

12. Geohydrologisch onderzoek



Definitief
Versie 2
18 oktober 2018

Egeldonk en Echtenstein

Rapportage geohydrologisch onderzoek
Ontwerpniveau maaiveld in relatie tot grondwater

Auteur(s)

L. Doodeman
Ingenieursbureau

Opdrachtgever

T. Boogaard
Ingenieursbureau

Contactpersoon

J. van der Vliet
Ingenieursbureau

Kenmerk

30733

Opsteller	Goedgekeurd en vrijgegeven	Paraaf	Datum
L. Doodeman	R. van Diepen		04/07/2018

Inhoud

1	Inleiding	7
1.1	Opdrachtformulering	8
1.2	Leeswijzer	8
2	Gebiedsbeschrijving	9
3	Geohydrologisch systeem	11
3.1	Huidig maaiveldniveau	11
3.2	Bodemgegevens	11
3.3	Watersysteem	13
3.4	Grondwatergegevens	15
3.5	Doorlatendheid	18
4	Ontwateringseisen en richtlijnen	20
5	Grondwater modelopbouw	21
5.1	Inleiding	21
5.2	Uitgangspunten	21
6	Indicatieve grondwatertoets	26
6.1	Inleiding	26
6.2	Gesimuleerde toekomstige maatgevende hoge grondwaterstand	26
6.3	Adviezen	29
7	Conclusies, aanbevelingen en aandachtspunten	34
7.1	Conclusies	34
7.2	Aanbevelingen en aandachtspunten	34
8	Bronvermelding	36
Bijlagen		
1.	Stedenbouwkundig plannen	
2.	Grond(water)onderzoek Fugro	
3.	Peilbuisgegevens	
4.	Grondwateraanvulling	

Samenvatting

Het project betreft de herinrichting van de E-buurt in Amsterdam Zuidoost: het plangebied Egeldonk en Echtenstein. De voormalige hoogbouw in Egeldonk is gesloopt, Echtenstein is niet eerder bebouwd geweest. Midden door Egeldonk ligt een hoofdtracé van kabels en leidingen. Na herinrichting is een grondwaterstandssituatie zonder wateroverlast en/of –onderlast gewenst, hetgeen kan worden gerealiseerd door het maaiveldniveau voldoende hoog te kiezen.

In Egeldonk en Echtenstein is veldwerk verricht om meer informatie omtrent de bodemopbouw en grondwaterstanden te verzamelen. In zowel Egeldonk en Echtenstein worden momenteel hoge grondwaterstanden gemeten, terwijl de naastgelegen wijk gedraineerd wordt. Hierdoor voldoen de gebieden momenteel niet aan het Amsterdamse grondwaternorm voor bouwen zonder kruipruimte. Kanttekening hierbij is dat de gemeten grondwaterreeksen te kort zijn om een maatgevende grondwaterstand te berekenen.

Een indicatieve grondwatertoets is opgesteld om het effect van de nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen in het plangebied op de freatische grondwaterstand te berekenen en om na te gaan of het gebied in de eindsituatie voldoet aan de gemeentelijke grondwaternorm. Hierdoor wordt grondwateroverlast in een later stadium voorkomen. In het plangebied worden in de toekomst hogere grondwaterstanden verwacht vanwege klimaatsverandering en de kelderbouw. Hierdoor is het noodzakelijk voor de hoogbouw de vloerpeilen verhoogd aan te leggen en ter plaatse van de laagbouw, de kavels op te hogen ten opzichte van het huidige maaiveld. Ophoging varieert per kavel, hier wordt in hoofdstuk 6.3 op ingegaan. Ophogen dient te gebeuren met goed doorlatend zand ($k=7$ m/dag). Ook in het kader van Rainproof is ophoging van de kavels wenselijk.

Daarnaast wordt aangeraden ook de groenzone in Egeldonk-midden op te hogen, ondanks de aanwezigheid van de kabels- en leidingenstrook. Dit is nodig voor de bomen, het fietspad en de sport- en spelzones. Indien ophoging niet mogelijk is, moet gekeken worden naar andere mogelijkheden om de grondwaterstand te verlagen.

Ter plaatse van Egeldonk-noord zuidzijde is het waarschijnlijk niet mogelijk het vloerpeil van het gebouw en het maaiveld van het plein voldoende hoog aan te leggen vanwege aansluiting op het bestaande maaiveld. Hierdoor wordt de aanleg van drainage geadviseerd.

Grondverbetering of een grindkoffer wordt geadviseerd tussen de bebouwing en het talud van de Elsrijkdreef om een natte zone tegen de bebouwing te voorkomen. Bij voorkeur wordt deze doorgetrokken naar de zuidelijke watergang.

In onderstaande figuur en tabel worden de problemen en acties samengevat.



Figuur 1: Egeldonk (links) en Echtenstein (rechts) met locatieverwijzingen

Tabel 1: Samenvatting locaties, problemen en acties ter plaatse van Egeldonk en Echtenstein.

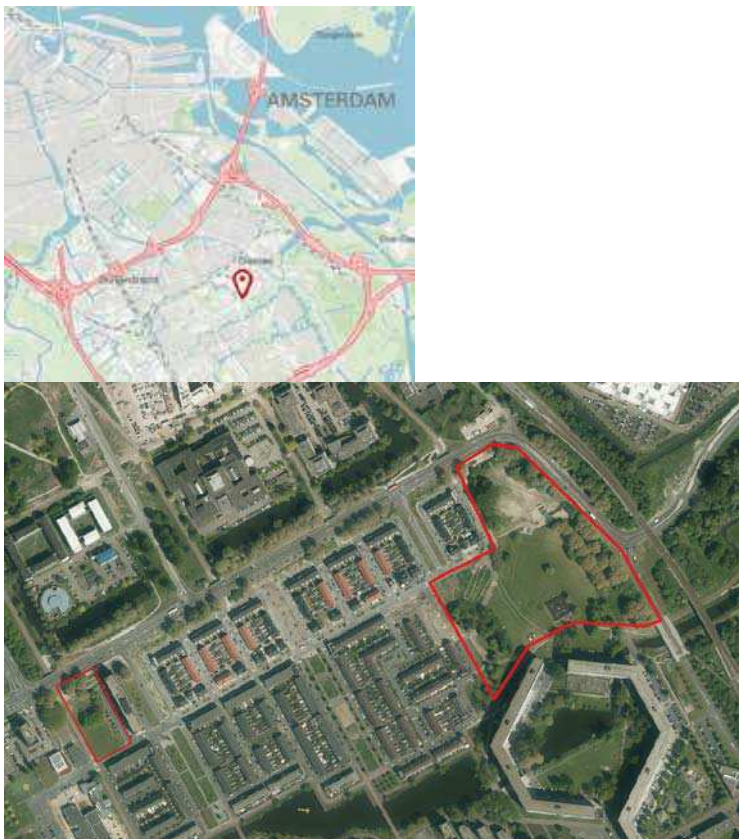
Buurt	Locatie	Nr.	Probleem	Actie
Egeldonk	Kavels/gebouw	1/2/4/5/6/7	Onvoldoende ontwatering	Ophogen vloerpeil
	Kavel/gebouw	3	Onvoldoende ontwatering	Aanleg drainage
	Kavels/laagbouw	8	Onvoldoende ontwatering	Ophogen maaiveld
	Groenzone	9	Onvoldoende ontwatering tpv K&Lstrook	1. Ophogen maaiveld 2.ontwateringsmaatregelen
	Plein noordzone	10	Onvoldoende ontwatering	Aanleg drainage
	Taludrand dreef	11	Natte tussen talud en bebouwing	Grondverbetering
Echtenstein	Kavel/gebouw	12	Onvoldoende ontwatering	Ophogen vloerpeil

1 Inleiding

Op 24 april 2007 heeft de stadsdeelraad het Stedenbouwkundig Plan van Eisen E-buurt Oost vastgesteld [6] (Figuur 2). Hierin is vastgelegd dat in het plangebied E-buurt Oost ca. 400 nieuwe woningen worden gebouwd (laagbouw en appartementen).

Het project betreft de herinrichting van de E-buurt in Amsterdam Zuidoost tot woongebied. Onderdeel van de herinrichting zijn onder andere ophoging van het gebied, nieuwbouw van woningen, de aanleg van wegen, de kap van bestaande bomen en de planting van nieuwe bomen. Wijzigingen in het oppervlaktewatersysteem (dempen en/of graven van watergangen) zijn niet voorzien. Zowel in de Egeldonk buurt als in Echtenstein zal nieuwbouw worden neergezet.

Na herinrichting is een grondwaterstandssituatie zonder wateroverlast en/of –onderlast gewenst, hetgeen kan worden gerealiseerd door het maaiveldniveau voldoende hoog te kiezen. Hierbij dient er rekening mee te worden gehouden dat de huidige grondwaterstandssituatie als gevolg van de herinrichting zal veranderen. Daarnaast moet rekening te worden gehouden met een toename van neerslag als gevolg van klimaatverandering.



Figuur 2: Globale omgrenzing plangebied [10] met Egeldonk aan de oostzijde en Echtenstein aan de westzijde

1.1 Opdrachtformulering

In verschillende bouwprojecten is vroegtijdige systematische aandacht voor het meewegen van wateraspecten in ruimtelijke plannen en besluiten van belang. Grondwater is een minder zichtbaar maar niet minder belangrijk onderdeel van het watersysteem. In het gebied dient grondwateroverlast voorkomen te worden door het gebied conform het beleid van de gemeente Amsterdam op een duurzame wijze te laten voldoen aan de gemeentelijke grondwaternorm. Met een grondwatermodel kan het toekomstige grondwatersysteem gesimuleerd worden. Zo kan het effect van de ontwikkelingen in het plangebied op de grondwaterstand inzichtelijk gemaakt worden.

In het kader van de ontwikkelingen in Egeldonk is veldwerkonderzoek uitgezet om meer gegevens te verzamelen over de grondwaterstanden, bodemopbouw en doorlatendheid van de bodem.

In eerdere geohydrologisch onderzoeken [6, 8, 16] zijn al maaiveldniveaus geadviseerd. Inmiddels is meer bodemonderzoek uitgevoerd. Een grondwatermodel is opgesteld. Doel van de voorliggende rapportage is om aan de hand van het geijkte grondwatermodel een voorlopige inschatting te maken van het minimale maaiveldniveau van het plangebied. Nadat de lokale grondwatermonitoring van een jaar is voltooid, dienen de conclusies te worden geactualiseerd.

1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 en in hoofdstuk 3 wordt het plangebied beschreven en het geohydrologische systeem. In hoofdstuk 4 worden de hydrologische begrippen en gemeentelijke grondwaternormen uitgelegd. In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op het geohydrologische model; het doel, de parameters en de ijking. In hoofdstuk 6 wordt gekeken naar de toekomstscenario's, waarbij aandachtspunten voor het gebied worden aangestipt. In hoofdstuk 7 volgen de conclusies en aanbevelingen.

2 Gebiedsbeschrijving

De projectlocaties Egeldonk (E-buurt Oost) en Echtenstein liggen in stadsdeel Zuidoost en maakt deel uit van de EGK-buurt in Bijlmer Oost. In het gebied heeft voorheen hoogbouw gestaan (Figuur 3). Dit is rond 2010 gesloopt [10]. Momenteel worden er plannen gemaakt voor de ontwikkeling van het plangebied.

Het gebied Egeldonk en Echtenstein bevindt zich in het beheergebied van het waterschap Amstel, Gooi en Vecht (AGV).



Figuur 3: Gesloopte hoogbouw Egeldonk op luchtfoto uit 2009 (links) en deels gesloopte hoogbouw Echtenstein op luchtfoto uit 2004 (rechts) [10]

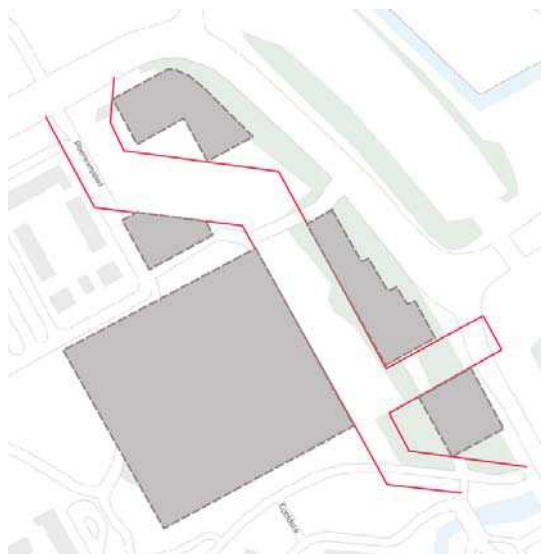
Egeldonk

Egeldonk is opgedeeld in drie deelgebieden: noordzone, middenzone en zuidzone [6] (Figuur 4). Voor de onderliggende notitie zijn alleen de noord- en middenzone beschouwd. In Bijlage 1 - is het schetsontwerp noord- en middenzone voor de E-buurt Oost gepresenteerd [9].

Het Egeldonk gebied wordt begrensd aan de oostkant door de verhoogde Elsrijkdreef, aan de Noordkant ligt de verhoogde Daalwijkdreef. Aan de westkant van het plangebied ligt het Roerdomppad. Op de omringende percelen is laagbouw (nieuw) gebouwd. Aan de zuidkant staan gerenoveerde honingraatflats, Gravestein- en Geldershoofdflats. Door het plangebied loopt aan de oostzijde een hoofdtracé voor kabels en leidingen (Figuur 5). Daar geldt een begrenzing voor de nieuwe bebouwing [6].



Figuur 4: Grove gebiedsindeling Egeldonk-oost



Figuur 5: De rode lijnen geven een kabels- en leidingenstrook binnen het Egeldonkgebied aan

Echtenstein

In Echtenstein heeft tot circa 2004 hoogbouw gestaan, deze gebouwen zijn in 2005 deels gesloopt (Figuur 3). Rond 2015 is de overige hoogbouw, met uitzondering van de bestaande flat Echtenstein, gesloopt. Op de omringende percelen is laagbouw gebouwd. De huidige bouwlocatie (grasveld) is, voor zover bekend, niet eerder bebouwd geweest.

Echtenstein ligt tegen het talud van de verhoogde Daalwijkdreef. Daarnaast wordt het gebied begrensd door het Kelbergenpad en Egoli. De nieuwbouw komt gelegen naast de hoogbouw Echtenstein. In de omgeving is nieuwe laagbouw gelegen. In de Bijlage 1 - is het schetsontwerp voor nieuwbouw in Echtenstein opgenomen.

3 Geohydrologisch systeem

3.1 Huidig maaiveldniveau

Egeldonk

Uit AHN 3 [1] blijkt dat het maaiveldniveau aan de zuidkant van het plangebied Egeldonk (Strandvlietpad) ca. NAP -2,6 m bedraagt. Aan de oostzijde van het plangebied loopt het maaiveld omhoog tot ca. NAP +1,6 à +1,9 m ter plaatse van de Elsrijkdreef (secundaire waterkering). Ook aan de noordzijde van het gebied (Daalwijkdreef) loopt het maaiveld op tot NAP +1,5 m vanwege de waterkering [2].

Echtenstein

Ter plaatse van Echtenstein ligt de projectlocatie tegen de Daalwijkdreef (NAP +1,8 m) aan dat met een steil talud afloopt naar het grasveld op NAP -2,2 m. Het grasveld loopt flauw af naar het zuiden (NAP -2,4 m).

3.2 Bodemgegevens

In het plangebied is bodemonderzoek uitgevoerd om de bodemopbouw in kaart te brengen. In Figuur 6 is op basis van boringen en sonderingen de dikte van het freatische pakket in kaart gebracht [3]. De rapporten van de bodemonderzoeken zijn toegevoegd in Bijlage 2 - .



Figuur 7: Echtenstein, maaiveldhoogte (ten tijde van meting) in m NAP (zwart) en onderkant van het freatische pakket in m NAP (rood). Recente boringen en peilbuizen, en oude sonderingen van voor 1975

Echtenstein

In het gebied Echtenstein is aanvullend bodemonderzoek uitgevoerd [3]. Er zijn twee peilbuizen geplaatst en twee aanvullende boringen gedaan. Daarnaast zijn ter plaatse oude sonderingen bekend uit 1975 van voor de bouw van de hoogbouw [18, 19]. Het maaiveld en de dikte van het freatische pakket varieert. Op basis hiervan ligt naar schatting de onderkant van het freatische pakket rond NAP -3,5 m (Figuur 7).

Algemeen bodemopbouw

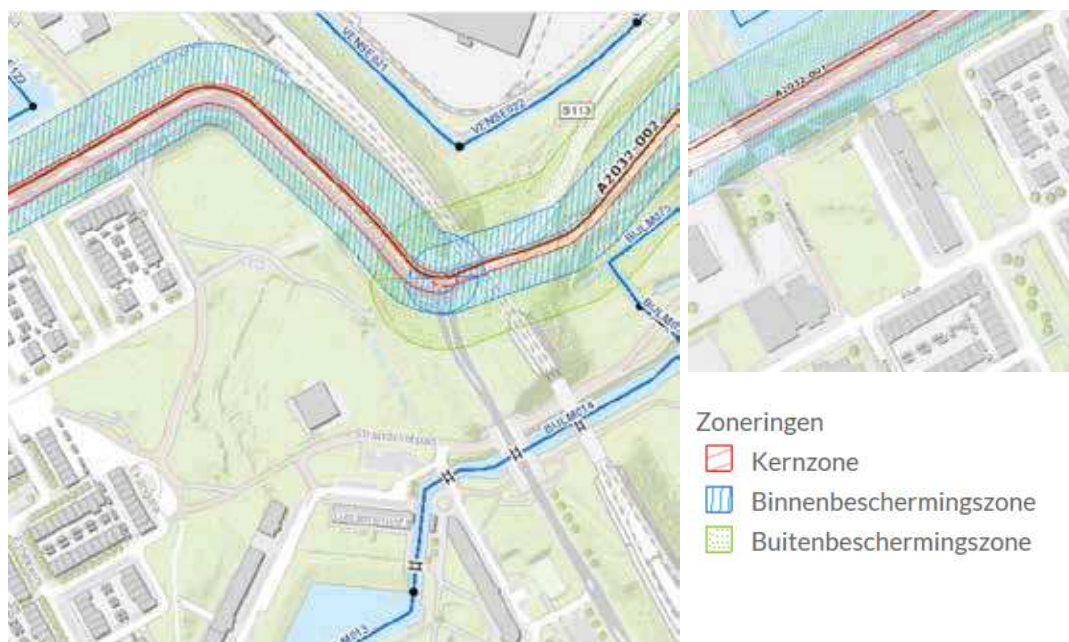
Voor zowel Egeldonk en Echtenstein geldt dat onder het freatische pakket een waterremmend pakket van klei en veen volgt tot ca. NAP -8 á 9 m. Hierop volgt de eerste zandlaag tot circa NAP -12 m, waarna een waterremmende kleilaag volgt tot circa NAP -19 m [18,19].

3.3 Watersysteem

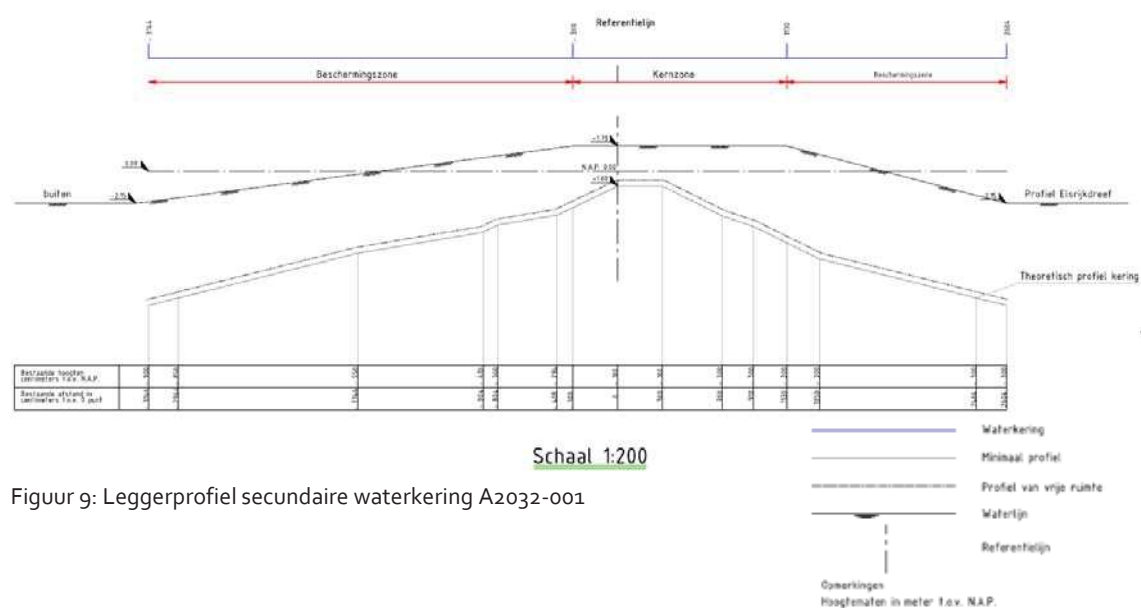
De projectlocaties liggen tussen twee peilgebieden, deze worden gescheiden door een waterkering. Aan de zuidzijde van het project wordt door Waternet in de watergang een oppervlaktewaterpeil van NAP -4,2 m gehanteerd. Aan de noordzijde van de projectlocaties (noordzijde van de waterkering) ligt op ca. 80 m ten noordwesten van de projectlocatie (overzijde Daalwijdreef) een watergang met een oppervlaktewaterpeil van NAP -2,5 m (Figuur 10).

Versie 2
18 oktober 2018
Kenmerk 30733
Pagina 14 van 39

In Figuur 8 en Figuur 9 is de waterkering A2032 [2] nabij het plangebied weergegeven. In de verhoogde weg Elsrijkdreef en de Daalwijkdreef ligt de kern van een secundaire waterkering (niet verholten). Het plangebied Egeldonk ligt in of tegen de binnenbeschermingszone van de waterkering. Ook Echtenstein ligt tegen de binnenbeschermingszone aan. De waterkering (A3032-001) heeft een kruinhoogte van NAP -1,0 m, de kruinbreedte is 3,0 m. Het is niet toegestaan zonder vergunning te bouwen binnen het waterkeringprofiel (beschermingszone en kernzone) of het profiel van vrije ruimte (ruimtereservering voor ophoging) [7].



Figuur 8: Secundaire waterkering nabij het plangebied Egeldonk (links) en Echtenstein (rechts)



Figuur 9: Leggerprofiel secundaire waterkering A2032-001

Door Waternet is aangegeven dat in 2015 in de woonwijk tussen Egeldonk en Echtenstein drainage is aangelegd [17]. Het drainageniveau van de drainage varieert tussen de NAP -3,4 en -4,0 m [20]. Op basis van de leeftijd van de drainage is de aanname dat deze nog goed functioneert. In Figuur 10 is drainage in het Egeldonk gebied aangegeven. Aangenomen wordt dat deze niet meer aanwezig is of niet meer functioneert, omdat deze zijn aangelegd ten behoeve van de inmiddels gesloopte Egeldonk hoogbouw. Drainagesystemen die niet door Waternet/AGV worden onderhouden zijn niet bekend; het is dus mogelijk dat er meer drainagesystemen in het gebied aanwezig zijn.

In het nieuw te ontwikkelen gebied wordt een verbeterd gescheiden rioleringsstelsel aangelegd. Niet vervuild regenwater wordt direct op het oppervlaktewater geloosd [6].



Figuur 10: Watergangen nabij plangebied en drainage (roze) in de naastgelegen nieuwbouwwijken. Van de drainage in het Egeldonk-gebied wordt aangenomen dat deze niet meer aanwezig is of niet meer functioneert.

3.4 Grondwatergegevens

Freatische grondwaterstanden

Om inzicht te krijgen in de grondwaterstand in het gebied zijn vijf peilbuizen geplaatst in Egeldonk en twee peilbuizen in Echtenstein (Figuur 12 en Bijlage 3 -). Hierin worden dagelijks grondwaterstanden gemeten. Er zijn nog geen lokale maatgevende grondwaterstanden bekend, omdat er nog geen grondwaterjaarreeksen in het plangebied zijn. In Egeldonk is voornamelijk in de winterperiode gemeten, waardoor deze zijn gebruikt als indicatie voor hoge grondwaterstanden. De aangegeven gemiddelde grondwaterstanden en Gemiddeld Hoogste

Grondwaterstanden zijn dus indicatief en dienen te worden geverifieerd met langere meetreeksen. In Bijlage 3 - zijn de gegevens van de gebruikte freatische peilbuizen aangegeven.

In Figuur 11 en Figuur 12 zijn maaiveldhoogtes, de gemiddelde grondwaterstand en gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG, berekend als 95-percentiel) weergegeven. Bij het vaststellen van deze indicatieve maatgevende grondwaterstanden is rekening gehouden met de meetperiode en –duur, type metingen en het voorkomen van eventuele opvallende trends in de lang metende Waternet peilbuizen (bijvoorbeeld als gevolg van aanleg drainage of nieuwbouw).

Gemiddelde Grondwaterstanden



Figuur 11: Het maaiveld (roze) in m NAP en gemiddelde grondwaterstanden (wit) in m NAP in Waternet peilbuizen (groen) en Wareco peilbuizen (geel). De pijl geeft de globale freatische grondwaterstroming aan.

Gemiddeld Hoogste Grondwaterstanden



Figuur 12: Het maaiveld (roze) in m NAP en Gemiddeld Hoogste Grondwaterstanden (GHG) (wit) in m NAP in nieuw geplaatste peilbuizen (rood) en Waternet peilbuizen (groen).

In peilbuis 4 is een storing in de meetapparatuur opgetreden, waardoor alleen metingen van september t/m november beschikbaar zijn. Op basis van deze beperkte data wordt de GHG geschat op circa NAP -2,8 m (lokaal maaiveld NAP -2,65 m).



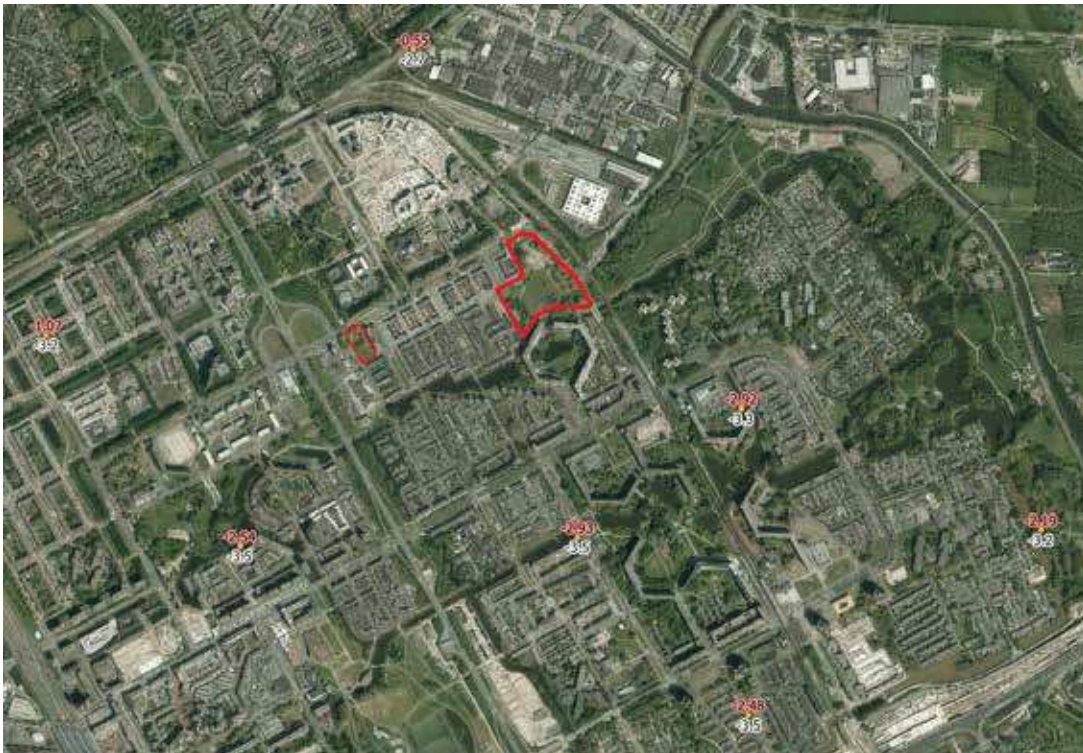
Figuur 13: Water aan het maaiveld tegen talud Elsrijkdreef (Egeldonk-noord), 5 maart 2018

Figuur 13 laat water aan het maaiveld zien tegen het talud van de Elsrijkdreef in het gebied Egeldonk-Noord. De foto is genomen op 5 maart 2018 na een periode van relatief droog weer [24].

In een later stadium zijn twee peilbuizen in Echtenstein bij geplaatst. De eerste grondwatermetingen in april laten op het terrein een variatie tussen NAP -2,8 m en -3,2 m zien (maaiveld NAP -2,1 m). Grondwaterstanden in winterperiode kunnen significant hoger zijn.

Stijghoogte

In Bijlage 3 - zijn de gegevens van de stijghoogtepeilbuizen in het eerste watervoerendpakket nabij het plangebied weergegeven.



Figuur 14: Het maaiveld (roze) in m NAP en gemiddelde stijghoogte (wit) in m NAP in Waternet peilbuizen.

Uit de stijghoogtemetingen blijkt dat in de 1^e zandlaag sprake is van een noord-zuid gerichte grondwaterstroming (Figuur 14). De stijghoogte ter plaatse van de projectlocatie wordt geschat op NAP -3,0 m (hoog) à -3,4 m (laag). Dit is ruim hoger dan het oppervlaktewaterpeil in de zuidelijke watergang (NAP -4,2 m). Derhalve is op de projectlocatie sprake van een kwelsituatie.

3.5 Doorlatendheid

Tijdens het veldwerk zijn er doorlatendheidsmetingen in de zeven geplaatste peilbuizen gedaan om de doorlatendheid van de bodem te bepalen. In Bijlage 3 - zijn de gegevens van de peilbuizen

weergegeven. De doorlatendheid is afhankelijk van de bodemopbouw. In een kleilaag is de doorlatendheid ca. 0,1 m/dag, in een zandlaag varieert de doorlatendheid van ca. 2 tot 8 m/dag.

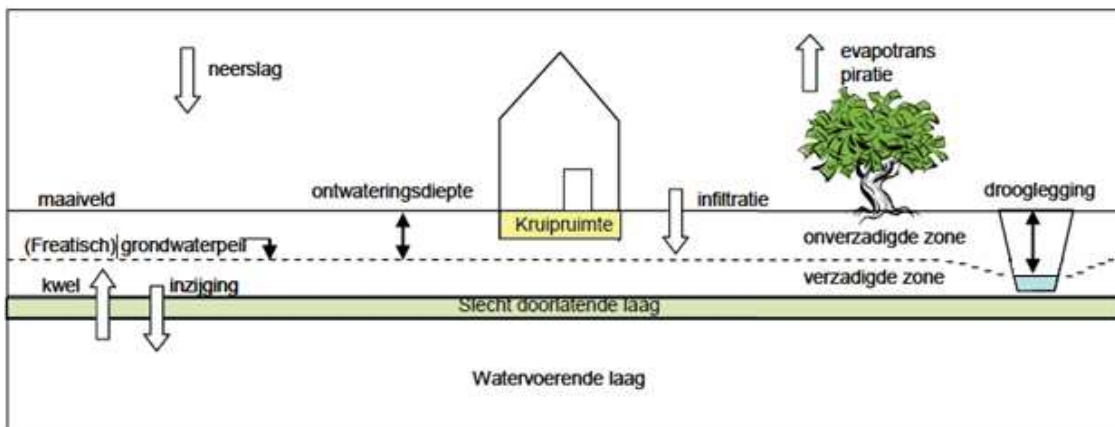
Tabel 2: Resultaten van de doorlatendheidsmetingen in de nieuw geplaatste peilbuizen

Buurt	Peilbuis	Doorlatendheid m/dag
Egeldonk	Pb1	Ca. 3,0 – 3,5
	Pb2	Ca. 4,5 – 5,0
	Pb3	Ca. 8,0 – 8,5
	Pb4	Ca. 0,1
	Pb5	Ca. 0,1
Echtenstein	Pb6	Ca. 1,7
	Pb7	Ca. 3,0 – 3,5

4 Ontwateringseisen en richtlijnen

Bij het bouwrijp maken van het plangebied (Egeldonk en Echtenstein) dat wordt ingericht dient te voldoen aan de grondwaternorm van de Gemeente Amsterdam. De grondwaternorm van de Gemeente Amsterdam [11] is als volgt:

- Bij kruipruimteloos bouwen is de norm voor de ontwateringsdiepte 0,5 m ten opzichte van het maaiveld en bij bouwen met kruipruimte is dit 0,9 m. De ontwateringsdiepte mag met een herhalingskans van 1 keer per 2 jaar gedurende maximaal 5 aaneengesloten dagen overschreden worden.
- Het uitgangspunt bij de norm is dat er geen drainagebuizen of andere ondergrondse ontwateringmiddelen worden toegepast.
- Kelders dienen waterdicht te zijn en spelen daarom geen rol in de ontwateringsnorm.
- De gemeentelijke grondwaterzorgplicht wordt door Waternet getoetst. Waternet is eveneens beheerder van de gemeentelijke rioolstelsels in het plangebied.



Figuur 15: Hydrologische begrippen in beeld.

Andere ontwateringsnormen zijn:

- Bij bomen langs de weg is een ontwatering van minimaal 0,8 m de standaard.
- Voor een weg wordt in de algemene toetsingscriteria uitgegaan van een minimale ontwateringsdiepte van 0,7 m.
- Voor paden, parkeerterreinen en kabels en leidingen wordt uitgegaan van een ontwateringsdiepte van 0,7 à 0,8 m

Voor de onderliggende notitie is de ontwateringsnorm voor kruipruimteloos bouwen (0,5 m –mv) maatgevend. Daarnaast wordt gekeken naar de ontwatering voor bomen.

5 Grondwater modelopbouw

5.1 Inleiding

Het grondwatermodel wordt opgesteld in MicroFEM software en dient freatisch en tijdsafhankelijk te kunnen rekenen. Het model is geijkt met de beschikbare gemeten grondwaterstanden. Met behulp van het opgebouwde grondwatermodel en de gemeten grondwaterstanden is de gewenste maaiveldhoogte berekend. Dit model kan onder andere het effect van ondergrondse constructies op het grondwatersysteem berekenen en kan de toekomstige maaiveldhoogte worden getoetst aan de gemeentelijke grondwaternorm.

5.2 Uitgangspunten

5.2.1 Modelgrenzen en knooppuntafstand

De grenzen van het grondwatermodel zijn groot genoeg gekozen zodat er geen invloed van de modelgrenzen binnen het plangebied zijn. Aan de noordoostkant is het model begrensd door de Weespertrekvaart en aan de westzijde en zuidzijde door de spoordijk en snelweg A9 met parallelle watergangen.

De diepere watervoerende lagen (wadzand en eerste watervoerend pakket) ondervinden geen effect van de ontwikkelingen, omdat gebiedsontwikkeling en de beoogde kelders niet reiken tot in deze lagen. Zodoende worden daar geen berekeningen uitgevoerd.

De knooppuntafstand in het grondwatermodel is verfijnd van circa 50 tot 10 m aan de randen van het grondwatermodel tot circa 1 m in Egeldonk en Echtenstein.

5.2.2 Bodemopbouw en maaiveldhoogte

De gehanteerde modelopbouw binnen het plangebied zijn respectievelijk gegeven in Tabel 3.

Tabel 3: Bodemopbouw in grondwatermodel

Model laag	Bodemlaag	Hoogte laag (m NAP)		Dikte (m)	Geohydrologische schematisatie	Weerstand (dagen)	Doorlatendheid (m/d)
		Van	Tot				
T1	zand	Var. *	-3,5 tot -4,0	Var.*	Freatisch pakket		k= 6 m/dag
C2	Deklaag (veen, klei)	-3,5	-8	4,7	1 ^{ste} Slechtdoorlatend pakket	c= 400	
T2	Zand	-8	-19	10	1 ^{ste} zandlaag (watervoerend pakket)		kD = 150 m ² /dag

*variabel, De dikte van het freatische pakket is verschillend per locatie. Dit wordt berekend door het model.

Volgens het rapport Detaillering Deklaagkaart Stadsdeel Zuidoost [23] is de dikte van de deklaag op de projectlocatie 3 tot 4 meter dik, hieruit volgt een weerstand van circa 400 dagen [12].

In het model is voor het freatische pakket een porositeit van 0,2 aangenomen, de bergingscoëfficiënt voor het watervoerend pakket is 0,0001.

5.2.3 Oppervlaktewater, drainage en grondwaterpeilen

Tussen de twee peilgebieden ligt een secundaire kering. In het model is voor de zuidzijde een oppervlaktepeil van NAP -4,2 m aangehouden met een intreeweerstand van 5 dagen. Aan de noordzijde is een oppervlaktewaterpeil van NAP -2,5 m gehanteerd met een intreeweerstand van 50 dagen. Dit verschil in weerstand simuleert de weerstand van de waterkering. De grondwatermetingen gebruikt voor de ijking zijn weergegeven in paragraaf 3.4.

Voor de drainage wordt een niveau aangehouden van NAP -3,8 m met een weerstand van 10 dagen. Het uitgangspunt is dat de drainerende systemen (riolen, drainage) in het plangebied ook in de toekomst blijven functioneren zoals ze momenteel doen (Figuur 10).

De drainerende werking van drainagesystemen is sterk afhankelijk van drainageniveau, ouderdom, onderhoudstoestand en locatie; deze factoren zijn niet bekend. De huidige werking van de drainage is verdisconteerd tijdens de ijking van het grondwatermodel. Indien de drainagesystemen worden uitgeschakeld, verstopt raken of beschadigen, kunnen veranderingen in de grondwaterstand optreden die niet in de grondwatermodellering zijn meegenomen.

Het is ongewenst bij een grondwatermodel de werking van aanwezige drainage als een gegeven mee te nemen. De werking van drainage kan afnemen en bij voorkeur is de ontwatering van het

nieuw te ontwikkelen gebied voldoende om zonder (nabij gelegen) drainage af te kunnen. Echter, de Bijlmermeer is zodanig diep aangelegd zonder een goed doorlatende ophoging dat de al aanwezige drainage noodzakelijk is om de juiste ontwatering te creëren. Zodoende is de werking van de aanwezige drainage wel meegenomen in het grondwatermodel.

5.2.4 Grondwateraanvulling

De effectieve grondwateraanvulling is het deel van de neerslag dat infiltreert naar het grondwater. Het verhardingspercentage van het maaiveld heeft grote invloed op de hoeveelheid grondwateraanvulling. Op onverhard oppervlak infiltreert een groot deel van de neerslag naar het grondwater. Op verhard oppervlak wordt echter het grootste deel van het hemelwater via het maaiveld en hemelwaterafvoersystemen (HWA) afgevoerd naar het oppervlaktewater. Ook verdampingsverliezen zijn afhankelijk van de maaiveldinrichting en beïnvloeden de grondwateraanvulling.

De grondwateraanvulling in de huidige en toekomstige situatie is afgeleid op basis van de verhouding verhard-onverhard oppervlak. In de huidige situatie is de verharding binnen Egeldonk laag (na sloop) [10]. Ook Echtenstein is vrijwel onverhard, dit is niet eerder bebouwd geweest.

De in de praktijk optredende verdamping is afhankelijk van het type maaiveldinrichting. Voor verhard oppervlak wordt rekening gehouden met een gewasfactor van 0,1 en voor onverhard oppervlak wordt rekening gehouden met een gewasfactor van 1,0 voor grasland [13]. In de simulatie van de freatische grondwaterstand in de toekomst is rekening gehouden met de verandering van het verhardingspercentage na realisatie van de nieuwe bebouwing en de effecten van klimaatverandering.

Op basis van de concept Plankaart [9] zal in de toekomst binnen Egeldonk de verharding circa 40% zijn. In Echtenstein zal dit naar schatting 70% zijn. In de omringende buurt wordt het verhardingspercentage geschat op 40 tot 50 % [15]. Voor de berekening van de hoogste grondwaterstand is een hoge grondwateraanvulling en een laag verhard oppervlak maatgevend (worst case situatie). Daarom is voor het grondwatermodel de veilige aanname gedaan dat in de toekomst 40% het hele modelgebied verhard is. In dit verhardingspercentage wordt rekening gehouden met het tijdelijk braak liggen van terreinen en mogelijke toename van infiltratie.

Het gehanteerde klimaatscenario Warm Hoog (WH) van het KNMI [14] geeft aan dat in het jaar 2085 zowel de gemiddelde neerslag (+30%) als een 10-daagse piekneerslag (+25 %) in de toekomst toeneemt. Deze neerslagtoenames zijn meegenomen in de berekening van de grondwateraanvulling, die staat weergegeven in Bijlage 4 - .

Opgemerkt wordt dat Egeldonk voorheen bebouwd was, waardoor het gebied voorheen sterker verhard was. De bebouwing is gesloopt in 2010.

5.2.5 Ondergrondse constructies

De bestaande hoogbouw aan de zuidkant van het Egeldonk gebied is niet onderkelder. Onder de nieuw te bouwen woontorens in Egeldonk worden ondergrondse garages gebouwd. Ter plaatse van de laagbouw in Egeldonk komen geen kelders. Het uitgangspunt is dat daar kruipruimteeloos wordt gebouwd.

De bestaande Echtenstein flat is niet verdiept. De nieuwe hoogbouw wordt (deels) uitgevoerd met ondergrondse garage.

Voor de ondergrondse constructies in de toekomst zijn er verschillende scenario's doorgerkend. Aangenomen wordt dat deze volledige water ondoorlatend zijn voor het freatische pakket. De scenario's worden beschreven in hoofdstuk 6.

5.2.6 IJking grondwatermodel

Met het grondwatermodel kunnen grondwaterstanden berekend worden op basis van een set parameters. Met een deel van de parameters wordt gevarieerd (geijkt) totdat de simulaties van het grondwatermodel de werkelijke (gemeten) grondwaterstanden zo nauwkeurig mogelijk benaderen. Voor een goede ijking is naast een aantal lange meetreeksen (Waternet) minimaal een jaar aan meetgegevens uit de nieuw geplaatste peilbuizen noodzakelijk. Bij de ijking zijn niet de lokaal geplaatste peilbuizen meegenomen. Vanwege het ontbreken van voldoende meetgegevens en een goede ijking kunnen modelafwijkingen optreden.

In het onderstaande figuur is het geijkte grondwatermodel weergegeven in de situatie met gemiddelde grondwaterstanden.



Figuur 16: IJkafwijking op 11 peilbuislocaties voor gemiddelde grondwaterstanden. De grootte van de bol en het getal (m) geeft de mate van ijkafwijking aan.

De ijkafwijking is maximaal circa 0,2 m ten opzichte van de gemiddelde grondwaterstand in de 8 meest relevante peilbuizen nabij in het plangebied en omgeving. Een maximale ijkafwijking van 0,2 m wordt als acceptabel beschouwd voor een stedelijke omgeving, zeker in dit sterk gedraineerde gebied met alle hiermee samenhangende lokale verschillen in grondslag, grondwaterstand en onzekerheden.

Peilbuizen Go8142, Go8195 en Go7057 hebben grotere ijkafwijkingen. Deze peilbuizen bevinden zich aan de zuidkant van de watergang, waardoor de ligging niet representatief is voor het plangebied. Er is geen onderzoek gedaan naar het watersysteem of de bodemopbouw, waardoor op de randen van het plangebied afwijkingen kunnen ontstaan. Daarom zijn deze peilbuizen niet meegenomen in de ijking.

De gesimuleerde piek-grondwaterstand (GHG situatie) zorgt voor een gemiddelde grondwaterstijging van 0,2 m. Hiermee wordt in dit geohydrologische advies gerekend. In deze geohydrologische nul-situatie voldoet het plangebied Egeldonk (Noord en midden-noord) over het algemeen niet aan de gemeentelijke grondwaternorm voor kruipruimteloos bouwen (0,5 m –mv). Egeldonk midden-zuid voldoet wel. Echtenstein voldoet niet aan de grondwaternorm voor kruipruimteloos bouwen tijdens een grondwaterpiek. Belangrijk is dat bij hierbij de huidige drainagecapaciteit is meegenomen.

5.2.7 Discussie modelresultaten en onzekerheden

Dit model is bruikbaar om veranderingen in de grondwaterstanden te bepalen in het plangebied als gevolg van ondergrondse constructies. Het model is niet geschikt om een bemaling mee door te rekenen, omdat het model niet gedetailleerd genoeg is.

In de ijking van het model zijn niet de lokaal geplaatste peilbuizen meegenomen. De gemeten grondwaterreeks is nog te kort met statistische analyse maatgevende grondwaterstanden te berekenen. Daarnaast is de grondslag zeer variabel, hierdoor zijn de filters afwisselend in zand, klei en onder stoorlagen geplaatst. Dit levert sterk variërende grondwaterstanden op. De variabele grondslag wordt vermoedelijk mede veroorzaakt door de sloop van de hoogbouw.

6 Indicatieve grondwatertoets

6.1 Inleiding

De grondwatertoets is bedoeld om het effect van de nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen in het plangebied op de freatische grondwaterstand inzichtelijk te maken. Daarnaast wordt nagegaan of gebied in de eindsituatie voldoet aan de gemeentelijke grondwaternorm voor kruipruimteloos bouwen (hoofdstuk 4) op basis van de maaiveldhoogte uit het AHN₃.

Hiervoor is een freatisch grondwatermodel opgesteld. Deze rekent met een stationaire periode van 15 jaar met gemiddelde neerslag, gevolgd door een periode van 10 dagen met piekneerslag met een herhalingstijd van 1x in de 2 jaar om de maatgevende (hoge) grondwaterstand te benaderen, conform [13]. Voor de eindsituatie zijn de effecten van klimaatverandering meegenomen in de simulaties (scenario WH2050 uit [5]).

6.2 Gesimuleerde toekomstige maatgevende hoge grondwaterstand

Er zijn twee toekomstscenario's doorgerekend. Voor beide scenario's gelden de volgende aannames:

- Het stratenpatroon blijft ongewijzigd;
- De huidige watergangen in het gebied blijven gehandhaafd en het streefpeil in deze watergangen blijft ongewijzigd;
- De huidige drainage blijft in stand maar er komt geen nieuwe drainage bij;
- De verhouding tussen verhard en onverhard oppervlak in het plangebied zal in de eindsituatie vermoedelijk rond de verhouding 40/60 liggen. Uitgangspunt is dat in het plangebied niet actief (hemel)water wordt geïnfiltreerd.

De doorgerekende scenario's zijn als huidige situatie, conform bovenstaande aannames maar:

1. Inclusief effect klimaatverandering
2. Inclusief uitbreiding bestaande ondergrondse constructies (volledig waterondoorlatend)

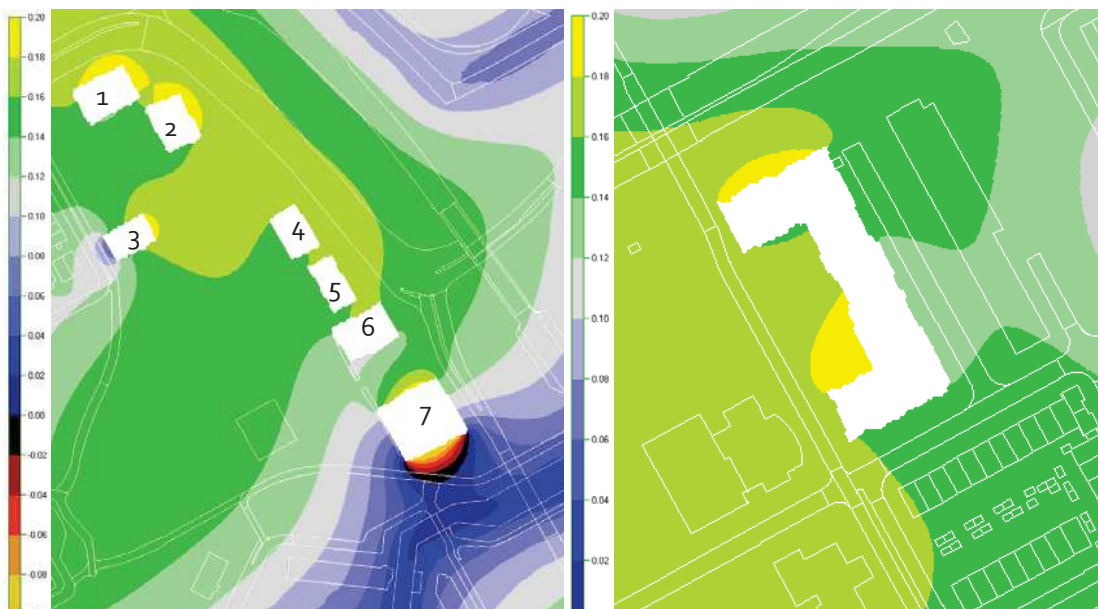
6.2.1 Toekomstscenario 1

In Figuur 17 is een overzicht weergegeven van de ondergrondse constructies in scenario 1.



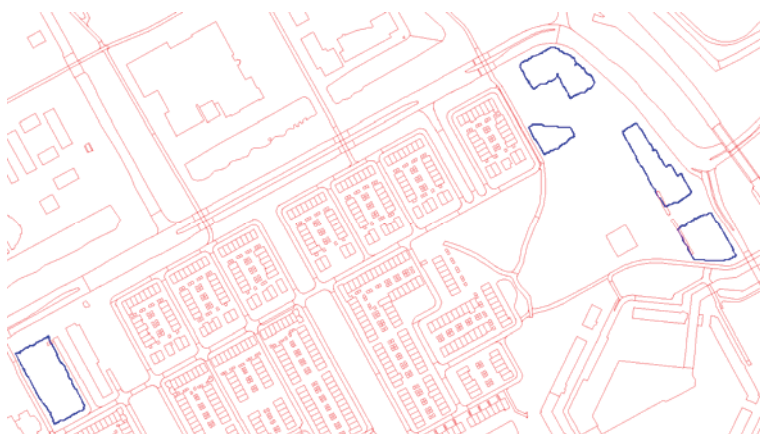
Figuur 17: scenario 1; de kelders zijn beperkt in omvang en worden per gebouw aangelegd.

De ontwikkelingen in het gebied, aanleg van kelders en klimaatsverandering, hebben invloed op de grondwaterstanden in het gebied. In de volgende figuren zijn de veranderingen in grondwaterstand berekend tussen de huidige pieksituatie en de toekomstige situatie met kelders en klimaatsverandering.



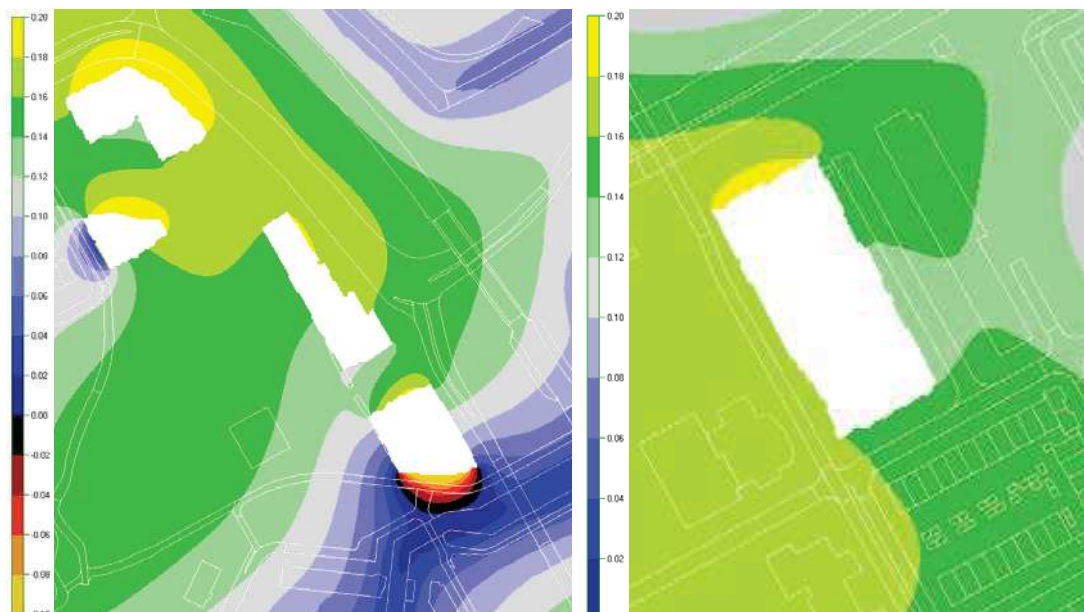
Figuur 18: scenario 1 Egeldonk (links) en Echtenstein (rechts): Verschil grondwaterstand (m) tussen huidige situatie en toekomstige situatie (kelders+ klimaat)

In het volgende figuur is een overzicht weergegeven van de ondergrondse constructies in scenario 2. Ten opzichte van scenario 1 is de kelderconfiguratie uitgebreid.



Figuur 19: scenario 2; de kelders zijn maximaal van omvang en worden onderling verbonden.

In Figuur 20 zijn de veranderingen in grondwaterstand berekend tussen de huidige pieksituatie en de toekomstige situatie met kelders en klimaatsverandering.



Figuur 20: scenario 2 Egeldonk (links) en Echtenstein (rechts): Verschil grondwaterstand (m) tussen huidige situatie en toekomstige situatie (kelders+ klimaat)

Opgemerkt dient te worden dat ter plaatse van Echtenstein de opdrachtgever heeft aangegeven dat de omvang van de kelder minimaal wordt, maximaal circa $\frac{1}{3}$ van het kavel. De stijging van de grondwaterstand als gevolg van de kelder neemt hierdoor af en is naar verwachting minimaal

6.2.2 Resultaten

De twee scenario's hebben minimale verschillen in grondwaterstanden tot gevolg. De configuratie van de kelders maakt weinig verschil. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat de lengterichting van de kelders gelijk is aan de algemene grondwaterstroming en omdat de stroomsnelheid van het grondwater in dit gebied laag is.

Daling grondwaterstand

De grondwaterdaling als gevolg van de aanleg van kelders is beperkt. De sterkste daling vindt plaats aan de zuidkant van Egeldonk (gebouw 7) richting de watergang, maximaal ca. 0,2 m. De kans op aantasting van houten palen is klein gezien het niet waarschijnlijk is dat deze aanwezig zijn. Een risico is verdroging van de ondergrond, waardoor zettingen kunnen optreden. Naar verwachting valt de daling echter binnen de natuurlijke variatie van de grondwaterstand, waardoor het risico beperkt is. Een te sterke daling van de grondwaterstand wordt beperkt door het vaste peil van de watergang. Er is geen duidelijke daling van het grondwaterpeil in het Echtenstein gebied als gevolg van de bebouwing.

Stijging grondwaterstand

Over het algemeen is er in het plangebied in de toekomst een grondwaterstijging van 0,2 m te verwachten als gevolg een combinatie van kelderbouw (maximaal enkele centimeters) en klimaatsverandering (maximaal 0,2 m). Deze stijging van 0,2 m komt bovenop de GHG grondwaterstanden die in het gebied zijn gemeten (paragraaf 3.4). Op basis van de bekende grondwaterstanden en het AHN3 concluderen we dat in 2085 een groot deel van Egeldonk en Echtenstein niet voldoet aan de grondwaternorm voor kruipruimteloos bouwen. Mogelijk kan lokaal zelfs risico op grondwateroverlast ontstaan (ontwateringsdiepte <0,1 m).

Om in beide scenario's aan de gemeentelijke grondwaternorm voor kruipruimteloos bouwen te voldoen, dient het maaiveld in een aanzienlijk deel van het plangebied te worden opgehoogd. Hierop wordt in de volgende paragraaf verder op ingegaan. Voor aanplant van bomen is een grotere ontwateringsdiepte wenselijk.

6.3 Adviezen

6.3.1 Ophoging

De opdrachtgever heeft aangegeven dat in Egeldonk opgehoogd kan worden om te voldoen aan de gemeentelijke ontwateringseisen. Hierbij dient wel rekening te worden gehouden met de aansluiting op het maaiveld van de huidige bebouwing. Ophoging dient te worden gedaan met goed doorlatend zand ($k = 7$ m/dag).

Vloerpeilen
Egeldonk

Ter plaatse van kavel 3 wordt echter niet voldaan aan de norm. De opdrachtgever heeft hier een maximaal vloerpeil van NAP -2,1 m aangegeven vanwege de aansluiting van het maaiveld op de omgeving. Het huidige maaiveld varieert daar nu tussen de NAP -1,7 en -2,5 m, het naastgelegen Roerdomppad ligt op NAP -2,5 m. Op basis van de lokaal gemeten grondwaterstanden is deze ontwatering onvoldoende. Om hier de benodigde ontwatering te bereiken is het noodzakelijk drainage toe te passen, omdat de omringende, reeds aangelegde, nieuwbouw te laag is aangelegd zodat bij verdere ophoging van kavel 3 de aansluiting op de bestaande omgeving niet mogelijk is.

Voor Echtenstein wordt een voorlopig vloerpeil van NAP -1,8 m geadviseerd voor kruipruimteloos bouwen.

Kabels- en leidingenstrook in Egeldonk

De bebouwing in Egeldonk is gepland rondom een hoofdtracé voor kabels- en leidingenstrook (Figuur 5). Hierdoor zijn naar verwachting de mogelijkheden om de kabels- en leidingenstrook op te hogen beperkt. Toch wordt geadviseerd ook hier het maaiveld zoveel mogelijk op te hogen met goed doorlatend zand. In Figuur 21 zijn de door de opdrachtgever aangegeven maaiveldhoogtes voor de groenzone aangegeven [25], het maaiveld loopt van noord naar zuid licht af. Deze zijn echter onder voorbehoud, omdat afstemming dient plaats te vinden met de nutspartijen. De aangegeven maaiveldhoogtes voor Egeldonk-midden voldoen aan een ontwatering van 0,5 m. Echter, indien het maaiveld gelijk blijft aan de huidige situatie, is de ontwatering van de groenzone onvoldoende voor de beoogde voorzieningen, zoals het aan te leggen fietspad en de sport- en spellocaties.

Als ophoging van het maaiveld in de groenzone geen mogelijkheid is, wordt geadviseerd bij het ontwerp van de openbare ruimte rekening te houden met de hoge grondwaterstanden. Een mogelijkheid is de aanleg van een greppel langs het fietspad om de grondwaterstand omlaag te trekken. De sportlocaties kunnen lokaal hoger worden aangelegd om een ontwatering van minimaal 0,5 m te bereiken. Als dit geen mogelijkheden zijn binnen het ontwerp en de beperkingen boven de kabels- en leidingenstrook, kan de gewenste ontwatering worden bereikt door middel van de aanleg van drainage. Dit dient te worden afgestemd met Waternet.

Tussen de gebouwen 1, 2 en 3 wordt een plein ingericht boven de kabels- en leidingenstrook. Ook hier is de gewenste ontwatering minstens 0,5 m. De opdrachtgever [25] heeft ook hier een voorlopig maaiveldniveau van NAP -2,1 m aflopend naar NAP -2,4 m aangegeven vanwege de aansluiting op het bestaande maaiveld. Op basis van de lokaal gemeten grondwaterstanden is deze ontwatering onvoldoende. Ook hier wordt drainage geadviseerd, omdat verdere ophoging niet mogelijk is vanwege de aansluiting met de bestaande omgeving en gebouwen.

Ten zuiden van de laagbouw wordt in Figuur 21 een maaiveldhoogte van NAP -3,0/-3,5 m aangehouden. Een minimale maaiveldhoogte van NAP -3,0 m wordt geadviseerd om grondwateroverlast te voorkomen. Het huidige maaiveld ligt op NAP -2,7 m.

6.3.2 Grondverbetering

Egeldonk

In Egeldonk vormen de gebouwen langs het verhoogde talud een blokkade van het afstromende regenwater naar lageregelegen terrein. Voorkomen dient te worden dat tegen de gebouwen een natte zone ontstaat. Door het aanbrengen van grondverbetering of een grindkoffer kan de infiltratie en wegstroming verbeterd worden. Deze dient minstens één meter diep en één meter breed te zijn, ingepakt in gewoven geotextiel met grote poriën (tegen dichtslibben). Belangrijk is dat hierop geen pad kan worden aangelegd of bomen geplant kunnen worden. Voor een robuuste werking wordt bij voorkeur de grondverbetering vanaf de noordzone doorgetrokken richting de zuidelijke watergang (Figuur 22).



Figuur 22: Grondverbetering of grindkoffer (blauw) in het talud tussen de weg en de gebouwen

Echtenstein

Ter plaatse van de noordwestzijde van Echtenstein wordt niet verwacht dat een dergelijk technische ingreep noodzakelijk is, omdat de ondergrondse constructie aanzienlijk smaller is.

6.3.3 Bomen

Ter plaatse van de groenzone in Egeldonk-midden is de maatgevende ontwatering van 0,5 m is naar verwachting ook voldoende voor bomen, omdat de bomen hier niet beperkt zijn tot een afgekaderde groeiplaats. De wortels kunnen hier ook horizontaal uitgroeien. Indien de groeiplaatsen wel worden afgekaderd, vanwege bijvoorbeeld de kabels en leidingen, is de ontwatering onvoldoende. Verhoogde boomvakken kunnen een oplossing zijn om de ontwatering te vergroten. Bij nieuwe beplanting dient elke boom te beschikken over een onverzadigd volume van 25 m³ (bomenzand).

In zowel Egeldonk en Echtenstein zijn bomen aanwezig. Indien deze blijven staan en het maaiveld wordt opgehoogd, kan ter plaatse van de wortels slechts beperkt worden opgehoogd. Er moet gezorgd worden dat de bestaande bomen niet in een verlaging in het landschap komen te staan.

Geadviseerd wordt met een groen/bomenspecialist te kijken naar de mogelijkheden voor groen in het gebied.

6.3.4 Rainproof

Ook in het kader van Rainproof is het wenselijk de kavels en het vloerpeil verhoogd aan te leggen ten opzicht van de openbare weg. Op die manier wordt bij extreme neerslag het risico op schade binnen het pand gereduceerd. Daarnaast kan worden gekeken naar bijvoorbeeld hogere stoepbanden, het hol leggen van de weg en parkeerplaatsen die gelijkliggen aan de weg.

Bij kavel 3 (Egeldonk) wordt aangeraden op te letten dat hemelwater niet via het plein het gebouw in kan stromen. Daarnaast is bij nieuwbouw de aansluiting op het bestaande maaiveld een

aandachtspunt; voorkomen moet worden dat het nieuwe maaiveld afstroomt richting lager liggende bestaande bebouwing en daar overlast veroorzaakt.

6.3.5 Beleid Waternet

In de Keur [7] is opgenomen dat er geen vergunning of melding nodig is voor het ophogen van een waterkerend dijklichaam tot maximaal 0,20 meter grond. Indien er wordt opgehoogd met meer dan 0,20 meter moet in overleg worden getreden met AGV/Waternet. Ophoogmaterialen die niet als grond kunnen worden beschouwd, zoals grind of puin, vallen niet onder de vrijstelling.

7 Conclusies, aanbevelingen en aandachtspunten

7.1 Conclusies

In het Egeldonk en Echtenstein gebied worden hoge grondwaterstanden gemeten, terwijl de naastgelegen nieuwbouwwijk wordt gedraineerd. In deze geohydrologische nulsituatie voldoet een groot deel van Egeldonk niet aan de grondwaternorm voor kruipruimteloos bouwen. Ook Echtenstein voldoet daar grotendeels niet aan.

Uit de simulaties met een grondwatermodel blijkt dat in de toekomst het grondwaterstand stijgt. Hierdoor voldoet het plangebied bij de huidige maaiveldhoogte niet aan de gemeentelijke grondwaternorm voor kruipruimteloos bouwen. Daarnaast kan er in Egeldonk lokaal zelfs grondwateroverlast optreden.

Ophoging in zowel Egeldonk en Echtenstein is daarom noodzakelijk. Bij het ophogen dient altijd goed doorlatend zand te worden toegepast ($k = 7 \text{ m/d}$). In de rapportage zijn de gewenste vloerpeilen getoetst. Ter plaatse van kavel 3 en het plein (Egeldonk-noord) is drainage noodzakelijk om aan de grondwaternorm te voldoen. Het wordt geadviseerd een grindkoffer aan te leggen tussen de gebouwen aan de Egeldonk-oostzijde en het talud om afstromend hemelwater te ondervangen. Voor Echtenstein wordt een voorlopig vloerpeil van NAP -1,8 m geadviseerd voor kruipruimteloos bouwen.

In de groenzone van Egeldonk is de beperkende factor in ophoging het kabels- en leidingentracé. Geadviseerd wordt in overleg met de nutsbedrijven het tracé zo veel mogelijk op te hogen. Indien dit niet kan moet gekeken worden naar andere ontwateringsmogelijkheden, omdat anders de ontwatering voor de bomen, het fietspad en sport- en spellocaties onvoldoende is.

Aan de hand van de indicatieve grondwatertoets lijkt het niet nodig om algemene beperkingen op te leggen aan kelderbouw in het plangebied vanwege grondwateropstuwing. Bij veranderingen aan de watergangen dient te worden gekeken naar de effecten op het (grond)watersysteem.

7.2 Aanbevelingen en aandachtspunten

- We adviseren om bij werkzaamheden in de ondergrond zorgvuldig om te gaan met de eventueel aanwezige drainagesystemen. De drainerende werking dient zoveel mogelijk behouden te blijven.
- Geadviseerd wordt in overleg te treden met de eigenaren/beheerders van de kabels en leidingenstrook omtrent de mogelijkheden van ophoging van het maaiveld

- Het is aan te raden om voor de ophoging geotechnische zettingsberekeningen en een ophoogadvies te laten opstellen.
- Geadviseerd wordt met een groen/bomenspecialist te kijken naar de mogelijkheden voor groen in het gebied.
- Geadviseerd wordt de gebouwigging ten opzichte van het profiel van de waterkering te controleren, gezien het niet is toegestaan zonder vergunning van waterschap AGV/Waternet te bouwen (gebouw of ondergrondse constructie) in het dijkprofiel (beschermingszone en/of kernzone) [7].
- Door de nieuwbouw neemt het verharde oppervlakte in het gebied waarschijnlijk toe. Vanaf een toename van 1000 m² verhard oppervlak moet ter compensatie extra oppervlaktewater worden gegraven [7]. Geadviseerd wordt vroegtijdig in contact te treden met Waternet.

8 Bronvermelding

1. Actueel Hoogtebestand van Nederland, AHN3 (<https://ahn.arcgisonline.nl/ahnviewer/>).
2. Waternet, Legger waterkeringen 2015.
3. Geotechnisch onderzoek Grondonderzoek project Egeldonk te Amsterdam, Fugro, 9017-1231-000, 16-10-2017 en 9017-1231-141, 17-01-2018 en 9017-1231-142, 30-04-2018
4. Waternet peilbuisdatabase (<https://maps.waternet.nl/kaarten/peilbuizen.html>), geraadpleegd op november 2017 (egeldonk) en maart 2018 (Echtenstein).
5. Integraal Technisch Beleidsrapport "Breed Water". Waternet, 16-11-2009.
6. Gepubliceerd op www.amsterdam.nl/projecten/e-buurt-oost, Stedenbouwkundig Programma van Eisen, E-buurt Oost (concept), 2007
7. Keur 2017, Besluit Vrijstellingen en nadere regels, en Beleidsregels Keurvergunningen, 01-11-2017, Waterschap Amstel, Gooi en Vecht
8. Notitie Egeldonk planvorm, Ontwerpniveau maaiveld, Ingenieursbureau, 18-04-2017, kenmerk 30733
9. Plankaart Egeldonk schetsontwerp OR (concept), juni 2018
10. Luchtfoto's, verschillende jaren, data.amsterdam.nl
11. Gemeentelijk Rioleringsplan Amsterdam (GRPA) 2016-2021, 30 december 2015
12. Kaart van TNO, 'hydraulische weerstand holocene deklaag in dagen', Oude Essink, H20, uitgave 19-2007;
13. Design and Construction of Sanitary and Storm Sewers, American Society of Civil Engineers and the Water Pollution Control Federation, 1969.
14. KNMI klimaatscenario's voor Nederland, 2014, herziene uitgave 2015
15. www.klimaat-effectatlas.nl/nl/, maart 2018
16. Egeldonk, E-buurt & Noordzone, ontwerpniveau maaiveld, 19-02-2018, Ingenieursbureau Gemeente Amsterdam
17. Waternet, Emailcontact Ab Visser 24-04-2018, informatie drainagevoorzieningen in E-buurt, Amsterdam zuid-oost
18. Boringen, sonderingen, peilbuizen uit DINoloket, dinoloket.nl, maart 2018, S25G00775
19. Sonderingen, Ingenieursbureau, archief, Go8-272, Go8-275, Go8-278, Go8-281
20. Waternet, webviewer stadskaat Leidingwerken, mei 2018
21. Geohydrologisch onderzoek D-buurt Amsterdam ZO, Wareco, 07-10-10
22. Grondwatertoets Develstein, Amsterdam Zuidoost, Ingenieursbureau, gemeente Amsterdam, 20-10-2017
23. Detaillering deklaagkaart stadsdeel Zuidoost, Waternet, 20-08-2010
24. KNMI, daggegevens van het weer, Nederland. Weerstation Schiphol.
25. Schetsontwerp Egeldonk, 08-06-2018, ontvangen van J. Van der Vliet op 12-06-2018

13. Geohydrologisch onderzoek - aanvullende notitie



**Gemeente
Amsterdam**

Bezoekadres
Weesperstraat 430
1018 DN Amsterdam

Postbus 12693
1100 AR Amsterdam
Telefoon 14 020
amsterdam.nl/ingenieursbureau

Notitie

Aan V. Zeeman
Van Lieke Doodeman, IB, 0622133916, lieke.doodeman@amsterdam.nl

Datum 20 december 2018
Ons kenmerk 30733
Bijlage(n) 1 Maaiveldontwerp juni 2018
2 Maaiveldontwerp november 2018

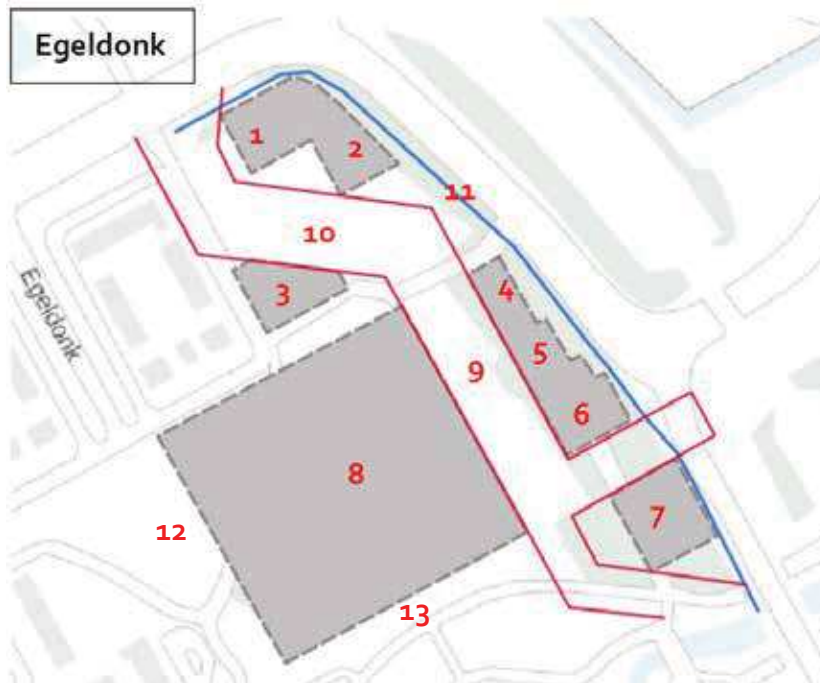
Onderwerp Aanvullende notitie geohydrologisch advies Egeldonk

Opsteller	Goedgekeurd en vrijgegeven	Paraaf	Datum
L. Doodeman	R. van Diepen		19-12-2018

Inleiding

Het rapport 'Egeldonk en Echtenstein: Rapportage geohydrologisch onderzoek en Ontwerpniveau maaiveld in relatie tot grondwater' is geschreven [1]. In overleg met Vincent Zeeman (7-11-2018) is afgesproken in een oplegnotitie de volgende aanvullende vragen te beantwoorden:

1. De grondwateropstuwung indien kavel 3 onderkelderd wordt.
2. Het aangepaste hoogtematen plan opnieuw doorrekenen (bijlage 1)
3. Een voorstel voor de locatie van drainage aangeven en het betrekken van Waternet bij het drainageplan



Figuur 1: Kavels (genummerd), kabels en leidingenstrook (rood), geadviseerde grondverbetering [1] (blauw) in Egeldonk

Vraag 1

In de notitie Egeldonk en Echtenstein, rapportage geohydrologisch onderzoek (18-10-2018) is kavel 3 (het zuidelijke kavel in Egeldonk-noord) al meegenomen als onderkelderde nieuwbouw.

De aanleg van de kelder heeft een opstuwing van enkele centimeters tot gevolg. Indien zowel kelderbouw als klimaatsverandering (KNMI scenario WH 2085) wordt meegenomen in de berekening is sprake van een stijging van de grondwaterstand van ca. 0,2 m. Deze conclusies staan beschreven in [1].

Vraag 2

In het nieuwste maaiveldontwerp (bijlage 2) zijn een aantal maaiveldhoogtes en vloerpeilen veranderd ten opzichte van het eerdere ontwerp (bijlage 1). Het maaiveldontwerp uit bijlage 1 is getoetst in het eerder genoemde rapport [1]. De veranderingen zijn in de onderstaande tabel beschreven en getoetst aan de minimale ontwateringsnorm van 0,5 m –mv in pieksituatie (toekomstscenario waarbij rekening wordt gehouden met nieuwe kelders en klimaattoeslag).

Tabel 1: Toetsing veranderingen in maaiveld- en vloerpeilontwerp

Locatie (kavel ahv Figuur 1)	Eerder ontwerp [m NAP]*	Conclusie [1]	Nieuw ontwerp [m NAP]**	Nieuwe conclusie
Plein Egeldonk-noord (10)	-2,1 aflopend naar -2,4	Ontwatering onvoldoende	-2,2 aflopend naar -2,3	Ontwatering onvoldoende
Kavel (3)	-2,1 vloerpeil	Ontwatering onvoldoende	-2,3 vloerpeil	Ontwatering onvoldoende
Egeldonk midden (west) (12)	-1,8	Ontwatering voldoende	-2,4	Ontwatering voldoende bij blijvend functioneren huidige drainage bij naastgelegen bebouwing
Egeldonk midden (oost) K&L strook (9)	-2,1 aflopend naar -2,7	Ontwatering onvoldoende	-2,35 aflopend naar -2,5 a -2,6 Huidige maaiveld blijft in stand	Ontwatering onvoldoende
Egeldonk midden (zuid) (13)	-3,0 aflopend naar -3,5	Ontwatering onvoldoende	-2,7/-3,0 Huidige maaiveld blijft in stand	Ontwatering voldoende
Kavels (4 t/m 6) Egeldonk midden (oost)	-2,1 vloerpeil	Ontwatering voldoende	Maaiveld aansluiting -2,1 (noord) aflopend naar -2,5 (zuid)	Ontwatering onvoldoende aan zuidzijde

* Bijlage 1

** Bijlage 2

Vraag 3

Locatie drainage



In

Figuur 2 is het voorstel van de locaties voor drainage weergegeven. Bij een aanleghoogte van NAP -3,8 m wordt op basis van modelberekeningen een ruime ontwatering van 0,7 tot 1,1 m verwacht.

De werking van de drainage kan echter afnemen vanwege dichtslibben. Daarnaast is de werking sterk afhankelijk van de lokale grondslag. Naar verwachting is het drainagevoorstel voldoende om een ontwatering van tenminste 0,5 m te halen.



Figuur 2: Locatie huidige drainage, daarnaast zijn de geadviseerde locaties van de drainage en grindkoffer aangegeven. In blauw het gebied waar onvoldoende ontwatering is zonder drainage. Afgeraden wordt de huidige en nieuwe drainage met elkaar te verbinden.

Tabel 2: Verwachte ontwatering met behulp van drainage ten opzichte van toekomstig maaiveld

Locatie	Huidig GHG obv peilbuis- metingen [m NAP]	Beoogd maaiveld uit ontwerp *** [m NAP]	Toekomstige GHG met drainage [m NAP]	Verlaging d.m.v. drainage** [m]	Ontwatering met drainage [m t.o.v. mv]
Egeldonk noord	-2,3	-2,2	-3,2 tot -3,3	0,8 tot 0,9	Ca. 1,1
Egeldonk tussenstraat	-2,6	-2,5	-3,4 (oost) tot -3,2 (west)	0,8 (oost) tot 0,5 (west)	Ca. 0,8
K&L strook	-2,6 (noord) naar -3,0 (eind laagbouw)	-2,3 (noord) naar -2,5 (eind laagbouw)	Ca. -3,2	0,7 (noord) tot 0,25 (eind laagbouw)	Ca. 1,0 (noord) naar 0,7* (eind laagbouw)

*Naar verwachting zal de ontwatering groter zijn vanwege de invloed van de watergang aan de zuidzijde

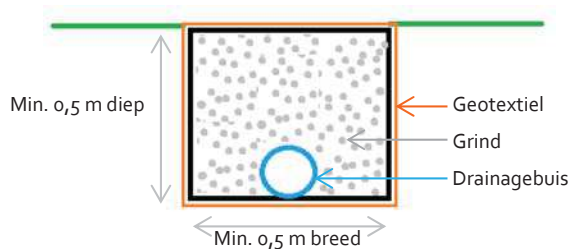
**Vergelijking tussen huidige grondwaterpiek en toekomstige grondwaterpiek, waarbij kelders, klimaat en verandering in verharding is meegenomen.

*** Bijlage 2

Ontwerp grindkoffers

In [1] is de aanleg van een grindkoffer geadviseerd om te voorkomen dat afstromend regenwater van het talud een natte zone tegen de nieuwe gebouwen veroorzaakt. Dit is een maatregel die

zowel te hoog grondwater als regenwaterproblematiek oplost. De grindkoffer wordt aangelegd tussen het talud en de bebouwing op tenminste 1 m afstand tot de gevel (Figuur 1). De koffer loopt van Egeldonk noord naar de watergang aan de zuidkant. De afmetingen zijn tenminste 0,5 m breed en een 0,5 m diep. De koffer is gevuld met grind en de sleuf is omhuld met geweven geotextiel met een zanddoorlatendheid Ogo van >160 mu. Onder in de grindkoffer ligt in het midden een drain (160 mm diameter) die verbonden is met de watergang aan de zuidzijde.



Figuur 3: Schematisch ontwerp van grindkoffer

De ruimte boven de grindkoffer dient vrij te blijven van beplanting of kabels en leidingen. Eventueel kan boven de grindkoffer een pad worden aangelegd, echter het materiaal dient goed doorlatend te zijn en te blijven om plaspvorming boven de grindkoffer tegen te gaan. Bij voorkeur wordt er geen gebiedseigen grond hergebruikt nabij de grindkoffer, grof zand is beter voor de doorlatendheid.

Ontwerp drainage

De mogelijkheden tot ophoging in Egeldonk zijn beperkt [1]. Op de locaties waar de minimale ontwatering van 0,5 m –mv niet kan worden gehaald door middel van ophoging is drainage geadviseerd.

De drainage (160 mm diameter) wordt aangelegd op een diepte van NAP -3,8 m. De uitstroomlocatie is in de watergang aan de zuidzijde (waterpeil NAP -4,2 m). Hier wordt een instelput aangelegd, zodat de drainerende hoogte later eventueel nog kan worden aangepast. In het gebied worden om de 50 meter inspectieputten aangelegd om het doorspuiten van de drainage mogelijk te maken. De voorwaarden waaraan de putten moeten voldoen moeten worden afgestemd met Waternet.

De drainage is omhuld met geotextiel (gewoven, zanddoorlatendheid Ogo van >160 mu). Bij voorkeur ligt de drain in een sleuf van grind of grof zand. Een goed doorlatende grond zorgt voor goede toevoer van water naar de drainage. Daarnaast verhoogt het de bergende capaciteit.

Afgeraden wordt het nieuwe drainagestelsel te verbinden met de reeds aanwezige drainage aan de westzijde. Dit maakt de systemen afhankelijk van elkaar en het bijstellen van de drainageniveau is dan niet mogelijk. Daarnaast is het mogelijk dat het huidige systeem niet is ontworpen voor extra debiet.

De grindkoffer en drainage mag absoluut niet gebruikt worden voor de afvoer van water uit een bemaling. Of worden gebruikt om actief de grondwaterstand te verlagen. Hierdoor neemt de werking zeer snel af door het dichtslibben van het geotextiel.

Bronnen

[1] Egeldonk en Echtenstein, Rapportage geohydrologisch onderzoek, Ingenieursbureau Gemeente Amsterdam, 18-10-2018

