

Rapport van afdichting

stortplaats Doonweg te Eerbeek
versie: Concept2



Sweco Nederland B.V.
Onderwerp

Handelsregister 30129769
Rapport van afdichting stort
Doonweg te Eerbeek

Projectnummer
Klant

51011469
Stort Doonweg B.V.

Datum

14-10-2022

Auteur

5 1 2e

Document referentie

p:\5310\51011469_eerbeek_bovenafdichting\8_rapportage_hansg\20221013 rapport van afdichting concept.docx

Samenvatting

Stort Doonweg B.V. is voornemens de gehele stortplaats te voorzien van een water- en gasdichte bovenafdichting om daarmee de milieuhygiënische situatie van de stortplaats te verbeteren. Met de aanleg van een bovenafdichting zullen de emissies naar de bodem zeer sterk verminderen.

Op grond van de vigerende Wm-vergunning dient een rapport van afdichting en een bestek (= uitvoeringsgereed plan) te worden opgesteld. Na goedkeuring door het bevoegd gezag van de plannen, kan gestart worden met de aanleg van de bovenafdichting.

Op grond van de uitgangspunten en de afwegingen beschreven in het voorliggend rapport van afdichting wordt een voorkeur gegeven aan de volgende bovenafdichtingsconstructie (van boven naar onder):

- Afdeklaag (0,80m): voorkeursmateriaal (gebiedseigen zand), ter plaatse van het zonnepark kan een afwijkende deklaag worden toegepast;
- Drainagelaag (< 0,10m): Drainagemat;
- Kunststoffolie ($\geq 2,0$ mm): HDPE-folie glad voor het bovenzvlak, HDPE-folie dubbelzijdig geruwd voor de taluds;
- Minerale afdichting (≥ 70 mm): zand-bentoniet-polymeer (trisoplast®);
- Uitvullaag (0,10m): Secundaire bouwstof.

Sweco adviseert om de bovenafdichting aan te brengen in één aaneengesloten periode, met een start van de werkzaamheden in het vroege voorjaar. Het moge duidelijk zijn dat het aanwezige zonnepark tijdelijk ontmanteld dient te worden.

Uit de geotechnische analyse is gebleken dat het aanleggen van de bovenafdichting op korte termijn technisch nog niet verantwoord is, enerzijds omdat de macrostabiliteit bij de gekozen parameters onvoldoende is en anderzijds omdat de (gemeten) zakkingsnelheden van het huidige stortlichaam nog te hoog zijn.

Vanwege het bovenstaande adviseert Sweco om een nader geotechnisch onderzoek naar de opbouw en sterkte van het afvalpakket uit te voeren. Aan de hand van de dan verzamelde gegevens kunnen meer betrouwbare macrostabiliteitsberekeningen worden uitgevoerd om te bezien of en wanneer het stortlichaam voldoende stabiel is voor de aanleg van een bovenafdichting. Het nadere geotechnisch onderzoek is op dit moment al in gang gezet.

Om de milieuhygiënische situatie van de stortplaats op korte termijn te verbeteren adviseert Sweco het nemen van tijdelijke maatregelen. Deze tijdelijke maatregelen zijn uitgewerkt in een separaat plan van tijdelijke maatregelen, waarbij rekening wordt gehouden met de geplande constructie van de bovenafdichting.

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	3
1 Inleiding	6
1.1 Algemeen	6
1.2 Doelstelling.....	6
1.3 Relevante documenten	6
2 Beschrijving huidige situatie	7
2.1 Stortplaats	7
2.2 Bodemopbouw	17
2.3 Geohydrologie.....	17
2.4 Oppervlaktewater	18
2.5 Kabels en leidingen	18
3 Ontwerp bovenafdichting.....	19
3.1 Uitgangspunten	19
3.2 Beoordeling bestaande toestand	19
3.3 Voorgestelde fasering bovenafdichting	24
3.4 Levensduur bovenafdichting	26
3.5 Voorbereiden en opschonen terrein.....	27
3.6 Demontage/montage zonnepark.....	28
3.7 Constructie	28
3.7.1 Steunlaag.....	28
3.7.2 Stortgassysteem	30
3.7.3 Minerale laag	30
3.7.4 Synthetische laag (folie)	32
3.7.5 Drainagelaag.....	33
3.7.6 Leeflaag	35
3.8 Voorkeursconstructie	36
3.9 Beplantingsplan.....	37
3.10 Doorvoeringen.....	37
3.11 Stabiliteit.....	38
3.12 Meetpunten zakking	39
3.13 Hemelwater opvang- en afvoersysteem	40
3.13.1 Algemeen.....	40
3.13.2 Systeem onderdelen	40
3.13.3 Beschrijving ontwerp.....	40
3.13.4 Analyse	41
3.14 Percolaat opvang- en afvoersysteem	44
3.15 Grondwatermonitoring.....	44

3.16	Teenconstructie.....	44
3.17	Aandachtspunten	44
4	Kwaliteitszorg	46
4.1	Kwaliteitsborging uitvoering	46
4.2	Partijen betrokken bij uitvoering	46
4.3	Projectarchief	48
4.4	Rapport kwaliteit eindafwerking	49
	Literatuurlijst	50
	Bijlage 1 Relevante vergunningvoorschriften	53
	Bijlage 2 Bestaande kadastrale situatie met luchtfoto (tek.nr. 51011469-T001).....	57
	Bijlage 3 Oppervlaktes deelpercelen (tek.nr. 51011469-T005).....	58
	Bijlage 4 Hoogtekaart maaiveld mei 2022 (tek.nr. 51011469-T003).....	59
	Bijlage 5 Eigenschappen LD staalslakken.....	60
	Bijlage 6 Ontwerp zonnepark (tek.nr. 51011469-T004)	61
	Bijlage 7 Kabels & Leidingen (tek.nr. 51011469-T002).....	62
	Bijlage 8 Percolaatopvang en afvoer (tek.nr. 51011469-T010).....	63
	Bijlage 9 Situatie met peilbuizen (tek.nr. 51011469-T006).....	64
	Bijlage 10 Gegevens peilbuizen	65
	Bijlage 11 Stortgasberekening.....	66
	Bijlage 12 Fasering aanleg (tek.nr. 51011469-T012).....	67
	Bijlage 13 Toekomstige hoogte (tek.nr. 51011469-T009)	68
	Bijlage 14 Toekomstig stortgassysteem (tek.nr. 51011469-T011).....	69
	Bijlage 15 Drainagemat	70
	Bijlage 16 Leeflaag kwaliteit	72
	Bijlage 17 Opbouw bovenafdichting (tek.nr. 51011469-T008)	76
	Bijlage 18 Geotechnische beschouwing bovenafdichting	77
	Bijlage 18a: Berekening Afschuiving	82
	Bijlage 18b: Extrapolatie metingen	83
	Bijlage 19 Toekomstige meetpunten zakking (tek.nr. 51011469-T013).....	84
	Bijlage 20 Hemelwatersysteem berekeningen	85
	Bijlage 21 Toekomstig hemelwatersysteem (tek.nr. 51011469-T014).....	93
	Bijlage 22 Toekomstig percolaatsysteem (tek.nr. 51011469-T020).....	94
	Bijlage 23 Dwarsprofielen huidig (tek.nr. 51011469-T016).....	95
	Bijlage 24 Dwarsprofielen eindsituatie (tek.nr. 51011469-T018)	96

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Stort Doonweg B.V. heeft op 12 juli 2022 Sweco Nederland B.V. opdracht gegeven voor het opstellen van een rapport van afdichting. Het rapport van afdichting en het uitvoeringsgereed plan (bestek) vormen samen het afdichtingsplan (zie Wm-vergunningvoorschrift 7.3.3).

Stort Doonweg B.V. is voornemens de gehele stortplaats te voorzien van een bovenafdichting om daarmee de milieuhygiënische situatie van de stortplaats te verbeteren. Met de aanleg van een water- en gasdichte bovenafdichting zullen de emissies naar de bodem zeer sterk verminderen.

Dit voornemen betekent in grote lijnen dat de volgende activiteiten zullen gaan plaatsvinden:

1. Opschonen van het terrein;
2. Demontage van het zonnepark;
3. Profileren van de stortplaats;
4. Afdekken van de stortplaats met bovenafdichting;
5. Aanbrengen van een hemelwateropvang en infiltratiesysteem;
6. Aanbrengen van een stortgasopvang en verwerkingssysteem;
7. Montage van het zonnepark op dezelfde plaats;
8. Aanbrengen van beplanting op en rondom de afgedichte stortplaats.

Voorliggend plan is besproken met de eigenaar van het zonnepark (Zonnepark Eerbeek B.V.).

1.2 Doelstelling

Voorliggend rapport heeft als doelen:

1. Het beschrijven van het ontwerp van de bovenafdichting conform Wm-vergunningvoorschrift 7.3.3 (zie [bijlage 1](#)).
2. Het toelichten van de ontwerpkeuzes van het ontwerp van de bovenafdichting.
3. Het rapport dient, na goedkeuring door het bevoegd gezag, als startpunt voor het in een later stadium op te stellen bestek bovenafdichting.

1.3 Relevante documenten

In dit rapport is een literatuurlijst opgenomen. Voor deze rapportage zijn de onderstaande documenten het meest relevant:

1. Wm-vergunning Stortplaats Doonweg B.V. (22 februari 1996) en de Wijziging (8 oktober 2009). In [bijlage 1](#) zijn de voor dit plan relevante voorschriften opgenomen.
2. Richtlijnen voor dichte eindafwerking van afval- en reststoffenbergingen (Richtlijn dichte eindafwerking) [VROM, 1991].

2 Beschrijving huidige situatie

In het onderstaande is een korte beschrijving van de stortplaats en de omgeving opgenomen op basis van beschikbare literatuur. In [bijlage 2](#) is een luchtfoto (2021) inclusief de kadastrale situatie van de locatie opgenomen.

2.1 Stortplaats

Vergunningen

De stortplaats wordt geëxploiteerd onder de navolgende vergunningen:

- Ontgrondingsvergunning (1974)
- Hinderwetvergunning (1982)
- Afvalstoffenwetvergunning (1985)
- Wet milieubeheervergunning (22 februari 1996, van kracht geworden op 26 mei 1997)
- Ambtshalve wijziging van de wet milieubeheervergunning (8 oktober 2009) [Gelderland, 2009]
- Aanvraag Crisis- en herstelwet, d.d. oktober 2014
- Omgevingsvergunning, uitstel aanleg bovenafdichting, d.d. 28 augustus 2020, zaaknummer W.Z19.108591.02

Kadastraal

De inrichting ligt op perceelnummers 3793 en 3794. De percelen zijn beide in eigendom van Stort Doonweg B.V. en hebben een gezamenlijk oppervlakte van 131.025 m² (circa 13,1 ha).

Op perceel 3793 (groot 58.800 m²) hebben Alliander Telecom N.V. en Biogas Gelderland 1 B.V. opstalrecht nutsvoorzieningen op een gedeelte van het perceel.

De nutsvoorziening van Alliander betreft een middenspanning kabel (afvoer elektriciteit zonnepark). De nutsvoorziening van Biogas Gelderland betreft een hoge druk biogas leiding voor transport vanaf de waterzuivering van Industriewater Eerbeek naar een papierfabriek.

Op perceel 3794 (groot 72.225 m²) heeft Zonnepark Eerbeek B.V. recht op erfpacht en opstal, tot een einddatum van 1 juli 2045.

Ligging

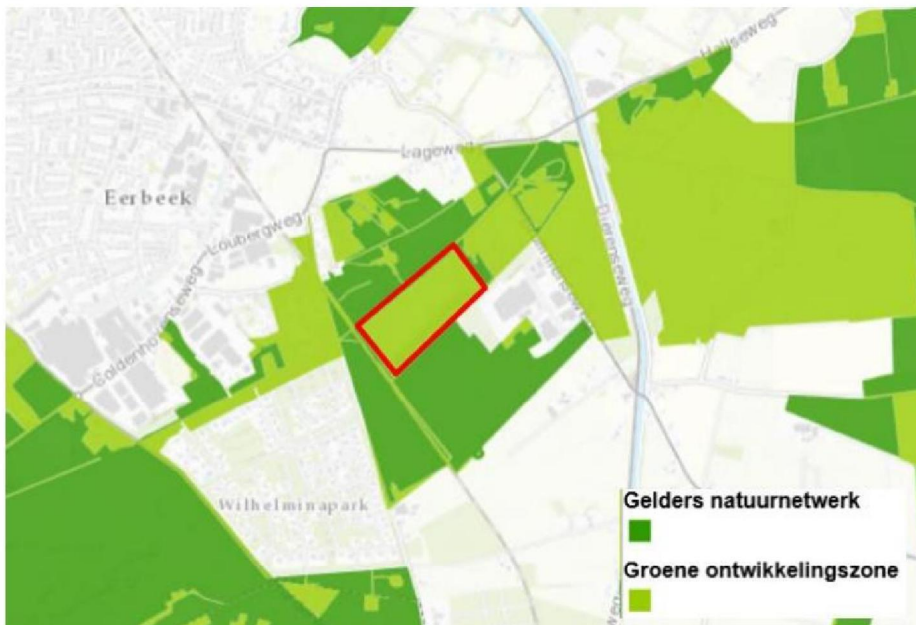
De stortplaats is gelegen in de gemeente Eerbeek. De locatie wordt omgeven door: bos (noordwest, zuidoost), spoorlijn (zuidwest) en een camping en een bedrijfspand (noordoost) (zie onderstaand figuur).



Figuur 2-1: Ligging stortplaats Doonweg (bron: Openstreetmap)

Natuurwaarde omgeving

De locatie van de stortplaats behoort tot de Groene Ontwikkelingszone (GO), zie onderstaand figuur. De GO bestaat uit terreinen met een andere bestemming dan natuur die ruimtelijke vervlochten is met het Gelders Natuurnetwerk. Ondanks dat de stortplaats is omgeven door hekwerk, is er mogelijk wel sprake van enige uitwisseling van soorten met omliggend GO. De stortplaats heeft in de huidige staat een verbindende functie tussen en met de omliggende bossen.



Figuur 2-2:Ligging stortplaats ten opzichte van het Gelders natuurnetwerk.

Het terrein van de stortplaats kent een ruige begroeiing van (omgevallen) bomen en struiken. Om een eindafdeling en buffercapaciteit voor overtollig regenwater aan te kunnen brengen is het noodzakelijk om een deel van de aanwezige vegetatie op het terrein te verwijderen.

De aanwezige vegetatie bestaat voornamelijk uit wilg, elks, sporkehout, larix en vele kruidachtige soorten [Antea, 2018b]. De vegetatie staat verspreid over het perceel en reikt tot circa 15-20m hoog [Antea, 2018b].

De uitstoot van stikstof samenhangend met voorgenomen activiteiten bij de eindafdeling van de stortplaats kan leiden tot een verhoogde stikstofdepositie ter plaatse van daarvoor gevoelige habitats. Omliggende stikstofgevoelige gebieden zijn de Veluwe (circa 900m ten zuidwesten) en Landgoederen Brummen (circa 1,3km ten oosten).

Historie stortplaats

De locatie van de stortplaats betreft een ontgroning tot (waarschijnlijk) grondwaterniveau.

De stortplaats is gestart in 1954 en beëindigd in het 3^e kwartaal 2001. Uit de historische informatie [Oranjewoud, 2010] blijkt dat de volgende materialen zijn gestort:

- a. Primair slib c.q. vezelslib (Industriewater Eerbeek en papierfabrieken e.o.)
- b. Secundair slib (biologisch slib Industriewater Eerbeek)
- c. Gemengd slib (mengsel van primair en secundair slib Industriewater Eerbeek)
- d. Ontinktingsresidu
- e. Puin (ten behoeve van de bereikbaarheid van de stort)
- f. Metaal (uit sorteermachines pulpbereiding)
- g. Rollen papier afkomstig van een brand bij papierverwerker SCA
- h. Grond/zand (afkomstig van bouwrijp maken Kollergang)
- i. Rejects (= mengsel van plastics, papier, harde kunststoffen en hout);
- j. Staarten (= staaldraad omwikkeld met draad, touw, plastic en papier)

In de beginperiode van de stort is relatief veel nat materiaal geborgen, waarbij in 1e instantie enkel primair slib is gestort. Vanaf 1979 is gemengd slib uit biologische zuivering gestort. Vanaf 1985 is boven maaiveld gestort, waarbij laagsgewijs opgebouwd werd, waarbij slibben werden afgedekt met rejects en/of ontinktingsresidu. Vanwege bereikbaarheid en vanuit geurbestrijding zijn stortlagen regelmatig met grond/zand afgedekt. De stortplaats is daardoor als een soort "lasagne" opgebouwd. Het gestorte afval is veelal slecht doorlatend, en bevatte al tijdens het storten een hoog watergehalte van 50% [Oranjewoud, 2010] [Terradvies, 2022]. Ten behoeve van de stabiliteit zijn boven maaiveld kades opgezet welke gemaakt zijn van rejects en staarten [Oranjewoud, 2010].

Terreindelen

De volgende terreindelen (zie bijlage 3) kunnen worden onderscheiden:

1. Stortplaats. De stortplaats is groot circa 9,1 ha. De huidige hoogte is ca. NAP +29,5m. Het afval is gestort vanaf een diepte van NAP +12,52m zonder bodem beschermende voorzieningen. De grondwaterstand fluctueert rondom de stortzool [Milon, 2021][Milon, 2022]. De onderzijde stortplaats ligt net boven de grondwaterstand. Het plan was om de stortplaats, na herprofilering, in het geheel af te dichten met een

tijdelijke bovenafdichting van 0,80m aan LD-staalslakken als stabilisatielaag voor zonnepanelen [Tauw, 2019a]. De theoretische benaderingen duiden er op dat er tenminste 11% meer slakken zijn aangebracht dan strikt noodzakelijk voor de laagdikte van 0,8 meter [ReneBoerboom Advies, 2022a].

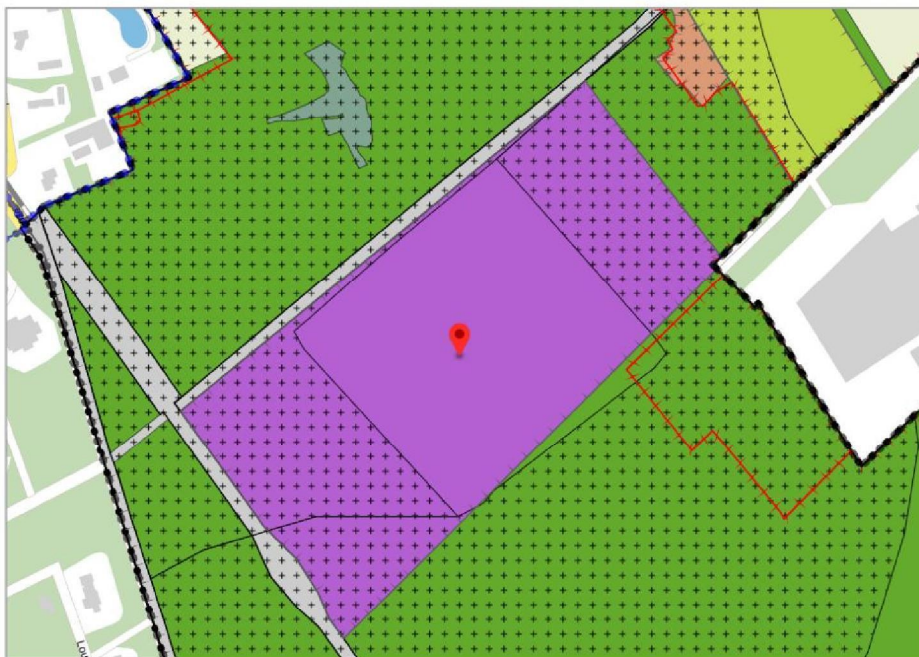
2. Zonnepark. Op kadastraal perceel 3794 (groot 7,2 ha) ligt een zonnepark (4,8 ha, met oppervlak aan zonnepanelen 3,1 ha). Dit zonnepark is van Zonnepark Eerbeek B.V., met als eigenaren The Growth Factory B.V. en E.B.E.M. Bedrijf B.V. (beide voor 50%);
3. Inspectiepad. Rondom de gehele stortplaats loopt een inspectiepad met een breedte van 3,5 meter [Syntraal, 2022]. Op dit pad is geen afval gestort, maar het is wel voorzien van open verharding met LD-staalslakken met een dikte van 0,25m. Het pad is onder afschot naar de ringsloot gelegd.
4. Overig terrein. Rondom de stortplaats een onbenutte strook grond met gras en bomen. Op het noordoostelijk deel van het perceel ligt een bos met een oppervlakte van circa 2 ha. Hier is geen afval gestort en zijn ook geen LD-staalslakken aangebracht.

Bestemmingsplan

In het bestemmingsplan Buitengebied 2008 (17 december 2009) is gesteld in artikel 5.1:

“De op plankaart 1 voor “bedrijf B” (niet-agrarisch) aangewezen grond is bestemd voor:

- a. *De uitoefening van een niet agrarisch bedrijf, zoals weergegeven in kolom 3 “feitelijke bedrijvigheid” van bijlage A “Bedrijven (niet-agrarisch)” met de corresponderende cijferaanduiding”*



Figuur 2-3: Vigerend bestemmingsplan 17 december 2009 (bron: ruimtelijkeplannen.nl, datum 15 juli 2022)

Huidige vorm

Sweco | Rapport van afdichting

Projectnummer 51011469

Datum 14-10-2022

Versie C2

Document referentie p:\5310\51011469_eerbeek_bovenafdichting\8_rapportage_hansg\2022\1013 rapport van afdichting concept.docx

De huidige vorm is weergegeven in [bijlage 4](#).

Bij het aanbrengen van de LD-staalslak 0/90 is de stortplaats geherprofileerd, De stortplaats (met LD-staalslakken) heeft heden taluds met een helling van 1:3, [uitzondering vormt het onderste deel van het noordoost talud \(met een helling van 1.1,5\)](#). Het bovenvlak is afgewerkt met een helling van circa 1:29 (= 3,4%). De huidige hoogte van de stortplaats, inclusief LD-staalslakken, is op het hoogste punt circa NAP +29,6m.

De bedoeling was dat de hellingen worden voorzien met een LD-staalslak met daar bovenop een laag grond bestaande uit zandige grond van een meter [Tauw, 2019a], maar de laag grond is niet aangebracht. In [bijlage 5](#) is het CE-certificaat van de LD staalslak opgenomen.

Zonnepark

In [bijlage 6](#) is het zonnepark weergegeven. Het zonnepark ligt op een kadastraal perceel binnen het kadastrale perceel van de gehele locatie (zie [bijlage 2](#)).

Het zonnepark is in eigendom van Zonnepark Eerbeek B.V. en bestaat uit 15.574 zonnepanelen. In onderstaande tabel zijn de gegevens omtrent de zonnepanelen weergegeven.

Tabel 2-1: Gegevens zonnepark [Sunprojects, 2020].

PV Modules	Type	Power	Number
	Jinko Cheetah JKM390M-72-V (1979x1002mm)	390 W	15.574
Strings	PV modules per string		Number
	26		599
Inverters	Type	Power	Number
	Efasolar 1400	1400 kW	2
	Efasolar 1200	1200 kW	2
Power station	Type	Power	Number
	Efacec MV Station 2.8	2800 kW	1
	Efacec MV Station 2.4	2400 kW	1
Geometric data	Azimuth	Pitch	
	140°	1,5m	

Direct zuidelijk van zuidelijke powerstation (nr. 1) is de aansluiting op de middenspanning kabel van Alliander (zie [bijlage 7](#)).

Eindvorm

Vergunningvoorschrift 7.2.12 stelt:

“7.2.12. Het aanbrengen van de afvallagen dient zodanig te geschieden dat – rekening houdend met het nog optreden van zetting en klink – de eindhoogte van de stortplaats (inclusief de totale eindafwerking) overeenkomstig (het bij) de vergunningaanvraag (ingediende en als zodanig gewaarmerkte landschapsplan) niet wordt overschreden. “

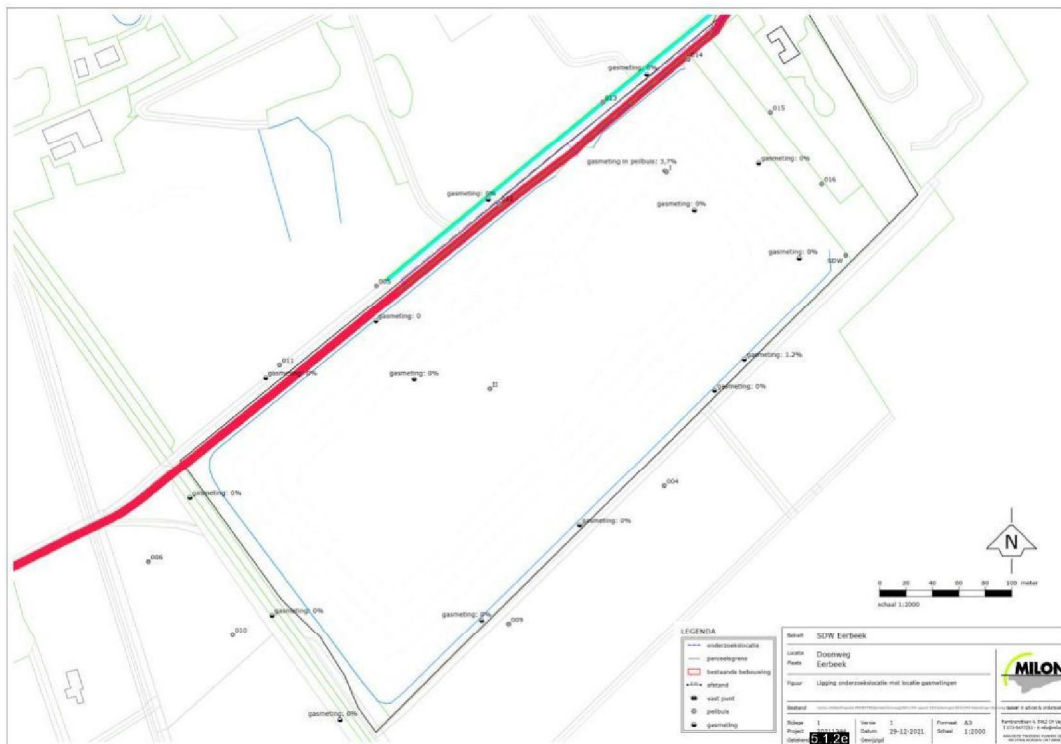
Het landschapsplan (bijlage bij aanvraag Wm-vergunning 1995-1996) is helaas niet beschikbaar bij Stort Doonweg B.V..

Stortgas

De stortplaats is in de anaerobe fase. In deze fase worden organische stoffen afgebroken waarbij stortgas vrijkomt.

De biochemische processen waardoor stortgas gevormd wordt verlopen langzaam. Hierdoor komt stortgas vertraagd vrij. In het begin relatief veel, in latere jaren steeds minder. In de beschikbare rapporten is geen stortgasberekening gemaakt.

Stortgasmetingen zijn in 2021 verricht in bodemlucht van de LD-staalslakkenlaag met een sonde, op circa 0,10 tot 0,25 m-mv, zie onderstaande figuur [Milon, 2022]. Tevens is de lucht in peilbuis PBI gemeten. Op basis van de metingen kan geconcludeerd worden dat in de huidige situatie slechts zeer beperkt sprake is van gasproductie.



Figuur 2-4: Stortgasmetingen 2021

Stortgasonttrekkingssysteem

Het plan was om op de noord-, oost- en westzijde een passief gasonttrekkingssysteem aan te brengen op de LD-slaglaag, maar dit is niet aangelegd [Tauw, 2022]. Dit betekent dus dat het stortgas nog zonder enige vorm van onttrekking uit de stortplaats komt [Tauw, 2019a].

Percolaatopvang- en afvoersysteem

Op [bijlage 8](#) is het percolaatopvang en afvoersysteem weergegeven. Het percolaat opvang en afvoersysteem kan in twee delen beschreven worden, een

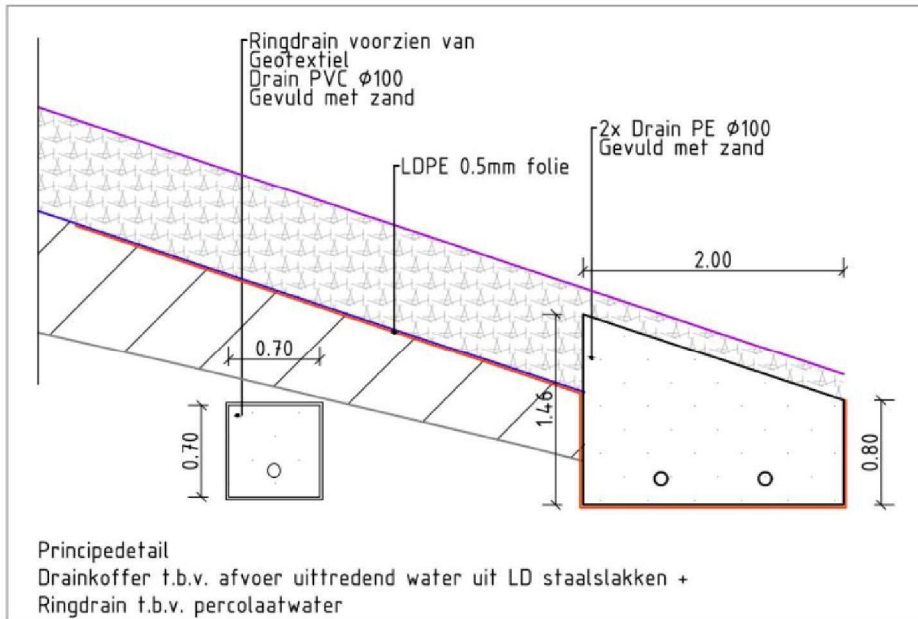
systeem voor het percolaatwater uit afval en een systeem voor het percolaatwater uit LD-staalslakken [Tauw, 2022].

Het percolaatwater uit afval wordt afgevoerd via een zandkoffer van circa 0,70 cm x 0,70 cm, omwikkeld met een geotextiel (nylon weefsel) waarin een PE-drain Ø 100 mm (in figuur staat abusievelijk PVC) is aangebracht, zie onderstaande figuur (linkerkant). Deze drain is geribbeld en geperforeerd. Inspectie en onderhoud van de percolaatdrain (lengte 1350 meter) zijn niet voorzien, aangezien er geen doorspuit- of inspectieputten zijn aangegeven in het bestek [ReneBoerboom Advies 2022a; Tauw, 2019b]. De zandkoffer ligt in de teen rondom in het stortlichaam. De drain stroomt af naar de buffersloof aan de noordoostzijde. Vervolgens stroomt het percolaatwater via een leiding naar de pompput (SDW). Het percolaat wordt via een persleiding naar de waterzuiveringsinstallatie van Industriewater Eerbeek B.V. afgevoerd (ligging, zie bijlage 8) langs de noordoost en noordwest zijde.

Het percolaatwater uit de LD-staalslakken wordt opgevangen in een zandkoffer, liggende in de teen langs de zuidoostzijde van het stortlichaam, zie onderstaand figuur (rechterkant). In deze zandkoffer (circa 1,00 x 2,00m) zijn twee PE-drains (Ø 100 mm) aangebracht. De geribbelde en geperforeerde drains zijn omhuld met een geotextiel. Inspectie en onderhoud van de percolaatdrain (lengte 480 meter) zijn niet voorzien, aangezien er geen doorspuit- of inspectieputten zijn aangegeven in het bestek [ReneBoerboom Advies 2022a; Tauw, 2019b].

Om te voorkomen dat er water vanuit het afval in deze drain stroomt is tussen het afval en de LD-staalslakken een LDPE-folie dikte 0,5 mm aangebracht. De folie is overlappend gelegd (0,3 meter overlap). Deze folie is tevens onder de zandkoffer doorgetrokken om infiltratie naar de ondergrond te voorkomen. Deze drain stroomt af naar de pompput van waar het water, zolang de pH nog niet neutraal is, afgepompt wordt naar de waterzuiveringsinstallatie van Industriewater Eerbeek B.V.

Zodra de pH neutraal is kan het water op de locatie geïnfiltreerd worden in de bodem. Enkel is infiltratie in tegenspraak met de voorwaarden van de leverancier over de toepassing van de slakken [ReneBoerboom Advies, 2022a]. De afvoer van het percolaat is volgens [ReneBoerboom Advies, 2022a] niet juist gedimensioneerd.



Figuur 2-5: Percolaat opvang- en afvoersysteem (PVC moet zijn HDPE)

Meetpunten zakking

Na de profilering van de stortplaats zijn zakbaken voor de meting van de zakking van de stortplaats geplaatst (zie onderstaande figuur).

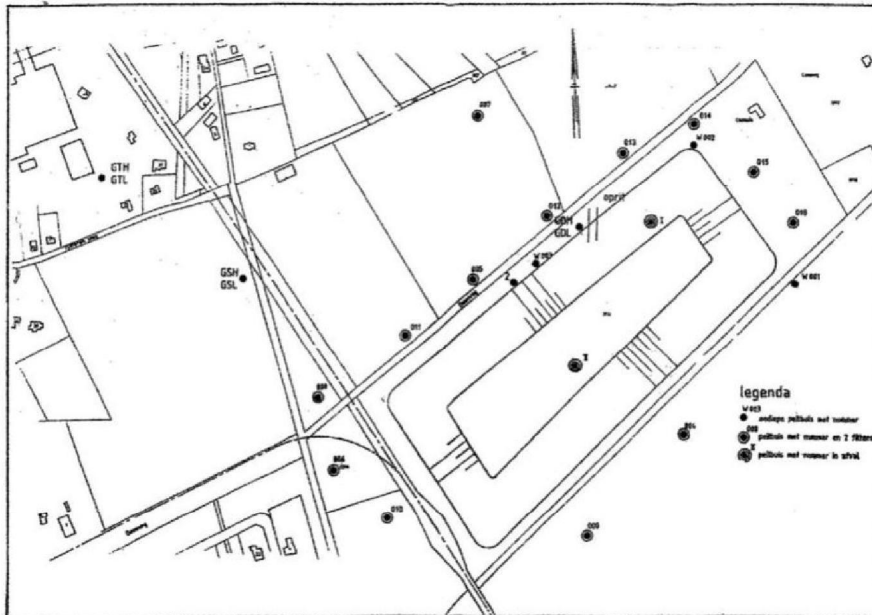


Figuur 2-6: Voormalige zakkaken (tijdens aanbrengen LD-staalslakken)

Deze zakkaken bestaan uit een metalen paal die enkele meters in het afvallichaam is ingebracht. Tijdens en na het aanbrengen van de LD-staalslakken zijn vier keer per jaar hoogtemetingen gedaan [Milon, 2021]. Na aanleg van het zonnepark is het gebruik van deze zakkaken niet meer mogelijk.

Grondwatermonitoring

In onderstaand figuur zijn de peilbuizen in en rondom de stortplaats weergegeven.



Figuur 2-7: Peilbuizen (rondom stortplaats Doonweg)[Arcadis, 2009a]

Op [bijlage 9](#) is de ligging van het huidige (actieve) grondwatermonitoringssysteem weergegeven. Een deel van het monitoringsysteem (15 filters in 2020 en 2021) wordt jaarlijks bemonsterd. Bijzonder is dat één filter (PBI) in het afval staat en één filter (PBII) onder de afvalstoffen staat.

In [bijlage 10](#) zijn de gegevens van de peilbuizen weergegeven.

Grondwaterkwaliteit

Sinds 1987 worden de peilbuizen bemonsterd [TerrAdvies, 2022a]. In 2009 is een grondwatermonitoringsplan [Arcadis, 2009a] en een Urgentieplan [Arcadis, 2009b] opgesteld en goedgekeurd [Gelderland, 2009].

De resultaten van de bemonstering worden jaarlijks gerapporteerd door Milon [Milon, 2019, Milon 2020, Milon 2021, Milon 2022].

Omtrent de grondwaterkwaliteit onder de stort schrijft Milon in zijn jaarrapportage het volgende [Milon, 2022]:

“Het algemene beeld van de resultaten van de grondwateranalyses (tot en met 2021) is een constante lijn met weinig fluctuaties ten opzichte van de voorgaande jaren. Op grond van de, in eerdere monitoringsrapportages beschreven, resultaten en de gehalten in het percolaatwater loogt het stortmateriaal nauwelijks CZV, chloride, EOX, chroom en nikkel uit naar het grondwater. De afstromende concentraties liggen op hetzelfde niveau als de referentiewaarden”.

De grondwaterstand bevindt zich rond NAP +13,0 m [TerrAdvies, 2022a]. De stortdiepte van afval bedraagt circa NAP +12,5 m. Bij een hoge grondwaterstand kan grondwater in contact komen met het onderste afvalpakket [TerrAdvies, 2022a].

In [TerrAdvies, 2022a] zijn nieuwe signaal- en toetsingswaarden berekend.

2.2 Bodemopbouw

In de bodemkaart van Nederland wordt de ondiepe bodem in de omgeving van de stort getypeerd als haarpodzolgronden, holtpodzolgronden, hoge zwarte enkeergronden en veldpodzolgronden. Deze gronden bestaan uit grof zand. Het maaiveld (buitenrand stort) bevindt zich op circa NAP +18m.

In onderstaande tabel is de bodemopbouw en de geo(hydro)logische indeling en kentallen van de bodem tot circa 120 m-mv schematisch weergegeven.

Tabel 2-2: Geohydrologische indeling [Milon, 2022]

Pakket	Formatie	Diepte (m -mv)	Samenstelling	Parameters*
1 ^e WVP	Boxtel	0-14	Zand met silt en leemlaagjes	kD = 50 m ² /dag
2 ^e WVP	Kreftenheye	14-46	Zand met kleilenzen	kD = 1500 m ² /dag
3 ^e WVP	Gestuwd	46-76	Zand	kD = 1000 m ² /dag
4 ^e WVP	Peize-Waalre	76-112	Zand	kD = 1000-2000 m ² /dag
1 ^e scheidende laag	Peize-Waalre	112-116	Klei	C = 500dag
5 ^e WVP	Peize-Waalre	116-118	Zand	kD = 20 m ² /dag
Hydrologische basis	Maassluis	118-	Zand en klei	

Toelichting:

WVP: Watervoerend pakket

** : In overleg met geohydroloog bepaald*

kD: transmissiviteit [m²/dag]

c: hydraulische weerstand in dagen

2.3 Geohydrologie

De regionale grondwaterstroming in het eerste watervoerend pakket is in ONO richting (www.grondwatertools.nl). De freatische grondwaterstroming was volgens het nazorgplan uit 1998 noordwest en werd mede beïnvloed door grondwateronttrekkingen en horizontale anisotropie door opgetreden stuwingsprocessen.

Omdat de grondwateronttrekkingen qua volume en diepte daarna zijn gewijzigd is in 2010 een nieuw grondwaterstromingsprofiel [Arcadis, 2011] gemaakt. Arcadis stelt daarin dat de stromingsinrichting niet eenduidig vastgesteld kan worden en dat de stromingsrichting ter hoogte van de stortplaats voor wat het freatische grondwater voornamelijk west tot noord is.

In het jaarrapportage 2020 [Milon, 2021] is het volgende geconcludeerd:

“Hieruit blijkt dat er een duidelijke grondwaterstroming in noordwestelijk richting voor zowel het freatische als het diepe grondwater. Het freatisch grondwater heeft een noordoostelijke richting en het diepe grondwater een noordnoordoostelijke richting. De eerdere aangetroffen afwijking in 2020 is niet meer gemeten. Waarschijnlijk is deze het gevolg geweest van de gesprongen leiding.”

In het jaarrapport 2021 [Milon, 2022] is de grondwaterstromingsrichting van zowel het freatisch als het eerste watervoerend pakket op noordoostelijke richting vastgesteld.

Het verhang is beperkt en bedraagt ongeveer 1 meter per kilometer. De horizontale stroomsnelheid van het grondwater is in 2001 berekend op 15 m per jaar.

Vermoedelijk heeft de industriële grondwateronttrekking (filtertraject 15-98 m-mv), die op circa 1.000 meter (ten noordwesten) van de onderzoekslocatie bevindt, invloed op de grondwaterstromingsrichting.



Figuur 2-8: Ligging van grondwateronttrekking Eerbeek [Arcadis, 2021]

2.4 Oppervlaktewater

Op de locatie van het project Doonweg is geen oppervlaktewater aanwezig. Op circa 600 meter ten oosten van de stortplaats ligt het Apeldoorns kanaal.

2.5 Kabels en leidingen

Op [bijlage 7](#) zijn de kabels en leidingen gelegen buiten de locatie van een KLIC melding weergegeven. De kabels en leidingen op de locatie zijn weergegeven in [bijlage 6 en 8](#).

3 Ontwerp bovenafdichting

3.1 Uitgangspunten

Voor het ontwerp worden de volgende uitgangspunten aangehouden:

1. Voldoen aan de eisen van de vigerende Wm-vergunning.
2. Voldoen aan de meest actuele technische regelgeving en normen.
3. Bij de aanleg van de bovenafdichting moet rekening worden gehouden met:
 - a. Het verwachte zakkingsgedrag. De nog optredende restzakkingen mogen geen risico voor beschadiging vormen voor de aan te leggen bovenafdichting.
 - b. Aanwezigheid van het zonnepark
4. Voor de levensduur van de bovenafdichting wordt gestreefd naar een levensduur van 100 jaar.
5. Bij aanleg van een bovenafdichting wordt de aanwezige vormgeving zo min mogelijk gewijzigd.
6. De exploitatie van het aanwezige zonnepark (door Zonnepark Eerbeek B.V.) wordt na aanleg bovenafdichting gecontinueerd.

3.2 Beoordeling bestaande toestand

Veldinspecties

De stortplaats is bedekt met een laag staalslakken. In juni 2022 is een inspectierapport opgesteld [Terradvies, 2022c]. In het inspectierapport wordt geconcludeerd dat de staalslakkenlaag op grond van de visuele waarnemingen geschikt is om te functioneren als steunlaag.

Dit inspectierapport is vervolgens in augustus 2022 van opmerkingen voorzien [ReneBoerboom Advies, 2022b]. In onderstaande opsomming worden deze opmerkingen behandeld:

Nr. 1. Talud is plaatselijk 1:1,5 (V:H). Sweco stelt voor om alle taluds te verflauwen naar 1:3.

Nr. 2. Scholvorming op 1/3 hoogte talud (zie bijgaande foto's NW-talud).



Sweco vermoed dat deze schollen zijn ontstaan door het optreden van zakking van het stortlichaam waardoor de taludlengte korter wordt. Omdat de toplaag verkit is, treden breuken (opstuiken) op die aan maaiveld zichtbaar worden. De aanwezige schollen zijn over het algemeen zacht en breken onder geringe druk. Op een aantal locaties zijn er ter plaatse van de gestuikte zone hoogteverschillen in maaiveld aanwezig in de orde grootte van 10 à 20 cm. Sweco stelt voor om op korte termijn (na inmeten van de huidige situatie) de aanwezige schollen, in combinatie met de verflauwing van het talud (zie nr. 1), met een mobiele zware kraan te vlakken (zie tevens het Plan tijdelijke maatregelen) en vervolgens de taluds te monitoren (visueel, drone-metingen en aanbrengen vaste punten in het talud).

Nr. 3. Instabiliteit talud. Sweco voert een geotechnisch onderzoek (doorlooptijd enkele maanden) uit naar de stabiliteit van het onderliggend afvalpakket en om eventuele bewegingen te monitoren (zie nr. 2).

Nr. 4. Sweco adviseert om op de steunlaag een uitvullaag van 10cm toe te passen (zie par. 3.7.1 van dit rapport).

Nr. 5 en 6. Geen actie benodigd.

Nr. 7. Onderzoek naar aantasting van de afdichtende werking wordt aanbevolen (zie par. 3.17 van dit rapport).

Beoordeling conform vergunning

Vergunningvoorschrift 7.3.1 stelt dat de toestand waarop de bovenafdichting wordt aangebracht moet worden beoordeeld. Deze beoordeling omvat ten minste:

1. Het verloop van zetting en klink en een prognose van de restzettingen en verschilzakkingen.
2. Het verloop van de processen in de stortplaats aan de hand van de kwaliteit percolaat en de productie en samenstelling van gas.
3. Het aangeven van de ontwerp-voorwaarden voor de bovenafdichting.

Ad 1) het verloop van zetting en klink

Een recent uitgebreid rapport over de zetting is beschikbaar [TerrAdvies, 2022b]. Het onderstaande is grotendeels gebaseerd op dit rapport.

In het verleden zijn uitgebreide zakkingsmetingen verricht.

In de periode 1999 tot en met 2013 is er een zetting opgetreden tot maximaal 3 meter [TerrAdvies, 2022b]. De draagkracht van het gestorte afval en de grootte van de gemeten zakkingen werden lange tijd beschouwd als een risico voor de deugdelijkheid van een definitieve afdichting.

In mei 2016 is een grootschalige belastingsproef (met aanleg van een proefveld zonnepaneel) uitgevoerd. De zakking ten gevolge van de aanleg van een belasting (staalslakken gemiddelde dikte 1,1m) is met zakkakens gedurende 700 dagen gevolgd [Antea, 2018a] met als belangrijkste conclusies: "De primaire consolidatie voor ZB01A is na ca. 500 dagen ten einde." en "Geconcludeerd kan worden dat het op basis van de verkregen meetgegevens nog onzeker blijft hoe de zettingslijn uiteindelijk gaat verlopen. Voor een betere voorspelling dient een langere meetperiode te worden beschouwd."

Met de herprofilering van de stort en de aanleg van de laag LD-staalslakken (september 2019 t/m april 2020) is het zettingsgedrag van de stortplaats (ruimtelijk) gewijzigd. Antea [Antea, 2020] heeft de stabiliteit van de gewijzigde taluds berekend. Zij concludeert dat de stabiliteit van het noordwest talud als het noordoost talud voldoet. Verder voorspelt zij een restzetting (= zetting tot 2050) tussen 0,22m en 0,83m.

Na het aanbrengen van de staalslakken zijn de zakbakens vanaf 20 september 2020 buiten gebruik geraakt. De hoogte van bovenkant staalslakken wordt periodiek met een drone gemeten (beschikbare metingen: juli 2021, januari 2022 en mei 2022).

In het Inspectierapport [Terradvies, 2022c] is een vergelijking gemaakt tussen de drone-meting januari 2022 en juli 2021. Uit deze vergelijking (zie onderstaand figuur) blijkt het volgende omtrent de zakking in deze periode:

- het hoogste deel van het bovenzvlak en het hoge deel van het noordwest talud zakt gemiddeld 0,15m tot 0,25m;
- het lagere deel van het bovenzvlak zakt gemiddeld 0,05m tot 0,075m;
- het middendeel hoge talud (noordwest) zakt gemiddeld 0,05m tot 0,15m;
- de taluds (noordoost, zuidoost en zuidwest) zakken nauwelijks (in de meetperiode).



Figuur 3-1: Hoogteverschil juli 2021 en januari 2022

Sweco heeft de drone-metingen beoordeeld en geconstateerd dat de nauwkeurigheid van deze metingen onvoldoende is, waardoor wij twijfelen aan de bovenstaande conclusies over het zakkingsgedrag.

In [TerrAdvies, 2022b] is de toekomstige zetting na aanleg van 1 meter dikke bovenafdichting berekend:

- Periode 1 (2024-2040): 5 cm/jaar = 0,80m
- Periode 2 (2041-2080): 3 cm/jaar = 1,17m
- Periode 3 (2081-2120): 1 cm/jaar = 0,39m
- Periode 4 (2121-2150): 1 cm/jaar = 0,29m
- Periode 5 (2150 -): 0 cm/jaar

De totale toekomstige berekende (gemiddelde) zetting is 2,65m. Deze zetting treedt gelijkmatig en langzaam op.

In zijn algemeenheid kan worden gesteld dat door zakking van de stortplaats de folie gemiddeld op stuik wordt belast omdat de lengtes gemiddeld korter worden. Door plaatselijke zettingsverschillen kan plaatselijk de folie op rek worden belast, hetgeen kan leiden tot schade aan de folie.

Bij de aanleg van de staalslakken is het bovenvlak met een gemiddeld afschot van 1:20 (5%) afgewerkt [Ploegam, 2020]. In bijlage 4 is de huidige hoogte (meting mei 2022) en het (plaatselijke) afschot weergegeven. Het gemiddelde afschot van het bovenvlak is licht afgenomen naar 1:21 (4,8%).

In [TerrAdvies, 2022b] is gerekend aan de verandering van het hoogte (en daarmee het afschot) in de tijd. Hogere delen zakken meer dan de lagere delen. Hierdoor neemt het afschot in de tijd af. Uit de gepresenteerde berekeningen (tabel 4) blijkt dat op het zuidelijk deel van het bovenvlak de kans bestaat dat een negatief afschot gaat optreden. Dit tegenschot treedt (naar verwachting) over circa 100 jaar op. Gelet op de heterogene opbouw, het beperkt aantal meetpunten en de beperkte meetperiode is de nauwkeurigheid van voorgaande voorspelling beperkt.

Berekend is dat na 125 jaar het afschot gemiddeld 1% is afgenomen. Het afschot zal derhalve naar verwachting afnemen tot 1:42 (= 2,4%) in 2150. Dit afschot is voldoende voor de afvoer van het regenwater door de (toekomstige) drainagelaag.

Conclusies zijn:

1. De huidige zakkingsnelheden zijn op het hoogste deel van de stortplaats aanzienlijk (0,2 tot 0,6 m/jaar). De verwachting is dat over enkele jaren de zakkingsnelheid duidelijk lager zal zijn en dat dan het aanbrengen van een bovenafdichting technisch aanvaardbaar is.
2. Het huidige afschot (en het afschot over enkele jaren) voldoet aan de minimale afschot-eis bij aanleg van 3% uit de Richtlijn dichte eindafwerking [VROM, 1991].
3. De toekomstige zakking verlaagt het afschot van de aangebrachte bovenafdichting. Met deze verlaging van het afschot neemt de afvoercapaciteit van de drainagelaag af en neemt de kans op het ontstaan van een ingesloten laagten toe. Uit de berekeningen blijkt dat mogelijk een ingesloten laagte ontstaat na circa 100 jaar, hetgeen is na het eerste vervangingsmoment van de bovenafdichting. Om deze reden is dit risico aanvaardbaar. Versteiling van de huidige situatie om daarmee bovenstaande risico te verkleinen, wordt afgeraden omdat daarmee aanvullende zakkingsen worden geïntroduceerd.

4. Omdat niet bekend is of en zo ja waar de ingesloten laagte kan ontstaan, is het nemen van effectieve maatregelen voorafgaand aan de aanleg van de bovenafdichting niet mogelijk.
5. De -geringe- ongelijke zakkingen zullen wel plaatselijk kunnen leiden tot een noodzakelijke hoogtecorrectie van de zonneparkfundaties. Bij het ontwerp/aanleg van het zonnepark is rekening gehouden met deze correcties.

Ad 2a) Het verloop van de kwaliteit percolaat

Percolaat is het water in de stortplaats. De percolaat samenstelling wordt gemeten met peilbuis PBI. Het percolaat (periode 2020-nu) heeft een hoog CZV (850 mg/l), relatief laag chloride gehalte (180 mg/l), geen EOX en een hoog gehalte aan barium, chroom en nikkel, zie onderstaande tabel.

Tabel 3-1: Verloop kwaliteit percolaat (dec-2020 tot nov-2021) [Milon, 2021; Milon, 2022]

PBI	pH [-]	EGV [uS/cm]	Troebelheid [NTU]	CZV [mg/l]	Cl- [mg/l]	EOX [ug/l]	Cr [ug/l]	Ni [ug/l]	Ba [ug/l]	Sr [ug/l]	Al [ug/l]	V [ug/l]
dec-20	6,7	5.12e	5.12e	5.12e		5.12e	15	120	1400	1100	130	120
jan-21	7,5	2614	840	865	170	5,3	15	130	1100	1100	110	77
mei-21	7,1	3452	160	820	190	< 1	17	110	1500	1000	< 100	120
nov-21	6,7	3999	33,8	885	170	< 5.12e	12	5.12e	5.12e	1100	< 100	72
Gemiddeld	7,0	3300	337,5	875	177	7,4	15	120	1375	1075	120	97

Het verloop van de kwaliteit van het percolaat in de periode voor 2020 staat in bijlage 5 van grondwatermonitoringsjaarrapportage 2021 [Milon, 2022]. Hierbij moet worden vermeld dat PBI in 2020 opnieuw is geplaatst.

Actuele gegevens over de samenstelling van het uittredend water uit de LD-staalslakken (slakkenpercolaat) en de stortplaats en de uitlogingsprocessen ontbreken [ReneBoerboom advies, 2022a].

Ad 2b) Het verloop van de productie en samenstelling van het stortgas

De stortplaats is in de anaerobe fase. In deze fase worden organische stoffen afgebroken waarbij stortgas vrijkomt.

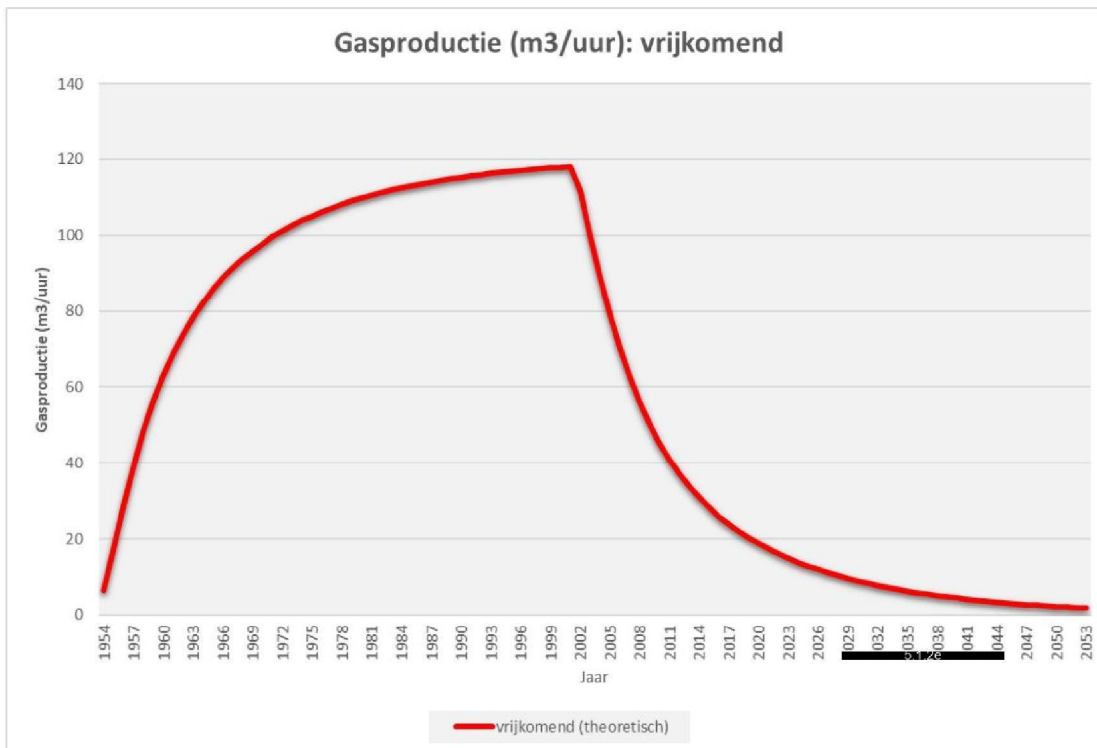
De biochemische processen waardoor stortgas gevormd wordt verlopen langzaam. Hierdoor komt stortgas vertraagd vrij. In het begin relatief veel, in latere jaren steeds minder. Daarbij wordt de zogenaamde halfwaardetijd gehanteerd. Dit resulteert in een vormingscurve. In de exploitatiefase stijgt de hoeveelheid gevormd stortgas vrij snel als gevolg van de toenemende hoeveelheid afval op de stortplaats, om in de daaropvolgende jaren te dalen (afhankelijk van de halfwaardetijd).

Een betrouwbare stortgasproductie kan niet worden berekend omdat:

1. Er geen betrouwbare afvalhoeveelheden per jaar beschikbaar zijn;
2. Er geen kennis is van de afbraaksnelheden van de op deze locatie gestorte organische afvalstoffen;
3. Er geen stortgasonttrekking is geweest die een koppeling tussen berekende stortgasproductie en gerealiseerde onttrekking mogelijk maakt.

Uit recent uitgevoerde stortgasmetingen [Milon, 2022] in de LD-staalslakkenlaag blijkt dat er relatief weinig stortgas vrij komt, wat gelet op de samenstelling en leeftijd van het afvalpakket aannemelijk is [ReneBoerboom Advies, 2022a].

Door Sweco is ondanks bovenstaande bezwaren een (theoretische) stortgasberekening gemaakt, zie onderstaande figuur.



Figuur 3-2: Stortgasproductie (theoretisch)

Na het beëindigen van het storten is de huidige stortproductie afgenomen. Het berekende debiet (<20 m³/h in 2022) is dermate laag dat een verwerking in biofilter(s) volstaat. In [bijlage 11](#) is de stortgasproductie berekening toegelicht.

Ad 3) de ontwerp-voorwaarden voor de bovenafdichting.

De ontwerp-voorwaarden van de bovenafdichting zijn:

- De eisen zoals omschreven in de Richtlijn dichte eindafwerking [VROM, 1991];
- De voorwaarden voor een optimale levensduur [IPO, 2014];
- De sinds 1992 opgedane ervaring van Sweco met het ontwerp, de (begeleiding van de) aanleg en het onderhoud van een bovenafdichting (ter toelichting Sweco is eigenaar van de afgedichte stortplaats Bavel van ca. 35 ha).

3.3 Voorgestelde fasering bovenafdichting

Bij de aanleg van de bovenafdichting zijn bij stortplaats Doonweg de volgende aspecten van belang:

- Folie-laswerkzaamheden dienen bij een omgevingstemperatuur boven 0 °C, bij droog weer en bij windsnelheden lager dan 5.1.2e plaats te vinden [NEN, 2018b];
- Verwerking van de minerale laag dient plaats te vinden bij droog weer;
- Zaaïen van de grasvegetatie bij voorkeur voor oktober [VROM, 1991];
- De productie van het zonnepark is in de maanden december en januari het laagst (3%/maand van de jaarproductie) en de maanden april t/m juli het hoogst (12%/maand van de jaarproductie);
- De (receptie van de) aangrenzende camping Robertsoord is gesloten van 1 november tot 1 april (zie www.campingrobertsoord.com);
- Voor de aanleg van 9,5 ha bovenafdichting bij een start in maart een doorlooptijd van 7 maanden (profileren 2 maand, afdichten 3 maand, bouwvak 1 maand en overige 1 maand). Bij een start in oktober worden de doorlooptijden voor het afdichten 2x langer vanwege de ongunstige weersomstandigheden. Dit betekent een doorlooptijd van 10 maanden.

Sweco adviseert om de bovenafdichting aan te brengen in één aaneengesloten periode, met een start van de werkzaamheden in het vroege voorjaar.

Het bovenstaande betekent dat de afdichting in 2 winterseizoenen gaat worden aangebracht.

Aangezien het maaiveld van zuid naar noord afloopt wordt voorgesteld om de afdichting eveneens van zuid naar noord aan te brengen. Om die manier is afvoer van verontreinigde water (percolaat stort en percolaat staalslakken) het beste te scheiden van de schone waterstromen van de bovenafdichting.

Vanwege het zonnepark wordt de aanleg van de bovenafdichting in vier vakken verdeeld (zie [bijlage 12](#)).

Bij een start in november volgt uit het bovenstaande de volgende planning voor een afdichting op vak 1 en 2:

Tabel 3-2: Globale planning aanleg afdichting vak 1 en 2 (aanleg in winterhalfjaar)

Activiteit	Oppervlak	Maand
Voorbereiden, opschonen terrein		November
Profileren talud vak 1	3,2 ha	November
Demontage vak 1	1,5 ha	November 1 ^e helft
Profileren bovenzvlak vak 1	1,5 ha	November 2 ^e helft
Afdichten vak 1	3,2 ha	December
Keuringstijd vak 1		Januar
Montage vak 1	1,5 ha	Februar
Profileren talud vak 2	2,3 ha	December 1 ^e helft
Demontage vak 2	2,3 ha	December 1 ^e helft
Profileren bovenzvlak vak 2	1,5 ha	December 2 ^e helft
Afdichten vak 2	2,3 ha	Januar
Keuringstijd vak 2		Februar
Montage vak 2	1,5 ha	Maart

3.4 Levensduur bovenafdichting

Uitgangspunt voor het ontwerp is dat de levensduur van de bovenafdichtingsconstructie meer dan 100 jaar bedraagt. Dit betekent dat voor de afzonderlijke onderdelen van de constructie een functionele levensduur van 100 jaar of langer wordt geëist.

In [IPO, 2014] wordt aandacht besteed aan de levensduur van de (onderdelen van de) bovenafdichting. Levensduur is in dit rapport gedefinieerd als:

“de periode waarin de prestatiecapaciteit van een product groter dan of gelijk is aan de gestelde eisen”.

In het rapport wordt het begrip “optimale levensduur” gebruikt. Als wordt voldaan aan de voorwaarden voor een optimale levensduur, dan kan in het nazorgplan worden uitgegaan van een maximale vervangingstermijn zoals opgenomen in [IPO, 2014].

Verder wordt gesteld [pag. 52, IPO, 2014]:

Als de provincie van oordeel is dat niet aan de in tabel 4.1 uitgangspunten wordt voldaan dan kan de provincie bij het bepalen van het doelvermogen uitgaan van vervroegde vervanging van de bovenafdichting. Voor reeds aangebrachte bovenafdichtingen op stortplaatsen geldt dat (bijvoorbeeld door onderzoek, onderbouwing vanuit opleveringscontroles of beschikbare controleonderzoeken zoals die tijdens de aanleg zijn uitgevoerd) aangetoond moet worden dat aan de voorwaarden voor een optimale levensduur van de bovenafdichting is voldaan voordat bovengenoemde vervangingstermijnen kunnen worden gehanteerd.

In tabel 4.1 in dit rapport [IPO, 2014] worden de voorwaarden voor een optimale levensduur van de onderdelen van de bovenafdichting opgesomd:

Onderdeel	Voorwaarden
Afvalsamenstelling	Aangetoond moet worden welk effect de afvalsamenstelling en het percolaat (uitgaande van een gemiddelde percolaatsamenstelling in het stortlichaam) hebben op de bovenafdichting. Dit betreft vooral de invloed van pH, het zoutgehalte en de SAR-waarde op minerale afdichtingen en de chemische samenstelling en pH op kunststoffen.
Steunlaag	Aangetoond moet worden welk steunlaagmateriaal zal worden toegepast en wat de kwaliteit is van het steunlaagmateriaal. Dit betreft de pH, het zoutgehalte en de SAR-waarde die invloed kunnen hebben op minerale afdichtingen en de chemische samenstelling die invloed kan hebben op kunststoffen.
Gasdrainagelaag	Indien de gasdrainagelaag bestaat uit een kunststof gasdrainagemat dient te worden aangetoond dat deze voldoende kan functioneren gedurende de periode van gasvorming. De levensduur van het toegepaste materiaal dient gedurende de periode van gasvorming te worden gegarandeerd. Indien gasdrainagebuizen in de steunlaag worden toegepast, dient eveneens het functioneren en de levensduur gedurende de periode van gasvorming te worden gegarandeerd. Voor een gasdrainagemat moet in het ontwerpstadium aangetoond worden dat bij verlies van de (ontgassings)functie niet een zodanige veroudering optreedt, dat ten gevolge van afname van sterkteparameters (tussen de verschillende samengestelde kunststoflagen van de drainagemat) een instabiele situatie (afschuifvlak) kan ontstaan.

Minerale laag	Aangetoond moet worden welk materiaal in de minerale laag zal worden toegepast, en wat de levensduur van dit materiaal is in relatie tot het steunlaagmateriaal en de afvalsamenstelling/percolaat/SAR-waarde. Hiervoor wordt een onafhankelijk en onderbouwd onderzoek aangeleverd. Onder andere Alterra heeft daarvoor een methodiek opgesteld. En verder kan de NTA 8888 (NEN, 2010) als hulpmiddel dienen. De NTA 8888 biedt een methodiek voor het opstellen van een verwachting van de aantasting van bentoniethoudende afdichtingen en de mate waarin de afdichtende werking daardoor zal afnemen door toedoen van opgeloste zouten in het poriewater van de afdichting.
Folie	Door middel van proeven (thermische veroudering, thermische stabiliteit) dient een levensduur van het foliemateriaal te worden aangetoond welke minimaal gelijk is aan de levensduur van de minerale laag. Meer informatie is te vinden in CUR publicatie 243 (Greenwood, Schroeder, & Voskamp, 2012). Aangetoond moet worden dat lasverbindingen geen negatief effect op de levensduur hebben, in relatie tot de zettingsverschillen (bij extrusielassen is de kans op langzame scheurgroei het grootst).
Lekdetectiesysteem	Indien een lekdetectiesysteem wordt toegepast, dient de levensduur in de ontwerpfase te worden onderbouwd en aangetoond. Voor de aanleg worden afspraken over productkwaliteit vastgelegd, en dient een onafhankelijk getoetst aanlegprotocol beschikbaar te zijn. Aanleg vindt plaats volgens dit protocol en onder toezicht van een onafhankelijk en gecertificeerd inspectiebedrijf.
Drainagemat	In het ontwerp dient het functioneren van de drainagemat te worden aangetoond (bijvoorbeeld de afvoercapaciteit in relatie tot bovenbelasting, en voorkómen van inspoeling van bodemdeeltjes). Een levensduur van het toegepaste materiaal dient te worden aangetoond welke minimaal gelijk is aan de levensduur van de minerale laag.
Drainagebuizen	In het ontwerp dient het functioneren van de drainagebuizen te worden aangetoond (bijvoorbeeld afvoercapaciteit en voorkómen van inspoeling van bodemdeeltjes). Aangetoond dient te worden dat de levensduur van het toegepaste materiaal minimaal gelijk is aan de levensduur van de afdichtingslagen.
Putten en leidingen	Aangetoond dient te worden dat de levensduur van het toegepaste materiaal minimaal gelijk is aan de levensduur van de afdichtingslagen.

Figuur 3-3: Tabel 4.1 uit [IPO, 2014]

Verder wordt in [IPO, 2014] gesteld:

“De optimale levensduur van de bovenafdichting wordt naast de materiaalkeuze in belangrijke mate bepaald door de uitvoeringswijze. Voor en tijdens de aanleg van de bovenafdichting dient ruime aandacht te worden geschonken aan de kwaliteitseisen voor uitvoering. Dit betreft in het bestek te stellen eisen aan:

- *Samenstelling (chemisch, SAR-waarde, zoutgehalte, grove delen), civieltechnische eigenschappen en aanleg (vlakheid, verdichting) van de steunlaag.*
- *Aanleg van de afdichtingslagen (protocollen en richtlijnen) en weersomstandigheden tijdens de aanleg.*
- *Een verlegplan en gedetailleerd uitvoeringsplan.*
- *Een kwaliteits- en controleplan.”*

3.5 Voorbereiden en opschonen terrein

De volgende werkzaamheden zijn nodig om het terrein geschikt te gaan maken voor de aanleg van de bovenafdichting:

- Aanleg werkterrein aannemer (met onder andere ketenpark, parkeerplaats, opslagterrein materialen, bewerkingsterrein minerale laag);
- Aanleg terrein voor tijdelijke opslag onderdelen zonnepark.

3.6 Demontage/montage zonnepark

Het zonnepark zal gefaseerd worden gedemonteerd, met uitzondering van de twee powerstations met inverters. Deze staan buiten het af te dichten gebied.

De demontage wordt, bij voorkeur, uitgevoerd door de aannemer die het zonnepark heeft gebouwd.

De gedemonteerde onderdelen worden tijdelijk opgeslagen. Nadat het bovenvlak gereed is en goedgekeurd kan het zonnepark weer worden aangelegd.

Op dit moment zijn verschillende afgedichte stortplaatsen voorzien van een zonnepark (o.a. Breda, Budel, Geldermalsen, Groningen, Hardenberg, Lochem en Maastricht). Het effect van een zonnepark op de levensduur van de afdichting wordt als verwaarloosbaar beschouwd.

3.7 Constructie

Uitgaande van een constructiedikte van 1,0m is de eindvorm ontwikkeld (zie [bijlage 13](#)) op basis van de huidige hoogte ([bijlage 4](#)).

De bovenafdichting krijgt van beneden naar boven de volgende constructie:

1. LD-staalslakken (al aanwezig);
2. Uitvullaag;
3. Stortgassysteem;
4. Minerale laag;
5. Folie;
6. Drainagelaag;
7. Afdeklaag.

Deze onderdelen worden hierna toegelicht.

3.7.1 Steunlaag

Functie

De steunlaag dient als werkvloer voor de bovenliggende lagen (klankbordfunctie) en als doorlaatmedium voor stortgas. Tevens beschermt de steunlaag de bovenliggende lagen tegen indringing van voorwerpen vanuit het stortlichaam.

Functionele eisen

De steunlaag moet voldoende stevigheid hebben en kunnen worden verdicht om een goede werkvloer te krijgen voor het aanbrengen van bovenliggende lagen. De steunlaag mag geen negatieve invloed hebben op de bovenliggende afdichtingslaag. De steunlaag moet tevens een goede stortgasdoorlatendheid bezitten. De laagdikte dient minimaal 0,30 m te bedragen.

Beoordeling LD-staalslakken

De aanwezige laag LD-staalslakken van minimaal 0,80 voldoet voor de functie van steunlaag. Aandacht is nodig voor het profiel en de relatief grote open ruimtes tussen de korrels. Om die reden wordt voorgesteld om:

- Een herprofilering uit te voeren;

- Na de herprofilering worden de LD-staalslakken verdicht met een bulldozer/compactor met een minimaal gewicht van 20 ton;
- Een uitvullaag van dik 0,10 m op de LD-staalslakken aan te brengen.

Geschikte materialen

Materialen voor de uitvullaag kunnen zijn:

- Primair materiaal zoals redelijk tot goed doorlatend zand (zand in zandbed). Dit zand moet voldoen aan de eisen van artikel 22.06.03 van de Standaard RAW Bepalingen 2005.
- Secundaire materialen (niet vormgegeven bouwstoffen en/of IBC-bouwstoffen) zoals sorteerzeefzand, zandige baggerspecie, (verontreinigde) grond of gebroken puin. Voorwaarde is dat deze materialen vergelijkbare fysische eigenschappen hebben als zand en dat de fysische en chemische samenstelling van de uitvullaag geen negatieve invloed heeft op de bovenliggende minerale afdichtingslaag.

Materiaalkeus

De voorkeur gaat uit naar de toepassing van secundaire bouwstoffen om de volgende redenen:

1. Besparing op primaire materialen.
2. Beschikbaarheid van voldoende hoeveelheden in de nabijheid van de locatie.
3. Aandachtspunt is de invloed vanuit de LD-staalslakken en de secundaire bouwstof op het zwelvermogen van de bovenliggende bentoniethoudende minerale afdichtingslaag [Alterra, 2001]. Een normering is voorhanden voor het onderzoek naar dit effect [NEN, 2010a]. Bij toepassing van een bentoniethoudende minerale laag zijn de volgende aanvullende chemische eisen van toepassing (bepaald conform NTA 8888) [NEN, 2010a]:
 - a. een zoutgehalte lager dan 800 meq/l;
 - b. een SAR hoger dan 0,35 (eq/l)^{0,5}.

Met betrekking tot de laagdikte zijn de volgende overwegingen van belang:

- Constructieve. De stortplaats wordt gedeeltelijk geherprofileerd om daarmee een betere funderingslaag te verkrijgen.
- Vergunningstechnische. Een goede registratie inclusief milieuhygiënische verklaringen is nodig om te zorgen dat deze toepassing niet als storten wordt aangemerkt (voorschrift 7.2.2).
- Belastingstechnische. De toepassing van secundaire bouwstoffen zal onder strikte voorwaarden moeten worden uitgevoerd om in een later stadium met voldoende bewijsmiddelen eventuele problemen met de Belastingdienst te voorkomen.

3.7.2 Stortgassysteem

Een passief stortgassysteem wordt aangelegd, bestaande uit de volgende onderdelen:

- horizontaal stortgasonttrekkingssysteem aangelegd in de LD_staalslakkenlaag bestaande uit:
 - sleuf diep circa 0,5m en breed circa 0,5m).
 - in de sleuf wordt een HDPE-gasdrain (rond ≥ 100 mm, dikwandig, gesleufd 2mm, 2/3, sleuven aan de onderzijde) aangebracht.
 - De drains worden zoveel mogelijk parallel aangebracht met een h.o.h. van circa 50m.
 - De sleuven worden gevuld met goed gasdoorlatend materiaal.
- Het horizontale systeem wordt op twee plaatsen door de bovenafdichting gevoerd.
- Bij een doorvoering wordt een biofilter geplaatst om methaan af te breken. Eventueel condenswater wordt teruggeleid in de stortplaats. De biofilters staan op afstand van de zonnepanelen.

Het stortgassysteem is weergegeven op [bijlage 14](#).

3.7.3 Minerale laag

Functie

De minerale afdichtingslaag wordt aangebracht op de steunlaag ligt direct onder de synthetische laag. De belangrijkste functie van de minerale laag is het voorkomen van infiltratie van regenwater in het stortlichaam en het verhogen van de duurzaamheid van de gehele afdichting. Bij toepassing in de combinatie-afdichting beperkt de minerale laag de infiltratie ter plaatse van een eventuele beschadiging in de bovenliggende synthetische laag.

Functionele eisen

De minerale afdichting dient de volgende functionele eigenschappen te bezitten:

- Een maximale doorlatendheid te hebben van 20 mm/jaar onder ontwerpomstandigheden [VROM, 1991]. Onder ontwerpomstandigheden worden verstaan:
 - een zuigspanning onder de bovenafdichting van 0,5 m;
 - een waterkolom op de bovenafdichting van 0,5 m;
 - een lekkageperiode van 200 dagen.
- De zeer lage waterdoorlatendheid voor een periode van tenminste 75 jaar, met een voorkeur van 100 jaar, te behouden.
- Plastisch te zijn en een zelfherstellend vermogen te hebben. Deze eigenschappen zijn van belang om zettingen te kunnen volgen zonder dat de doorlatendheid toeneemt.
- Goede verwerkbaarheid te hebben.
- Bestand te zijn tegen wortelgroei en graafactiviteiten van bodemdieren.

Geschikte materialen

Op dit moment is in Nederland ervaring met de volgende minerale materialen voor het vervaardigen van een afdichtingslaag voor een Stortbesluit stortplaats: zand-bentoniet, klei, Trisoplast®, 5.1.2e en ML40:

1. Zand-bentoniet is een mengsel van zand en bentoniet (een kleimineraal). Door menging van het zand en de bentoniet met water worden de poriën tussen de zandkorrels met bentoniet opgevuld. Bij bevochtiging zwelt het kleimineraal (montmorilloniet) sterk, waardoor de poriën worden afgesloten en een waterdichte laag ontstaat. De benodigde dikte (om te voldoen aan de lekkage-eis van 20 mm/jaar) bedraagt minimaal 0,25 m [VROM, 1991]. De eisen aan de productie zijn beschreven in Aanbeveling 33 [CUR, 1996]. Zand-bentoniet is in het verleden zeer veel toegepast. In de negentiger jaren is gebleken dat duidelijk lagere k-waarden haalbaar zijn met zand-bentoniet dan de $2,3 \times 10^{-10}$ m/s, zoals beschreven in de Richtlijn voor ontwerp en constructie eindafdekkingen [Hoeks et.al., 1990]. Deze publicatie vormt de basis van de Richtlijn dichte eindafwerking. Bij een lagere k-waarde kan in principe worden volstaan met een lagere laagdikte. IPO [IPO, 2014] stelt een levensduur voor van 75 jaar.
2. De kleisoorten die kunnen worden toegepast zijn voornamelijk tertiaire kleien zoals Boomse klei, Tegelse klei, Reuverse klei en Brunsummer klei. De waterdichte werking berust op de zweleigenschappen van kleimineralen uit de smectietengroep. De benodigde laagdikte (om te voldoen aan de lekkage-eis van 20 mm/jaar) is minimaal 0,40 m [VROM, 1991]. Tertiaire klei is toegepast op een beperkt aantal stortplaatsen (o.a. Schinnen, Winterswijk, Linne/Montfort).
3. Trisoplast® is een mengsel van bentoniet, een polymeer en zand. Protocollen zijn opgesteld voor de toepassing in onder- en bovenafdichtingen in stortplaatsen [Grontmij, 1996][Grontmij, 2016]. De waterdoorlatendheid is dermate laag dat in theorie volstaan kan worden met zeer geringe laagdikten. Om de spreiding in laagdikte bij de aanleg te compenseren is een minimale ontwerpdikte van 0,07 m gewenst. De lekkage bij deze laagdikte bedraagt maximaal 10 mm/jaar. VROM heeft bij brief aangegeven dat trisoplast® gelijkwaardig is aan zand-bentoniet. Trisoplast® is toegepast op een zeer groot aantal stortplaatsen. Het toegepaste zand kan zowel primair zand zijn als een secundaire bouwstof zoals vormzand. IPO [IPO, 2014] stelt een levensduur voor van 75 jaar.
4. ML40 is een fabrieksmatig geproduceerde vloeistof remmende laag, bestaande uit zand-bentoniet (25% calciumbentoniet en 75% gesorteerd zand) met aan weerszijden gecoate HDPE-bandjesweefsel die verbonden worden door afstandhouders (lengte 20 mm, raster 25x25 mm). De dikte van de matten is beperkt tot circa 20 mm. De matten kunnen snel en zonder verdichting worden aangebracht. De matten worden met een overlap aangebracht, waarna een verbinding wordt gemaakt door de zijkant open te branden en de overlap aan elkaar te lassen. Door ENBB is geconcludeerd [ENBB, 2009] dat ML40 voldoet aan de eisen van het Stortbesluit. Metingen van de afschuifweerstand tussen ML40 en HDPE-folie (2,5 mm) glad en met een structuur, laten zien dat de hoek van inwendige wrijving varieert van 19 tot 22 graden en de cohesie is verwaarloosbaar [Blümel und Odens, 2001]. Daarmee is de wrijvingsweerstand voldoende voor hellingen van bovenafdichtingen niet steiler dan 1:3. Aandacht is nodig voor de verbindingen, de stabiliteit en het risico op ontmenging tijdens transport. Door Bentin (interne brief, 2010) wordt vooralsnog een maximale levensduur van 75 jaar aangehouden. ML40 is tot op heden beperkt toegepast (stortplaats Ubbena). IPO [IPO, 2009] stelt een levensduur voor bentonietmatten voor van 50 jaar.

5. Hydrostab® is een product waarmee met behulp van waterglas reststoffen (onder andere C2- en C3-afval) worden geïmmobiliseerd. Hydrostab® bestaat naast waterglas uit drie soorten reststoffen. Dit zijn:
- Een korrelfractie (zoals zeefzand, vormzand, kolenverbrandingsassen of ovenpuinzand).
 - Een slibfractie (zoals zuiveringsslib, baggerslib of industrieslib).
 - Een vulstoffractie (zoals vliegassen of afzuigingstof).

Hydrostab® wordt toegepast in minimaal 2 lagen tot een dikte van circa 0,5 m tot 0,6 m. Het materiaal verliest zijn doorlatendheid bij een te groot vochtverlies. Hydrostab® verdraagt een rek tot 10% [Alterra, 2001]. In de Hydrostab®- laag wordt veelal een geogrid opgenomen om lokale vervorming van de laag te verminderen. Invloed van huisvuilpercolaat of zoute kwel op waterdoorlatendheid is niet aannemelijk. Verwerking van Hydrostab® is arbeidsintensief en vraagt een uitgebreide kwaliteitscontrole [INTRON, 2001]. Er bestaat ook een gemodificeerde versie genaamd Hydrostab®+, deze is geformuleerd voor de stortplaats De Wierde te Oudehaske. [INTRON, 2003]. Op een aantal stortplaatsen is Hydrostab® toegepast (o.a. Hengelo, Nuenen, Schijndel, Oudehaske, Woldjerspoor) IPO [IPO, 2014] stelt een levensduur voor van 50 jaar. De Advieskamer stortbesluit heeft in een advies over Gulbergen en Vlagheide een levensduurverwachting van tenminste 75 jaar uitgesproken [AKS, 2016].

Materiaalkeus

De minerale laag dient te voldoen aan de volgende eisen:

- Minimale technische levensduur van 75 jaar.
- In relatief beperkte tijd aan te brengen te zijn;
- Geschikt te zijn om aan te leggen op aanwezige taluds;
- Goede ervaringen met de aangebrachte kwaliteit.

Op basis van het bovenstaande gaat de voorkeur uit naar trisoplast®, dik 70mm met een k-waarde bij aanleg (= K_{ref}) lager dan $7,57 \cdot 10^{-11}$ m/s.

In het bestek wordt een verscherpte k-waarde eis (= K_{aanleg}) toegepast conform de methode NTA 8888 [NEN, 2010a].

3.7.4 Synthetische laag (folie)

Functionele eisen

De kunststof folie-constructie dient de volgende functionele eigenschappen te bezitten:

- levensduur van ten minste 100 jaar;
- absoluut water- en gasdicht te zijn;
- hoge resistentie te bezitten voor stoffen in het milieu van toepassing;
- goede verwerkbaarheid (onder andere lasbaar);
- zettingen te kunnen volgen zonder schade aan de duurzaamheid;
- bestand te zijn tegen wortelgroei en graafactiviteiten van bodemdieren.

Geschikte materialen

Polyetheen (PE) is het enige materiaal dat in aanmerking komt voor toepassing als synthetische afdichtingslaag in een bovenafdichting. Al naar gelang het vervaardigingproces van de PE-grondstof kan relatief stijf (hoge dichtheid of

high density) tot zeer flexibel (lage dichtheid of low density) polyetheen worden gemaakt. Op basis van dichtheid worden onderscheiden: HDPE, MDPE, LLDPE, VLDPE en LDPE.

Ook kunnen polymeren worden toegevoegd om de flexibiliteit en verwerkbaarheid te vergroten (gemodificeerde of flexibele PE) en profileringen worden aangebracht om de stabiliteit op taluds te vergroten.

Omdat de eigenschappen van LLDPE en VLDPE grotendeels overeenkomen worden ze samen behandeld en moet daar waar 'VFPE' staat, 'VLDPE en LLDPE' worden gelezen:

1. HDPE (high-density-polyetheen) is het materiaal waar zeer veel ervaring mee is opgedaan in stortplaatsen (meer dan tien jaar). Het materiaal is qua flexibiliteit in vergelijking met VFPE het minst soepel. HDPE heeft van de typen PE de beste chemische weerstand tegen aromatische en gechloreerde koolwaterstoffen en oplosmiddelen (apolaire verbindingen) en de geringste permeatie (door diffusie) voor deze stoffen. De gevoeligheid voor spanningscorrosie (dit is de gecombineerde werking van milieu en spanning die leidt tot versneld falen; andere termen zijn milieuspanningsbroosheid en environmental stress-cracking) is relatief hoog. HDPE voldoet aan de folieprotocollen [NEN, 2018].
2. VLDPE (very-low-density-polyetheen) en LLDPE (lineair-low-density-polyetheen) zijn zeer flexibel waardoor de verwerkbaarheid en de lange-duursterkte beduidend hoger zijn dan HDPE-flex en HDPE. De chemische resistentie tegen en de permeatie voor de verbindingen (als hierboven genoemd bij HDPE-folie) zijn lager dan bij HDPE (onder extreme laboratoriumomstandigheden). De gevoeligheid voor spanningscorrosie blijkt laag te zijn.

Materiaalkeus

Gekozen wordt voor HDPE 2,00 mm. Op het bovenzvlak kan een gladde folie toegepast worden. Voor de taluds wordt een dubbelzijdig geruwde folie toegepast. Hiermee wordt het risico van afschuiven verkleind en de stabiliteit van het talud vergroot.

De toegepaste folies moeten voldoen aan de eisen uit het nog op te stellen Kwaliteits- en keuringsplan (bijlage bij Bestek), met als uitgangspunt een levensduur, in toepassing, van (meer dan) 100 jaar.

3.7.5 Drainagelaag

Functie

De drainagelaag heeft als hoofdfunctie de afvoer van het overtollige neerslagwater. Tevens beschermt de drainagelaag de onderliggende afdichtingslagen tegen beschadiging door indringing van plantenwortels en graafactiviteiten van bodemdieren.

Functionele eisen

De drainagelaag dient de volgende functionele eigenschappen te bezitten:

- Een doorlatendheid van minimaal 2,5 m/dag ofwel minimaal $3 \cdot 10^{-5}$ m/s [VROM, 1991] ofwel een afvoervermogen groter dan $1,0 \cdot 10^{-3}$ m²/s, bij gradiënt (i) = 1 en 20 kPa bovenbelasting (EN ISO 12958).
- Bescherming te bieden voor de onderliggende afdichtingslagen.

- Bestand zijn tegen worteldoorgroei en graafactiviteiten van bodemdieren.
- Een functionele levensduur van (meer dan) 100 jaar.

Geschikte materialen

Voor de drainagelaag zijn twee materialen beschikbaar: drainagezand met drains en drainagematten met drains:

1. Drainagezand is zand met een zodanige samenstelling en textuur, dat het geschikt is voor de afvoer van regenwater. De drains zorgen voor een snelle afvoer van het regenwater en voorkomen een sterke opbolling van water bovenop de afdichtingslagen. De dikte van de zandlaag dient 0,3 m te bedragen. Beschadiging door graven van bodemdieren kan worden tegengegaan door humusarm zand toe te passen (organische-stofgehalte <3%).
Indringing van plantenwortels wordt voorkomen door het drainagezand te verdichten tot een maximaal poriënvolume van 40%. Dit komt gemiddeld neer op een soortelijk gewicht van 1.600 kg/m³.
2. Een drainagemat bestaat minimaal uit een geotextiel (vlies) met daaronder een drainerende laag. De dikte bedraagt één tot enkele centimeters.
Indringing van plantenwortels wordt voorkomen door een geotextiel aan de bovenzijde van de mat. Plaatselijk worden drains en leidingen aangebracht om te drainagemat te ontwateren.

Materiaalkeuze

De drainagelaag dient te voldoen aan de volgende eisen:

- Levensduur van ten minste 100 jaar.
- Maximale dikte van 10 cm om ruimtegebruik in de teen te beperken.
- Het gekozen materiaal moet geschikt zijn om aan te leggen op taluds tot een maximale helling van 1 op 2,5.

Op basis van het bovenstaande wordt gekozen voor het gebruik van een drainagemat met de volgende eigenschappen:

- a) 100 jaar levensduur (ENBB-advies)
- b) initiële doorlaatvermogen ≥ 1 l/s/m (bij gradiënt 1 en 20 kPa) ($1,0 \cdot 10^{-3}$ m²/s = 1 l/s/m)
- c) geotechnisch stabiel in de toepassing

Keuze drainagemat

In **bijlage 15** zijn de beschikbare drainagematten voor stortplaatsen technisch nader uitgewerkt. Conclusie is dat bij het opstellen van een bestek opnieuw moeten worden gekeken naar de dan beschikbare drainagematten en de ervaringsgegevens met deze matten om een verantwoorde keuze te kunnen maken.

Voor de ontwatering van de mat wordt een grindkoffers, PE-drainagebuizen, PE-leidingen en PE-putten aangebracht. De drainagebuizen zijn rondom gesleufd, voorzien van een PP-omhulling (700 mu) en hebben een uitwendige diameter ≥ 160 mm. De leidingen hebben een uitwendige diameter ≥ 160 mm.

Het definitieve ontwerp van het leidingstelsel zal in het bestekstadium hydrologisch worden doorgerekend.

3.7.6 Leeflaag

De minimale dikte van de afdeklaag bedraagt 0,80 m voor gras [VROM,1991]. Bij beplanting met struiken is een laagdikte van ten minste 1,00 m vereist en bij boombeplantingen is een dikte van circa 1,50 m noodzakelijk. De locatie (exclusief het zonnepark) wordt ingezaaid met gras ofwel een laagdikte van 0,80 m voldoet.

Functie

De afdeklaag dient als gebruikslaag tijdens de eindbestemming, als stand- en groeiplaats voor de vegetatie en als bescherming van de onderliggende drainagelaag en afdichtingslagen.

Functionele eisen

De afdekgrond dient de volgende functionele eigenschappen te bezitten:

- Zorgen voor voldoende vochtvoorziening voor de vegetatie.
- Het samen met de vegetatie voldoende bestand zijn tegen eventueel optredende run-off van regenwater.
- Voldoende infiltratiecapaciteit om het ontstaan van run-off te beperken.
- Bescherming te bieden voor de onderliggende lagen.
- Vochtleverend vermogen hoger dan 150 mm/m [VROM, 1991]. Deze eis is voor de gewenste toepassing van lokale grond mogelijk te zwaar. Voorgesteld wordt om deze eis niet op te nemen in het bestek;
- Geschikt voor de gewenste vegetatie.

Materiaalkeuze

Voorkeur gaat uit naar de toepassing van lokaal beschikbare grond. Aan de grond worden de volgende eisen gesteld:

- natuurlijke gerijpte grond (geen gereinigde grond) met een n-factor <0,7;
- de chemische samenstelling dient minimaal te voldoen aan de eisen zoals geformuleerd voor categorie Industrie in het Besluit Bodemkwaliteit (ofwel gehalten lager/gelijk aan de Maximale waarde Industrie). Aan te tonen met een wettelijk bewijsmiddel (partijkeuring of certificaat);
- de uitloging van stoffen moet worden onderzocht d.m.v. uitloogbaarheidsproeven conform besluit Bodemkwaliteit en moet voldoen aan de maximale emissiewaarden bouwstoffen zoals opgenomen in bijlage A van de regeling Bodemkwaliteit.
- zuurgraad (pH-KCl) tussen 5,0 en 9,0;
- calciumcarbonaatgehalte < 10 % (m/m);
- chloride-concentratie lager dan 200 mg/kg d.s. (of geleidingsvermogen lager dan 1000 μ S/cm, RAW-proef 122);
- siltfractie (delen tussen 2 en 63 μ m) tussen 5 en 18% (matig leemarm tot zwak lemig zand)
- organische stofgehalte (voor de gehele laag) tussen 0 en 5%, voor de bovenste laag (0,30 m) tussen 3 en 10% (RAW-proef 124);
- vrij te zijn van scherpe delen groter dan 3 mm en vrij te zijn van puin en steen;

Ter toelichting: De milieuhygiënische kwaliteit moet voldoen aan de eisen zoals opgenomen in de vigerende Nota bodembeheer gemeente Brummen [Lieveense, 2021]. In [bijlage 16](#) is de onderbouwing van de keuze voor klasse industrie opgenomen.

Voor het materiaal voor de taluds geldt als aanvullende eis:

- het materiaal voor de taluds moet geotechnisch stabiel voor de helling van toepassing (maximaal 1 op 2,5).

Toplaag zonnepark

Zonnepark Eerbeek heeft aangegeven dat zij de draagconstructie wil hergebruiken voor het zonnepark. Bij deze lage opstelling moet begroeiing zoveel mogelijk worden geremd. Om die reden gaat de voorkeur uit naar de toepassing van grind dik 0,10m (of vergelijkbaar) met lichte kleur (ivm temperatuur-effect).

Het onderhoud (zoals verwijderen begroeiing) van het perceel zonnepark is voor rekening het Zonnepark Eerbeek.

3.8 Voorkeursconstructie

Op grond van de afwegingen die in de vorige paragrafen zijn gemaakt, wordt de voorkeur gegeven aan de volgende bovenafdichtingsconstructie.

Tabel 3-3: Opbouw bovenafdichting (zonnepark, ca. 5,0 ha)

Laag	dikte	Voorkeursmateriaal
Toplaag	0,10 m	Grind of vergelijkbaar
Afdeklaag	0,70 m	Afdekgrond
Drainagelaag	< 0,10 m	Drainagemat
kunststof folie	≥2,0 mm	HDPE-folie glad
minerale afdichting	≥70 mm	Trisoplast
uitvullaag	0,10 m	Secundaire bouwstof

Tabel 3-4: Opbouw bovenafdichting (overig bovenvlak, ca. 1 ha)

Laag	Dikte	Voorkeursmateriaal
Toplaag	0,30 m	Afdekgrond (organisch stof rijk)
Afdeklaag	0,50 m	Afdekgrond
Drainagelaag	< 0,10 m	Drainagemat
kunststof folie	≥2,0 mm	HDPE-folie glad
minerale afdichting	≥70 mm	Trisoplast
uitvullaag	0,10 m	Secundaire bouwstof

Tabel 3-5: Opbouw bovenafdichting (talud, ca. 3,0 ha)

Laag	Dikte	Voorkeursmateriaal
Toplaag	0,30 m	Afdekgrond (organisch stof rijk)
Afdeklaag	0,50 m	Afdekgrond
Drainagelaag	< 0,10 m	Drainagemat
kunststof folie	≥2,0 mm	HDPE-folie, dubbelzijdig geruwd
minerale afdichting	≥70 mm	Trisoplast
uitvullaag	0,1 m	Secundaire bouwstof

In **bijlage 17** zijn bovenstaande constructies schematisch weergegeven.

3.9 Beplantingsplan

Conform vergunningvoorschrift 7.3.4 wordt in het besteksstadium een beplantingsplan opgesteld voor de afgedichte stortplaats en de overige terreindelen.

Vooralsnog wordt aangenomen dat gras als beplanting voor de taluds wordt toegepast. Nadat de bovenafdichting is aangebracht wordt de stortplaats ingezaaid met een grasmengsel bestaande uit snelgroeiend gras + breed uitzettend langzaam groeiend sterk gras. De snelle dichtgroei is van belang om uitspoeling te voorkomen. Het langzaam groeiend gras is van belang om de afdeklaag goed op zijn plaats te houden en heeft relatief weinig onderhoud nodig.

In lijn met het gestelde in de Richtlijn dichte eindafwerking [VROM, 1991] worden geen bomen geplant. Bomen vormen een risico voor beschadiging van de bovenafdichting.

3.10 Doorvoeringen

Alle doorvoeringen door de bovenafdichting dienen vloeistof- en gasdicht te worden uitgevoerd (vergunningvoorschrift 7.3.10).

Bij een doorvoering worden de volgende maatregelen getroffen:

1. De minerale afdichting wordt met een vergrootte dikte toegepast.
2. De folie-afdichting wordt gelast aan de HDPE-kunststof materiaal (conform de eisen folie-protocollen [NEN, 2018]).
3. Eventueel worden kraag- en/of schuifconstructies toegepast, afhankelijk van de te verwachte restzakking ter plaatse.

De volgende doorvoeringen zullen worden aangebracht:

1. 2 stortgasleidingen naar biofilters en 2 retourleidingen condenswater (zie bijlage 14)
2. 1 tot 3 Percolaatafvoerleidingen bestaand (noordoostpunt)
3. 2 (op te lengen) peilbuizen (PBI en PBII) (zie onderstaande foto van PBII)



Figuur 3-4: Peilbuis PBII (10 juni 2022)

3.11 Stabiliteit

Er zijn in principe 2 bezwijkingsmechanismen (bij aanleg van de bovenafdichting):

1. Macrostabieliteit (= bezwijking door een zwakke ondergrond waardoor een cirkelvormige bezwijking (mohr) optreedt).
2. Afschuiven langs het talud (planaire bezwijking).

Ad 1) Macrostabieliteit

Voor de huidige situatie zijn macrostabieliteitsberekeningen uitgevoerd aan de situatie met staalslakken op de geherprofileerde stortplaats [Antea, 2020]. Hieruit blijkt dat de veiligheidsfactor voor het lage talud (zuidoost) 1,40 is (= ruim boven de vereiste waarde van 1,0) en voor het hoge talud (noordwest) 1,08 is.

In bijlage 18 zijn macrostabieliteitsberekeningen opgenomen van zowel de huidige situatie als de toekomstige situatie (= de aanleg van de bovenafdichting). Op basis van de huidige inzichten concluderen wij:

- de veiligheidsfactor (direct na aanleg staalslakken) is onvoldoende (Factor of safety = 0,85)

- de veiligheidsfactor (direct na aanleg bovenafdichting) is onvoldoende (Factor of safety = 0,90).

Consequentie van het bovenstaande is dat de aanleg van een bovenafdichting op korte termijn niet verantwoord is. Bovenstaande is een gevolg van de beperkte kennis van de sterkte van het onderliggend afvalpakket.

Sweco adviseert om:

- nader geotechnisch onderzoek te gaan uitvoeren naar de opbouw en sterkte van het afvalpakket. Aan de hand van de dan verzamelde informatie kunnen aanvullende macrostabiliteits-berekeningen worden uitgevoerd. Na advies heeft Sweco opdracht gekregen om dit onderzoek uit te voeren.
- Periodiek hoogtemetingen te gaan uitvoeren van vaste punten teneinde het huidige zettingsgedrag te gaan volgen.

Ad 2) Afschuiven

In [bijlage 18](#) is gerekend aan de veiligheid op afschuiven (evenwijdig aan het talud). Conclusie is dat bij de planaire taludstabiliteit bij juiste materiaalkeuzes voldoende gewaarborgd is.

In het bestek zullen de volgende (materiaal)eisen worden opgenomen:

1. Voor de granulaire lagen dient de rekenwaarde van de hoek van inwendige wrijving van alle afzonderlijke lagen hoger te zijn dan de hellingshoek van het talud van toepassing.
2. Voor de interfaces (= grensvlak tussen 2 verschillende lagen) dient de rekenwaarde van de wrijvingshoek tussen twee verschillende lagen hoger te zijn dan de hellingshoek van het talud van toepassing.
3. Bovenstaande aan te tonen middels laboratoriumproeven en/of gegevens van leveranciers.

3.12 Meetpunten zakking

In het jaarrapport van Milon (2021) is geadviseerd om elk twee jaar een hoogtemeting middels een drone uit te voeren om daarmee het zakkingsgedrag van de stortplaats met LD-staalslakken te volgen.

Na aanleg van de bovenafdichting worden nieuwe meetpunten zakking geïnstalleerd om de toekomstige zakking te kunnen monitoren (conform vergunningvoorschrift 7.4.10).

Voorgesteld wordt om op de randen van de taluds een tiental grote tegels aan te brengen (zie [bijlage 19](#)).

De eerste vijf jaar na aanleg van de bovenafdichting wordt de zakking jaarlijks gemeten vanwege de opgebrachte belasting. Daarna wordt één keer per vijf jaar een zakkingsmeting uitgevoerd worden tot 30 jaar na aanleg van de bovenafdichting [IPO, 2014].

3.13 Hemelwater opvang- en afvoersysteem

3.13.1 Algemeen

Na het aanbrengen van de bovenafdichting wordt het afstromende hemelwater als schoon water gecontroleerd afgevoerd naar de ondergrond met het infiltratiesysteem.

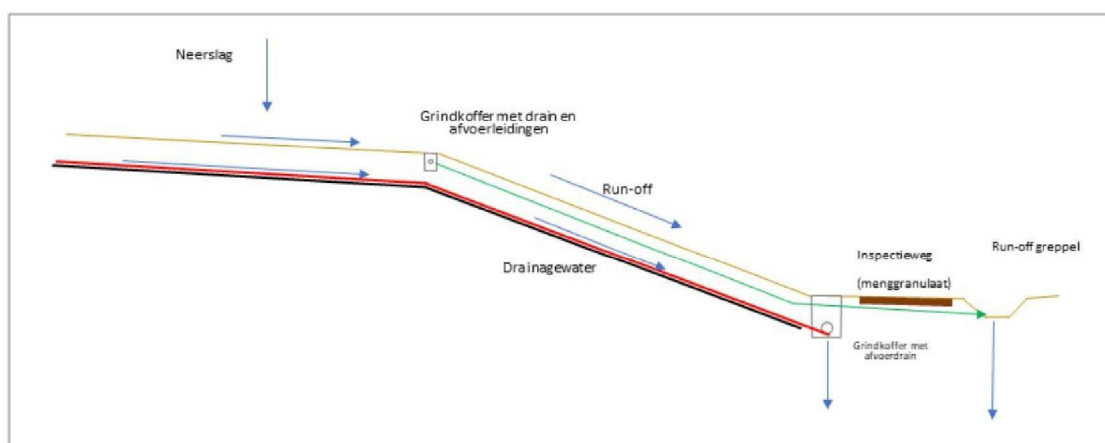
Het systeem heeft als functie te zorgen voor voldoende ontwatering van de afdeklaag ten behoeve van de stabiliteit van het stortlichaam (met name op de taluds en in de teen).

Het drainagesysteem zal de afvoerintensiteiten die ontstaan bij (hevige) neerslag spreiden in tijd waardoor afvoerpieken worden afgevlakt.

3.13.2 Systeem onderdelen

Het drainagesysteem bestaat uit de volgende onderdelen:

- Run-off van het bovenvlak wordt opgevangen in grindkoffer met drain en afvoerleidingen;
- Run-off van de taluds wordt opgevangen in een grindkoffer met afvoerdrain gelegen in de teen;
- Infiltratie in de afdeklaag. Regenwater wordt in deze laag tijdelijk geborgen en vertraagd afgevoerd naar onderliggende drainagemat;
- Drainagemat (op de folie-afdichtingslaag). De drainage zorgt voor de afvoer van het regenwater naar buiten de afdichting. De drainagemat loost in de in de teen gelegen grindkoffer met afvoerdrain;
- Afvoerdrain. Regenwater infiltreert in de ondergrond. Overtollig water wordt met de afvoerdrain afgevoerd naar de infiltratievijver aan de noordzijde en via afvoerleidingen naar de greppel.
- Run-off greppel. Overtollig run-off water wordt geloosd in de run-off greppel. De greppel ligt onder verhang naar de noordelijk gelegen infiltratievijver.
- Infiltratievijver. Overtollig regenwater wordt hier geborgen en kan infiltreren naar het grondwater.



Figuur 3-5: Hemelwaterafvoer talud zuidoost zijde 1^e ontwerpfase (schematisch)

3.13.3 Beschrijving ontwerp

Het ontwerp bestaat uit de volgende onderdelen:

- De drainagemat heeft een theoretische afvoercapaciteit groter dan $1,0 \times 10^{-3}$ m²/s.
- De drainagemat bovenzijde loost in een grindkoffer met afvoerleidingen
- Grindkoffer (bovenzijde zuidoost talud) natte doorsnede 0,25 m²/m (grindgradering 2/8);
- Drain (boven insteek talud) (rond 160 mm) met vijf afvoerleidingen (rond 160 mm) langs talud naar run-off greppel. Hierdoor neerslag van het bovenzijde geloosd op de greppel;
- De drainagemat talud loost in een grindkoffer met afvoerdrain (alle zijden);
- Grindkoffer (in de teen van het talud) natte doorsnede 1 m²/m (grof zand onderzijde + bovenzijde grindgradering 8/32);
- Drain (teen talud in de zuidoostelijke grindkoffer) is HDPE, rond 160 mm, geribbeld, gesleufd, verhang met het maaiveld naar de infiltratievijver
- Infiltratievijver aan de noordzijde van de stortplaats
- Run-off talud wordt opgevangen in de run-off greppel, taluds 1:2, bodem 1 m -mv, verhang bodem met maaiveld naar infiltratievijver.
- Hoogst toelaatbaar peil in run-off sloot is 0,1 m -mv;
- Infiltratievijver noordzijde voor de berging van overschot regenwater, de benodigde grootte volgt uit berekeningen

3.13.4 Analyse

Hoeveelheid berging

Uit de berekeningen (bijlage 20) blijkt dat er voldoende berging aanwezig is voor het water afkomstig van de noordoost-, noordwest- en zuidwestzijde. De neerslag kan in de grindkoffer in de teen van het talud geborgen worden. Voor de zekerheid wordt geadviseerd om langs de noordwestzijde 5 afvoerpunten/overstortpunten te maken naar de greppels (diameters 160 mm) om bij extreme situaties zeker te zijn dat er voldoende berging/afvoer is.

Het oppervlak van het bovenzijde en zuidoostzijde is dusdanig groot dat de neerslag afkomstig van deze vlakken niet in de grindkoffers boven- en onderaan het talud geborgen kan worden. Om extra berging te creëren wordt voorgesteld afvoerleidingen naar de greppels aan te brengen. Beide grindkoffers worden met aparte afvoerleidingen (diameter 160 mm) ontwaterd. Voorgesteld wordt om deze afvoerleidingen vanuit beide koffers naast elkaar te leggen zodat beheer en onderhoud eenvoudiger is.

Als er rekening wordt gehouden met berging in de grindkoffers en greppels is er nog steeds een tekort van circa 2.505 m³. Deze noodzakelijke berging kan gevonden worden in verbreden greppels en/of een te bouwen infiltratievoorziening aan de noordoostzijde van de stort. Voorkeur gaat uit naar het aanleggen van een infiltratievoorziening te bouwen aan de noordoostzijde. Omdat daarmee ruim voldoende volume kan worden gecreëerd en er geen aanwezige beplanting hoeft te worden verwijderd.

Uit de berekeningen (bijlage 20) blijkt dat er voldoende berging aanwezig is voor het water afkomstig van de noordoost-, noordwest- en zuidwestzijde. De neerslag kan in de grindkoffer in de teen van het talud geborgen worden. Voor de zekerheid wordt geadviseerd om langs de noordwestzijde 5 afvoerleidingen (PE, diameter 160 mm) te maken naar de greppel aan de buitenzijde om bij extreme situaties zeker te zijn dat er voldoende berging/afvoer is.

Het oppervlak van het bovenzvlak en zuidoostzijde is dusdanig groot dat de neerslag afkomstig van deze vlakken niet in de grindkoffers boven- en onderaan het talud geborgen kan worden.

Om extra berging te creëren wordt voorgesteld afvoerleidingen naar de greppel aan de buitenzijde aan te brengen. Beide grindkoffers worden met aparte afvoerleidingen (PE, diameter 160 mm) ontwatert. Voorgesteld wordt om deze afvoerleidingen vanuit beide koffers naast elkaar te leggen zodat beheer en onderhoud eenvoudiger is.

Als er rekening wordt gehouden met berging in de grindkoffers en de greppel is er nog steeds een tekort van circa 2.505 m³ (op de waterlijn). Deze noodzakelijke berging kan gevonden worden in verbreden greppels en/of een te bouwen infiltratievoorziening aan de noordoostzijde van de stort. Voorkeur gaat uit naar het aanleggen van een infiltratievoorziening te bouwen aan de noordoostzijde. Omdat daarmee ruim voldoende volume kan worden gecreëerd.

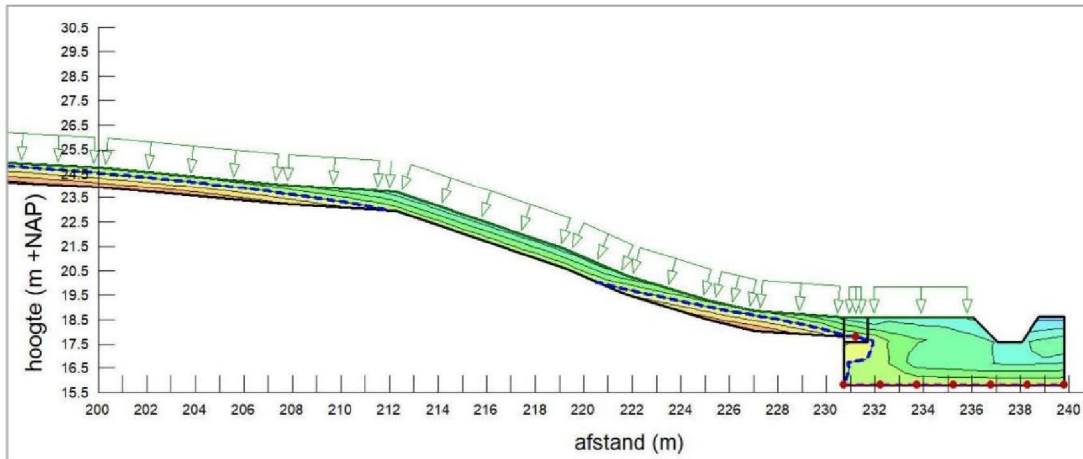
Verzadiging afdeklaag

Met het programma Seep/W (www.geoslope.com) is in 2D gekeken of de neerslag geen verzadiging van het talud geeft waardoor het talud instabiel wordt. In de berekeningen is uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- Profiel/dwarsdoorsnede stort conform profiel weergegeven in "Hoogtekaart maaiveld (excl. zonnepanelen) op basis van drone meting", tekeningnummer 51011469-T003-C1, d.d. 28-07-2022;
- Dikte afdeklaag 0,8 m;
- Doorlaatfactor afdeklaag van lokaal zand 4,8 m/dag [Ortageo, 2021];
- Neerslaghoeveelheid maximaal 55 mm/dag (overeenkomstig T=10 neerslag intensiteit). In de afgelopen 10 jaar is er eenmaal meer dan 55 mm in een dag gevallen in Eerbeek. In de tien jaar daaraan voorafgaand is er driemaal meer dan 55 mm in een dag gevallen in Eerbeek (bron: "Voorkomen hevige buien en buffercapaciteit Stort Doonweg", Arcadis, referentienummer D10054216:15 d.d. 21 april 2022).

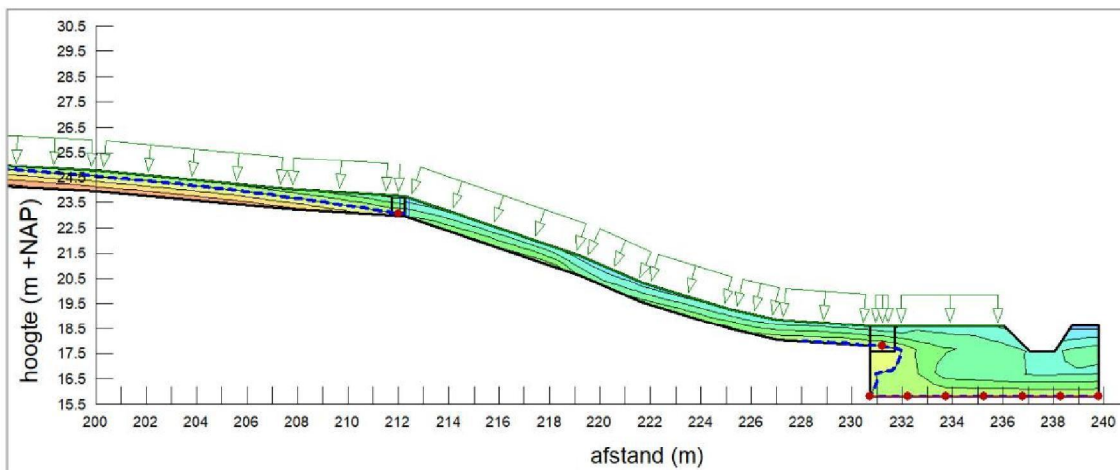
Uit de niet stationaire berekeningen blijkt dat het bovenzvlak bij een T=10 neerslagsituatie tijdelijk verzadigd kan raken. Omdat het verhang circa 1 op 22 bedraagt is de kans op afschuiven gering waardoor er geen knelpunten verwacht worden. In het talud aan de zuidoostzijde kan verzadiging optreden van de afdeklaag na 1 uur in het onderste gedeelte van het talud. In onderstaande figuur is dit weergegeven. Het talud heeft hier een helling van circa 1:4,1 (V:H).

Op het onderste deel van het talud kan, door de holle vorm, water uittreden en kan een instabiele situatie optreden met risico voor afschuiving (zie onderstaande figuur).



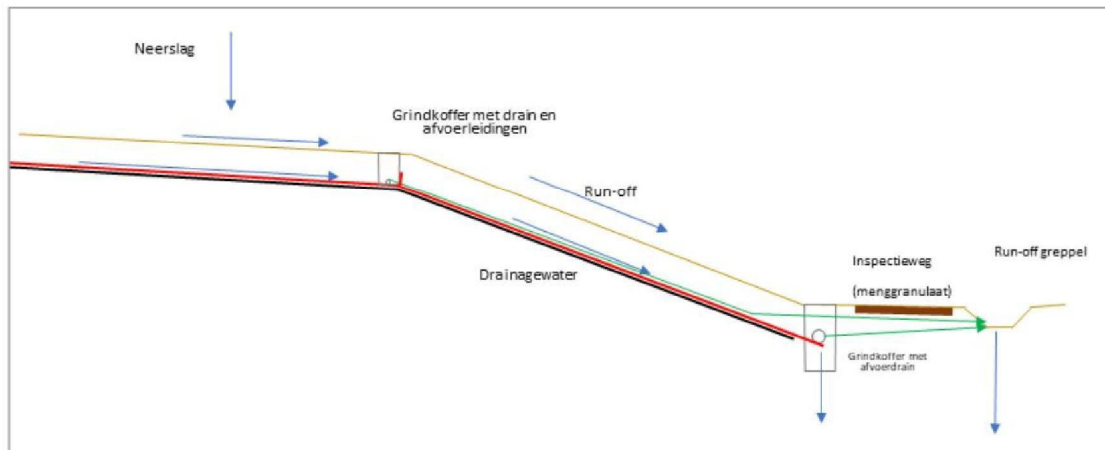
Figuur 3-6: Verzadiging van afdeklaag na 5 uur (blauwe lijn is grondwaterstand; rode punt is drainage)

Geadviseerd wordt om de grindkoffer met drain boven aan het talud tot op de drainagematten aan te leggen en om een korte folieflap achter de grindkoffer aan te brengen. Hierdoor wordt het water van de drainagemat bovenzijde via de afvoerleidingen ontwaterd en wordt het talud ontlast (zie onderstaande figuur).



Figuur 3-7: Verzadiging van afdeklaag na 1 uur bij T=100 neerslag situatie met folieflap op bovenkant steil talud (blauwe lijn is grondwaterstand; rode punt is drainage)

In onderstaande figuur is de geadviseerde afvoerwijze van het hemelwater weergegeven.



Figuur 3-7: Hemelwaterafvoer talud zuidoost zijde verbeterd (schematisch)

In [bijlage 20](#) is de dimensionering van het hemelwatersysteem nader toegelicht. In [bijlage 21](#) is het hemelwatersysteem (bovenaanzicht) weergegeven.

3.14 Percolaat opvang- en afvoersysteem

De ringdrain van het percolaatopvang- en afvoersysteem blijft zo lang mogelijk in stand. De volgende aanpassingen worden getroffen (zie [bijlage 22](#)):

- de open foliegoten worden verwijderd;
- de noordelijke lozing wordt afgedopt;
- de zuidelijke lozing wordt aangesloten op de pompput;
- het 1^e deel van de persleiding (noordoostzijde) wordt vernieuwd.

Aan de noordoostzijde ligt de persleiding in de zone waar een taludverflauwing wordt aangebracht, zie [bijlage 23](#) (normaalprofiel noordoost en zuidoost) en in een later stadium de infiltratievijver wordt aangelegd. Mogelijk moet aan deze zijde de persleiding worden verplaatst.

3.15 Grondwatermonitoring

Het bestaande peilbuis netwerk blijft in stand (zie [bijlage 9 en 10](#)).

3.16 Teenconstructie

In [bijlage 23](#) zijn een vijftal dwarsprofielen van de huidige situatie weergegeven. In [bijlage 24](#) is de eindsituatie weergegeven.

3.17 Aandachtspunten

Alvorens het bestek kan worden opgesteld is aandacht nodig voor de volgende onderwerpen:

- a) Inmeten locatie ten behoeve van het opstellen van het bestek.

- b) Ontmantelingsplan zonnepark. Op te stellen door derden (bij voorkeur de installateur van het zonnepark) met daarin opgenomen: voorwaarden ontmanteling, technische beschrijving gefaseerde ontmanteling;
- c) Onderzoek staalslakken: dikte/hoeveelheid te verwijderen staalslakken (ringweg), effect staalslakken op de toekomstige minerale laag (zout/SAR onderzoek NTA8888).
- d) Bodemonderzoek: effect staalslakken op onderliggende bodem.
- e) Natuurtoets + Flora- en fauna onderzoek. Er is een gerede kans dat u geconfronteerd wordt met het feit dat beschermde flora en fauna op het terrein aanwezig is. U kunt kiezen voor het uitvoeren van een flora- en fauna onderzoek, zodat u niet onverwacht geconfronteerd wordt met beschermde soorten op het (toekomstig) werkterrein. Bijkomend voordeel is dat u de mitigerende maatregelen, die wij op basis het flora- en fauna onderzoek opstellen, vroeg kunt inpassen. Hierdoor vergroten we de kans dat de planning gehaald wordt.
- f) Aerius-berekening aanleg afdichting.
- g) Aanvraag vergunning Ontgroning infiltratievijver. Kwaliteit ontgraven grond (bodemonderzoek nodig).
- h) Nader geotechnisch onderzoek uitvoeren naar de opbouw en sterkte van het afvalpakket. Aan de hand van de dan verzamelde informatie kunnen aanvullende macrostabiliteitsberekeningen worden uitgevoerd.
- i) Periodiek hoogtemetingen te gaan uitvoeren van vaste punten (op het bovenzak en op de taluds ter plaatse van de scholvorming) teneinde het zakkingsgedrag te gaan volgen.

4 Kwaliteitszorg

4.1 Kwaliteitsborging uitvoering

Alvorens tot uitvoering kan worden overgegaan worden diverse documenten opgesteld.

In de ontwerpfase:

1. (RAW-)Bestek aanleg bovenafdichting fase (voorschrift 7.3.3), met daarin opgenomen:
 - a. Werkomschrijving van de voorgenomen aanlegwerkzaamheden met hoeveelheden van benodigde materialen.
 - b. Aanlegtekeningen.
 - c. Kwaliteits- en keuringsplan (ontwerp). In het kwaliteitsplan worden de toe te passen materialen beschreven met de kwaliteitseisen. In het keuringsplan worden alle keuringen en controles beschreven met stop-, bijwoon- en registratiepunten.
 - d. VGM-plan (ontwerpfase).

Na gunning worden door de aannemer de volgende documenten opgesteld:

2. VGM-plan (uitvoering) (op te stellen vóór aanleg door de aannemer).
3. Kwaliteits- en keuringsplan (uitvoering) (op te stellen vóór aanleg door de aannemer).

Beide plannen dienen te voldoen aan de eisen zoals opgenomen in het Bestek aanleg.

Na aanleg van de bovenafdichting wordt opgesteld:

4. Keuring van de aangebrachte bovenafdichting (voorschrift 7.3.14 lid 1) op te stellen door de Directie (na overeenstemming van Gedeputeerde Staten over haar onafhankelijkheid).

4.2 Partijen betrokken bij uitvoering

De volgende partijen zijn betrokken bij de aanleg van de bovenafdichting:

Opdrachtgever

Stortplaats Eerbeek B.V. is opdrachtgever voor de aanleg van de eindafwerking van de stortplaats.

Eigenaren zonnepark

Brummen Energie en Solar greenpoint zijn beide voor 50% eigenaar van Zonnepark Eerbeek.

Directie

De directievoering (projectleider en toezichthouder) op het werk wordt uitgevoerd conform de Uniforme administratieve voorwaarden voor de uitvoering van werken (U.A.V. 1989).

Door de opdrachtgever wordt een directie aangesteld om de kwaliteit van de uitgevoerde werken en/of leveranties te toetsen aan het bestek.

De directie bestaat uit:

- projectleider werken;
- toezichthouder werken.

De projectleider werken heeft als taken/bevoegdheden:

- Het vertegenwoordigen van de opdrachtgever binnen de overeengekomen bevoegdheid (conform UAV).
- Leiding van het project.
- Het aanbrengen van bestekswijzigingen.
- Beoordelen en goedkeuren van het Kwaliteitsplan uitvoering, daarbij geassisteerd door de coördinator kwaliteitszorg afdichtingen.
- Beoordelen en goedkeuren van het V&GM-plan aannemer.
- Coördinatie van de werkzaamheden volgens de overeenkomst.
- Eindverantwoordelijk voor de kwaliteit van de geleverde diensten.
- Signaleren en laten bijstellen van onvolkomenheden.
- Aanspreekpunt voor de opdrachtgever.
- Voorzitten van de bouwvergadering.

De toezichthouder heeft als taken/bevoegdheden:

- Uitvoeren van het toezicht conform het bestek, het **5.1.2e** aannemer en het V&GM-plan aannemer.
- Administratief vastleggen van alle kwaliteitsgegevens.
- Rapporteren aan de projectleider.

De directie rapporteert periodiek aan de opdrachtgever en aan het bevoegd gezag over:

- overzicht van de verzamelde documenten;
- overzicht uitgevoerde controles;
- verslag uitgevoerde werkzaamheden;
- overzicht geplande werkzaamheden;
- overzicht van bestekswijzigingen (inclusief motivatie);
- rapport kwaliteit eindafwerking.

Tijdens de werkzaamheden zullen op regelmatige tijdstippen bouwvergaderingen worden gehouden. Van de bouwvergadering wordt verslaglegging gedaan, welke aan alle (betrokken) partijen zal worden verzonden.

Onafhankelijke kwaliteitscontrole

Door de opdrachtgever wordt een onafhankelijk kwaliteitscontrole aangesteld. Onafhankelijk kwaliteitscontrole wordt uitgevoerd door een daarvoor volgens NEN ISO/IEC 17020 type A geaccrediteerde inspectie-instelling.

Het gaat onder andere om de volgende (onafhankelijke) kwaliteitscontrole:

- beperkte visuele inspectie steunlaag;
- beperkte visuele inspectie drainagelaag;

- intensieve inspectie tijdens het aanbrengen van de afdichtende lagen (folie en mineraal);
- directiekeuring op de minerale laag;
- levensduurproeven folie t.b.v. maximale levensduur.

De gegevens van de onafhankelijke kwaliteitscontrole worden vastgelegd in een rapportage met alle kwaliteitscontrole en registraties (kwaliteitsrapport).

Aannemer

De aannemer dient voorafgaande aan de aanleg de volgende plannen ter goedkeuring bij in te brengen:

- V&GM-plan aannemer;
- kwaliteitsplan uitvoering, inclusief controlematrix;
- legplan folie.

Bij aanvoer van (IBC-)bouwstoffen en grond vallend onder het Besluit Bodemkwaliteit dient de aannemer de benodigde wettelijke meldingen te regelen.

Bevoegd gezag

Het Bevoegd Gezag heeft te allen tijde toegang tot de in uitvoering zijnde werken. Controles van de werkzaamheden door het Bevoegd Gezag mogen nimmer de voortgang van de werkzaamheden vertragen.

4.3 Projectarchief

Tijdens de werkzaamheden wordt door de directie een project-archief opgebouwd, waarin alle relevante gegevens van de aanleg van de eindafwerking worden opgenomen. Het archief bevat minimaal:

- het bestek, inclusief bijlagen;
- alle keuringen;
- alle kwaliteitsrapportage-formulieren;
- alle registraties van de aannemer (conform het kwaliteitsplan uitvoering en voorliggend kwaliteitsplan);
- alle dagrapporten;
- alle bouwverslagen;
- alle (materiaal)certificaten;
- een overzicht van de bestekwijzigingen;
- een overzicht van alle garanties van de toegepaste materialen;
- revisietekeningen (aan te leveren door de Aannemer);
- foto's (van onderdelen) van het werk.

Het archief is tijdens de werkzaamheden centraal op het werk aanwezig en is te allen tijde inzichtelijk voor alle (betrokken) partijen.

4.4 Rapport kwaliteit eindafwerking

Een rapport kwaliteit eindafwerking wordt door de directie opgesteld op basis van de in het projectarchief vastgelegde documenten. Dit rapport vormt een onderdeel van het opstellen

Doelstelling van het rapport kwaliteit eindafwerking is om vast te stellen of de eindafwerking voldoet aan de in het goedgekeurde bestek gestelde eisen (en daarmee aan de vergunningseisen).

Het rapport kwaliteit eindafwerking bevat alle relevante gegevens van de aanleg van de eindafwerking.

De rapportage bevat minimaal:

- alle rapportages van het vooronderzoek;
- alle (materiaal)certificaten;
- een overzicht van alle garanties van de toegepaste materialen;
- alle uitgevoerde keuringen (aannemer, directie en onafhankelijke kwaliteitscontrole);
- een overzicht van de bestekswijzigingen;
- revisietekeningen, inclusief relevante detailtekeningen.

Het rapport kwaliteit eindafwerking zal aan het Bevoegd gezag worden verzonden. Hierbij zal door Stortplaats Eerbeek B.V. worden gevraagd om een goedkeurende verklaring.

Literatuurlijst

[AKS, 2016]

Hydrostab® op stortplaatsen Gulbergen en Vlagheide. Advieskamer Stortbesluit. Volgnummer advies: 006-AKS20160906. 6 september 2016.

[Alterra, 2001]

Functionele levensduur van minerale afdichtingmaterialen en kunststoffen in vloeistofdichte eindafwerking van stortplaatsen. D. Boels en J. Breen. Alterra rapport 290. 2001.

[Antea, 2018a]

Eindrapport - belastingproef met zonnefolie/-panelen Zonnepark Eerbeek. projectnummer 404772. definitief revisie 00. Antea group. 15 augustus 2018.

[Antea, 2018b]

Natuurtoets – voormalig stortplaats Eerbeek. Projectnummer 404772. Definitief revisie 00. Antea group. 4 april 2018

[Antea, 2020]

Geotechnische analyses ten behoeve van Zonnepark Eerbeek. projectnummer 0464853.100. concept revisie 0A. Antea group. 31 augustus 2020.

[Arcadis, 2009a]

Stort Doonweg grondwatermonitoringsplan 2009. Referentienummer 074152893:0.2. Arcadis. 29 mei 2009

[Arcadis, 2009b]

Urgentieplan stort Doonweg op hoofdlijnen. 110504.201855.001. Arcadis, 2 juli 2009.

[Arcadis, 2011]

Grondwaterstroming 2010. Memo. 110504.201855.001 . Arcadis, 2 augustus 2011.

[Arcadis 2021]

Analyse situatie stort Doonweg. Referentienummer D10037463:43. Arcadis. 25 oktober 2021

[Arcadis, 2022]

Voorkomen hevige buien en buffercapaciteit Stort Doonweg, referentienummer D10054216:15. Arcadis. 21 april 2022.

[BAM, 2022]

Tabellen der BAM-zugelassenen Geokunststoffe, Polymere und serienmäßig hergestellten Dichtungskontrollsysteme für Deponieabdichtungssysteme sowie die Listen der Produzenten. Bundesanstalt für Materialforschung und – prüfung. 22 juni 2022.

[CUR, 1996]

Aanbeveling 33. Granulaire afdichtingslagen op basis van zandbentoniet al dan niet in combinatie met kunststof geomembranen. Tweede druk. Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving. September 1996.

[Gelderland, 2009]

Beschikking d.d. 8 oktober 2009 – NR.MPM15386/2008-017858 van Gedeputeerde Staten van Gelderland.

[Grontmij, 2016]

Protocollen Trisoplast® ten behoeve van boven- en onderafdichtingen bij afvalbergingen, versie 3, 17 maart 2016.

[INTRON, 2001]

Protocollen Hydrostab®. Programma voor de aanleg voor Hydrostab®-afdichtingslagen. 3e versie. INTRON. 12 februari 2001.

[INTRON, 2003]

Protocollen Hydrostab®. Programma voor de aanleg voor Hydrostab®-afdichtingslagen. INTRON. 7 oktober 2003.

[IPO, 2014]

Checklist nazorgplannen stortplaatsen. ReneBoerboom Advies. P1305 Rapport. In opdracht van IPO, 16 december 2014.

[Lieveense, 2021]

Nota bodembeheer gemeenten Apeldoorn, Brummen, Epe en Voorst. Versie 1.0. Lieveense Milieu B.V.. Januari 2021.

[Milon, 2019]

Jaarrapportage 2018 voormalige stort Doonweg te Eerbeek. Projectnummer 20151731-7. Milon. 5 februari 2019

[Milon, 2020]

Jaarrapportage 2019 voormalige stort, 1^e fase Doonweg te Eerbeek. Projectnummer 20151731-8. Milon. 24 januari 2020.

[Milon 2021]

Jaarrapportage 2020 voormalige stort Doonweg te Eerbeek. Projectnummer 20151731-9. Milon. 24 februari 2021

[Milon, 2022]

Jaarrapportage 2021 voormalige stort Doonweg te Eerbeek. Projectnummer 20211344. Milon 17 mei 2022.

[NEN, 2010a]

Bepaling van de doorlatendheidscoëfficiënt na maximale aantasting van zouten op bentoniethoudende afdichtingen in IBC-werken. Nederlandse Technisch afspraak, NTA 8888. NEN, juli 2010.

[NEN, 2010b]

Toelichting bij NTA 8888. NEN, juli 2010.

[NEN, 2018a]

Protocollen voor het toepassen van kunststof geomembranen voor bodembescherming en gas- en vloeistofbarrièrelagen – Deel I: Materialen. NEN. Oktober 2018

[NEN, 2018b]

Protocollen voor het toepassen van kunststof geomembranen voor bodembescherming en gas- en vloeistofbarrièrelagen – Deel II: Aanleg en acceptatie. NEN. Oktober 2018

[NEN, 2018c]

Protocollen voor het toepassen van kunststof geomembranen voor bodembescherming en gas- en vloeistofbarrièrelagen – Deel III: Lasaanbevelingen. NEN. Oktober 2018

[Oranjewoud, 2010]

Onderzoek naar de samenstelling van stort Doonweg te Eerbeek. Projectnr. 201428. Revisie 02. Oranjewoud. Maart 2010

[Ortageo, 2021]

Geohydrologisch onderzoek en advies Stort Doonweg in Eerbeek. Ortageo. 2 september 2021

[Ploegam, 2020]

Tijdelijke afdekking stortplaats Eerbeek. Oplevering slakken (as-built). Versie 1.0. Tekening PL-344-AB-TEK-GRW-002. Ploegam. 30 september 2020.

[ReneBoerboom Advies, 2022a]

Beoordeling rapporten stortplaats Doonweg te Eerbeek. Referentienummer: P2228/N01. Boerboom Advies. 25 mei 2022.

[ReneBoerboom Advies, 2022b]

Beoordeling inspectierapport van TerrAdvies (220616-01 Inspectierapport definitief.pdf). Referentie P228/N03. ReneBoerboom Advies. 1 augustus 2022

[Sunprojects, 2020]

PV Plant layout. Projectnummer 228. Sunprojects. 13 oktober 2020.

[Syntraal, 2022]

Tussenevaluatie aanleg tijdelijke afdekking stort Doonweg Eerbeek. Kenmerk:

5.1.2e

Syntraal. 13 januari 2022

[Sweco, 2022]

Nazorgplan 2022 Stortplaats Doonweg B.V. eindconcept. Projectnummer 51009610. Sweco. 29 april 2022.

[Tauw, 2019a]

Plan van Aanpak aanbrengen tijdelijke afdekking stortplaats Doonweg Eerbeek.

Kenmerk: 5.1.2e Tauw. 18 maart 2019.

[Tauw, 2019b]

Werkomschrijving voor het aanbrengen van een tijdelijke afdeklaag op de voormalige stortplaats aan de Doonweg te Eerbeek, met bijbehorende werken.

5.1.2e

Tauw. 9 augustus 2019.

[TerrAdvies, 2022a]

Bepaling Toets- en Signaalwaarden grondwater. Statistische onderbouwing en Trendanalyse. Rapportnummer 220428-02 definitief. TerrAdvies. April 2022.

[TerrAdvies, 2022b]

Zakkingsprognose. Rapportnummer 220421-02 definitief. TerrAdvies. April 2022.

[Terradvies, 2022c]

Inspectierapport stortplaats Doonweg BV. Rapportnummer 220616 definitief. TerrAdvies. 16 juni 2022.

[VROM, 1991]

Richtlijnen voor dichte eindafwerking op afval- en reststofbergingen. Publikatiereeks bodembescherming nr. 1991/2. Ministerie van VROM. 1991.

Bijlage 1 Relevante vergunningvoorschriften

- 7.2.12 Het aanbrengen van de afvallagen dient zodanig te geschieden dat - rekening houdend met het nog optreden van zetting en klink - de eindhoogte van de stortplaats (inclusief de totale eindafwerking) overeenkomstig (het bij) de vergunningaanvraag (ingediende en als zodanig gewaarmerkte landschapsplan) niet wordt overschreden.
- 7.3.1 Alvorens de dichte eindafwerking wordt aangelegd dient, in opdracht van de vergunninghoudster, door een, in overeenstemming met de directeur aangewezen, onafhankelijke deskundige de toestand van het gedeelte van de stortplaats waarop de dichte eindafwerking wordt aangebracht, beoordeeld te worden.
Deze beoordeling omvat ten minste:
- 1 het verloop van zetting en klink in de tijd van zowel het eigenlijke afvalpakket als de eventuele tijdelijke bovenaf-dichting. Alsmede een op basis van dit verloop gemaakte schatting van de restzettingen, de restklink en de verschilzakkingen;
 - 2 het verloop van de processen die in de stort plaatsvinden aan de hand van de kwaliteit van het percolaat en de produktie en samenstelling van gas;
 - 3 het aangeven van de ontwerp-voorwaarden voor de dichte eindafwerking.
- De resultaten van deze beoordeling dienen te worden overgelegd aan de directeur. Deze kan nadere eisen stellen ten aanzien van de beoordeling van de toestand van het gedeelte van de stortplaats waar een dichte eindafwerking wordt aangebracht, voor zover van belang voor het aanbrengen van de dichte eindafwerking.
- 7.3.2 Aan de bovenkant van de gestorte afvalstoffen moet een dichte combinatie-eindafwerking worden aangebracht zodanig dat infiltratie van water in de gestorte afvalstoffen wordt tegengegaan. De dichte eindafwerking dient ten minste een beschermingsniveau te bieden dat gelijkwaardig is aan het beschermingsniveau van de bodem dat is beoogd met het gestelde in de Richtlijn dichte eindafwerking.

7.3.3 Uiterlijk drie maanden voor de aanbesteding van de werkzaamheden ten behoeve van het aanbrengen van de dichte eindafwerking moet de vergunninghoudster een afdichtingsplan ter goedkeuring aan de directeur voorleggen. Het afdichtingsplan bestaat ten minste uit een rapport van afdichting en een uitvoeringsgereed plan (bestek). In het rapport van afdichting moet de toestand beschreven worden van het gedeelte van de stortplaats waarop de dichte eindafwerking wordt aangebracht, als bedoeld in voorschrift 7.3.1. In het rapport van afdichting dient ten minste te worden beschreven:

- zettings- en klinkonderzoek van zowel het eigenlijke afvalpakket als de eventuele tijdelijke bovenafdichting;
- stabiliteit;
- de voorgenomen materiaalkeuze;
- laagdiktes;
- herkomst materialen voor de afdichtingsconstructie en de afdeklaag;
- het aanwezige gasonttrekkingssysteem;
- principe-ontwerp van de afdichtingsconstructie met waterafvoersystemen;
- fasering aanbrengen dichte eindafwerking;
- doorlatendheden;
- doorvoeringen;
- duurzaamheid.

Het bestek bevat ten minste:

- omschrijving, kwaliteitseisen en -borging van de toe te passen materialen en uitvoeringsbepalingen;
- het aanbrengen van de steunlaag (met gasonttrekkingssysteem) en de afdichtingsvoorzieningen;
- de drainerende zandlaag met drainagesysteem;
- de afdeklaag met vegetatie.

Daarnaast moet in het rapport van afdichting worden beschreven hoe met de dichte eindafwerking een beschermingsniveau wordt gerealiseerd dat ten minste gelijkwaardig is aan de bescherming van de bodem die is beoogd met het gestelde in de Richtlijn dichte eindafwerking. Ook moet het rapport van afdichting het tijdstip aangeven waarop de bovenafdichting wordt aangebracht. Het bestek geeft de wijze van uitvoering van het rapport van afdichting aan.

De dichte eindafwerking dient te worden uitgevoerd zoals beschreven in het door de vergunninghoudster op te stellen afdichtingsplan.

7.3.4 Gelijktijdig met het indienen van het afdichtingsplan moet een beplantingsplan voor de gehele inrichting ter goedkeuring aan de directeur worden voorgelegd. Het beplantingsplan geeft gedetailleerd de soorten beplanting aan en de plaats waar de beplanting wordt aangebracht. Het beplantingsplan moet gebaseerd zijn op het landschapsplan.

7.3.5 De directeur kan nadere eisen stellen ten aanzien van de inhoud van het afdichtingsplan en het beplantingsplan.

Voorschrift 7.3.6 Tijdstip aanbrengen bovenafdichting

Zo spoedig als technisch mogelijk, rekening houdend met onder meer de processen gasvorming en klink, dient de dichte eindafwerking te worden aangebracht. De processen gasvorming en klink dienen daartoe ten minste tweemaal, respectievelijk jaarlijks te worden gemeten. De meetresultaten moeten binnen een maand na afloop van ieder kalenderjaar aan Gedeputeerde Staten worden overgelegd. Gedeputeerde Staten kunnen besluiten dat de frequentie van de metingen moet worden verhoogd tot maximaal halfjaarlijks, als klachten of onderzoeksresultaten daar aanleiding toe geven.

7.3.7 Het moment dat de processen gasvorming en klink voldoende gevorderd zijn om te kunnen overgaan tot het aanbrengen van de dichte eindafwerking dient per stortvak te worden bepaald onder goedkeuring van de directeur. Het tijdstip van het aanbrengen van de dichte eindafwerking dient overeenkomstig het gestelde in de Richtlijn dichte eindafwerking te worden bepaald.

Voorschrift 7.3.8 Verwaaiing tegengaan

De gestorte afvalstoffen moeten in afwachting van de definitieve eindafwerking worden afgedekt met een laag daartoe geschikt materiaal indien verwaaiing van afvalstoffen of geuroverlast als gevolg van stortgas hiervoor aanleiding geven.

- 7.3.9 Indien bij de beoordeling van de toestand van het gedeelte van de stortplaats waarop de dichte eindafwerking wordt aangebracht als bedoeld in voorschrift 7.3.1 blijkt dat aanpassing van het gasonttrekkingssysteem nodig is in verband met een optimale afvoer en benutting van gas, dienen deze aanpassingen voor het aanbrengen van de dichte eindafwerking te worden uitgevoerd. Voorafgaand aan de uitvoering van deze aanpassingen dient de directeur op de hoogte te worden gebracht.
- 7.3.10 Bij doorvoering van het gasonttrekkingssysteem door de dichte eindafwerking dient de gas- en waterdichtheid van de dichte eindafwerking gewaarborgd te blijven.
- 7.3.11 De dichte eindafwerking dient zodanig te worden aangelegd dat de water- en luchtdichtheid van de afdichting gewaarborgd is en blijft.
- 7.3.12 Na het aanbrengen van drainagebuizen van de bovenafdichting moet direct worden gemeten of deze open zijn. Indien de drainagebuizen niet volledig open zijn, dienen voor de ingebruikname maatregelen te worden getroffen om dit afdoende te verhelpen. (Deze aanvullende maatregelen dienen bij de directeur kenbaar gemaakt te worden.)
- 7.3.13 Bij de dichte eindafwerking mag in een steunlaag gebruik worden gemaakt van licht verontreinigd inert materiaal, mits als gevolg van deze toepassing geen verontreiniging van bodem en oppervlaktewater kan optreden en de afdichtende werking niet nadelig wordt beïnvloed.

Voorschrift 7.3.14 Keuring dichte eindafwerking

- 1 Onmiddellijk nadat een dichte eindafwerking is aangebracht moet in opdracht van de vergunninghouder door een in overeenstemming met Gedeputeerde Staten aangewezen onafhankelijke deskundige een keuring te worden verricht van de voorzieningen die in het belang van de bescherming van de bodem op de stortplaats zijn getroffen, evenals onderzoek te worden gedaan met betrekking tot de hoedanigheden van de bodem onder de stortplaats.
- 2 De inspectie van de bodembeschermende voorzieningen moet bestaan uit een vaststelling van de technische staat van alle in de milieuvergunning voorgeschreven bodembeschermende voorzieningen overeenkomstig hoofdstuk 15 van de Richtlijn dichte eindafwerking voor wat betreft de bovenafdichting en overeenkomstig de methode vastgelegd in de Richtlijn drainage- en controlesystemen, voor wat betreft de controle van drainagevoorzieningen, bemonsteringsbuizen en het opvang- en afvoersysteem van percolaat.
- 3 Het in lid 1 bedoelde onderzoek naar de hoedanigheden van de bodem moet bestaan uit een bemonstering van het grondwater in de grondwaterbemonsteringsbuizen overeenkomstig het monitoringplan als bedoeld in voorschrift 7.4.3. De verkregen monsters moeten worden geanalyseerd op:
 - 1 cadmium, chroom, koper, nikkel, lood, zink, kwik en arseen;
 - 2 chloride, zuurgraad (pH), elektrische geleidbaarheid, chemisch zuurstofverbruik (CZV), Kjeldahl-N;
 - 3 extraheerbare organische halogenen (EOX);
 - 4 gaschromatografisch-massaspectrometisch onderzoek op vluchtige organische verbindingen.
- 4 Indien in hetzelfde jaar het in lid 1 bedoelde onderzoek zou plaatsvinden als onderzoek in het kader van de tweejaarlijkse keuring en monitoring volgens voorschrift 7.4.5, kan het in lid 1 bedoelde onderzoek achterwege worden gelaten.

- 7.3.15 1 De resultaten van de keuring en het onderzoek als bedoeld in het voorgaande voorschrift dienen zodanig op schrift te worden gesteld dat:
- een duidelijk inzicht wordt gegeven in de beheersbaarheid van de situatie;
 - de op grond van voorgaand voorschrift verkregen onderzoeksresultaten moeten worden vergeleken met de onderzoeksresultaten verkregen bij het onderzoek ten behoeve van de vergunningaanvraag. De resultaten van het onderzoek naar de kwaliteit van het water uit de stroomafwaarts van de stortplaats gelegen bemonsteringsbuizen, moeten worden vergeleken met de resultaten van het onderzoek naar de kwaliteit van het water uit de stroomopwaarts gelegen bemonsteringsbuizen. De onderzoeksresultaten moeten bovendien worden vergeleken met alle voorafgaande onderzoeksresultaten.
- 2 De resultaten van de keuring en het onderzoek alsmede van de vergelijkingen dienen zo spoedig mogelijk, doch uiterlijk binnen drie maanden, nadat de keuring heeft plaatsgevonden, in afschrift te worden toegezonden aan de directeur.
- 3 De op schrift gestelde resultaten van de keuring en het onderzoek moeten gedurende minimaal tien jaar worden bewaard.

De directeur kan in afwijking van het vorige voorschrift nadere regels stellen, inhoudende dat analyse van een of meer van de in het vorige voorschrift genoemde elementen of verbindingen achterwege kan blijven, indien op grond van de samenstelling van de te storten stoffen buiten twijfel staat dat deze stoffen niet voorkomen in het percolaat van de stortplaats. Indien analyse van een of meer niet in het vorige voorschrift genoemde elementen gewenst is, kan de directeur de bedoelde analyses voorschrijven.

- 7.3.16 Ten behoeve van de opname van neerslag door vegetatie en het tegengaan van erosie dienen de terreingedeelten die voorzien zijn van de afdichting, direct te worden ingezaaid met gras of andere daartoe geschikte vegetatie, overeenkomstig het gestelde in hoofdstuk 8 van de Richtlijn dichte eindafwerking.
- 7.3.17 Het eerstvolgende plantseizoen na het aanbrengen van de eindafwerking dienen de afgewerkte stortgedeelten te worden beplant volgens het landschapsplan en het door de directeur goedgekeurde beplantingsplan.
- 7.3.18 Mits de directeur daarvoor goedkeuring heeft verleend, kan van vegetatie worden afgezien voor zover op een andere afdoende wijze neerslag wordt afgevoerd en erosie wordt tegengegaan, waarbij de afdichtende werking niet nadelig wordt beïnvloed.
- 7.3.19 De ruimtelijke vormgeving van het stort na het aanbrengen van de dichte eindafwerking dient te worden uitgevoerd overeenkomstig het bij deze vergunning behorende en als zodanig gewaarmerkte landschapsplan.
- 7.3.20 Ter nakoming van de voorschriften met betrekking tot de dichte eindafwerking (voorschrift 7.3.1 tot en met 7.3.19) dient de vergunninghoudster zorg te dragen voor een financiële zekerheid. Bij de berekening van het bedrag dient rekening te zijn gehouden met een tijdelijke bovenafdichtingsconstructie en een definitieve bovenafdichtingsconstructie bestaande uit een combinatie van zand-bentoniet en folie volgens de Richtlijn dichte eindafwerking en alle overige in deze vergunning voorgeschreven voorzieningen en maatregelen. De financiële zekerheid wordt gesteld tot het moment dat na het aanbrengen van de dichte eindafwerking:
- de voorzieningen, die in het belang van de bescherming van de bodem op de stortplaats zijn getroffen, door een, in overeenstemming met de directeur aangewezen ter zake deskundige, zijn gekeurd, en
 - onderzoek is gedaan met betrekking tot de hoedanigheden van de bodem onder de stortplaats.

De vergunninghoudster zendt de keuringsresultaten zo spoedig mogelijk, doch uiterlijk binnen drie maanden, naar Gedeputeerde Staten. Gedeputeerde Staten berichten de vergunninghoudster schriftelijk uiterlijk drie maanden na ontvangst van de keuringsresultaten of de voorschriften met betrekking tot de bovenafdichting zijn nagekomen.

Bijlage 2 Bestaande kadastrale situatie met luchtfoto (tek.nr. 51011469-T001)

Bijlage 3 Oppervlaktes deelpercelen (tek.nr. 51011469- T005)

Bijlage 4 Hoogtekaart maaiveld mei 2022 (tek.nr. 51011469- T003)

Bijlage 11 Stortgasberekening

Sweco maakt voor stortgasprognoses gebruik van een multi-fase model, waarbij wordt uitgegaan van een eerste orde reactie voor de afbraak van organisch materiaal.

De winbare gashoeveelheid op een bepaald tijdstip t wordt berekend met de volgende formule:

$$Q_{a,t} = 1,868 * f_0 * f_s * M * \sum_{i=1}^3 TOC_i * f_{a,i} * \zeta_i * k_i * e^{-k_i * t}$$

Met:

$Q_{a,t}$	de winbare hoeveelheid stortgas op tijdstip t [m^3/a]
1,868	de hoeveelheid stortgas die maximaal kan worden gevormd bij de biologische afbraak van organisch koolstof in afval [m^3 stortgas/kg organisch afbreekbaar materiaal]
f_0	optimalisatiefactor, verhouding van de gasproductie in de praktijk in een stortplaats tot de gasproductie in optimale laboratoriumomstandigheden (de afbraak in een stortplaats zal altijd lager zijn dan in het laboratorium vanwege niet optimale omstandigheden, zoals lokale droogte of wateroverschot, stoftransportbeperkingen, aanwezigheid van andere elementen die de reactie verstoren)
f_s	systeemafhankelijk onttrekkingsrendement, verhouding tussen de hoeveelheid gas die in de praktijk kan worden gewonnen tot de hoeveelheid gas die wordt gevormd in de stortplaats
M	Jaarlijks gestorte afvalhoeveelheid [t/a]
TOC_i	Totaal gehalte aan organisch materiaal in het afval [kg/t]. Er wordt onderscheid gemaakt in drie categorieën: snel, matig en langzaam afbreekbaar organisch materiaal.
$f_{a,i}$	aanvangsfactor / opstartfactor; in de periode direct na het storten vindt aerobe omzetting van organisch materiaal plaats, met deze factor wordt het verlies aan stortgas verdisconteerd
ζ_i	vormingsfactor; verhouding van biochemisch afbreekbaar organisch materiaal tot totaal organisch materiaal (niet alle organische koolwaterstoffen kunnen in biochemische processen worden omgezet, bv plastics en lignine zijn niet biologisch afbreekbaar)
k_i	afbraakconstante
t	verstreken tijdsperiode na het storten in jaren (a)

Het volume stortplaats is berekend op basis van:

- Gemiddelde hoogte bovenzijde afval = NAP +27m
- Gemiddelde hoogte onderzijde afval = NAP +13m
- Talud bovenzijde 1:3
- Talud onderzijde 1:2.

Bovenstaande resulteert in een volume van 1.146.000 m^3 .

De stortperiode is 47 jaar (van 1954 tot 2001).

Van het volume gestort is 10% afdekggrond.

De jaarlijks gestorte hoeveelheid afval bedraagt circa 22.100 m^3 .

Het gestorte afval wordt gecategoriseerd als zijnde slib.

Slib heeft een grote fractie langzaam afbreekbaar (50%).

Bijlage 14 Toekomstig stortgassysteem (tek.nr. 51011469-T011)

Bijlage 15 Drainagemat

Toetsing aan de hoofdeisen

Er worden 3 hoofdeisen gesteld aan de drainagemat:

- d) 100 jaar levensduur (ENBB-advies)
- e) initiële doorlaatvermogen ≥ 1 l/s/m (bij gradiënt 1 en 20 kPa) ($1,0 \cdot 10^{-3}$ m²/s = 1 l/s/m)
- f) geotechnisch eisen:
 1. hoek van inwendige wrijving $\geq 20^\circ$ (representatief)
 2. wrijvingshoek tussen mat en folie $\geq 20^\circ$ (representatief)
 3. wrijvingshoek tussen kleigrond en mat $\geq 20^\circ$ (representatief)

ad a. Levensduur.

Op basis van de levensduur-eis voldoen de volgende matten (positief ENBB-advies):

- Bonar: Enkadrain ZB, Enkadrain 5004C/5-2s/T110PP. Door Bonar is een nieuwe mat voorgesteld: 5006H/5-2s/M200PP (met 2 publicaties van SKZ over levensduur)
- Fa. 5.12e RT(N) 25 en RT(N) 35
- Solmax: FabriNet HF/E B120

Ad b. Doorlaatvermogen

Bij gradiënt 1:1 en 20 kPa bovenbelasting (opgave leveranciers)

- Bonar:
 - Enkadrain ZB = 1,7 tot 1,9 l/s/m
 - Enkadrain 5004C/5-2s/T110PP = 1,0 l/s/m
 - Enkadrain 5006H/5-2s/M200PP = 1,7 l/s/m en na 100 jaar 0,65 l/s/m (volgens GDA)
- Fa. Schmitz:
 - RT 25 = 2,48 l/s/m en na 100 jaar = 0,2 l/s/m
 - RTN 25 = 4,17 l/s/m en na 100 jaar = 0,25 l/s/m
 - RT 35 = 3,07 l/s/m en na 100 jaar = >1,2 l/s/m (inschatting ENBB)
 - RTN 35 = 6,23 l/s/m en na 100 jaar = niet aangegeven, >2 l/s/m (afgelezen door Grontmij)
- Solmax:
 - FabriNet HF/E B120 = 1,2 l/s/m en na 100 jaar = 0,48 tot 0,84 l/s/m (30% tot 60% afname)

Ad c. Geotechnische kenmerken

Opgave leveranciers:

- Colbond
 - Intern: 5006H/5-2s/M200PP: 29,75° (cohesie 0), ZB: 26,4° (cohesie 0)
 - mat met ruwe folie: onbekend
 - mat met grond: 5006H/5-2s/M200PP: 36,7° (meetresultaat is afh. van grond)

- Fa. Schmitz:
 - Intern: RT 20, RT 25, RT 30, RT 35, RTN 25, RTN 35 = 27° (schijnbare cohesie 14 kN/m²)
 - Mat met ruwe folie = 32,0° (cohesie 0,6 kN/m²)
 - Mat met gladde folie = 17,5° (cohesie 0 kN/m²)
 - Mat met grond: onbekend (meetresultaat is afh. van grond)
- Solmax FabriNet HF/E B120:
 - Intern = 33° tot 57°
 - Mat met ruwe folie = onbekend
 - Mat met gladde folie = onbekend
 - Mat met grond: onbekend (meetresultaat is afh. van grond)

Conclusies toetsing aan huidige eisen:

1. Levensduur: alle matten voldoen;
2. initiële doorlaatvermogen: Enkadrain ZB, Enkadrain 5004C/5-2s/T110PP, Enkadrain 5006H/5-2s/M200PP, Schmitz RT35, Schmitz RTN35 en FabriNet HF/E B120 voldoen;
3. hoek van inwendige wrijving: alle matten voldoen.

Opmerkingen:

1. Bij het opstellen van een bestek zal opnieuw moeten worden gekeken naar de dan beschikbare drainagematten en de ervaringsgegevens met deze matten.
2. In Duitsland wordt gewerkt met toelatingseisen aan geokunststoffen. Op dit moment zijn in Duitsland toegelaten [BAM, 2022]:
 - Bonar Enkadrain ZB 350;
 - Solmax Fabrinet ZB-E B300Z;
 - Naue Secudrain RZ331 WDZ601 RZ201
 - Naue Secudrain RZ331 WDZ701 RZ201.

Bijlage 16 Leeflaag kwaliteit

Inleiding

Stortplaats Doonweg B.V. (hierna stort Doonweg) is bezig met de voorbereidingen van het aanbrengen van de afdeklaag (maakt onderdeel uit van een bovenafdichtingsconstructie) op de stortplaats in Eerbeek. Eén van de aspecten betreft de vereiste milieuhygiënische kwaliteit van de afdeklaag. In deze notitie wordt toegelicht welke eisen hieraan vanuit het Besluit bodemkwaliteit (Bbk) en de nota bodembeheer van de gemeente Brummen worden gesteld. Stort Doonweg is een zogenoemde Wm-stortplaats, vallend onder de Wet milieubeheer. Volgens het vigerende bestemmingsplan rust op de locatie een bestemming bedrijf (niet-agrarisch). Na aanleg van de bovenafdichting wordt een zonnepark aangelegd, welke zal zijn afgesloten voor omstanders.

Besluit bodemkwaliteit (Bbk)

Algemeen

De aan te voeren grond voor het aanbrengen van de afdeklaag betreft een toepassing die valt onder lid c van artikel 35 van het Bbk:

Artikel 35, lid c. toepassing van grond of baggerspecie voor het afdekken van een locatie die wordt gesaneerd als bedoeld in hoofdstuk IV, paragraaf 3 van de Wet bodembescherming, als afdeklaag voor een stortplaats als bedoeld in artikel 8.47, eerste lid respectievelijk derde lid, van de Wet milieubeheer, of als afdeklaag voor een voormalige stortplaats met het oog op het voorkomen van nadelige gevolgen voor de functionele eigenschappen die de bodem voor mens, plant of dier heeft als gevolg van contact met het onderliggende materiaal.

Omdat het een nuttige toepassing onder de regels van het Bbk betreft, is de afvalstoffen-regelgeving niet van toepassing.

Toepassing van partijen grond dient te worden gemeld bij het Bbk-bevoegd gezag. Dit betreft de provincie Gelderland omdat stortplaats Doonweg een Wm-inrichting betreft. De provincie Gelderland heeft haar taken gedelegeerd aan de omgevingsdienst Regio Nijmegen (ODRN).

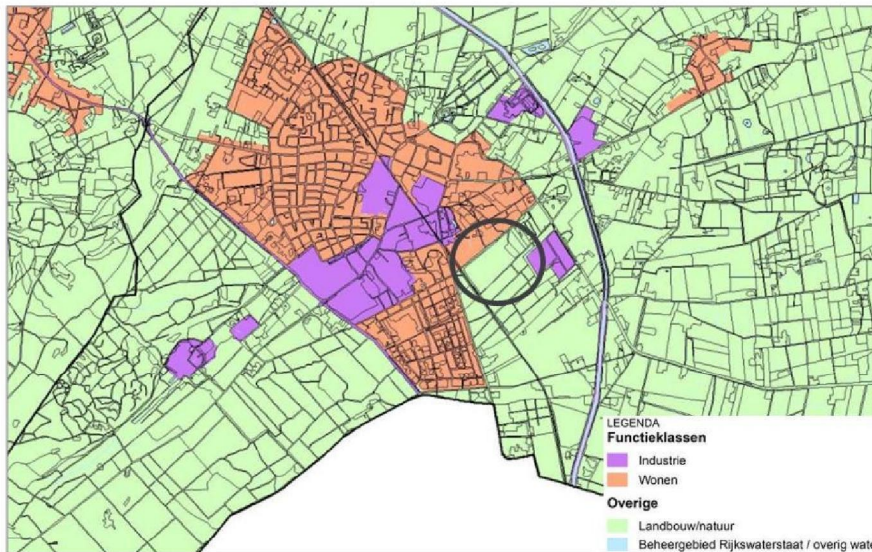
Gebiedsspecifiek beleid

Een nota bodembeheer is bedoeld om lokaal bodembeheer vast te leggen. Brummen heeft de bodemkwaliteitskaart opgenomen in de Nota bodembeheer. De bodemkwaliteitskaart is een kaart waarop de diffuse bodemkwaliteit (landbouw/natuur, wonen, industrie) binnen een gedefinieerd gebied op het niveau van bodemkwaliteitszones is aangegeven.

In de Nota Bodembeheer zijn de volgende kaarten opgenomen:

1. de bodemfunctieklassenkaart;
2. de ontgravingskaart (geeft de kwaliteitsklasse van de bodem);
3. de toepassingskaart (= is een combinatie van bovenstaande kaarten waarbij de schoonste klasse leidend is).

Op de bodemfunctieklassenkaart is de stortplaats Doonweg landbouw/natuur¹, zie onderstaand figuur. Dit is opmerkelijk aangezien in het bestemmingsplan² de bestemming van de locatie bedrijf (niet agrarisch) is en er zijn geen plannen om de bestemming te wijzigen.



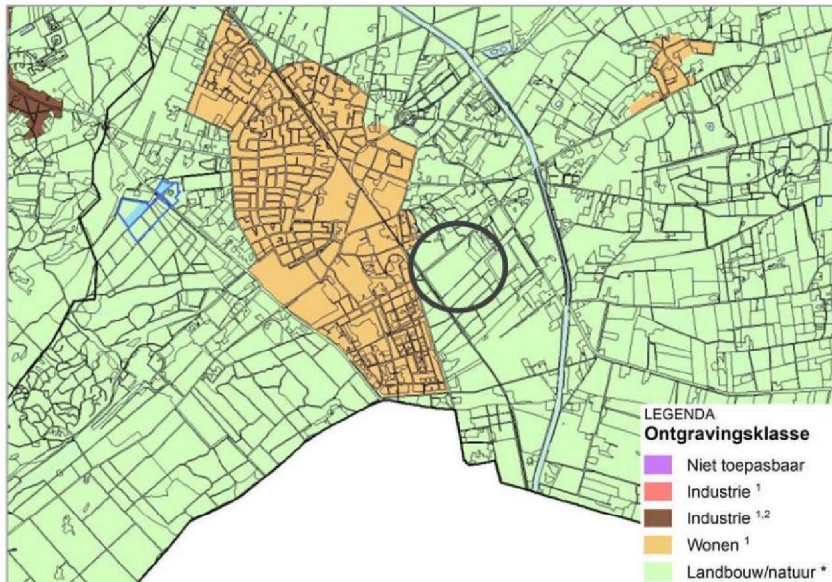
Figuur 4-1 : Uitsnede bodemfunctieklassenkaart gemeente Brummen

Op de ontgravingenkaart is de stortplaats ook landbouw/natuur³ (zie onderstaand figuur). Het voorgaande is opmerkelijk. Naar onze mening is de ontgravingskaart ter plaatse van stortplaats Doonweg onjuist. Vanwege de aanwezige afvalstoffen is de stortplaats een verdachte locatie, waardoor de bodemkwaliteitskaart voor de stortplaats Doonweg geen uitspraak kan doen. Voor een dergelijke locatie wordt veelal de categorie "niet-gezoneerd" gebruikt.

¹ Bodemfunctieklassenkaart behorende bij het project bodemkwaliteitskaart regio Veluwe IJssel (oktober 2020).

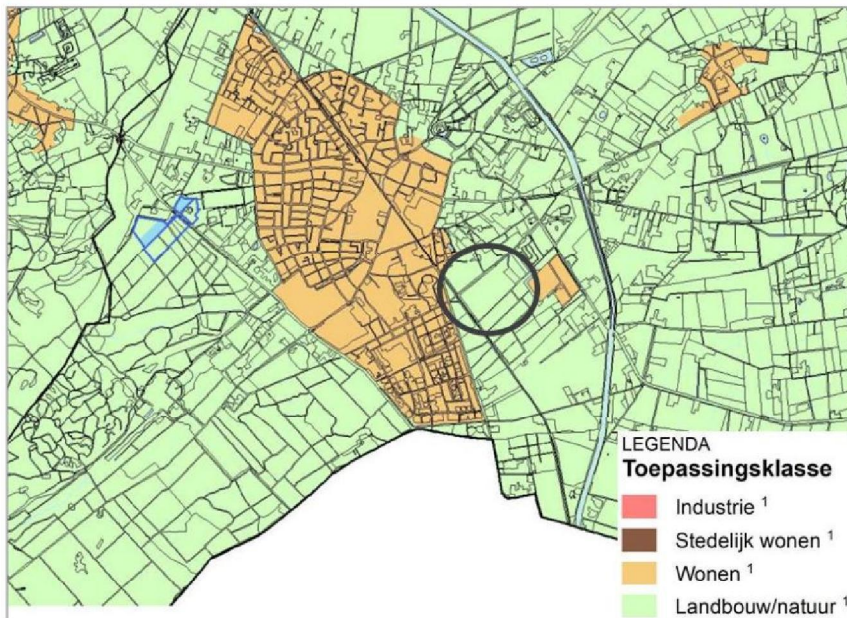
² NL.IMRO.02130000BPBG700000VA01 (Vastgesteld 2009-12-17)

³ Ontgravingskaart bovengrond behorende bij het project bodemkwaliteitskaart regio Veluwe IJssel (oktober 2020).



Figuur 4-2: Uitsnede ontgravingenkaart (bovengrond) gemeente Brummen

In de nota is de toepassingseis klasse landbouw/natuur⁴. Hetgeen betekent dat op deze locatie voor de leeflaag alleen grond zou mogen worden toegepast dat voldoet aan deze kwaliteitsklasse.



Figuur 4-3: Uitsnede toepassingskaart (bovengrond) gemeente Brummen

In de Nota bodembeheer⁵ wordt een specifiek beleid opgenomen over het toepassen van grond op voormalige en oude stortplaatsen. Voormalige en oude stortplaatsen vallen onder de Wet bodembescherming. Dit beleid is echter niet

⁴ Toepassingskaart bovengrond – gebiedsspecifiek beleid behorende bij het project bodemkwaliteitskaart regio Veluwe IJssel (oktober 2020).

⁵ Nota bodembeheer gemeenten Apeldoorn, Brummen, Epe en Voorst (Januari 2021) – passage 2.5.6

van toepassing voor Stortplaats Doonweg omdat deze stortplaats, onder de Wet milieubeheer valt.

Conclusie en advies

Op basis van het voorgaande worden de volgende conclusies getrokken:

1. De bodemfunctieklassenkaart geeft aan dat de bodemfunctie ter plaatse van stortplaats Doonweg de klasse landbouw/natuur heeft;
2. De ontgravingenkaart geeft aan dat de stortplaats Doonweg de klasse landbouw/natuur heeft;
3. De toepassingskaart geeft aan dat ter plaatse alleen grond mag worden toegepast dat voldoet aan de kwaliteitsklasse landbouw/natuur;
4. In de nota bodembeheer wordt gesproken over een specifieke regeling voor oude stortplaatsen en voormalige stortplaatsen. Hier valt stortplaats Doonweg niet onder, aangezien stort Doonweg een Wm-stortplaats is.
5. Volgens het bestemmingsplan heeft stortplaats Doonweg een enkelbestemming bedrijf (niet agrarisch).
6. Aangezien stortplaats Doonweg als toekomstig gebruik een zonnepark heeft (afgesloten met hekwerk), zal de bestemming van de stortplaats Doonweg de komende 25 jaar niet veranderen naar gevoelig gebruik.

Wij adviseren het volgende:

1. Naar onze mening is de classificering van de stortplaats onjuist toegepast op de bodemkwaliteitskaarten. Voorgesteld wordt om in overleg met de gemeente Brummen te treden met als doel om de stortplaats als "niet-gezoneerd" te gaan classificeren. Dit resulteert er in dat de kaart geen uitspraak doet over de kwaliteit van de toe te passen grond en de regels. Met de kwaliteit van de toe te passen grond (klasse industrie) kan dan worden aangesloten bij het toekomstig gebruik van de locatie (zonnepanelen).

Bijlage 17 Opbouw bovenafdichting (tek.nr. 51011469-T008)

Bijlage 18 Geotechnische beschouwing bovenafdichting

1 Inleiding

Ten behoeve van het aanbrengen van de bovenafdichting zijn vanuit geotechnisch oogpunt de volgende zaken beschouwd:

- Stabiliteit van het talud met onderscheid tussen macrostabiliteit en afschuiving langs een interface van de bovenafdichting;
- de optredende (rest)zettingen als gevolg van het aanbrengen van de bovenafdichting.

Doel van de beschouwingen is input te geven aan de discussie of het verantwoord is de bovenafdichting aan te leggen op korte termijn. De beschouwingen zijn voor een belangrijk deel gedaan op basis van door derden opgestelde rapportages. Het betreft:

- [Antea Group 2018] Rapportage van Antea Group: "Analyse zakkaken en prognose eindzettingen", projectnummer 404772 definitief revisie 00, datum 25 mei 2018;
- [Antea Group 2020] Rapportage van Antea Group: "Geotechnische analyse ten behoeve van Zonnepark Eerbeek", projectnummer 0464853.100 concept revisie 0A, datum 31 augustus 2018;
- [Hoogveld 2020] Rapportage van Hoogveld: "Veldrapport betreffende grondonderzoek ten behoeve van: zonnepark van de 5.1.2e 1.4 te Eerbeek", opdracht nummer HA-18081, datum 20 augustus 2020;
- [Terradvies 2022a] Rapportage van Terradvies: "Zakkingsprognose Stortplaats Doonweg te Eerbeek", rapportnummer 220421-02 definitief, datum april 2022;
- [Terradvies 2022b] Inspectierapport: "Stortplaats Doonweg BV", rapportnummer 220609 versie 1, datum 16-06-2022.

In voorliggende notitie staat het resultaat van de beschouwingen waarbij ervoor gekozen is om de bevindingen op hoofdlijnen te rapporteren.

2 Stabiliteit

2.1 Macrostabiliteit

In rapportage [Antea Group 2020] is de macrostabiliteit van de afvalberging berekend voor de eindsituatie dat deze is afgedekt met staalslakken, aangebracht in 2019/2020. De eindsituatie betreft de situatie na het aanbrengen van de bovenafdichting op het moment dat eventuele wateroverspanningen (als gevolg van het aanbrengen van de afdichting) in het afval zijn verdwenen oftewel het afval is geconsolideerd.

In hoofdstuk 3 van de rapportage is geconcludeerd dat de stabiliteit voor de eindsituatie voldoende is uitgaande van veiligheidsklasse RC2 zoals gedefinieerd in NEN9997-1+C2 (november 2017).

De sterkte van het afval is door Antea Group afgeleid uit de gemeten conusweerstand bij de sonderingen. In hoeverre deze aanname terecht is wordt niet onderbouwd, dit is overigens ook door Terradvies [2022a] geconstateerd. In

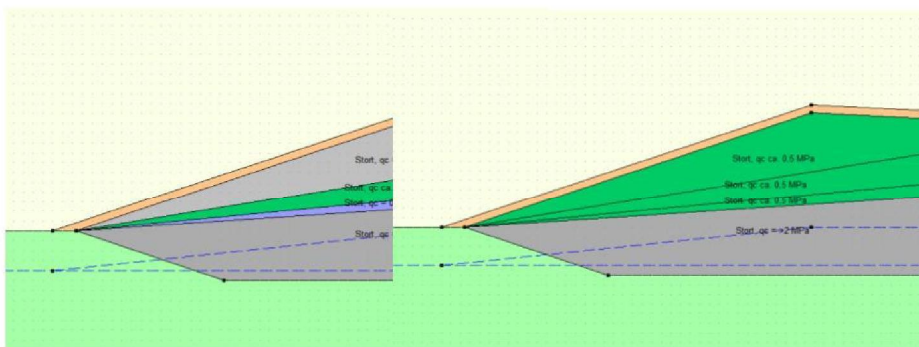
de conclusies wordt gesteld dat geen knelpunten bekend zijn over de taludstabiliteit.

Uitgaande van het door Antea Group gebruikte rekenmodel (voor het rekenprogramma D_Stability) is door Sweco de stabiliteit na het aanbrengen van de bovenafdichting berekend. Dit is gedaan voor de maatgevende (hoge) zijde voor de eindsituatie. Wel is de geschematiseerde opbouw gecheckt aan de hand van het grondonderzoek [Hoogveld 2020] en zijn in het rekenmodel de volgende aanpassingen gedaan.

- Op basis van sondering 13 is gekozen voor een andere bodemschematisatie (zie onderstaande opmerking). Bij deze sondering is namelijk direct onder de staalslakken een lagere conusweerstand gemeten (0,5 MPa) terwijl in het rekenmodel van Anteagroup direct onder de staalslakken een laag met een conusweerstand tussen 1 en 2 MPa is gemodelleerd met een hoger sterkte. In figuur 18.1 zijn beide schematisaties weergegeven.
- Het volumegewicht van het afval is aangepast naar 10 kN/m^3 op basis van de vermelde volumegewichten in de rapportage van Terradvies [2022a]. Dit heeft een (beperkte) positief effect op de stabiliteit.

Opmerkingen:

- **5.1.2e** **4.2** is in het midden van de afvalberging is gemaakt en daarmee mogelijk niet representatief is voor de situatie nabij het talud. Gezien het beperkte aantal sonderingen en de heterogeniteit van de afvalberging kan echter niet worden uitgesloten dat ook nabij het talud onder de staalslakken afval met een lage conusweerstand voorkomt.
- De hydrologische situatie is niet goed bekend. Voor de uitgevoerde berekeningen is de schematisering zoals gehanteerd door Antea Group overgenomen.



Figuur 18.1: rekenmodel. links Antea Group, rechts Sweco.

Met het aangepaste model is de veiligheid op taludinstabiliteit berekend voor de eindsituatie zoals door Antea Group is beschouwd (met afdekking met staalslakken) en voor de te maken situatie, dat wil zeggen met een bovenafdichting die geschematiseerd is als 0,8 m grond (met een volumegewicht van 15 kN/m^2 en een hoek van inwendige wrijving van $21,5^\circ$ (laag karakteristieke waarde)).

De resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 18.1: berekeningsresultaten. De FoS in de cursief gedrukte regel is overgenomen uit de rapportage van Antea Group [Antea Group 2020].

Situatie	Rekenmodel	FoS
staalslakken	Antea Group	1,08 (betreft het resultaat Antea Group)
staalslakken	Sweco	0,85
bovenafdichting	Sweco	0,9

Uit de berekeningen volgen de volgende conclusies:

- De bovenafdichting heeft een licht positief effect op de taludstabiliteit (in de eindsituatie) ten opzichte van de huidige situatie (met staalslak);
- De berekende taludstabiliteit (na aanleg bovenafdichting) is onvoldoende uitgaande van het rekenmodel "Sweco". Dit is overigens niet in tegenspraak met hetgeen is geconstateerd buiten, namelijk dat geen problemen met de taludstabiliteit bekend zijn;

2.2 Afschuiven

De opbouw van de bovenafdichting is bepaald, echter welke producten (leverancier/type) en welke afdekgrond wordt toegepast echter nog niet. Daarom is de veiligheid op afschuiven (evenwijdig aan het talud) in het vlak tussen de verschillende materialen en de materialen zelf op dit moment niet bepaald maar is de eis bepaald (uitgedrukt in de hoek van inwendige wrijving/wandwrijvingshoek) waaraan de toe te passen producten en materialen moeten voldoen. De berekening is uitgevoerd conform de methode zoals beschreven in de EBGEO [2009] met de volgende uitgangspunten:

- Taludhelling 1:3;
- Geen (verkeers)belasting op de bovenafdichting op en nabij het talud;
- Geen passieve en actieve gronddruk op de afdekgrond;
- Geen stromingsdruk (a.g.v. water);
- De folie in de bovenafdichting heeft geen treksterkte.

Uit de berekening blijkt (zie bijlage 18a) dat de hoek van inwendige wrijving van de toe te passen materialen en de wandwrijvingshoek tussen materialen onderling minimaal $22,6^\circ/18,4^\circ$ moet bedragen uitgaande van geen cohesie/adhesie. De eerstgenoemde waarde betreft de laag karakteristieke waarde, de tweede de rekenwaarde uitgaande van een partiele factor van 1,25 op de tangens van de hoek (behorende bij RC2).

De uitvoerende partij van de bovenafdichting dient deze eis aan te tonen.

3 Zetting

De te verwachten zetting na het aanbrengen van de bovenafdichting zijn berekend in rapport [Terradvies 2022a]. Uit tabel 4 van dit rapport wordt opgemaakt dat zettingen zijn te verwachten (tot 1-1-2150 = 125 jaar na aanbrengen) tussen 1,3 m en 3,7 m. Op basis van de voorspellingen zijn door Terradvies risico's ingeschat op het ontstaan van ingesloten laagtes op het

niveau van de folie-laag (waar zich water kan ophopen) en op beschadiging van de folie. Beide risico's worden door Terradvies als klein beoordeeld.

Om gevoel te krijgen voor de mate van zetting is door Sweco een analyse uitgevoerd op basis van extrapolatie van gemeten zakkingen, waarvan het resultaat in paragraaf 3.1 staat beschreven.

Daarnaast zijn bij Sweco vragen ontstaan bij bestudering van de rapportages van Terradvies, deze zijn verwoord in paragraaf 3.2.

Voor de extrapolatie van de metingen zijn de meetpunten 5, 11, 12, 13 en 18 gebruikt die redelijk verdeeld over de afvalberging zijn aangebracht. Van deze meetpunten zijn de metingen tussen 2002 en 2013 gebruikt, dit is orde grootte 1 jaar na het aanbrengen van de laatste ophoging met afvalstoffen in 2001. Uitgangspunt is dat vanaf dat moment de zettingssnelheid op een logaritmische tijdschaal lineair verloopt. Door extrapolatie van de metingen (na 2013) wordt een indruk verkregen van de mate van zetting. In deze analyse wordt:

- ervan uitgegaan dat de zettingssnelheid voor en (op termijn, zeg na 1 tot enkele jaren) na het aanbrengen van de bovenafdichting hetzelfde is. Dit gedrag hebben wij bij meerdere afvalbergingen waargenomen.
- De extra zetting als gevolg van de bovenafdichting (door Terradvies ingeschat op orde grootte 0,4 m) is niet meegenomen in deze analyse.

Uit extrapolatie van de metingen volgen bij de beschouwde meetpunten zettingen (tot 2150) tussen afgerond 2 en 3,5 m (zie bijlage 18b). Qua orde grootte komt dit overeen met de waarden die in [Terradvies 2022a] worden genoemd.

4 Conclusies/discussiepunten

Op basis van de berekeningen uitgevoerd door Sweco is de stabiliteit van het talud niet aantoonbaar voldoende. Belangrijke vraagpunten hierin is de opbouw en sterkte van het afval.

De orde grootte van berekende zettingen in Terradvies wordt onderschreven door een analyse door Sweco op basis van extrapolatie van zakbaakmetingen.

De conclusies die door Terradvies worden getrokken ten aanzien ingesloten laagtes (waar zich water kan ophopen) en kans op beschadiging van de afdichtingsconstructie, namelijk dat het risico voor beide aspecten laag is, kunnen op dit moment niet worden onderschreven door Sweco omdat:

- Op basis van Terradvies concludeert Sweco dat in 2100 horizontaal ligt en daarna feitelijk een tegenhelling krijgt;
- Het is niet duidelijk of ook andere oorzaken voor scholvorming, dan het door Terradvies benoemde opvriezen, zijn onderzocht/overwogen en uitgesloten. Indien scholvorming ook na het aanbrengen van de bovenafdichting op kan treden vormt dit een risico voor de integriteit van de afdichtingsconstructie.

5 Aanbeveling voor onderzoek

Onderzoek van de opbouw en sterkte van het afval. Hierbij wordt gedacht aan:

- aanvullende sonderingen;
- boringen met monsternamen;
- plaatsen peilbuizen;

- laboratoriumproeven.

Het wordt aanbevolen om hoogtemetingen te blijven uitvoeren (waarbij het wel de vraag is of daarmee op korte termijn veel meer inzicht wordt verkregen).

Bijlage 18a: Berekening Afschuiving

SWNL-Stabiliteit folieconstructies 1.0

Stabiliteitsberekening van de glijvlakken langs de afdichting conform EBGeo (2009)

Opdrachtnummer:	51011469		
Werkomschrijving:	Eerbeek		
Betreft:	beoordeling veiligheid op afschuiven eindafdichting.	Opsteller:	AK
		Controleur:	NvL

Invoer projecteigenschappen

Gegevens afdeklaag en talud			
Volumiek gewicht van de afdeklaag	γ	15,0	kN/m ³
Dikte van de afdeklaag	h	0,8	m
Lengte talud	L	35,0	m
Hoek die helling maakt met horizontaal	β	18,4	°
Hoek van inwendige wrijving van de afdeklaag	ϕ^*	21,5	°
Cohesie van de afdeklaag	c	0,0	kN/m ²
Factor actieve gronddruk	K_a	0,46	
Factor passieve gronddruk	K_p	2,16	
Stromingbelasting	S'	0,0	kN
Treksterkte wapening	$R_{0,t}$	0,0	kN

Veiligheidsfactoren conform NEN 9997-1 (2017)			
Risicoklasse		RC2	
Hoek van inwendige wrijving ¹	γ_ψ	1,25	
Effectieve cohesie	c_{eff}	1,45	
Blijvend ongunstige belasting	$\gamma_{G,stab}$	1,1	
Blijvend gunstige belasting	$\gamma_{G,act}$	0,9	
Veranderlijk ongunstige belasting	$\gamma_{Q,act}$	1,5	
Veranderlijk gunstige belasting	$\gamma_{Q,stab}$	0,0	

¹ Deze factor heeft betrekking op $\tan(\phi)$

Maaiveldbelasting			
bijvoorbeeld ten gevolge van zonnepanelen			
Horizontale belasting		0,0	kN/m ²
Verticale trekbelasting		0,0	kN/m ²
Verticale drukbelasting		0,0	kN/m ²

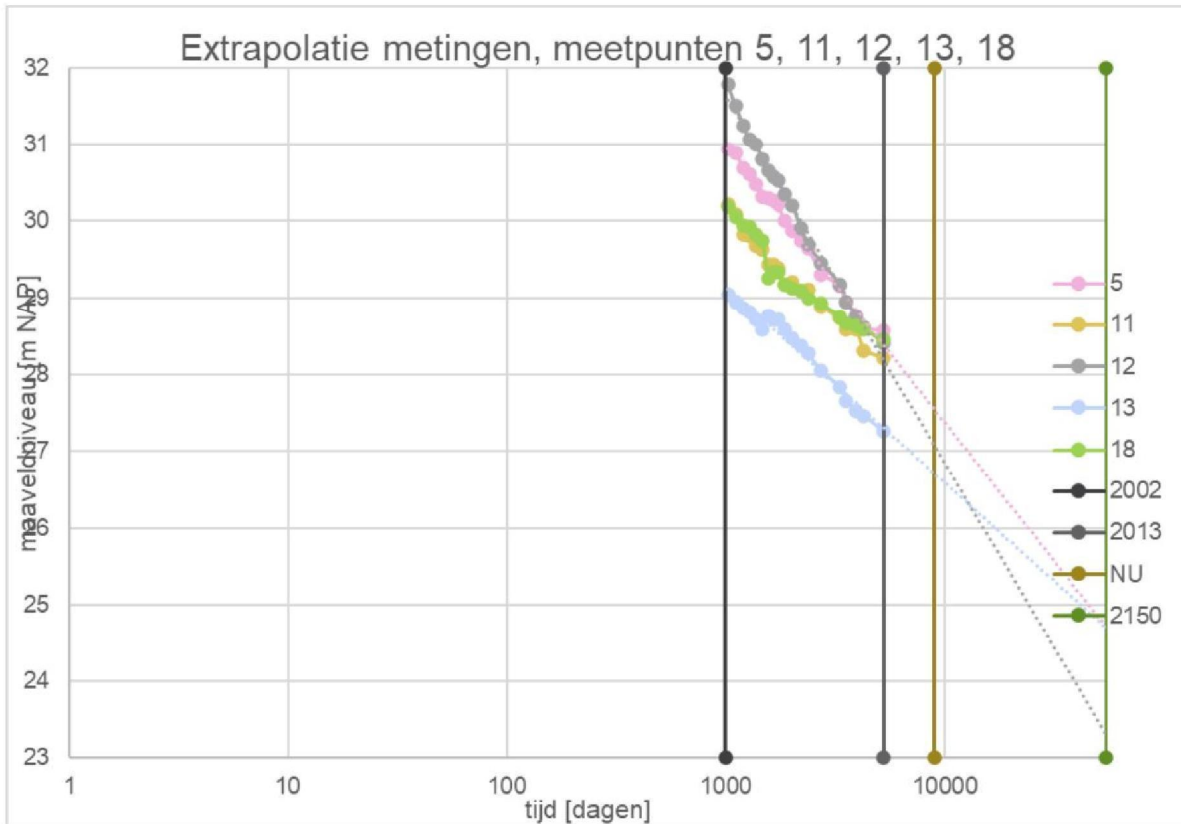
Berekening van de krachten in het talud

Actieve kracht	Passieve kracht	Eigen gewicht	Stroming	Geogrid
$E_{a,d}$ [kN]	$E_{p,d}$ [kN]	G [kN]	S_d [kN]	$S_{g,d}$ [kN]
0,00	0,0	420,0	0,0	0,0

Invoer grond- en interface eigenschappen en uitvoer veiligheidsfactor

Interface	δ [°]	c_a [kN/m ²]	Maaiveldbelasting [kN]	Aandrijvend [kN]	Adhesie [kN]	E_d [kN]	$R_{a,t} + R_{b,d}$ [kN]	FoS [-]
staalslak - Trisoplast	22,6	0	0,0	0,0	0,0	132,82	132,69	1,00
Trisoplast - HDPE-folie	22,6	0	0,0	0,0	0,0	132,82	132,69	1,00
HDPE-folie - Drainagemat	22,6	0	0,0	0,0	0,0	132,82	132,69	1,00
Drainagemat - Drainagemat	22,6	0	0,0	0,0	0,0	132,82	132,69	1,00
Drainagemat - Afdeklaag	22,6	0	0,0	0,0	0,0	132,82	132,69	1,00
Afdeklaag - Afdeklaag	22,6	0	0,0	0,0	0,0	132,82	132,69	1,00

Bijlage 18b: Extrapolatie metingen



Bijlage 19 Toekomstige meetpunten zakking (tek.nr. 51011469-T013)

Bijlage 20 Hemelwatersysteem berekeningen

1 Algemeen

In deze bijlage wordt de noodzakelijke waterbergingsberekening beschreven.

De stortplaats Doonweg (Eerbeek) wordt gefaseerd voorzien van een waterdichte bovenafdichting.

De neerslag kan dan niet meer infiltreren en zal moeten worden afgevoerd naar het oppervlaktewatersysteem of infiltreren in de bodem. Tijdens intensieve neerslagperiodes kan een tijdelijk berging nodig zijn om de neerslag op te kunnen vangen.

De neerslag dat op de stortplaats valt, kan in verschillende waterstromen worden verdeeld:

- Verdamping;
- Berging op de deklaag (terreinberging en/of interceptie);
- Afstroming via het oppervlakte bij hevige neerslag (run-off);
- Infiltratie naar de deklaag waar het afgevangen wordt door een drainagesysteem.

Het drainage stelsel onder/in de deklaag wordt aangelegd met de volgende redenen:

- Het zorgen voor voldoende ontwatering van de afdeklaag ten behoeve van de stabiliteit (met name in de teen) en de vegetatie;
- Het creëren van een tijdelijke berging met vertraagde afvoer in het ontwateringssysteem. Het drainagesysteem kan de afvoerintensiteiten die ontstaat bij (hevige) neerslag beter spreiden in tijd waardoor afvoerpieken worden afgevlakt.

In deze bijlage wordt in gegaan op de hoeveelheid neerslag die op de stortplaats valt, geborgen wordt op de stortplaats, afstroomt en infiltreert om de noodzakelijke capaciteit van de ringsloot en/of andere voorzieningen te bepalen. Getoetst wordt of de ringsloot voldoende capaciteit heeft en hoeveel aanvullende berging eventueel noodzakelijk is.

2 Ontwatering

Algemeen

Er is een globaal ontwerp gemaakt van de ontwatering van de stortplaats. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat hemelwater via run-off (afstroming over het maaiveld) of via infiltratie afgevoerd kan worden. Het geïnfiltreerde water wordt opgevangen in het drainagesysteem. Dit systeem kan het water gereguleerd afvoeren naar de buitenkant van de stortplaats. De verdamping wordt in deze berekeningen niet meegenomen omdat deze hoeveelheid verwaarloosbaar is.

Drainage

De voorkeur gaat uit naar een drainagesetel dat bestaat uit een drainagemat. De drainagemat wordt op de kunststoffolie aangelegd en vervolgens afgedekt met een afdeklaag van grond. De kunststoffolie is in principe ondoorlatend. De drainagemat heeft volgens de literatuur een doorlatendheid van circa 200 m/dag. Afhankelijk van de bovenbelasting neemt deze doorlatendheid af.

Als ontwateringscriterium geldt voor drainage een afvoer van 10 mm/dag gedurende 200 dagen. Voor een drainagemat is deze norm echter niet hanteerbaar omdat bij het criterium rekening wordt gehouden met berging als gevolg van opbolling tussen drains. Drainagematten hebben geen bergende eigenschappen maar voeren neerslag direct af.

Run-off-water

Bij korte, hevige regenval is de neerslagintensiteit groter dan de infiltratiecapaciteit van de bodem. Dit heeft tot gevolg dat neerslag oppervlakkig zal afstromen (run-off). De hoeveelheid run-off-water hangt af van de regenintensiteit, de regenduur, de infiltratiecapaciteit van de bodem, de grootte van het gebied en de aard van het grondgebruik. Dit run-off-water dient aan de teen van het talud in een afvoervoorziening te worden opgevangen.

Om te voorkomen dat er grote hoeveelheden water direct afstromen naar de teen van de stortplaats, wordt op de banketten het water afgevangen in bijvoorbeeld grindkoffers met daarin drainage. Daarmee wordt een ophoping van water in de teen voorkomen. Het neerslagwater dat naar de drainagemat infiltreert, kan ook naar deze grindkoffers worden afgevoerd.

Berging neerslag

In de directe omgeving van de stort is geen oppervlaktewater aanwezig.

De afvoervoorziening aan de teen bestaat uit een drainleiding met grindkoffer. Daarnaast is er sprake van een greppel aan alle zijden. De afvoerleidingen van de grindkoffer aan de bovenzijde van het talud (zuidoostzijde) stroomt hierin uit.

Aan de noordoostzijde is ruimte voor een infiltratievoorziening. Hier wordt zand gewonnen voor de leeflaag. In de ontgraving kan neerslag geborgen worden waaruit het water in de ondergrond kan infiltreren.

Het water vanuit de greppel en grindkoffer kan onder vrij verval naar de infiltratievoorziening stromen. Het maaiveld is in de west hoek het hoogste (circa NAP +19,6 m). Ter plaatse van de infiltratievoorziening is het maaiveld circa NAP +16,3 m.

De dimensie van de greppel wordt bepaald door de hoeveelheid oppervlakkig afstromend regenwater (run-off-water) en het drainagewater. Daarnaast is de beschikbare ruimte een belangrijke randvoorwaarde. Onderstaand zijn de gehanteerde berekeningsmethode nader toegelicht.

3 Berekeningsmethode

Hoeveelheid drainage-afvoer

Tot een bepaalde neerslagintensiteit zal het neerslag infiltreren in de afdeklaag. Als de neerslagintensiteit toeneemt zal het neerslag oppervlakkig afstromen (run-off).

De neerslag die infiltreert wordt afgevangen door de drainagemat en wordt afgevoerd via de greppel en/of aanvullende bergingsvoorzieningen (bijvoorbeeld drainagekoffers).

De benodigde capaciteit voor de afvoer van het drainagewater wordt bepaald door de neerslaghoeveelheden die binnen een bepaalde periode moeten worden verwerkt en geborgen worden in het drainagesysteem. De maximale hoeveelheid af te voeren drainagewater kan worden benaderd door de volgende formule:

$$Q_{dt} = A_s \cdot N_t \cdot \left(1 + \frac{j}{t} \cdot (\exp(-\frac{t}{j}) - 1)\right)$$

met:

Q_{dt} = maximale hoeveelheid drainagewater die binnen een tijdsduur t moet worden afgevoerd en/of gebufferd (m^3);
 A_s = oppervlakte stortplaats (m^2);
 N_t = maximale neerslaghoeveelheid binnen tijdsduur t (m);
 j = reservoircoëfficiënt van het drainagesysteem (dagen);
 t = tijdsduur (dagen).

Op basis van de afmetingen van het drainagesysteem is een reservoircoëfficiënt j berekend van circa 0,75 dagen (reservoircoëfficiënt $j = \mu \cdot C_{dr}$, waarin μ de bergingscoëfficiënt (= 0,15) en C_{dr} de drainageweerstand (5 dagen) is).

Hoeveelheid run-off

Op grond van bovenstaande uitgangspunten kan de oppervlakkig tot afstroming komende hoeveelheid regenwater (run-off) worden berekend met de volgende formule:

$$Q_{rt} = A_s \cdot (N_t - I_m \cdot t - B_m)$$

met:

Q_{rt} = maximale hoeveelheid run-off-water die per oppervlakte-eenheid binnen een tijdsduur t wordt afgevoerd (mm);
 A_s = oppervlakte stortplaats (m^2);
 t = tijdsduur (uur);
 N_t = maximale neerslaghoeveelheid binnen tijdsduur t (mm);
 I_m = infiltratiecapaciteit afdeklaag (mm/uur);
 B_m = maximale hoeveelheid interceptiewater dat door vegetatie en oneffenheden wordt vastgehouden (mm).

Deze twee waterstromen (drainage-afvoer en run-off-water) vormen samen de hoeveelheid water dat (tijdelijk) geborgen moet worden in de ringsloot (en/of andere bergingsvoorzieningen).

4 Uitgangspunten

Algemene uitgangspunten

Bij de berekening van de te bergen en af te voeren hoeveelheid is uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- De neerslaghoeveelheden zijn afgeleid van "Neerslagstatistieken en -reeksen voor het waterbeheer 2019" (STOWA, rapport 2019-19):

Tabel 20.1 Neerslaghoeveelheden (in mm) volgens STOWA

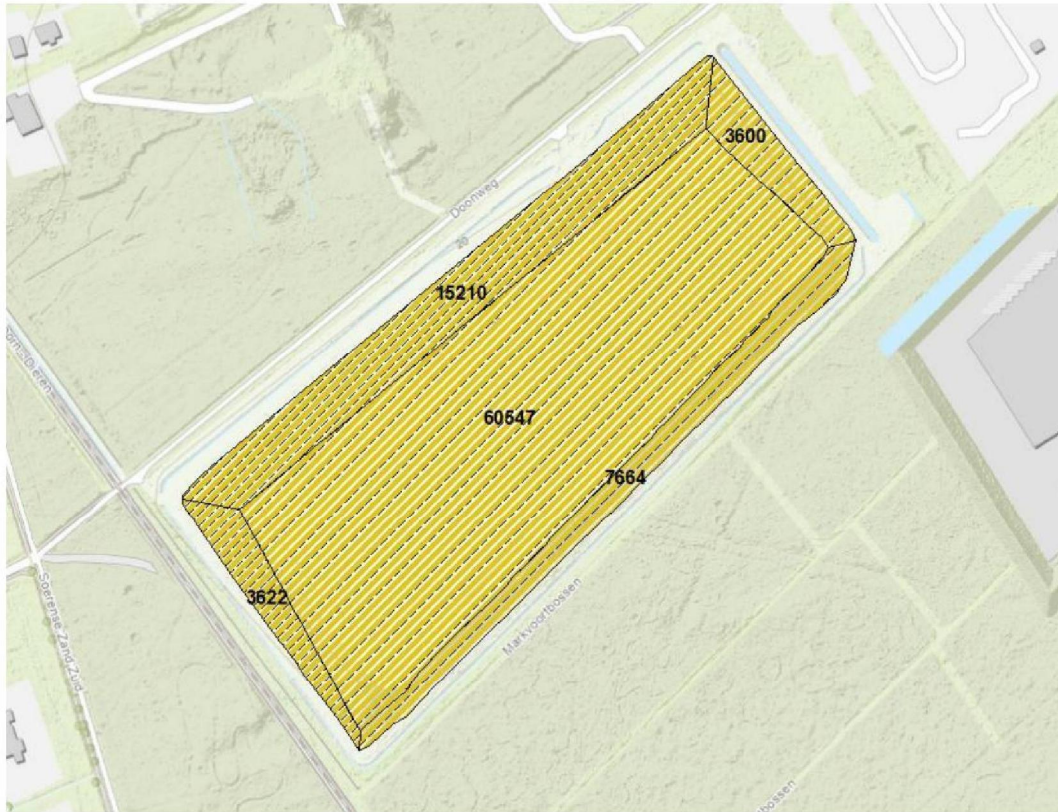
tijdsduur (dagen)	1 x per 2 jaar	1 x per 5 jaar	1 x per 10 jaar	1 x per 50 jaar	1 x per 100 jaar
10 min	12,2	15,1	17,5	24,7	28,7
30 min	16,6	21,2	25,3	38,2	45,8
1 uur	20,0	25,8	31,0	47,7	57,7
8 uur	33,4	41,7	49,1	72,5	86,2
1 dag	43,8	54,2	63,0	86,9	98,9
4 dag	68,6	81,4	91,6	116,6	128,1
8 dag	90,5	105,1	116,1	141,5	152,3

- De maatgevende regenbui bij een bepaalde herhalingstijd is die regenbui waarbij de oppervlakkig afstromende hoeveelheid regenwater maximaal is.
- Bij de bepaling van de berging wordt uitgegaan van "Terreinberging". Dit is berging door water dat op het maaiveld achterblijft in oneffenheden in het terrein, wordt opgenomen door de vegetatie of verdampt direct. Er wordt uitgegaan van 1 mm terreinberging per m²;
- De afdeklaag wordt gedraineerd. Ontwateringsnorm voor drainage bedraagt 10 mm/dag gedurende 200 dagen;
- In bijlage 23 zijn dwarsdoorsneden opgenomen van de huidige situatie en de voorgestelde situatie.
- Er is geen afvoer naar omgeving.

Specifieke uitgangspunten stortplaats Eerbeek

Naast bovenstaande algemene uitgangspunten zijn de volgende specifieke ontwerp-uitgangspunten:

- Het oppervlak afdichting bedraagt 90.643 m². In onderstaand figuur zijn de oppervlakken per talud/helling weergegeven.



Figuur 20.1: oppervlakken per deelgebied/helling

- Het omliggend maaiveld varieert in hoogte:
 - Westhoek NAP +19,6 m;
 - Zuidhoek NAP +17,5 m;
 - Oosthoek NAP +16,9 m;
 - Noordhoek NAP +17,3 m;
- Voor de afgewerkte stortplaats wordt uitgegaan van de aanwezigheid van een bodembedekking met lokale grond en een bodembedekking van gras. De grond heeft met een doorlatendheid (infiltratiecapaciteit) van 4,8 m/dag (bron: Infiltratiemeting DR01 uit *Geohydrologisch onderzoek en advies, stort Doornweg in Eerbeek* (Ortageo, 214974/R02, 02-09-2021))
- Aan de noordwestzijde van de stort bevindt zich een peilbuis waarin de grondwaterstand gedurende een langere periode is gemonitord (peilbuis B33G0231). De gemiddeld hoogste grondwaterstanden (GHG) bedraagt NAP +13,23 m. De gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) bedraagt NAP +12,31 m;
- Run-off water wordt opgevangen in grindkoffers met drains, gelegen op de overgang topvlak/talud aan de zuidoostzijde (lengte circa 450 m) en onder aan de taluds (rondom stort, lengte 1300 m):
 - Drain onder aan talud met grindkoffer: 1 m²/m;
 - Drain boven aan talud: 0,25 m²/m;
- De grindkoffer met drain boven op de stort voert het water via afvoerleidingen af naar een greppel onder aan de stort op circa 6 m vanuit de teen van het talud. De greppel (lengte circa 1350 m) heeft een afmeting van circa 1,0 m diep, talud van 1:1 m/m en een bodembreedte van 1,0 m.

Hierdoor zal de greppel overwegend infiltreren en bij hevige neerslag afvoeren naar de infiltratievoorziening.

- Het regenwater uit de grindkoffers en greppel wordt uiteindelijk verzameld in een infiltratievoorziening aan de noordoostzijde van de stort;
- Bij de infiltratievoorziening is de intree weerstand 10 dagen.

5 Benodigde waterberging

5.1 Algemeen

Voor de waterberging is gekeken naar de volgende onderdelen:

- Waterberging van neerslag in grindkoffers en greppels voor totaal oppervlak;
- Waterberging van neerslag uit taluds noordwest, noordoost en zuidwest in grindkoffers en greppels;
- Waterberging van neerslag uit bovenzijde en talud zuidoostzijde in grindkoffers en greppels.

5.2 Waterberging totaal

In onderstaande tabel is de benodigde berging weergegeven voor de gehele stort.

Tabel 20.2 Berging totaal

	Hoeveelheid (m ³)
beschikbare berging in teen van talud (1300 m)	1379
noodzakelijke berging	1004
noodzakelijke aanvullende berging	0

Uit de berekening blijkt dat er geen aanvullende berging noodzakelijk is als de stort in zijn geheel wordt beschouwd.

Echter de neerslag wordt in diverse richtingen afgevoerd waarbij het afvoerend oppervlak in zuidoostelijke richting het grootste is (bovenkant stort en zuidoost talud). Onderstaand is naar de afzonderlijke berging gekeken.

5.3 Waterberging taluds

Het totaal oppervlak van de taluds aan de noordwest, noordoost en zuidwest zijde bedraagt circa 22.432 m². De neerslag stroomt door de afdeklaag en drainage matten naar de grindkoffers onder aan de teen van het talud.

In onderstaande tabel is de benodigde aanvullende berging weergegeven.

Tabel 20.3 Berging water van taluds

	Hoeveelheid (m ³)
beschikbare berging in teen van talud (1300 m)	287
noodzakelijke berging	135
noodzakelijke aanvullende berging	0

De berging in en infiltratie vanuit de grindkoffers is voldoende om geen aanvullende berging noodzakelijk te hebben.

Ondanks dat er voldoende berging is, wordt geadviseerd om een vijftal afvoerleidingen (160 mm) aan de noordwestzijde te leggen vanuit de grindkoffers naar de nabij gelegen greppels om een overstort te creëren.

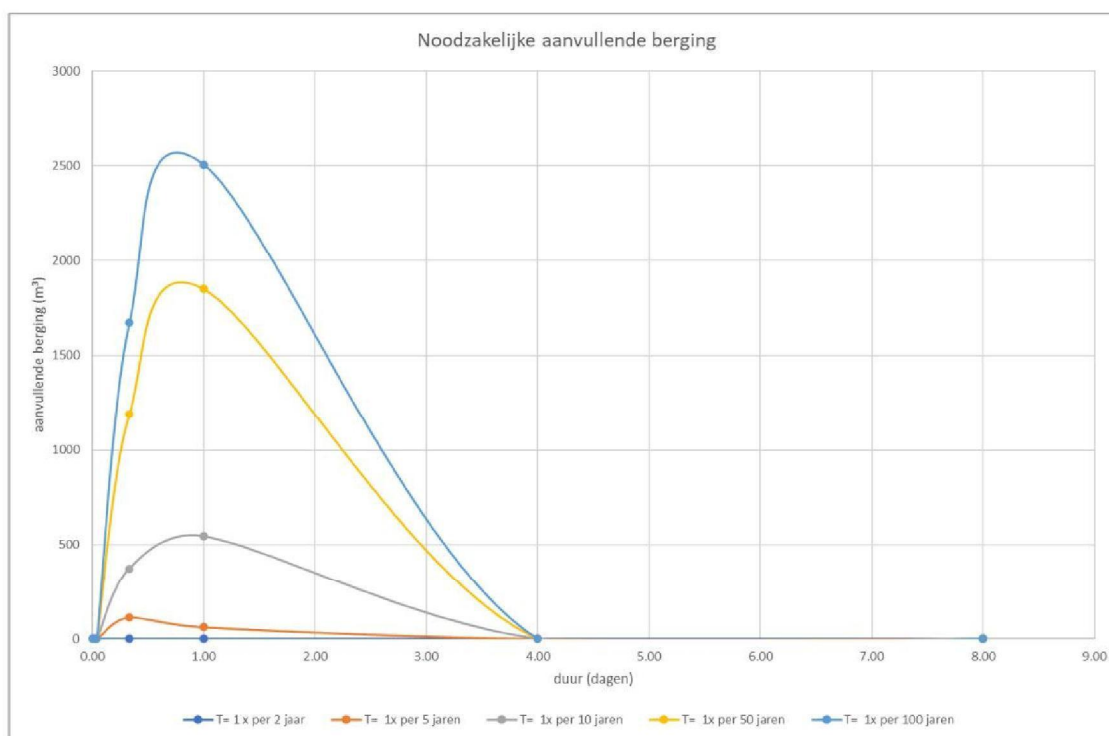
5.4 Waterberging bovenvlak en talud zuidoostzijde

De neerslag op het bovenvlak en zuidoost talud wordt afgevoerd en opgevangen in de grindkoffers (boven en onder aan talud) en greppels aan zuidoost en noordoost. Het water kan in verband met het (maaivelds)hoogte verschil niet in de noordwestelijke en zuidwestelijk greppel stromen.

Tabel 20.3 Berging water van bovenvlak en zuidoost talud

	Hoeveelheid (m ³)
beschikbare berging	570
noodzakelijke berging	3075
noodzakelijke aanvullende berging	2505

Bij een T=100 situatie is circa 2505 m³ extra berging noodzakelijk. Uit nadere analyse blijkt dat er een bergingstekort is vanaf een T=5 neerslagsituatie (zie onderstaande figuur).



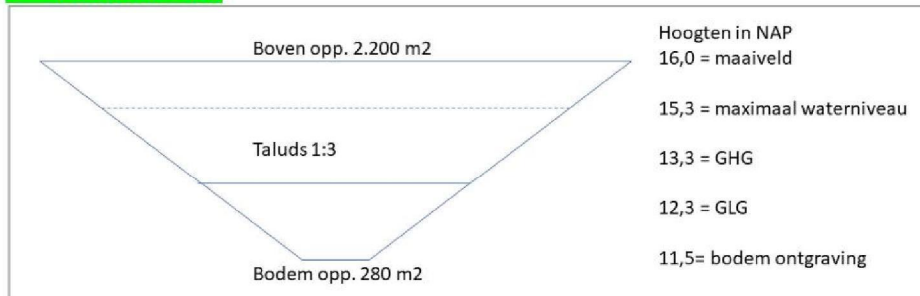
Figuur 20.2 bergingsbehoefte bij verschillende neerslagsituaties

Aan de noordoostzijde van de stort zal mogelijk zand worden gewonnen voor het afdekken van de stort. In de ontgraving/vijver kan water geborgen worden waarna het in de bodem kan infiltreren.

Met een infiltratievijver groter dan 2.505 m³ is voldoende berging in het systeem beschikbaar. Met een infiltratievijver van circa 2.200 m² (aan maaiveld) is voldoende berging beschikbaar. Dit betekent een ontgraving van circa 5.500 m³ grond.

De vijvergrootte is berekend met de volgende uitgangspunten:

- een worst case situatie met een GHG situatie in het grondwater aanwezig van (NAP +13,3 m);
- maximale waterstand van 2 m (maaiveld is NAP +16m);
- taluds van 1:3.



Figuur 20.3 Benodigde vijver (schematisch)

Bijlagen bergingsberekeningen:

- Bergingsberekening totaal
- Bergingsberekening taluds
- Bergingsberekening bovenzijde en zuidoost talud
- Bergingsberekening bovenzijde en zuidoost talud met infiltratievoorziening

Bijlage 21 Toekomstig hemelwatersysteem (tek.nr. 51011469-T014)

Bijlage 22 Toekomstig percolaatsysteem (tek.nr. 51011469-T020)

Bijlage 23 Dwarsprofielen huidig (tek.nr. 51011469-T016)

Bijlage 24 Dwarsprofielen eindsituatie (tek.nr. 51011469- T018)