



WAARDEKETENANALYSE 2025  
ONDERZOEKSVERSLAG  
VEILIG WERKEN BOVEN AVI-SLAKKEN



Naam: Pien Brandenberg

Datum: 09-06-2023

## Onderzoeksverslag

Veilig werken boven AVI-slakken

Naam: Pien Brandenberg  
Studentnummer: 2202913  
Organisatie: Avans Hogeschool  
Opleiding: Civiele techniek duaal, Tilburg  
LU-docent: Paul van den Berg

Opdrachtgever: FL B.V. onderdeel van Reyrink Groep  
Bedrijfsbegeleider: Pieter Quekel

Datum: 09-06-2024  
Versienummer: 1

## Samenvatting

In dit onderzoeksverslag is antwoord gegeven op de vraag: 'Op welke manier kan er veilig boven AVI-slakken worden gewerkt zonder dat er schadelijke stoffen terecht komen in het oppervlakte- en grondwater?'. In het verslag worden de specifiek de AVI-slakken onder de op- en afritten van de A16 nabij Zevenbergschen Hoek bekeken. Dit wordt gedaan door eerst te omschrijven wat AVI-slakken zijn. Vervolgens wordt er bekeken welke IBC-maatregelen er zijn en welke van toepassing zijn. Daarna is de wetregelgeving die geldt voor het IBC-werk van de op- en afritten van de A16. Hierna is bekeken hoe graafschade aan de AVI-slakken kan worden voorkomen. Tot slot is bekeken hoe er met de AVI-slakken kan worden omgegaan in combinatie met zettingen. Hieruit kwam uit voort dat in het algemeen de werknemers op de hoogte dienen te zijn van de locatie en de risico's van de AVI-slakken. Daarnaast dient stofvorming te worden voorkomen.

Hieronder zijn de mogelijke manieren hoe veilig kan worden gewerkt met AVI-slakken opgesomd:

- Voorbelasting aanbrengen
- Gewichtsneutraal ontwerpen
- AVI-slakken herschikken
- AVI-slakken verwijderen
- Nieuwe AVI-slakken aanvoeren

Echter dient voor de beste methode die uiteindelijk uitgevoerd gaat worden nog aanvullend onderzoek en berekeningen worden uitgevoerd om te bekijken of de oplossingen zonder problemen uitvoerbaar zijn. Daarnaast dienen de kosten, planning en risico's van de manieren meegenomen te worden in de keuze voor de beste manier om veilig boven AVI-slakken te werken.

## Inhoud

<b>SAMENVATTING .....</b>	<b>2</b>
<b>VOORWOORD.....</b>	<b>4</b>
<b>1 INLEIDING .....</b>	<b>5</b>
1.1 AANLEIDING EN CONTEXT .....	5
1.2 PROBLEEMSTELLING .....	5
1.3 DOELSTELLING .....	5
1.4 ONDERZOEKSVRAGEN.....	5
1.5 ONDERZOEKSMETHODEN .....	6
1.6 OPDRACHTGEVER .....	6
1.7 RELATIE MET SDG'S.....	6
1.8 LEESWIJZER .....	7
<b>2 ACHTERGRONDINFORMATIE.....</b>	<b>8</b>
2.1 IBC-BOUWSTOF .....	8
2.2 LOCATIE AVI-SLAKKEN.....	9
2.3 BODEMSAMENSTELLING.....	10
<b>3 AVI-SLAKKEN.....</b>	<b>11</b>
3.1 KENMERKEN AVI-SLAKKEN.....	11
3.2 KWALITEITSKLASSEN.....	11
<b>4 IBC-MAATREGELS.....</b>	<b>13</b>
4.1 VOORWAARDEN TOEPASSING IBC-BOUWSTOF .....	13
4.2 IBC-MAATREGELS A16.....	14
<b>5 WET- EN REGELGEVING AVI-SLAKKEN .....</b>	<b>15</b>
5.1 HUIDIGE WET- EN REGELGEVING .....	15
5.2 WET- EN REGELGEVING IBC-BOUWWERK A16.....	15
5.3 INSPECTIERICHTLIJN.....	16
<b>6 GRAAFSCHADE .....</b>	<b>17</b>
<b>7 AVI-SLAKKEN EN ZETTINGEN .....</b>	<b>18</b>
7.1 VOORBELASTING .....	18
7.2 GEWICHTSNEUTRAAL ONTWERP .....	19
7.3 HERSCHIKKEN AVI-SLAKKEN .....	19
7.4 VERWIJDEREN AVI-SLAKKEN.....	19
7.5 NIEUW AVI-SLAKKEN AANVOEREN.....	20
<b>8 CONCLUSIE.....</b>	<b>21</b>
<b>9 AANBEVELINGEN .....</b>	<b>23</b>
<b>VERWIJZINGEN .....</b>	<b>24</b>

## Voorwoord

Ik ben een tweedejaars duale civiele techniek student aan Avans Hogeschool in Tilburg. Mijn leerwerkbedrijf voor deze opleiding is FL BV in Haghorst. FL BV is aannemer in de grond-, weg- en waterbouw. Voor deze opleiding werk ik drie dagen bij mijn leerwerkbedrijf en volg ik twee dagen school. Voor mijn opleiding moest er een onderzoeksverslag worden geschreven dat van waarde is voor mijn bedrijf.

Over een jaar gaat mijn bedrijf starten met het reconstrueren van op- en afritten bij de A16 nabij Zevenbergschen Hoek. Onder deze op- en afritten bevinden zich AVI-slakken. Met behulp van dit onderzoeksverslag geef ik mijn bedrijf een advies over hoe er veilig kan worden gewerkt boven AVI-slakken. Dit verslag gaat dan ook specifiek in op de AVI-slakken onder de op- en afritten van de A16.

Tijdens het maken van het verslag liep ik tegen het probleem aan dat mijn vooronderzoek niet helemaal meer actueel was door de gewijzigde wet- en regelgeving. Sinds 1 januari 2024 is de omgevingswet in werking getreden. Mijn vooronderzoek heb ik geschreven voordat deze wet in is gegaan. Hierdoor heb ik de wet- en regelgeving actueel moeten maken aan de omgevingswet. Echter heeft een interview met een milieudeskundige mij goed geholpen om een duidelijk beeld te hebben van de actuele wet- en regelgeving en mogelijkheden rondom AVI-slakken.

Pien Brandenberg  
Geertruidenberg, 09-06-2024

## 1 Inleiding

### 1.1 Aanleiding en context

In de civiele techniek is veel gebruik gemaakt van AVI-slakken. Sinds 1 juli 2021 mogen AVI-slakken niet meer als IBC-bouwstof worden toegepast. Dit komt doordat deze AVI-slakken schadelijke stoffen bevatten. Om ervoor te zorgen dat mensen niet ziek worden van deze stoffen moet worden voorkomen dat deze in het grond- en oppervlaktewater terecht komen. Dit is destijds gedaan door het toepassen van Isolatie-, beheers- en controlemaatregelen, ook wel IBC-maatregelen genoemd. Aan de hand van deze maatregel zijn de AVI-slakken ingepakt om blootstelling met de omgeving te voorkomen. Vervolgens wordt deze verpakking onderhouden en in de gaten gehouden of er geen schadelijke stoffen in het grond- of oppervlaktewater terecht zijn gekomen.

Momenteel is FL B.V. bezig met de aanleg van Logistiek Park Moerdijk. Voor dit project moeten onder andere de op- en afritten van de A16 worden vervangen en aangepast. Binnen dit projectgebied bevinden zich AVI-slakken. Om deze op- en afritten aan te kunnen brengen zal er voorbelasting worden aangebracht en weer worden afgegraven op nieuwe hoogte. Gedurende deze werkzaamheden mogen er geen schadelijke stoffen in het grond- of oppervlaktewater terecht komen.

### 1.2 Probleemstelling

Gedurende de werkzaamheden van FL B.V. boven de AVI-slakken mogen er geen schadelijke stoffen vrijkomen in het grond- en oppervlaktewater. Momenteel worden de AVI-slakken beheerst met behulp van IBC-maatregelen. Deze maatregelen moeten gedurende de werkzaamheden intact blijven. Zodra de schadelijke stoffen in het grond- en oppervlaktewater terecht komen, leiden deze tot gezondheidsschade.

### 1.3 Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is om FL B.V. van een advies te voorzien waarin staat omschreven op welke manier er veilig boven AVI-slakken kan worden gewerkt zonder dat er schadelijke stoffen vrijkomen in het grond- en oppervlaktewater.

### 1.4 Onderzoeksvragen

De hoofdvraag van dit onderzoek luidt als volgt:

- Op welke manier kan er veilig boven AVI-slakken worden gewerkt zonder dat er schadelijke stoffen terecht komen in het oppervlakte- en grondwater?

Deze hoofvraag wordt beantwoord met behulp van onderstaande deelvragen:

1. Wat zijn AVI-slakken?
2. Welke IBC-maatregelen kunnen bij AVI-slakken worden toegepast?
3. Welke wet- en regelgeving is van toepassing op AVI-slakken?
4. Hoe kan graafschade worden voorkomen?
5. Hoe kan worden omgegaan met AVI-slakken in combinatie met zettingen?

## 1.5 Onderzoeksmethoden

Per deelvraag is er een onderzoeksmethode beschreven waarin staat hoe de deelvraag beantwoord gaat worden.

De eerste deelvraag wordt beantwoord met behulp van een literatuuronderzoek. Aan de hand van de verzamelde literatuur wordt er in beeld gebracht waar AVI-slakken van gemaakt zijn, waarvoor ze worden toegepast enzovoort.

Om de tweede deelvraag te beantwoorden wordt er weer een literatuuronderzoek uitgevoerd. Voor deze deelvraag zal de belangrijkste wet- en regelgeving en wat deze voor gevolgen hebben in beeld worden gebracht.

De uitvoering van de derde deelvraag wordt gedaan aan de hand van literatuuronderzoek. Er wordt bekeken wat er in de literatuur staat beschreven en welke maatregelen er in werkelijkheid zijn getroffen bij het toepassen van AVI-slakken.

De vierde deelvraag wordt ook beantwoord met behulp van literatuuronderzoek. Voor deze deelvraag wordt er kennis verzamelt uit de literatuur en wordt er in de praktijk gekeken hoe graafschade voorkomen kan worden.

Tot slot wordt de vijfde deelvraag beantwoord aan de hand van literatuuronderzoek en een interview. Hierbij zal worden gezocht naar vergelijkbare projecten en wordt een interview gevoerd met een expert over de geotechniek.

## 1.6 Opdrachtgever

Dit onderzoek wordt uitgevoerd voor FL B.V. FL B.V. gaat voor het project Logistiek Park Moerdijk AVI-slakken voorbelasten. Hierbij willen ze graag een methode hebben om zo veilig mogelijk boven deze AVI-slakken te kunnen werken. FL B.V. is een onderdeel van Reyriink Groep en een aannemersbedrijf in de grond-, weg- en waterbouw.

## 1.7 Relatie met SDG's

Er zijn in totaal 17 sustainable development goals. Deze zijn weergegeven op onderstaande afbeelding. Dit onderzoek heeft raakvlakken met SDG 3 goede gezondheid en welzijn en 6 schoon water en sanitaire voorzieningen en duurzaam omgaan met water. Het onderzoek heeft raakvlakken met deze SDG's, omdat er wordt onderzocht hoe kan worden voorkomen dat er schadelijke stoffen in het grond- en oppervlaktewater terecht komen. Deze stoffen zijn als ze vrijkomen schadelijk voor de gezondheid. Kortom het doel van het onderzoek is om vervuiling van het grond- en oppervlaktewater tegen te gaan en gezondheidsschade te voorkomen.



Figuur 1 Sustainable development goals (Rijksoverheid, sd)

## 1.8 Leeswijzer

Eerst wordt in hoofdstuk 2 de achtergrondinformatie weergegeven. Vervolgens wordt er in elk hoofdstuk een deelvraag behandeld. Vervolgens wordt er in de conclusie antwoord gegeven op de hoofdvraag. Tot slot worden er aanbevelingen gegeven op het onderzoek.

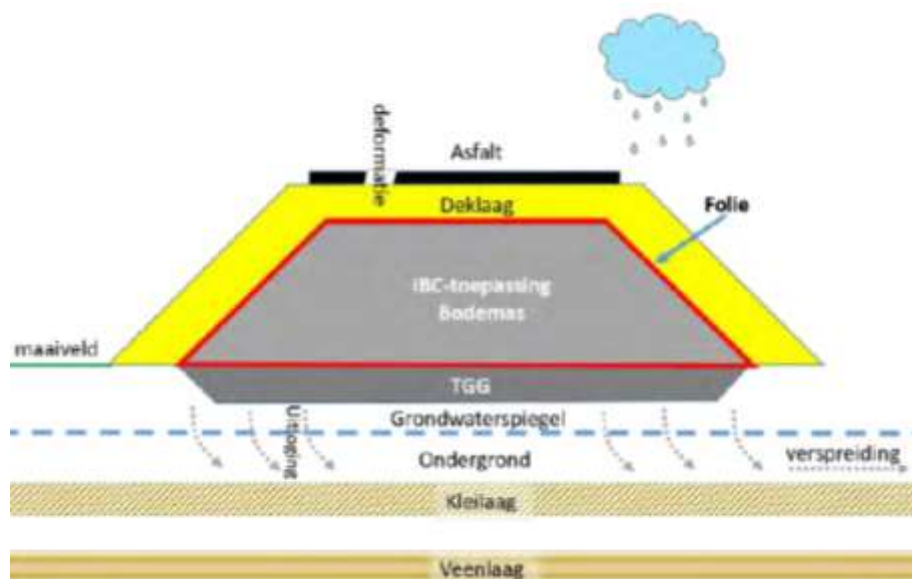
## 2 Achtergrondinformatie

AVI-slakken ook wel AVI-bodemas of AEC-bodemas genoemd is een stof die vrijkomt bij de verbranding van huishoudelijke- en bedrijfsafvalstoffen. Dit proces wordt uitgevoerd in afvalverbrandingsinstallaties of afvalenergiecentrales. Deze bodemassen bevatten gevaarlijke stoffen die kunnen leiden tot milieu- of gezondheidsschade (Inspectie Leefomgeving en Transport, sd).

### 2.1 IBC-bouwstof

Sinds 1 juli 2021 mogen AVI-slakken niet meer worden toegepast als bouwstof (Rijkswaterstaat, 2021). Echter is in Nederland naar schatting bijna 38 miljoen ton AVI-bodemassen toegepast als bouwstof. AVI-slakken werden veelal toegepast in de wegenbouw als ophoging- en funderingsmateriaal. Deze AVI-slakken mochten destijds worden toegepast als IBC-bouwstof (TAUW, 2022). Dit houdt in dat de stof alleen mag worden toegepast aan de hand van isolatie-, beheer- en controlemaatregelen. Zonder deze maatregelen zouden er gevaarlijke stoffen in het grond- en oppervlaktewater terecht komen met milieu- en gezondheidsschade als gevolg.

Op onderstaande afbeelding is weergegeven hoe deze toepassing eruitziet. De IBC-bouwstof dient minimaal 0,5 m boven het grondwater te zijn aangebracht. Verder dient de IBC-bouwstof te zijn ingepakt met een speciale folie om uitloging te voorkomen. Tot slot mogen IBC-bouwstoffen alleen in grote hoeveelheden worden toegepast vanwege de beheersbaarheid (Bodem+, sd)



Figuur 2 Toepassing AVI-slakken (Wegenforum, 2020)

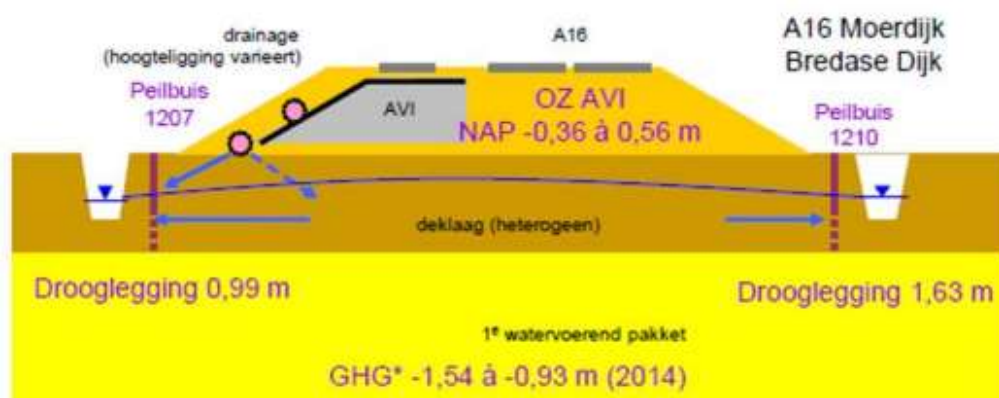
## 2.2 Locatie AVI-slakken

De AVI-slakken zijn gelegen onder de op- en afritten van de A16 ter hoogte van Zevenbergschen Hoek. Op onderstaande afbeelding is de locatie van AVI-bodemassas aangegeven met oranje markering.



Figuur 3 Locatie AVI-slakken

Op onderstaande afbeelding is een schematische dwarsdoorsnede weergegeven van hoe de AVI-slakken onder de op- en afritten zouden moeten liggen. Met de blauwe peilen is aangegeven hoe het grondwater stroomt en op welk oppervlaktewater dit water uitkomt.



Figuur B2.3: Schematische dwarsdoorsnede terp Bredase dijk, IBC werk A16 Moerdijk met grondwaterstroming voor de situatie 2014 (niet op schaal)

Figuur 4 Schematische dwarsdoorsnede AVI-slakken

### 2.3 Bodemsamenstelling

De AVI-slakken worden voorbelast bij de op- en afritten van de A16 nabij Logistiek Park Moerdijk. Uit een boring in het gebied komt naar voren dat de eerste vier meter grond bestaat uit leem en vervolgens zand, zoals te zien is op onderstaande afbeelding.

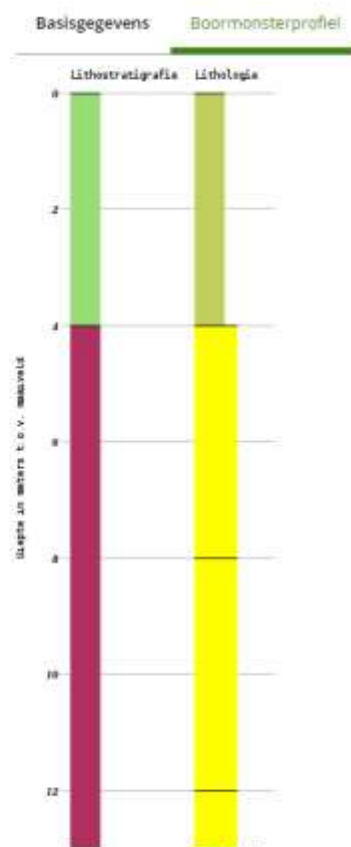
#### Geologisch booronderzoek

Identificatie B44C0142



#### Lithologie

- Leem
- Zand fijne categorie



Figuur 5 Booronderzoek A16 (DINOloket, 1968)

### 3 AVI-slakken

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de eerste deelvraag: Wat zijn AVI-slakken? Deze deelvraag wordt beantwoord aan de hand van literatuuronderzoek. Eerst wordt toegelicht waar AVI-slakken uit bestaan. Vervolgens wordt toegelicht waarvoor AVI-bodemassen geschikt is. Tot slot worden de risico's en de kwaliteitsklassen van AVI-slakken toegelicht.

#### 3.1 Kenmerken AVI-slakken

AVI-slakken is een restproduct dat ontstaat bij de verbranding van huishoudelijke en/of bedrijfsafvalstoffen. De afkorting AVI staat voor afvalverbrandingsinstallatie. AVI-slakken zijn ook wel bekend als AVI-bodemassen of AEC-bodemassen. De afkorting AEC staat voor afvalenergiecentrale. AVI-slakken bestaan voornamelijk uit de onbrandbare delen van het afval. Deze delen zijn achtergebleven op de verbrandingsroosters na het verbrandingsproces. De bodemas wordt vervolgens afgekoeld met water. Hierna wordt het restproduct gezeefd, zodat deze daarna minstens 6 weken opgeslagen kan worden op een depot. Na dit traject is zowel de technische als de milieu hygiënische kwaliteit van de bodemas verbeterd. (Bodemrichtlijn, sd)

Constructief gezien zijn AVI-slakken gelijkwaardig aan zand. De stijfheid van AVI-bodemassen daarentegen is beter dan die van zand. (Bodemrichtlijn, sd) Dit maakt AEC-slakken uitermate geschikt voor in funderingen van wegen en ophogingen. (Inspectie Leefomgeving en Transport, sd)

Echter kunnen AVI-bodemassen zeer zorgwekkende stoffen bevatten. (Bodemrichtlijn, sd) AVI-slakken uit kolengestookte energiecentrales kunnen zware metalen bevatten, zoals zink, lood en koper. Daarnaast kunnen er bij een onvolledige verbranding ook PAK's vrijkomen. PAK's zijn schadelijke stoffen die kankerverwekkend zijn. (RIVM, 2018)

#### 3.2 Kwaliteitsklassen

Bodemassen kunnen worden ingedeeld in vier verschillende kwaliteiten (Inspectie Leefomgeving en Transport, sd):

1. Niet toepasbaar;
2. IBC-bouwstof;
3. Immobilisaat;
4. Vrij toepasbaar.

De kwaliteit niet toepasbaar houdt in dat de bodemas niet voldoet aan de minimale kwaliteitseisen. Dit is vaak de ruwe bodemas die direct na verbranding vrijkomt. Bij dit kwaliteitsniveau dient de bodemas gestort te worden op een erkende stortplaats.

Vervolgens komt de categorie IBC-bouwstof. Bij dit kwaliteitsniveau is de bodemas van minimale kwaliteit. Dit houdt in dat door deze milieu- en gezondheidsrisico's AEC-bodemassen pas vanaf dat kwaliteitsniveau mogen worden toegepast. Een IBC-bouwstof mag alleen worden toegepast aan de hand van isolatie-, beheers- en controlemaatregelen, ook wel IBC-maatregelen genoemd. Door deze maatregelen wordt voorkomen dat door uitloging schadelijke stoffen terechtkomen in het grond- en oppervlaktewater. Hoofdstuk 5 gaat dieper op deze IBC-maatregelen. Sinds 1 juli 2021 is het echter volgens de wet verboden om AVI-bodemassen toe te passen als IBC-bouwstof. (Bodem+, sd) Dit is voortgekomen uit de Green Deal. Deze deal streeft ernaar om alleen nog maar vrij toepasbare bouwstoffen toe te passen. In hoofdstuk 4 wordt deze wet- en regelgeving verder toegelicht.

Hierna volgt de kwaliteit immobilisaat. De bodemas heeft nu een matige kwaliteit. Dit kwaliteitsniveau wordt bereikt door de bodemas te mengen met cement. Zodra het mengsel is uitgehard kan worden voorkomen dat er verontreinigingen van de bodemas in het milieu terecht komen.

Tot slot is er de kwaliteit vrij toepasbaar. Bij dit niveau is de kwaliteit van de bodemas door een erkend bedrijf verbeterd. De bodemas kan nu zonder IBC-maatregelen worden toegepast. Echter zijn er in Nederland maar enkele bedrijven die dit kunnen.

## 4 IBC-maatregels

Dit hoofdstuk zal antwoord geven op de tweede deelvraag. Deze deelvraag luidt als volgt: Welke IBC-maatregels kunnen bij AVI-slakken worden toegepast? Eerst is ingegaan op de voorwaarden voor het toepassen van IBC-bouwstoffen. Tot slot is bekeken hoe voor de AVI-slakken bij de A16 aan deze voorwaarden wordt voldaan. Dit is gedaan aan de hand van literatuuronderzoek.

### 4.1 Voorwaarden toepassing IBC-bouwstof

De AVI-slakken onder de op- en afritten van de A16 vallen onder de kwaliteitscategorie IBC-bouwstof. Een IBC-bouwstof is een bouwstof die vanwege de mate van emissie naar de bodem alleen met isolatie-, beheers-, en controlemaatregelen, ook wel IBC-maatregelen genoemd, mocht worden toegepast.

Bouwstoffen mogen volgens het Besluit activiteiten leefomgeving onder de volgende voorwaarden worden toegepast (Informatiepunt Leefomgeving, sd):

1. Bouwstoffen mogen alleen worden aangebracht als ze van nuttige toepassing zijn voor het in stand houden, herstellen, veranderen of uitbreiden van een werk.
2. Er mag niet meer bouwstof worden toegepast dan noodzakelijk is voor het werk.
3. Bouwstoffen moeten worden aangebracht op een manier dat de bouwstoffen weer verwijderd kunnen worden als het werk waarin ze zijn toegepast buiten gebruik is.
4. Er moet een milieuverklaring zijn van de bouwstof waarin is vastgelegd dat de bouwstof voldoet aan de kwaliteitseisen.

In het besluit bodemkwaliteit is vastgelegd dat voor IBC-bouwstoffen aanvullende voorwaarden gelden (Bodem+, sd):

1. IBC-bouwstoffen mogen nooit in oppervlaktewater worden toegepast.
2. Uiterlijk 1 maand voor de toepassing van IBC-bouwstoffen moet dit worden gemeld.
3. IBC-bouwstoffen mogen alleen worden toegepast met isolatie-, beheers- en controle- (IBC)maatregelen

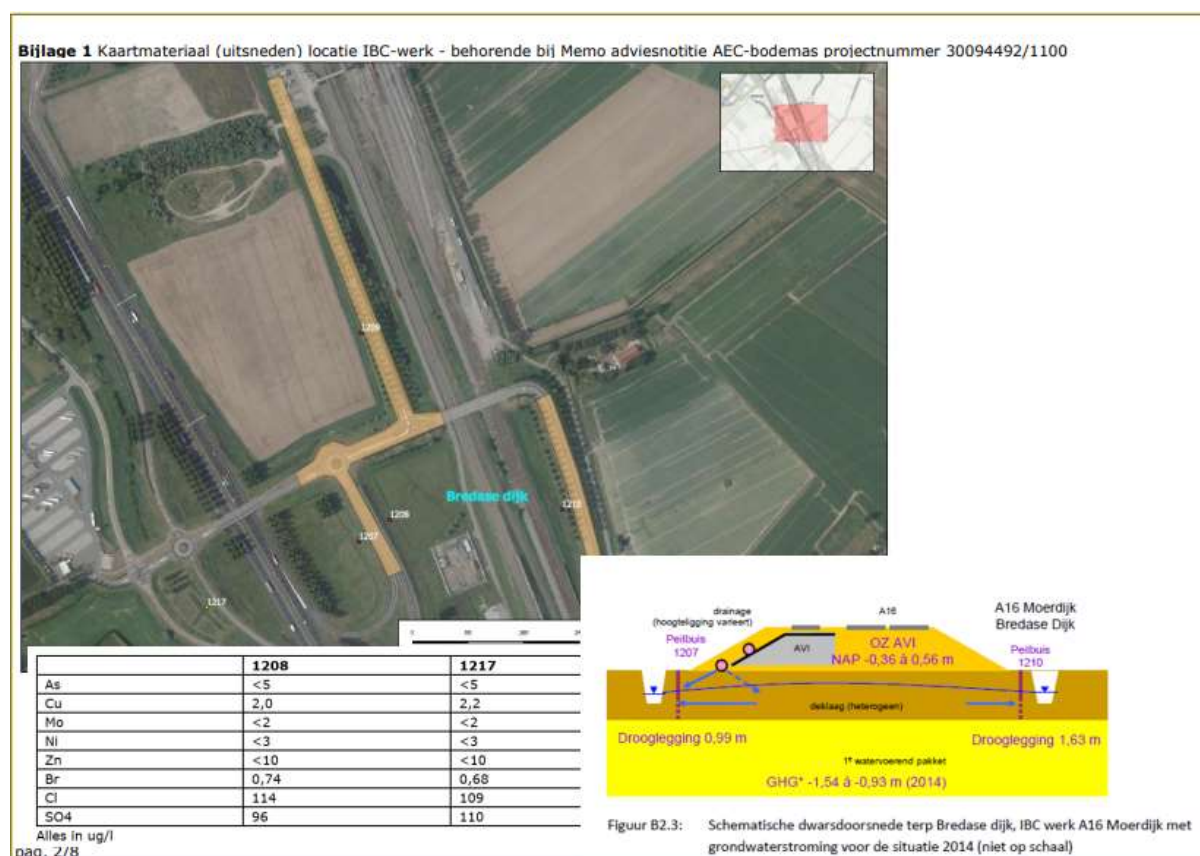
Voor de toepassing van IBC-maatregelen gelden de volgende voorwaarden (Bodem+, sd):

1. Een erkende instantie moet het ontwerp van het werk waarin de IBC-bouwstoffen zijn toegepast goedkeuren.
2. Er moet in totaal minimaal 10.000 m<sup>3</sup> in een aangesloten, herkenbaar geheel worden toegepast. Een ophoging mag echter wel worden onderbroken door bijvoorbeeld een viaduct. Dit vanwege de beheersbaarheid van de IBC-bouwstof.
3. Een isolerende voorziening moet zijn aangebracht aan de bovenzijde en zijkanten van de IBC-bouwstof.
4. De onderzijde de aangebrachte IBC-bouwstof dient minimaal 0,5 meter boven het ontwerppeil van het grondwater te liggen. Hiervoor wordt als standaard het niveau van het maaiveld aangehouden.
5. Er moet controle en onderhoud plaatsvinden om de kwaliteit van de isolatie op peil te houden.

## 4.2 IBC-maatregels A16

Voor het IBC-werk onder de op- en afritten van de A16 zijn de IBC-maatregels op de volgende manier toegepast. De inspectie en het beheer van het IBC-werk ligt bij de beheerder. In het geval van het AEC-bodemassas onder de op- en afritten van de A16 is dit Rijkswaterstaat (RWS). In het gebied zijn zoals weergegeven op onderstaande afbeelding 4 peilbuizen aanwezig. Van deze peilbuizen worden er momenteel 2 door Rijkswaterstaat gemonitord. (Arcadis, 2021)

Het AVI-bodemassas bevindt zich ongeveer vanaf het oorspronkelijke maaiveld (circa -0,36 à +0,56 m NAP) tot circa 5 m+ NAP met daarboven op een afdeklaag van circa 2 meter (minimaal 1,5 m dekking volgens het ontwerp, op basis van boorprofiel ATKB ongeveer 2 meter dekking). De AVI-bodemassas zijn op basis van het ontwerp in 2004 minimaal 50 cm boven de gemiddelde hoogste grondwaterstand (-1,54 à -0,93 m NAP) toegepast, waardoor contact met en capillaire werking van het grondwater wordt voorkomen. (Arcadis, 2021)



## 5 Wet- en regelgeving AVI-slakken

Dit hoofdstuk geeft antwoord op de derde deelvraag: Welke wet- en regelgeving is van toepassing op AVI-slakken? Eerst wordt de wet- en regelgeving die op dit moment geldt voor AVI-slakken toegelicht. Daarna wordt de wet- en regelgeving beschreven die specifiek voor het IBC-bouwwerk onder de A16 geldt. Deze deelvraag is beantwoord met behulp van literatuuronderzoek.

### 5.1 Huidige wet- en regelgeving

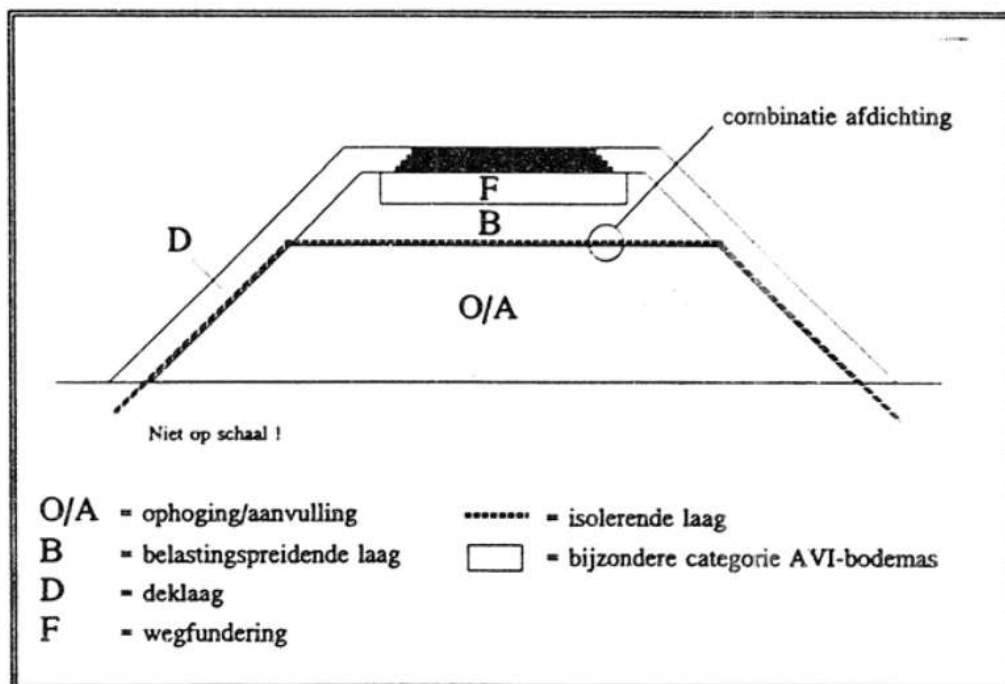
Sinds 1 januari 2021, met een overgangsperiode voor het opmaken van bestaande voorraden tot 1 juli 2021, mogen AEC-bodemas niet meer worden toegepast als IBC-bouwstof. Deze wetwijziging is vastgelegd in het Wijzigingsbesluit van het Besluit vrijstelling stortverboden buiten inrichtingen (Bvsbi). Dit besluit komt voort uit de Green Deal Verduurzaming Nuttige Toepassing AEC-bodemassen. Deze deal is een afspraak die is gemaakt tussen de Rijksoverheid en aantal afvalenergiecentrales. Het doel van de Green Deal is om de uitloging van de verontreinigde stoffen, die zich in bodemas bevinden, zoveel mogelijk te beperken. Om het milieu te ontlasten is het niet meer toegestaan om AVI-bodemas toe te passen als IBC-bouwstof. Het streven van de Green Deal is om alleen nog vrij toepasbare bouwstoffen te gebruiken.

In januari 2024 is de Omgevingswet in gebruik genomen. In deze wet is vastgelegd dat het gebruik van IBC-bouwstoffen niet is toegestaan. Voor de IBC-bouwstoffen die zijn toegepast voor de inwerkingtreding van de Omgevingswet is overgangsrecht van toepassing. Dit houdt in dat de oude regelgeving van het jaartal waarin het IBC-bouwwerk aangebracht is van toepassing is. (Informatiepunt Leefomgeving, sd)

### 5.2 Wet- en regelgeving IBC-bouwwerk A16

De AVI-slakken nabij de A16 zijn aangebracht in 2004. In dit geval houdt dit dus in dat het is Bouwstoffenbesluit bodem- en oppervlaktenwaterbescherming (1 januari 1998 tot 1 juli 2008) van toepassing is. (Informatiepunt Leefomgeving, sd)

In de Uitvoeringsregeling Bouwstoffenbesluit staan de isolerende constructies beschreven die noodzakelijk waren om in die periode AVI-slakken toe te mogen passen. Hieronder vallen de IBC-voorzieningen en maatregelen. In het bouwstoffen besluit is beschreven dat de bouwstof aan de hand van de constructie op onderstaande afbeelding geïsoleerd dient te worden. Verder is ook vastgelegd dat deze constructie door middel van onderhoud moet worden beheerst en tot slot aan de hand van inspectie moet worden gecontroleerd. Als de bodemas onder de bijzondere categorie valt, wat bij de meest AEC-bodemas het geval was, diende er een dubbele afdichting te worden toegepast. Deze dubbele afdichting moest bestaan uit een folie en een minerale afdichting van bijvoorbeeld bentonietmatten. (Arcadis, 2021)



Figuur 7 Opbouw isolerende constructie Bouwstoffenbesluit (1998-2008)

Indien er AVI-slakken uit het IBC-bouwwerk vrijkomen geldt dat de AVI-slakken zodanig bewerkt moeten worden dat ze na bewerken voldoen aan de emissie-eisen voor bouwstoffen. Dit houdt in dat als de AVI-slakken tijdens het werk vrijkomen dat deze moeten voldoen aan de Omgevingswet. Als dit niet mogelijk is moeten de AVI-slakken, na een verleende ontheffing van het stortverbod, worden gestort. Echter indien de AVI-slakken tijdelijk uit het IBC-werk worden verwijderd blijft het overgangsrecht van de omgevingswet van toepassing. (Arcadis, 2021)

### 5.3 Inspectierichtlijn

Sinds 1 januari 2015 dienen alle IBC-werken aantoonbaar te voldoen aan de eisen van het inspectieprotocol AS 6900. Deze inspectierichtlijn geeft invulling aan de borging van de kwaliteit gedurende de aanleg van het werk en de controle nadat het werk in gebruik is genomen. Protocol 6901 voor de realisatie van IBC-werken is niet meer van toepassing. Door de ingang van de omgevingswet op 1 januari 2024 is het niet meer toegestaan om nieuwe IBC-werken aan te brengen. De controle op IBC-werken is vastgelegd in protocol 6902. Dit protocol is van toepassing op alle aangelegde IBC-werken. (SIKB, sd)

## 6 Graafschade

In dit hoofdstuk wordt de vierde deelvraag: Hoe kan graafschade worden voorkomen? Beantwoord. Dit wordt gedaan met behulp van literatuuronderzoek. Eerst wordt benoemd welke richtlijn aansluit bij het voorkomen van graafschade aan AVI-slakken. Daarna wordt toegelicht wat deze richtlijn in combinatie met AVI-slakken inhoudt.

Gedurende de werkzaamheden rondom de AVI-slakken dienen de AVI-slakken niet geraakt te worden. Dit geldt ook voor het materiaal waarmee de slakken zijn ingepakt. Dit is nodig om uitloging te voorkomen. Kortom het is van belang dat graafschade aan het IBC-bouwwerk wordt voorkomen. De overheid heeft geen richtlijnen om graafschade aan een IBC-werk te voorkomen. Echter heeft de overheid wel een richtlijn om graafschade aan kabels en leidingen te voorkomen. De richtlijn die hiervoor gebuikt wordt is de CROW 500, deze richtlijn heeft een aantal overeenkomsten met graafwerkzaamheden rondom AVI-slakken. Hieronder staan de richtlijnen van de CROW 500 die kunnen worden toegepast om graafschade aan AVI-slakken te voorkomen. (CROW, 2016)

Het is van belang dat voorafgaand aan de graafwerkzaamheden de locatie van het IBC-werk bekend is. Dit kan informatie zijn van Rijkswaterstaat van bijvoorbeeld een oude inmeting na aanbrenge van het werk. Het is hierbij van belang om over de x-, y- en z-coördinaten van het werk te beschikken. Op deze plek dient dan ook niet gegraven te worden. Echter kan het voorkomen dat de exacte locatie afwijkt van de gekregen gegevens. Dit kan voorkomen door bijvoorbeeld een foutieve meting of een verzakking van het werk. Hierdoor is het van belang om voorafgaand aan de graafwerkzaamheden de ontvangen gegevens te controleren. Dit kan bijvoorbeeld door met behulp van een proefsleuf de exacte locatie van het IBC-werk op te zoeken. (goconnectit, sd)

Verder is het ook van belang dat de werknemer die de graafwerkzaamheden rondom de AVI-slakken gaat uitvoeren zich bewust is van de risico's en schade die kunnen worden veroorzaakt. Dit kan worden gedaan door de graafmachinist voorafgaand aan de werkzaamheden een duidelijke werkinstructie te geven. Daarnaast is het ook van belang dat de graafmachinist wordt voorzien van de exacte locaties van het IBC-werk. Dit zou kunnen met behulp van een papieren tekening, maar ook door de gegevens te verwerken in een machine model. Hierdoor kan de machinist in het afgraafmodel zien waar het bouwwerk zich bevindt en waar dus niet gegraven mag worden of waar de machinist alert moet zijn. (goconnectit, sd)

Bij werkzaamheden aan de AVI-slakken dient stofvorming te worden voorkomen. Dit kan worden gedaan door de AVI-slakken te bevochten. Dit mag ook weer niet te veel gebeuren, want dan ontstaat er uitloging. Daarnaast kan er met overdruk en P3-filters in de graafmachines worden gewerkt. Dit is echter niet noodzakelijk, maar kan als extra veiligheidsmaatregel voor het personeel worden toegepast. (Maurice, 2024)

## 7 AVI-slakken en zettingen

In dit hoofdstuk wordt de vijfde en laatste deelvraag beantwoordt. Deze deelvraag luidt als volgt: Hoe kan worden omgegaan met AVI-slakken in combinatie met zettingen? Deze deelvraag is beantwoord met behulp van literatuuronderzoek en een interview. Er is een interview afgenomen met een geotechnicus. Dit interview gaat over zetting en het aanbrengen van voorbelasting. Daarnaast is er ook een interview gevoerd met een milieudeskundige. Dit interview ging over de het IBC-werk als geheel en de AVI-slakken zelf.

Doordat de weg boven de AVI-slakken wordt verbreed zal er naast de huidige weg in de toekomst een toename van de grondspanning optreden. Deze toename ontstaat door het gewicht van de wegconstructie. De belasting door verkeer hoeft niet in de berekening meegenomen te worden, omdat dit een tijdelijke belasting is. Alleen permanente en langdurige belastingen zorgen voor zetting. Dit extra gewicht zal er zonder maatregelen voor zorgen dat uiteindelijke situatie zal gaan verzakken. De grondsamenstelling van het gebied bestaat voornamelijk uit klei en veen. Deze grondsoorten zijn zeer zettingsgevoelig. Deze maatregelen moeten voorkomen dat de toekomstige weg gaat zakken, maar ook dat de AVI-slakken 0,5m boven de hoogste grondwaterstand blijven en er geen uitloging optreedt.

### 7.1 Voorbelasting

De eerste oplossing is om de restzetting in de toekomst te beperken met behulp van voorbelasting. Zetting is het samendrukken van grond, ook wel inklinken genoemd. Er zijn grofweg twee soorten zetting. Er kan zetting ontstaan door een daling van de grondwaterstand en er kan zetting ontstaan door extra spanning op de grond, zoals voorbelasting. In het geval van de AVI-slakken zal er rondom het IBC-bouwwerk voorbelasting worden aangebracht. Dit zal op de locaties zijn waar in de huidige situatie geen weg ligt, maar in de toekomst wel, voorbelasting aangebracht. Door deze voorbelasting zal de zetting versneld optreden en zal de toekomstige weg niet verzakken. (Es, 2024)

Door het aanbrengen van voorbelasting ontstaat er een extra spanning. Deze extra spanning gaat eerst naar een verhoogde waterspanning. Doordat het water uit de grond loopt daalt de waterspanning. Door deze daling stijgt de korrelspanning. Een stijging in de korrelspanning houdt in dat de grond compacter wordt. Echter duurt het vaak lang voordat het water uit de grond kan. Het zettingsproces kan versneld worden door meer voorbelasting aan te brengen. De hoogte van de voorbelasting is vaak afhankelijk van de planning en de kosten. Extra ophogingsmateriaal levert ook meer kosten op. Hierdoor wordt vaak de beste tussenweg gezocht om tot een hoogte van de voorbelasting te komen. Het zettingsproces met behulp van voorbelasting kan ook versneld worden door het aanbrengen van verticale drainage. Echter moet verticale drainage altijd 1,5 meter boven de zandlaag worden geplaatst. (Es, 2024)

Echter heeft het aanbrengen van meer voorbelasting een grotere invloedssfeer. De invloedssfeer is van veel verschillende factoren afhankelijk, zoals de geschiedenis van gebied. Echter moeten de AVI-slakken ten alle tijden 50cm boven de hoogste grondwaterstand blijven. De slakken mogen niet onder deze grens zakken. Om in het geval van de op- en afritten bij de A16 de invloedssfeer zoveel mogelijk te beperken dient de voorbelasting zo lang mogelijk te blijven liggen en dus ook zo laag mogelijk aangebracht te worden. Daarnaast kan de invloedssfeer ook worden beperkt door het talud steiler te maken. Dit kan veilig worden gedaan door een talud te maken van opgestapelde bigbags gevuld met ophogingsmateriaal. (Es, 2024)

Kortom de voorbelasting dient zo laag mogelijk te worden aangebracht. Hierdoor moet de voorbelasting wel langer blijven zitten. Dit proces kan versneld worden met behulp van verticale drainage. De invloedssfeer van de voorbelasting kan worden beperkt door een steiler talud aan te brengen met behulp van bigbags. Een voorwaarde voor deze methode is dat de slakken minimaal 50cm boven de hoogste grondwaterstand moeten blijven. Als de folie scheurt dient deze na het verwijderen van de voorbelasting te worden hersteld.

## 7.2 Gewichtsneutraal ontwerp

Een andere methode om zettingen in het gebied te beperken is het maken van een gewichtsneutraal ontwerp. De wegconstructie zelf kan vaak niet lichter worden gemaakt dan dat deze al is. Echter zou er wel gekozen kunnen worden voor een zo licht mogelijk ophogingsmateriaal. Hierdoor wordt de toekomstige grondspanning lager, waardoor er minder zetting zal optreden. Hierdoor hoeft er minder voorbelasting aangebracht te worden voordat de weg kan worden aangebracht. Echter is een lichter ophogingsmateriaal een redelijk dure oplossing. Mogelijke materialen die kunnen worden toegepast zijn EPS-blokken en ECO-filler. (Es, 2024)

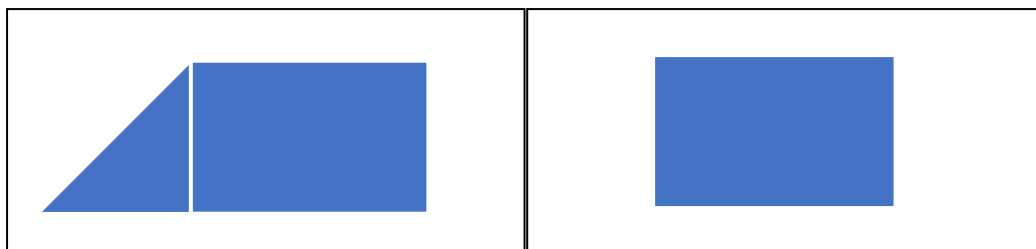
## 7.3 Herschikken AVI-slakken

De AVI-slakken kunnen ook worden herschikt. Hiervoor wordt eerst de folie van het IBC-werk geopend. Vervolgens worden de slakken aan de bovenkant van het werk verwijderd. Hierna worden deze slakken aan de talud zijde weer teruggeplaatst, zodat de slakken zich ook onder de nieuwe weg bevinden. Tot slot wordt de folie samen met de bentonietmatten hersteld en afgedicht.

Voor deze methode is het echter nog onduidelijk in welke mate de slakken aan elkaar vastzitten. Als de slakken te veel aan elkaar vast zitten dienen de slakken te worden gebroken. Deze werkzaamheid wordt gezien als een bewerking, waardoor de AVI-slakken gekeurd moeten worden. Daarnaast moet er ook getest worden hoeveel gebluste kalk er nog aanwezig is in de slakken. Als er zich nog te veel gebluste kalk bevindt in de AVI-slakken kunnen de AVI-slakken op elkaar reageren, waardoor er scheuren ontstaan in het asfalt. Tot slot brengt deze oplossing nog een risico met zich mee. De verplaatste slakken kunnen na aanbrengen een andere sterkte hebben dan de al aanwezige slakken. Dit komt doordat de niet verplaatste slakken al langere tijd belasting ondervinden, waardoor er zo goed als geen zetting op zal treden. Voor de nieuwe slakken kan dit wel nog het geval zijn. Met name als de slakken nog gebroken dienen te worden. Hierdoor zou de weg alsnog op een later moment kunnen verzakken, waardoor deze uiteindelijk alsnog hersteld moet worden. (Maurice, 2024)

## 7.4 Verwijderen AVI-slakken

Bij deze oplossing zal een gedeelte van de AVI-slakken worden verwijderd en afgevoerd. In onderstaande afbeelding is schematisch weergegeven hoe de AVI-slakken zijn opgebouwd onder de bestaande weg. Bij deze methode zal het talud met AVI-slakken, de driehoek in de afbeelding, volledig worden verwijderd. Deze vrijgekomen AVI-slakken worden vervolgens afgevoerd. Daarna kunnen de AVI-slakken worden opgewerkt, zodat de AVI-slakken toepasbaar worden als immobilisaat. De slakken moeten hierna weer worden ingepakt. Dit kan met behulp van folie en bentonietmatten, zoals de AVI-slakken nu ook zijn ingepakt, maar ook met een kunststoffen damwand langs het IBC-werk. Echter is het beter om te kiezen voor folie in combinatie met bentonietmatten. Door het verdwijnen van dit talud kan de grond naast de weg zonder problemen worden voorbelast. Dit omdat de grond onder de AVI-slakken al voorbelast is geweest en niet veel meer zal zetten. Hierdoor is de invloedssfeer van de voorbelasting niet meer van belang. (Maurice, 2024)



*Figuur 8 Schematische opbouw AVI-slabben*

*Figuur 9 Nieuwe situatie AVI-slabben*

## 7.5 Nieuw AVI-slabben aanvoeren

De laatste optie is het aanvoeren van nieuwe AVI-slabben. Bij deze maatregel zijn er twee mogelijkheden. Momenteel liggen de slabben alleen onder de bestaande weg. De eerste oplossing is om met de nieuwe AVI-slabben het IBC-werk uit te breiden. Dit wordt gedaan door de folie aan de taludzijde te openen. Vervolgens worden de nieuwe AVI-slabben tegen de oude slabben aangelegd. Dit wordt in zoverre gedaan dat er onder de gehele nieuwe weg weer AVI-slabben liggen. Hierna dient het geheel van AVI-slabben weer te worden ingepakt met folie en bentonietmatten. De tweede en laatste oplossing is om de nieuwe slabben tegen de bestaande AVI-slabben aan te brengen als immobilisaat.

Echter moet bij de eerste oplossingen weer worden getest of de AVI-slabben niet te veel ongebluste kalk bevatten om reacties te voorkomen. Daarnaast is er ook weer het risico dat de nieuw aangebrachte slabben een grotere restzetting hebben dan het bestaande pakket met slabben. Hierdoor kan het nog steeds zo zijn dat de nieuwe weg in de toekomst alsnog gaat verzakken. (Maurice, 2024)

## 8 Conclusie

Om de hoofdvraag: 'Op welke manier kan er veilig boven AVI-slakken worden gewerkt zonder dat er schadelijke stoffen terecht komen in het oppervlakte- en grondwater?' te kunnen beantwoorden is er in de voorgaande hoofdstukken antwoord gegeven op de volgende deelvragen:

1. Wat zijn AVI-slakken?
2. Welke IBC-maatregelen kunnen bij AVI-slakken worden toegepast?
3. Welke wet- en regelgeving is van toepassing op AVI-slakken?
4. Hoe kan graafschade worden voorkomen?
5. Hoe kan worden omgegaan met AVI-slakken in combinatie met zettingen?

De eerste deelvraag is beantwoord in het derde hoofdstuk. Hierin kwam naar voren dat AVI-slakken, ook wel AVI-bodemass of AEC-bodemass genoemd, een restproduct is dat overblijft bij de verbranding van huishoudelijke- en bedrijfsafvalproducten. Dit restproduct is zeer geschikt als ophogingsmateriaal. Echter kunnen er in dit restproduct zich nog zeer zorgwekkende stoffen bevinden, zoals zware metalen en PAK's. De AVI-slakken kunnen worden opgewerkt in de volgende kwaliteitsklassen: niet toepasbaar, IBC-bouwstof, immobilisaat en vrij toepasbaar. De AVI-slakken bij de A16 zijn toegepast als IBC-bouwstof.

Vervolgens is de tweede deelvraag beantwoord. Deze deelvraag is uitgewerkt in hoofdstuk 4. Uit dit hoofdstuk kwam voort dat er meerder IBC-maatregelen moeten worden getroffen om een IBC-bouwstof te mogen toepassen. Voor FL bv zijn de belangrijkste maatregelen dat de AVI-slakken minimaal 0,5 meter boven de hoogste grondwaterstand moeten blijven en dat de AVI-slakken ten alle tijden ingepakt moeten blijven met folie om uitloging te voorkomen. Tot slot is Rijkswaterstaat de beheerder van het IBC-werk en dienen zij het werk te monitoren.

In het vijfde hoofdstuk is de derde deelvraag beantwoord. Hieruit volgde dat sinds 1 januari 2021 AVI-slakken niet meer mogen worden toegepast als IBC-bouwstof. Dit door om de gestelde doelen te halen van de green deal. Sinds de invoering van de omgevingswet 1 januari 2024 mogen IBC-bouwstoffen helemaal niet meer worden toegepast. Voor de bestaande werken geldt het overgangsrecht. De AVI-slakken nabij de A16 zijn aangebracht in 2004. In dit geval houdt dit dus in dat het is Bouwstoffenbesluit bodem- en oppervlaktenwaterbescherming (1 januari 1998 tot 1 juli 2008) van toepassing is. Deze regelgeving houdt in dat het IBC-werk afgedicht dient te worden met een folie en een minerale afdichting van bijvoorbeeld bentonietmatten. Als de AVI-slakken tijdelijk worden verwijderd blijft het overgangsrecht van toepassing. Zodra de slakken worden afgevoerd dienen een verlening voor de ontheffing van het stortverbod te zijn gegeven. Sinds 1 januari 2015 dienen alle IBC-werken aantoonbaar te voldoen aan de eisen van het inspectieprotocol AS 6900. De controle op het IBC-werk is vastgelegd in protocol 6902.

De vierde deelvraag wordt beantwoord in hoofdstuk zes. Uit dit hoofdstuk volgde dat de richtlijn CROW 500 om graafschade aan kabels en leidingen te voorkomen ook grotendeels kan worden toegepast om graafschade aan AVI-slakken te voorkomen. Zo is het van belang om de exacte locatie en hoogte van het IBC-werk in beeld te hebben. Deze gegevens dienen gedeeld te worden met de werknemers, zodat de ligging bekend is. Daarnaast dient er bij de werknemers ook bewustwording te worden gecreëerd van de gevolgen van graafschade aan het IBC-werk. Daarnaast kan de veiligheid van de werknemers worden gewaarborgd door stofvorming te voorkomen en als extra maatregel kan er met behulp van P3 filters met overdruk in de cabine worden gewerkt.

De laatste en vijfde deelvraag is beantwoord in hoofdstuk zeven. Uit de beantwoording van deze deelvraag volgde dat er op meerdere manieren om kan worden gegaan met AVI-slakken in combinatie met zetting. De volgende methoden kunnen worden toegepast:

- Er kan voorbelasting worden aangebracht naast de bestaande weg. Echter is de voorwaarde dat de AVI-slakken minimaal 0,5 meter boven de grondwaterstand moeten blijven.
- Het ontwerp kan zoveel mogelijk gewichtsneutraal worden ontworpen, waardoor er minder zetting ontstaat.
- De AVI-slakken kunnen worden herschikt. Hierbij dient wel getest te worden of er niet te veel gebluste kalk meer aanwezig is om reacties en daardoor scheurvorming in de nieuwe weg te voorkomen.
- Een gedeelte van de slakken kan verwijderd worden. Waarna de slakken kunnen worden opgewerkt en weer als bouwstof kunnen worden toegepast.
- Er kunnen nieuwe AVI-slakken worden aangevoerd. Deze slakken worden vervolgens onder de nieuwe weg aangebracht en dienen aan te sluiten op het bestaande werk. Hierbij dient wel weer getest te worden of er niet te veel gebluste kalk in de AVI-slakken aanwezig is.

Kortom het antwoord op de hoofdvraag: 'Op welke manier kan er veilig boven AVI-slakken worden gewerkt zonder dat er schadelijke stoffen terecht komen in het oppervlakte- en grondwater?' luidt als volgt. Er kan op verschillende manieren veilig boven AVI-slakken worden gewerkt. Het is bij deze werkzaamheden van belang dat de locatie en risico's van de AVI-slakken bij de werknemers bekend zijn. Daarnaast is het ook van belang om stofvorming te voorkomen. Tot slot is het van belang om de huidige wet- en regelgeving te volgen en uitloging van de AVI-slakken ten alle tijden te proberen te voorkomen. Hierbij is het van belang om contact te houden met de beheerder, Rijkswaterstaat en de omgevingsdienst.

## 9 Aanbevelingen

Uit het onderzoek is het volgende advies voortgekomen. De werknemers dienen te worden ingelicht over de locatie en de risico's van de AVI-slakken om graafschade te voorkomen. Dit kan worden gedaan met behulp van tekeningen op papier of digitale modellen in de graafmachines. Daarnaast dient stofvorming te worden voorkomen door indien nodig de AVI-slakken vochtig te houden. Verder zou er als extra maatregel met P3-filters met overdruk in graafmachines kunnen worden gewerkt. Tot slot dienen de werknemers van alle benodigde informatie te worden voorzien met behulp van een bijvoorbeeld een werkinstructie. Gedurende het werk dient contact te worden gehouden met de omgevingsdienst en de beheerder van het werk. In dit geval is dit Rijkswaterstaat.

Verder dient er nog te worden besloten welke methode het beste is om veilig rondom AVI-slakken te kunnen werken. Hierbij dient eerst te worden bekeken welke oplossingen er aan de voorwaarde voldoen. Zo dient getest te worden hoeveel ongebluste kalk er nog in de AVI-slakken aanwezig is. Daarnaast dient ook berekend te worden of er naast de AVI-slakken voorbelasting kan worden aangebracht zonder dat de AVI-slakken dichter dan 0,5 meter bij de grondwaterstand komen.

Aan de hand van deze aanvullende onderzoeken kan worden bekeken welke oplossingen er wel of niet aan de voorwaarden voldoen. Als een oplossing niet aan de voorwaarden voldoet is deze oplossing praktisch gezien niet uitvoerbaar. Vervolgens kan voor de overgebleven manieren worden bekeken wat de beste oplossing is. Hierbij dient te worden gekeken naar de kosten, de planning en de risico's. Zo dienen de kosten van de oplossingen in beeld te worden gebracht. Er moet worden bekeken of de planning van de methode haalbaar is. Verder dienen de risico's en gevolgen van de oplossingen dienen overzichtelijk gemaakt te worden. Tot slot worden deze factoren tegen elkaar afgewogen en kan samen met de opdrachtgever worden besloten welke methode wordt uitgevoerd. Het zou ook mogelijk kunnen zijn dat de beste manier een combinatie van de methodes is.

## Verwijzingen

- Arcadis. (2021). *Adviesnotitie AEC-bodemas infrastructuur RWS in relatie tot ontwikkeling*. Arcadis.
- Bodem+*. (sd). Opgehaald van bodemplus.nl: <https://www.bodemplus.nl/onderwerpen/wet-regelgeving/bbk/vragen/bouwstoffen-ibc/faq/ibc-maatregelen/>
- Bodemrichtlijn*. (sd). Opgehaald van bodemrichtlijn.nl: <https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/bodemassen-en-slakken>
- Bodemrichtlijn*. (sd). Opgehaald van [www.bodemrichtlijn.nl](http://www.bodemrichtlijn.nl): <https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/bodemassen-en-slakken/afvalstoffase-bodemassen-e105506>
- CROW. (2016, november 2). Opgehaald van [crow.nl](http://www.crow.nl): <https://www.crow.nl/publicaties/schade-voorkomen-aan-kabels-en-leidingen>
- DINOloket*. (1968, oktober 25). Opgehaald van [dinoloket.nl](http://www.dinoloket.nl): <https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens>
- Es, T. v. (2024, mei 22). (P. Brandenburg, Interviewer)
- goconnectit*. (sd). Opgehaald van [gonconnectit.nl](http://www.goconnectit.nl): <https://www.goconnectit.nl/actueel/5-tips-om-veilig-te-graven/>
- Informatiepunt Leefomgeving*. (sd). Opgehaald van [iplo.nl](http://iplo.nl): <https://iplo.nl/thema/bodem/regelgeving/hergebruik-bouwstoffen-grond-baggerspecie/handelingen-bouwstoffen-besluit-bodemkwaliteit/bestaande-toepassingen-ibc-bouwstoffen/>
- Inspectie Leefomgeving en Transport*. (sd). Opgehaald van [ilent.nl](http://www.ilent.nl): <https://www.ilent.nl/onderwerpen/bodemtoezicht/bodemas#:~:text=Bodemas%20bevat%20gevaarlijke%20stoffen%20die,opslag%20en%20toepassing%20van%20bodemassen.>
- Maurice. (2024, juni 5). (P. Brandenburg, Interviewer)
- Rijksoverheid*. (sd). Opgehaald van [rijksoverheid.nl](http://rijksoverheid.nl): <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/ontwikkelingssamenwerking/internationale-afspraken-ontwikkelingssamenwerking>
- Rijkswaterstaat*. (2021, mei 27). Opgehaald van [bodemplus.nl](http://www.bodemplus.nl): <https://www.bodemplus.nl/actueel/nieuwsberichten/2021/einde-toepassing-avi-bodemassen-ibc-bouwstof/>
- RIVM. (2018, november 2). Opgehaald van [rivm.nl](http://www.rivm.nl): <https://www.rivm.nl/binnenmilieu/chemische-stoffen-in-huisstof/polycyclische-aromatische-koolwaterstoffen-pak-s>
- SIKB. (sd). Opgehaald van [sikb.nl](http://www.sikb.nl): <https://www.sikb.nl/bodembescherming/richtlijnen/as-sikb-6900>
- TAUW. (2022, juli 4). Opgehaald van [www.tweedekamer.nl](http://www.tweedekamer.nl): [https://www.tweedekamer.nl/downloads/document?id=2023D01442#:~:text=AEC%20bodem%2C%20ook%20bekend%20als,AVI\)%20of%20AfvalEnergieCentrale%20\(AEC\)](https://www.tweedekamer.nl/downloads/document?id=2023D01442#:~:text=AEC%20bodem%2C%20ook%20bekend%20als,AVI)%20of%20AfvalEnergieCentrale%20(AEC))



Wegenforum. (2020, april 14). Opgehaald van [www.wegenforum.nl](http://www.wegenforum.nl):  
<https://www.wegenforum.nl/viewtopic.php?t=22009>