostabiliteit is de netto spanningsverandering in het talud maatgevend.

De totale neerwaartse belasting van het zwembad in de eindsituatie bedraagt:

$$g_{tot} = 22,5 \text{ kN/m}^2$$

De ontgraving heeft geleid tot het verwijderen van grond tot aan de onderzijde van de zwembadvloer.

Voor de ontgravingsinvloed is uitgegaan van een representatief onderwater volumiek gewicht en een ontgravingsdiepte gelijk aan de waterdiepte:

$$\begin{aligned}
 \gamma' &= 10 \text{ kN/m}^3 \\
 h_{\text{ontg}} &= 1,50 \text{ m} \\
 \Delta\sigma_{\text{ontg}} &= \\
 &= \gamma' \cdot h_{\text{ontg}} \\
 &= 10 \cdot 1,50 \\
 &= 15,0 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

De netto spanningsverandering in de eindsituatie bedraagt daarmee:

$$\begin{aligned}
 \Delta\sigma_{\text{netto}} &= \\
 g_{\text{tot}} - \Delta\sigma_{\text{ontg}} &= \\
 22,5 - 15,0 &= \\
 7,5 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

De netto spanningsverhoging is beperkt van omvang en werkt gelijkmatig over het vloeroppervlak van het zwembad. De spanningsinvloed neemt met toenemende afstand tot het zwembad verder af, zoals grafisch onderbouwd in Figuur 7.1.

Gelet op de orde van grootte van de netto spanningsverandering en de afname van de spanningsbijdrage met de afstand tot het binnentalud, wordt het globale glijmechanisme van de waterkering niet ongunstig beïnvloed.

Op basis van de rekenkundige vergelijking tussen belasting en ontgraving wordt geconcludeerd dat het zwembad geen maatgevende invloed heeft op de macrostabiliteit van het binnentalud van de regionale waterkering.

8.6 Grondwater en freatische lijn

De invloed van het project op de grondwatersituatie en de ligging van de freatische lijn is beoordeeld in samenhang met de integrale waterkeringtoets. De beoordeling richt zich op het vaststellen of de gerealiseerde en eindsituatie leiden tot ongunstige wijzigingen in poriedrukken of grondwaterstroming binnen het binnentalud van de regionale waterkering.

Uitgangspunt is dat de grondwaterstand in het gebied wordt bepaald door het regionale watersysteem en het bijbehorende peilbeheer. Er zijn geen aanwijzingen voor structurele grondwaterverlagingen of -verhogingen als gevolg van het bijgebouw of het zwembad.

De paalfundering van het bijgebouw leidt niet tot een wijziging van de freatische lijn. De palen vormen geen preferente stromingsroutes voor grondwater en veroorzaken geen verticale drainagebanen. De spanningsinvloed van de paalfundering is beperkt en heeft geen relevante invloed op poriedrukken in het talud.

Ten aanzien van het zwembad geldt dat de ontgraving is afgerond en direct is gevolgd door het aanbrengen van de zwembadvloer. Er is geen sprake geweest van langdurige open ontgravingen of structurele bemaling. In de eindsituatie fungeert de zwembadvloer als afsluitende constructie, waardoor geen blijvende verlaging van de freatische lijn optreedt.

De beschouwde grondwatersituatie leidt niet tot een ongunstige verplaatsing van de freatische lijn richting het taludoppervlak en veroorzaakt geen toename van poriedrukken die relevant zijn voor de macro- of microstabiliteit van de waterkering.

Ter verduidelijking zijn de relevante uitgangspunten en bevindingen samengevat in onderstaande tabel.

Aspect	Uitgangspunt / bevinding	Relevantie waterkering
Regionale grondwaterstand	Bepaald door regionaal peilbeheer	Geen projectinvloed
Structurele bemaling	Niet toegepast	Geen verlaging freatische lijn
Bouwfase ontgraving	Tijdelijk, direct gevolgd door vloer	Geen langdurige beïnvloeding
Paalfundering bijgebouw	Geen preferente stromingsroute	Geen wijziging poriedruk
Zwembadvloer	Afsluitende constructie	Geen blijvende ontwatering
Freatische lijn	Ongewijzigd in eindsituatie	Geen invloed op stabiliteit
Poriedrukken talud	Geen relevante toename	Macro- en microstabiliteit niet beïnvloed

Geconcludeerd wordt dat het project geen maatgevende invloed heeft op de grondwaterstand en de ligging van de freatische lijn binnen het binnentalud van de regionale waterkering.

8.7 Piping en kwel

De invloed van het project op piping- en kwelmechanismen is beoordeeld in samenhang met de integrale waterkeringtoets. De beoordeling richt zich op de vraag of door de gerealiseerde en eindsituatie een maatgevende toename van hydraulische gradiënten of een verkorting van kwelweglengtes optreedt.

Het bijgebouw is gefundeerd op palen aan de binnendijkse zijde van de waterkering. De paalfundering leidt niet tot een hydraulische verbinding tussen binnendijs en buitendijs water en vormt geen preferente stromingsroute. De palen zijn aangebracht binnen het binnentalud en tasten de waterkerende deklaag niet aan.

Het zwembad is uitgevoerd als fundering op staal. De ontgraving is beperkt gebleven tot het noodzakelijke bouwvolume en is direct gevolgd door het realiseren van de zwembadvloer. In de eindsituatie fungeert de zwembadvloer als afsluitende constructie. Hierdoor is geen sprake van een blijvende verkorting van kwelweglengtes of een toename van opwaartse kwelstroming.

Er zijn geen ingrepen uitgevoerd aan de buitendijkse zijde van de waterkering en er heeft geen structurele grondwateronttrekking plaatsgevonden. De hydraulische gradiënt over de waterkering wordt daarmee niet ongunstig beïnvloed.

Ter ondersteuning van de beoordeling zijn de relevante aspecten samengevat in onderstaande tabel.

Aspect	Uitgangspunt / bevinding	Relevantie voor piping en kwel
Ligging project	Binnendijkse zijde, beschermingszone	Geen directe invloed buitendijks
Paalfundering bijgebouw	Geen preferente stromingsroute	Geen verkorting kwelweg
Zwembadontgraving	Tijdelijk, direct gevolgd door vloer	Geen blijvende invloed
Zwembadvloer	Afsluitende constructie	Beperkt kwel en opwaartse stroming
Buitendijkse ingrepen	Niet aanwezig	Geen toename hydraulische gradiënt
Bemaling	Niet toegepast	Geen extra kwelstroming

Geconcludeerd wordt dat het project niet leidt tot een maatgevende toename van piping- of kwelrisico's. Vanuit het oogpunt van piping en kwel zijn geen aanvullende maatregelen of nadere berekeningen noodzakelijk.

8.8 Beheerbaarheid en toekomstige versterking

De invloed van het project op de beheerbaarheid van de regionale waterkering en de mogelijkheden voor toekomstige versterking is integraal beoordeeld. Daarbij is gekeken of de gerealiseerde en eindsituatie beperkingen opleggen aan inspectie, onderhoud en eventuele versterkingsmaatregelen.

Het bijgebouw en het zwembad zijn gesitueerd aan de binnendijkse zijde van de waterkering en liggen binnen de beschermingszone. De geometrie van de waterkering, inclusief kruin, binnentalud en teen, is in de huidige situatie en de eindsituatie ongewijzigd gebleven. Er zijn geen ingrepen uitgevoerd aan de buitendijkse zijde van de waterkering.

De aanwezigheid van de paalfundering van het bijgebouw leidt niet tot een fysieke belemmering voor regulier beheer en onderhoud van het talud. Inspecties blijven mogelijk en er zijn geen constructieve elementen aangebracht die het waterkeringsprofiel doorsnijden of ontoegankelijk maken. Het zwembad is uitgevoerd als fundering op staal en ligt verdiept in het binnentalud. In de eindsituatie vormt de zwembadvloer een afgesloten constructie die geen belemmering oplegt voor inspectie of onderhoud van het waterkeringslichaam buiten het directe projectgebied.

Ten aanzien van toekomstige versterking geldt dat geen onomkeerbare ingrepen zijn uitgevoerd die een gangbare versterkingsmaatregel, zoals taludverflauwing of lokale grondverbetering aan de binnendijkse zijde, bij voorbaat onmogelijk maken. De belasting en geometrie van het project zijn lokaal van aard en beperken zich tot het directe perceel.

De projectonderdelen veroorzaken geen beperking voor de toegankelijkheid van het waterkeringsprofiel voor beheer- en onderhoudsmaterieel. Indien bij een toekomstige versterking aanvullende eisen worden gesteld door de waterkeringbeheerder, kan hier in het ontwerp of de uitvoering op worden ingespeeld.

Geconcludeerd wordt dat de beheerbaarheid van de regionale waterkering en de mogelijkheden voor toekomstige versterking door het bijgebouw en het zwembad niet maatgevend worden beperkt.

8.9 Samenvattende waterkeringbeoordeling

Op basis van de uitgevoerde berekeningen en beschouwingen in hoofdstuk 6, 7 en 8 is een integrale waterkeringbeoordeling uitgevoerd voor het bijgebouw en het zwembad.

Voor het bijgebouw, gefundeerd op palen, is vastgesteld dat de geïntroduceerde spanningsinvloed op het binnentalud beperkt is ten opzichte van de aanwezige effectieve verticale spanningen. De rekenkundige onderbouwing toont aan dat de relatieve spanningsverhoging gering is en snel afneemt met toenemende afstand tot de paalfundering. Zowel de macro- als microstabiliteit van de regionale waterkering worden hierdoor niet maatgevend beïnvloed.

Voor het zwembad, uitgevoerd als fundering op staal, is vastgesteld dat de netto spanningsverandering als gevolg van belasting en ontgraving beperkt blijft. De draagkracht van de ondergrond is toereikend, zettingen zijn gering en opdrijven treedt niet op bij maatgevende grondwaterstanden. De spannings- en ontgravingsinvloed op het binnentalud is niet maatgevend voor de stabiliteit van de waterkering.

Ten aanzien van grondwater, freatische lijn, piping en kwel is geconcludeerd dat geen ongunstige wijzigingen optreden. Er is geen sprake van structurele bemaling, verkorting van kwelweglengtes of toename van hydraulische gradiënten. De waterkerende functie van de deklaag en het waterkeringslichaam blijft gehandhaafd.

Ook op het gebied van beheerbaarheid en toekomstige versterking zijn geen maatgevende beperkingen vastgesteld. Inspectie, onderhoud en gangbare versterkingsmaatregelen aan de binnendijkse zijde blijven mogelijk.

Geconcludeerd wordt dat het bijgebouw en het zwembad, in de huidige situatie en de eindsituatie, voldoen aan de eisen voor waterkeringsveiligheid. Het project heeft geen maatgevende nadelige invloed op de regionale waterkering en is vanuit waterkeringtechnisch oogpunt aanvaardbaar.

8.10 Conclusie waterkeringtoets

Op basis van de integrale beoordeling zoals uitgewerkt in hoofdstuk 8 wordt geconcludeerd dat het bijgebouw en het zwembad geen maatgevende nadelige invloed hebben op de veiligheid en functie van de regionale waterkering.

Voor zowel het bijgebouw (paalfundering) als het zwembad (fundering op staal) is aangetoond dat de geïntroduceerde belastingen, spanningsveranderingen en ontgravingsinvloeden beperkt blijven ten opzichte van de bestaande spanningssituatie in het binnentalud. De macro- en microstabiliteit van de waterkering worden niet ongunstig beïnvloed.

De beoordeling van grondwater, freatische lijn, piping en kwel laat zien dat geen ongunstige hydraulische effecten optreden. Er is geen sprake van structurele bemaling, verkorting van kwelweglengtes of toename van hydraulische gradiënten die relevant zijn voor de waterkeringsveiligheid.

Ook ten aanzien van beheerbaarheid en toekomstige versterking zijn geen beperkende effecten vastgesteld. Inspectie, onderhoud en gangbare versterkingsmaatregelen blijven mogelijk.

Geconcludeerd wordt dat het project, in de huidige situatie en de eindsituatie, voldoet aan het geldende toetskader voor waterkeringsveiligheid. Vanuit waterkeringtechnisch oogpunt zijn geen aanvullende maatregelen of nadere berekeningen noodzakelijk.

9 Conclusies en randvoorwaarden

9.1 Conclusies bijgebouw, paalfundering

Op basis van de uitgevoerde berekeningen en de integrale waterkeringtoets wordt geconcludeerd dat de paalfundering van het bijgebouw geen maatgevende nadelige invloed heeft op de regionale waterkering.

De ontwerpbelasting per paal blijft ruim binnen het beschikbare draagvermogen. De toets in de uiterste grenstoestand toont aan dat bezwijken van de fundering niet aan de orde is. Zettingen en vervormingen in de gebruikstoestand zijn beperkt en niet maatgevend.

De rekenkundige beoordeling van de spanningsinvloed laat zien dat de additionele verticale spanningsverhoging in het binnentalud gering is ten opzichte van de aanwezige effectieve verticale spanning. De relatieve spanningsbijdrage is beperkt en neemt snel af met toenemende afstand tot de paalfundering. Zowel de macrostabiliteit als de microstabiliteit van het binnentalud worden hierdoor niet ongunstig beïnvloed.

Ten aanzien van grondwater, freatische lijn, piping en kwel is vastgesteld dat de paalfundering geen preferente stromingsroutes introduceert en geen ongunstige hydraulische effecten veroorzaakt. Structurele bemaling is niet aan de orde geweest en de waterkerende functie van het talud blijft gehandhaafd.

Ook vanuit beheerbaarheid en toekomstige versterking zijn geen beperkende effecten vastgesteld. De geometrie van de waterkering is ongewijzigd gebleven en inspectie, onderhoud en gangbare versterkingsmaatregelen blijven mogelijk.

Geconcludeerd wordt dat de uitbouw, uitgevoerd met een paalfundering, vanuit waterkeringtechnisch oogpunt aanvaardbaar is en geen aanvullende maatregelen of nadere berekeningen vereist.

9.2 Conclusies zwembad, fundering op staal

Op basis van de uitgevoerde berekeningen en beschouwingen wordt geconcludeerd dat de fundering op staal van het zwembad geen maatgevende nadelige invloed heeft op de regionale waterkering.

De draagkracht van de ondergrond onder de zwembadvloer is in de uiterste grenstoestand toereikend. Bezwijken van de ondergrond is niet maatgevend. Zettingen in de gebruikstoestand zijn beperkt en differentiële zettingen worden niet verwacht.

De toets op opdrijven bij maatgevende grondwaterstanden toont aan dat de neerwaartse belasting van de zwembadvloer en het water in gevulde toestand voldoende is om opdrijven te voorkomen. Opdrijven is niet maatgevend.

Uit de beoordeling van spannings- en ontgravingsinvloed volgt dat de netto spanningsverandering in het binnentalud beperkt blijft. De spanningsbijdrage neemt snel af met toenemende afstand tot het zwembad en beïnvloedt het globale glijmechanisme van de waterkering niet ongunstig. Zowel de macro- als microstabiliteit van het binnentalud blijven gewaarborgd.

Ten aanzien van grondwater, freatische lijn, piping en kwel is vastgesteld dat de ontgraving tijdelijk van aard is geweest en direct is gevolgd door het realiseren van de zwembadvloer, die in de eindsituatie als afsluitende constructie fungeert. Er treden geen ongunstige hydraulische effecten op.

Ook vanuit het oogpunt van beheerbaarheid en toekomstige versterking zijn geen beperkende effecten vastgesteld. Inspectie, onderhoud en gangbare versterkingsmaatregelen aan de binnendijkse zijde blijven mogelijk.

Geconcludeerd wordt dat het zwembad, uitgevoerd als fundering op staal, vanuit waterkeringtechnisch oogpunt aanvaardbaar is en geen aanvullende maatregelen of nadere berekeningen vereist.

9.3 Conclusies waterkeringtoets

Op basis van de uitgevoerde berekeningen, beschouwingen en de integrale beoordeling wordt geconcludeerd dat het project voldoet aan de eisen voor waterkeringsveiligheid.

De paalfundering van het bijgebouw en de fundering op staal van het zwembad leiden niet tot maatgevende nadelige effecten op de regionale waterkering. De geïntroduceerde belastingen en spanningsveranderingen blijven beperkt ten opzichte van de bestaande spanningssituatie in het binnentalud en nemen snel af met toenemende afstand tot de constructies. Zowel de macro- als microstabiliteit van de waterkering worden niet ongunstig beïnvloed.

De beoordelingen van grondwater, freatische lijn, piping en kwel tonen aan dat geen ongunstige hydraulische effecten optreden. Er is geen sprake van structurele bemaling, verkorting van kwelweglengtes of toename van hydraulische gradiënten die relevant zijn voor de waterkeringsveiligheid.

Ook ten aanzien van beheerbaarheid en toekomstige versterking zijn geen beperkende effecten vastgesteld. De geometrie en toegankelijkheid van de waterkering blijven behouden en gangbare beheer-, onderhouds- en versterkingsmaatregelen blijven mogelijk.

Geconcludeerd wordt dat het bijgebouw en het zwembad, in de huidige situatie en de eindsituatie, vanuit waterkeringtechnisch oogpunt aanvaardbaar zijn. Aanvullende maatregelen of nadere berekeningen zijn niet noodzakelijk.

9.4 Randvoorwaarden en aandachtspunten

De conclusies in dit rapport zijn gebaseerd op de uitgevoerde berekeningen en de feitelijke situatie ten tijde van de beoordeling. Voor de verdere uitvoering, het gebruik en toekomstig beheer gelden de onderstaande randvoorwaarden en aandachtspunten.

- De gerealiseerde situering, maatvoering en funderingswijze van het bijgebouw en het zwembad mogen niet worden gewijzigd zonder aanvullende beoordeling. Wijzigingen in belasting, geometrie of ligging ten opzichte van de waterkering kunnen aanleiding geven tot een hernieuwde waterkeringtoets.
- Aanvullende grondroerende werkzaamheden binnen het waterkeringsprofiel, waaronder extra ontgravingen, ophogingen of het verwijderen van grond, vallen buiten de scope van dit rapport en vereisen voorafgaande afstemming met de waterkeringbeheerder.
- Structurele grondwateronttrekking of bemaling is niet toegestaan zonder aanvullende toetsing. Indien tijdelijke bemaling in de toekomst noodzakelijk blijkt, dient vooraf te worden beoordeeld of dit gevolgen heeft voor stabiliteit, piping of kwel.
- De waterkerende functie van de deklaag en het binnentalud dient te allen tijde te worden gehandhaafd. Beschadiging, doorboring of aantasting van deze lagen is niet toegestaan.
- De paalfundering van het bijgebouw mag geen preferente stromingsroutes voor grondwater creëren. Eventuele toekomstige aanpassingen aan de fundering of nabijgelegen constructies dienen hier expliciet op te worden getoetst.

- De zwembadvloer dient zijn afsluitende functie te behouden. Verwijdering of aanpassing van de zwembadvloer kan leiden tot gewijzigde grondwater- en spanningssituaties en vereist een aanvullende beoordeling.
- Inspectie, onderhoud en beheer van de regionale waterkering moeten te allen tijde mogelijk blijven. De aanwezigheid van het bijgebouw en het zwembad mag de toegankelijkheid voor beheer- en onderhoudswerkzaamheden niet beperken.
- Bij toekomstige versterking van de waterkering kunnen aanvullende eisen worden gesteld door de waterkeringbeheerder. Het project dient in dat geval zodanig te worden aangepast dat gangbare versterkingsmaatregelen mogelijk blijven.

Deze randvoorwaarden en aandachtspunten vormen een integraal onderdeel van de waterkeringtoets en dienen te worden meegenomen in de verdere besluitvorming en uitvoering.

9.5 Eindconclusie

Op basis van de uitgevoerde berekeningen, beschouwingen en de integrale waterkeringtoets wordt geconcludeerd dat het bijgebouw en het zwembad, in de huidige situatie en de eindsituatie, voldoen aan de eisen voor waterkeringsveiligheid.

De paalfundering van het bijgebouw en de fundering op staal van het zwembad leiden niet tot maatgevende nadelige effecten op de regionale waterkering. De geïntroduceerde belastingen, spanningsveranderingen en ontgravingsinvloeden blijven beperkt ten opzichte van de bestaande situatie en beïnvloeden de macro- en microstabiliteit van het binnentalud niet ongunstig.

De beoordelingen van draagkracht, zettingen, opdrijven, grondwater, freatische lijn, piping en kwel tonen aan dat geen ongunstige geotechnische of geohydrologische effecten optreden. De waterkerende functie van het talud en de deklaag blijft gehandhaafd.

Ook ten aanzien van beheerbaarheid en toekomstige versterking zijn geen beperkende effecten vastgesteld. Inspectie, onderhoud en gangbare versterkingsmaatregelen aan de regionale waterkering blijven mogelijk.

Geconcludeerd wordt dat het project vanuit waterkeringtechnisch oogpunt aanvaardbaar is. Onder de in hoofdstuk 9 geformuleerde randvoorwaarden en aandachtspunten zijn geen aanvullende maatregelen of nadere berekeningen noodzakelijk.

Bijlage A: Overzichtstekening

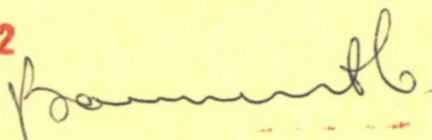
Bijlage B: Beschikbaar grondonderzoek



Behoort bij besluit van Burgemeester
en Wethouders van Klundert van

22 NOV. 1972

De Secretaris:



GRONDBOORBEDRIJF

J
RIETVELD

OOSTZEEDIJK 66 - ROTTERDAM-3016 - TELEFOON 010-147115

Oostzeedijk 66
ROTTERDAM-3016
Tel. : 010-147115-112122

Werk no. 001391

GRONDBOORBEDRIJF J. RIETVELD B. V.

GRONDONDERZOEK

t.b.v. de bouw van een
woonhuis

Gemeente: KLUNDERT.

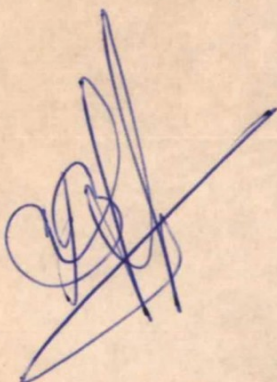
INHOUD:

Diepsondering

1

Legenda

Situatietekening



OPDRACHTGEVER:

Arch.- en Ing. bureau Ir. G. Gerritse N.V.
Spuiboulevard 296,
DORDRECHT.
Tel.: 01850-46044

0 → KG/CM² 100 200 300

DIEPTE IN M. + M.V. ↓

GRONDBOORBEDRIJF

NR. 1

RIETVELD

PLAATS: KLUNDERT

WERKOBJECT:

GESONDEERD:

GETEKEND:

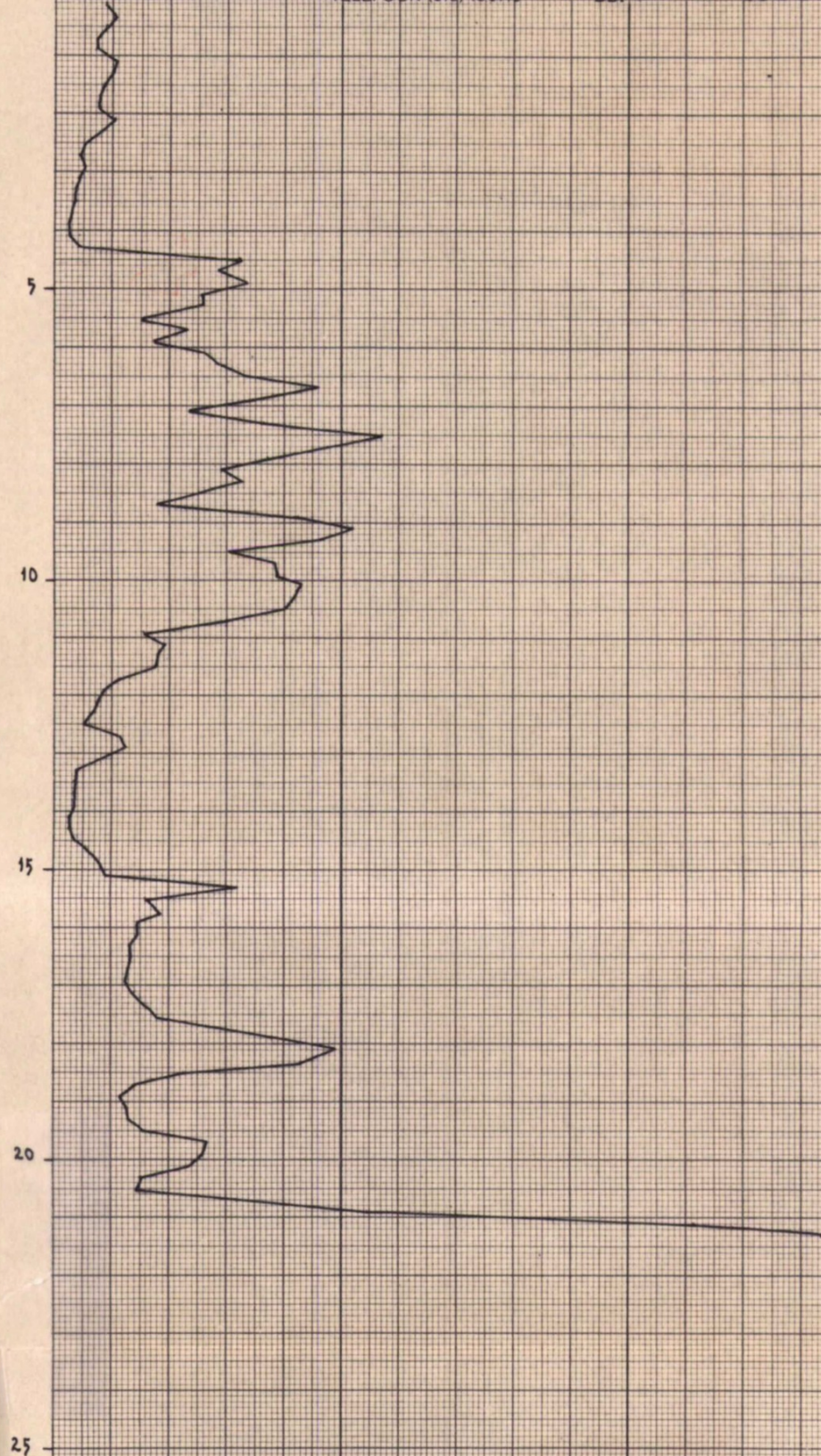
ROTTERDAM

TELEFOON (010) 189119

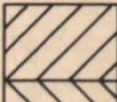
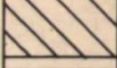
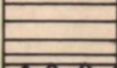
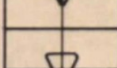
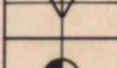
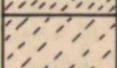
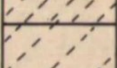
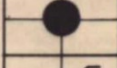
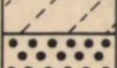
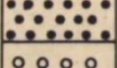
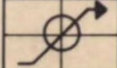
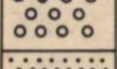
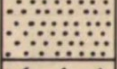
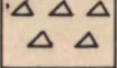
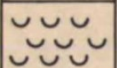
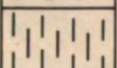
DD.

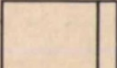
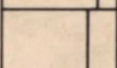
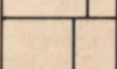
28 - 8 - 72

M.V.



LEGENDA

	KLEI		DIEPSONDERING
	LEEM		Dk SONDERING (diepsondering met plaatselijke of gesommeerde wrijvingsweerstand)
	VEEN		MIDDENZWARE SONDERING
	TEELAARDE		reeds verrichte sondering
	ZAND-fijn		PULSBORING
	ZAND-matig grof		STEEKBORING
	ZAND-grof		PEILBUIS
	GRIND-grof		WATERSpanNINGMETER
	GRIND-matig grof		zelfde plaats
	GRIND-fijn		
	PUIN - KOOLAS - SINTELS		
	SCHELPEN		
	SCHELPENGRUIS		
	HOUT		

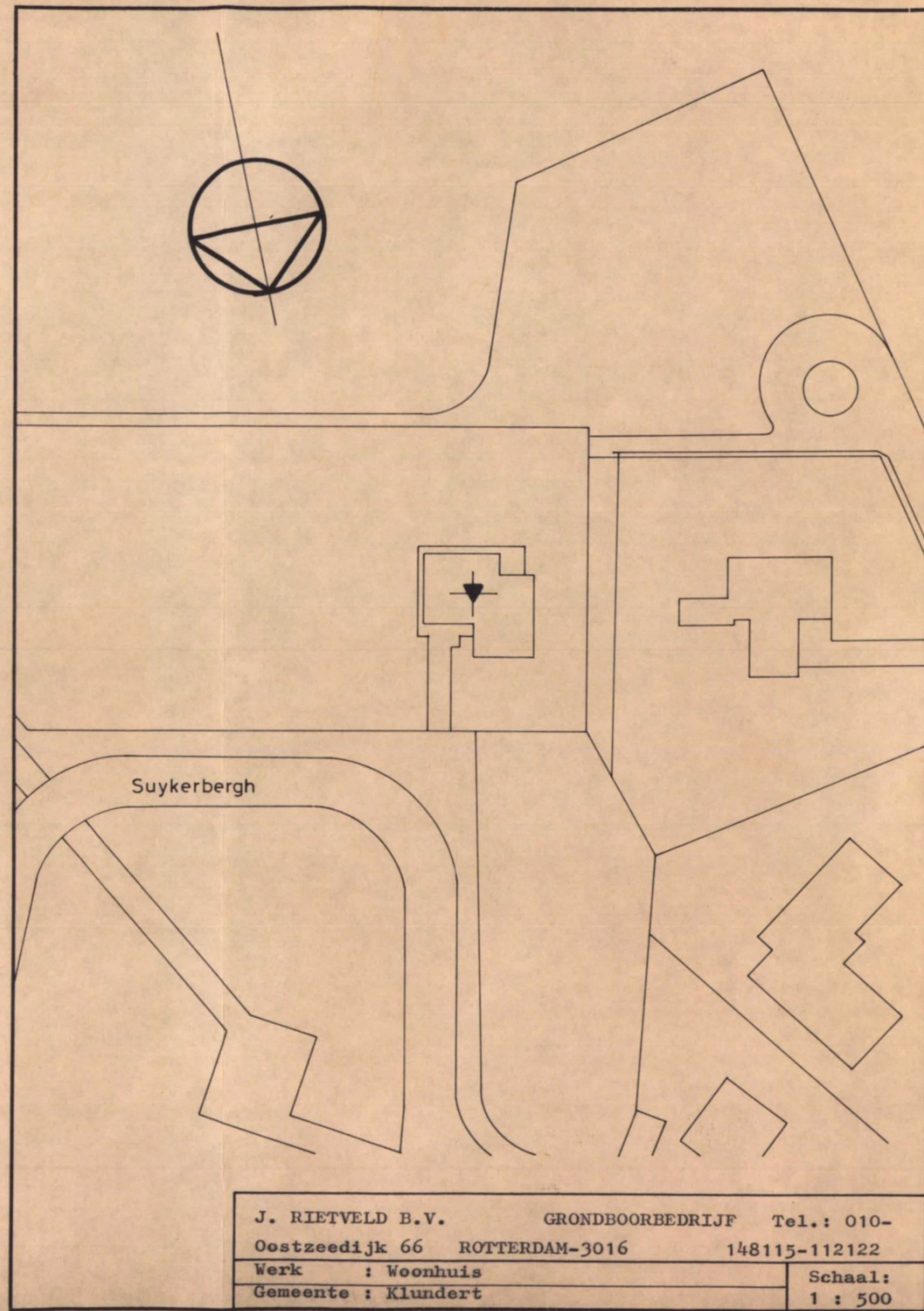
	weinig
	matig
	veel

Bijmengsels	veel	matig	weinig
Klei			
Leem			
Slib	SSI	MSI	WSI
Veen			
CONCRETIE en STENEN			

N.A.P. - Normaal A'dams peil

D.P. - Delftlands peil

P.P. - Polder peil



J. RIETVELD B.V.		GRONDBOORBEDRIJF	Tel.: 010-
Oostzeedijk 66		ROTTERDAM-3016	148115-112122
Werk : Woonhuis			Schaal:
Gemeente : Klundert			1 : 500

