

Onderzoeksrapport

**Optimalisatie civieltechnische werkzaamheden van project
ZWW-380 te 's-Gravenpolder.**



Geurt Schwitter
HZ university of applied sciences
Civiele techniek
Albert Repko
Royal BAM Groep
Richard Hubregtse
Middelburg
05-02-2021

Voorwoord

De keuze om bij de BAM af te studeren heb ik gemaakt omdat ik veel kansen zag met betrekking tot mijn onderzoek. Dit project is perfect, omdat het veel repeterend werk bevat. De BAM biedt veel hulp en mogelijkheden om mijn onderzoek zo goed mogelijk te laten verlopen. Dit onderzoek richt zich op de verbetering en optimalisering van de werkzaamheden in de bouw. Graag wil ik Richard Hubregtse en Albert Repko bedanken voor hun ondersteuning tijdens het onderzoek.

Samenvatting

Deze scriptie is geschreven om de optimalisatie van de aanleg van de werkterreinen te verbeteren en door de juiste keuzes te maken bij het aanleggen van werkterreinen, het project goedkoper te maken. In dit onderzoek is de keuze afhankelijk van verschillende aspecten zoals aankoop of huur, zettingsberekeningen en herstelkosten. De samenhang van deze berekeningen en gegevens gaan ervoor zorgen dat de keuze uit bepaalde materialen anders wordt dan dat op voorhand wellicht is bepaald. Daarnaast is de werkwijze onderzocht om de beste aanpak voor de aanleg en opslag van de werkterreinen te definiëren. De volgende hoofdvraag is opgesteld:

“Hoe kunnen de civieltechnische werkzaamheden rondom de aanleg van de funderingen van de hoogspanningsmasten van Project ZWW-380 te ‘s-Gravenpolder worden geoptimaliseerd?”

Om te onderzoeken wat er mogelijk is, heeft er een vooronderzoek plaatsgevonden en zijn er offertes aangevraagd. Daar is een rekenmodel uit opgemaakt, met daarin de kostenberekeningen, zettingsberekeningen en herstelkosten. Daarnaast is er een evaluatie geweest van de verschillende werkwijzen en hieruit is de optimaalst mogelijke variant gekozen. Er zijn dus twee variantenstudies in dit onderzoek. Variantenstudie één: werkwijzen, en variantenstudie twee: materiaalkeuze.

Uit dit onderzoek is gebleken dat met variantenstudie één de werkwijze ‘afroep’ het beste werkt binnen dit project. Dit komt omdat het materiaal dat opgeslagen wordt, weinig tot geen hinder veroorzaakt. Daarnaast is gebleken dat bij variantenstudie twee door het combineren van zettingsberekeningen en herstelkosten de optie die op het eerst oog wellicht het goedkoopst lijkt, achteraf toch duurder blijkt te zijn.

De werkzaamheden rondom de aanleg van de funderingen van de hoogspanningsmasten van project ZWW-380 worden geoptimaliseerd door de nieuwe werkwijze ‘afroep’ toe te passen. Op deze manier kan veel geld bespaard worden. Bovendien kan door het veranderen van betonplaten naar stalen rijplaten, waarbij de fundatiegrond niet wordt aangepast is, er op locatie 1036 **€12.000,-** worden bespaard.

In de discussie worden de betrouwbaarheid en diepgangmogelijkheden besproken. Het is van belang dat dit onderzoek verder wordt uitgewerkt voor specifiekere gegevens over kostenbesparing en optimalisatie.

Inhoud

1.	Inleiding.....	10
1.1.	Aanleiding	10
1.2.	Probleemanalyse	11
1.2.1.	Probleemstelling	12
1.3.	Doelstelling	13
1.4.	Onderzoeksvraag	13
1.5.	Deelvragen	13
1.6.	Leeswijzer	14
2.	Theoretisch kader	15
2.1.	Hoe ziet de huidige situatie eruit en wat zijn de randvoorwaarden?.....	15
2.1.1.	Project overzicht met de twee onderzoek locaties	16
2.1.2.	Grondsamenstelling over project gebied	16
2.1.3.	Bemaling (ook eisen t.a.v. zoet/zoutscheiding)	19
2.1.4.	Stikstof.....	20
2.1.5.	Gebruiksdoeleinden projectpercelen	20
2.1.6.	broedseizoenen	Error! Bookmark not defined.
2.1.7.	Veiligheid.....	22
2.1.8.	Kosten	22
2.1.9.	Bouwverkeer	23
2.2.	Wie zijn de betrokken bedrijven en wat is hun rol in dit project	25
2.3.	Hoe ziet het bouwproces eruit en wat zijn de civieltechnische werkzaamheden?.....	25
2.3.1.	Het gehele bouwproces inclusief nevenopdrachtnemers.....	25
2.3.2.	Het bouwproces met de focus op de werkterreinen (Focus onderzoek)	26
2.4.	Welke eisen zijn leidend voor de realisatie van de werkterreinen?	26
2.5.	Wat zijn potentiële concrete verbetervarianten t.a.v. civieltechnische werkzaamheden? ...	26
2.5.1.	Welke werkwijzen zijn er mogelijkwerwijs toe te passen?	27
2.6.	Welke materialen kunnen er gebruikt worden?	28
2.6.1.	Welke materialen zijn er mogelijk om te gebruiken?	29
2.7.	Welke funderingsmaterialen kunnen er gebruikt worden?.....	30
2.7.1.	Welke funderingsmaterialen zijn er mogelijk om toe te passen (indien nodig).....	30
2.8.	Waar kan het eindproduct voor gebruikt worden?	31
3.	Methode	32
3.1.	Wat is de rol van de betrokken bedrijven op dit project?	33
3.2.	Hoe ziet de huidige situatie eruit en wat is de achtergrondinformatie van de onderzoek locatie?	33
3.3.	Hoe ziet het bouwproces eruit en wat zijn de civieltechnische werkzaamheden?.....	34

3.4.	Stap 1: Wat zijn de potentiële concrete verbetervarianten t.a.v. civieltechnische werkzaamheden?	34
3.5.	Stap 2: Welke materialen kunnen er gebruikt worden als andere mogelijkheid?	36
3.6.	Welke funderingsmaterialen kunnen er gebruikt worden als andere mogelijkheid (indien nodig)?	37
4.	Resultaten	38
4.1.	Stap 1: Wat zijn de potentiële concrete verbetervarianten t.a.v. civieltechnische werkzaamheden?	38
4.1.1.	Uitkomsten Stap één	38
4.2.	Stap 2: Welke materialen kunnen er gebruikt worden als andere mogelijkheid?	40
4.2.1.	Kosten materialen	40
4.2.2.	Zettingsberekening	41
4.2.3.	Draagkracht fundatiemateriaal met materiaalkeuze	45
4.2.4.	Fundatiematerialen	46
4.2.5.	Uitkomsten Stap 2	47
4.3.	Andere resultaten en uitkomsten kosten (gevoeligheidsanalyse)	48
4.3.1.	Gevoeligheidsanalyse 20% nauwkeurigheid	48
4.3.2.	Wanneer welke variant het goedkoopst	48
5.	Conclusie	50
5.1.	Conclusie stap één: werkwijze	50
5.2.	Conclusie stap twee: materiaalkeuze	50
6.	Discussie	52
7.	Aanbeveling	56
7.1.	Variantenstudie één: werkwijze	56
7.2.	Variantenstudie twee: materiaalkeuze	56
8.	Bijlagen	57
8.1.	Bijlagen grondgebruik	57
8.2.	Bijlagen betrokken bedrijven	61
8.3.	Bijlagen over gehele bouwproces inclusief nevenopdrachtnemers	63
8.4.	Bijlagen over bouwproces met de focus op de werkterreinen	65
8.5.	Bijlagen eisen	69
8.6.	Bijlagen werkwijzen	79
8.7.	Bijlagen wegmaterialen	81
8.7.1.	Bijlagen fundatiematerialen	83
8.7.2.	Zettingsberekeningen	87
8.7.3.	Draagkracht berekeningen	89
8.8.	Bijlagen MCA puntentoekenning	89

8.9.	Bijlagen betrouwbaarheid punten toekenning middels evaluatie werknemers	94
8.10.	Bijlagen kalibratie berekeningen ten behoeve van verificatie spreadsheet.	95
8.10.1.	Handberekeningen (kalibratie).....	97
8.11.	Interviews.....	105
8.12.	Kosten verantwoording	109
8.13.	ZWW-380_profiel5_36-S01-controle	113
8.14.	D-Settlement – ZWW-380_profiel5_36-S01_model	114
8.15.	ZWW-380_draagkrachtenvergelijking-verschillend fundatiediktes + verschillende materialen 115	
8.16.	Zijaanzicht verschillende materialen.....	116
9.	Literatuurlijst.....	117
9.1.	Bronnen	117

Figuren- en tabellenlijst

Figuur 1: Windmolenpark op zee.	11
Figuur 2: Tracé ZWW-380 perceel 1/ deeltraject 1.	15
Figuur 3: Overzicht deelgebieden met corresponderende maatgevende sondering mast 1001-1020.	16
Figuur 4: Overzicht deelgebieden met corresponderende maatgevende sondering mast 1020-1050.	17
Figuur 5: Bodemopbouw gebieden 1 t/m 9 o.b.v. maatgevende sondering.	17
Figuur 6: Detail sondering 1012.	18
Figuur 7: Detail sondering 1036.	18
Figuur 8: Zoet/zoutkwellen.	19
Figuur 9: Aanrijroutes (B-wegen).	24
Figuur 10: Tekening 1012 (links) en 1036 (rechts)	25
Figuur 11: Betonplaten.	29
Figuur 12: Stalen rijplaten.	29
Figuur 13: Kunststof rijplaten.	29
Figuur 14: Voorbeelden draagkrachtberekening 0,25 meter en 0,5 meter fundatiehoogte.	46
Figuur 15: Uitleg consolidatie (deel één).	53
Figuur 16: Uitleg consolidatie (deel twee).	54
Figuur 17: Wapening met ankerkooi.	63
Figuur 18: Fase één werkterrein inrichting.	66
Figuur 19: Funderingen krabben om bij wapening te komen.	67
Figuur 20: Fase 2 werkterrein inrichting.	67
Figuur 21: Bouwkuip met ankerkooi.	68
Figuur 22: Fase 3 werkterrein inrichting.	69
Figuur 23: Betonplaten leggen.	82
Figuur 24: Geotextiel omslaan om vervuiling te reduceren.	82
Figuur 25: Puinweg.	87
Figuur 26: Handberekening kalibratie.	96
Figuur 27: Geotextiel kosten.	110
Figuur 28: Zandkosten per locatie ALL incl.	110
Figuur 29: Kosten betonplaten.	111
Figuur 30: Stalen rijplaten kosten.	111
Figuur 31: Kosten Ferex.	112
Tabel 1: Grondgegevens algemeen.	18
Tabel 2: Deelvragen uitleg , Methode.	33
Tabel 3: Variabelen kostenraming materiaalkeuze.	36
Tabel 4: Variabelen kostenraming staalplaten.	37
Tabel 5: Uitleg MCA variantenstudie één.	38
Tabel 6: MCA antwoorden Richard Hubregtse.	39
Tabel 7: MCA antwoorden Jochem van Sabben.	39
Tabel 8: MCA antwoorden Damian de Jong.	39
Tabel 9: Kostenberekeningen met uitleg.	40
Tabel 10: Herstellkosten met uitleg.	41
Tabel 11: Kostenberekening 1012.	43
Tabel 12: Kostenberekening 1036.	43
Tabel 13: Gegevens voor zettingsberekeningen (krachten).	43
Tabel 14: Zettingsberekening 1012.	44
Tabel 15: Zettingsberekening 1036.	44

Tabel 16: Herstellkosten 1012.	44
Tabel 17: Herstellkosten 1036.	44
Tabel 18: Totaalkosten 1012.	44
Tabel 19: Totaalkosten 1036.	44
Tabel 20: Voorbeeld: Kiezen andere variant dat duurder lijkt.	45
Tabel 21: Zetting andere materiaalkeuze.	45
Tabel 22: Herstellkosten met de andere materiaalkeuze.	45
Tabel 23: Totaalkosten staal 1036.	45
Tabel 24: Totaalkosten beton 1036.	45
Tabel 25: 438 dagen invullen (+20%).	48
Tabel 26: 292 dagen invullen (-20%).	48
Tabel 27: Gevoeligheidsanalyse betonplaten.	49
Tabel 28: Gevoeligheidsanalyse staalplaten	49
Tabel 29: Gevoeligheidsanalyse kunststof platen.	49
Tabel 30: Uitkomsten zettingsberekeningen D-settlement.	52
Tabel 31: Uitkomsten zettingsberekeningen Excel / handberekening.	52
Tabel 32: Zettingsverloop van dit onderzoek in vergelijking met de werkelijkheid (rode lijn is dit onderzoek en zwarte lijnen zijn normaal zettingsverloop).	52
Tabel 33: Uitleg Herstellkosten als discussie verbetering.	55
Tabel 34: Grondgebruik per locatie.	58
Tabel 35: Informatie over soort mast per locatie.	59
Tabel 36: Grond gegevens sondering 1012 (deel één).	60
Tabel 37: Grond gegevens sondering 1012 (deel twee).	60
Tabel 38: Grond gegevens sondering 1036 (deel één).	60
Tabel 39: Grond gegevens sondering 1036 (deel twee).	60
Tabel 40: Zettingsberekeningen 1012.	87
Tabel 41: Zettingsberekening 1036 (deel één).	88
Tabel 42: Zettingsberekening 1036 (deel twee).	88
Tabel 43: Uitleg gegevens draagkracht.	89
Tabel 44: Uitleg krachtenberekening.	89
Tabel 45: Excel kalibratie.	95
Tabel 46: Zettingsberekeningen via D-settlement.	96
Vergelijking 1: Stakeholders.	25
Vergelijking 2: Supply chain voorbeeld (just in time).	27
Vergelijking 3: Fasering van dit onderzoek (geheel).	32
Vergelijking 4: Stap één variantenstudie werkwijze.	38
Vergelijking 5: Stap twee, variantenstudie twee: materiaalkeuze.	40
Vergelijking 6: Fasering zetting en herstel.	42
Vergelijking 7: Huidige gebruikte materialenkeuze met uitleg.	47

Begrippenlijst

BAM	Bataafsche Aanneming Maatschappij.
kV	Kilovolt.
MCA	Multi Criteria Analyse.
kN (kilo Newton)	Komt voort uit het symbool N van Newton. Een massa van 1 kg op aarde heeft een kracht van 10 N. op basis van $g = 10\text{m/s}^2$.
Fundatiegrond	Ondergrond die benodigd is om de werkvloeren op te funderen.
Aslast	het gewicht op een as met twee wielen.
Zetting	Het proces waar grond onder invloed van een belasting wordt samengedrukt. Hierbij worden water en lucht uit de poriën geperst.
Consolidatie	Het consolideren van slappe grondlagen, Hierdoor wordt grondwater uit de slappe grond geperst waardoor de slappen lagen samendrukken en steviger worden.
Pylonen	Ander woord voor Hoogspanningsmasten.
Sonderingen	Het meten van de grond om het draagvermogen te bepalen.
Draagvermogen	Het draagvermogen is de grootste statische belasting die bij een fundering, constructie mag of kan optreden zonder dat er sprake is van blijvende vervorming.
Bouwkuip	Een bouwkuip is een tijdelijke waterdichte constructie, waarbinnen een ontgraving plaatsvindt ten behoeve van het realiseren van een bouwwerk. Hierbij kan het natuurlijk talud worden weg gelaten (beperkte ruimte).
Natuurlijk Talud	De hoek waarmee de grond niet zal schuiven.
Zoute kwel	Een zoutwater gebied dat onder zeeniveau in de grond zit.
Grond parameters	Eigenschappen en gegevens van grond.
Geleiders	een materiaal dat goed elektrische tijd kan vervoeren.
Ankerkooi	Een soort kooi dat wordt in gestort om de pyloon op te bevestigen.
Grondverzet	Het verrijden, graven, wegvoeren van grond.
Zettingsberekeningen	berekeningen hoe grond reageert als er druk wordt uitgeoefend. Lucht en water wordt tussen de grondlagen uitgeperst en de grond wordt samengedrukt.

Tender	Een procedure waarbij door middel van inschrijven getracht wordt een bepaalde dienst of procedure te verkrijgen die op basis van factorenafweging wordt verleend of verstrekt. Factoren zijn vaak prijs en of kwaliteit.
HUB	Een centraal distributie terrein dat dient als opslag voor een project.
Werkterreinen	Een terrein dat aangelegd moet worden om werkzaamheden uit te kunnen voeren.
Funderingsmaterialen	Materialen die gebruikt kunnen worden als fundatiegrond denk aan zand, puin en menggranulaat.
Menggranulaat	Een mengsel van gebroken bakstenen en betonpuin.
Metaalslak	Afvalstof van metaallassen.
Kwalitatief onderzoek	kwalitatief onderzoek is onderzoek waarbij wordt gekeken naar de waarnemingen en achterliggende overtuiging van mensen. (Weergegeven in woorden).
Kwantitatief onderzoek	met kwantitatief onderzoek worden feiten achterhaald waarbij de resultaten vaak worden uitgedrukt in cijfers. (Weergegeven in cijfers).
Cultuurtechnische	het behouden van landoppervlakken. Geen beschadiging aan omgeving door werkzaamheden.
Drainage	dient ter afvoer van water op landbouwoppervlakken en wateronttrekking bij ontgraving.
Bouwfaserings	de stappen in bij een project om die uit te voeren.

1. Inleiding

Dit is een onderzoeksrapport voor de afstudeerstage civiele techniek aan de HZ University of Applied Sciences. In dit rapport staat beschreven wat er onderzocht gaat worden, hoe de methode er voor dit onderzoek uit ziet en wat de resultaten zullen zijn. Dit onderzoek is in opdracht van BAM infra. Zij zullen zich bezighouden met de aanleg van de vijftig verschillende werkterreinen die nodig zijn voor de realisatie van de hoogspanningsmasten. De werkterreinen moeten geplaatst worden omdat anders de werkzaamheden niet mogelijk zijn op de grondsamenstelling van de vijftig verschillende locaties. Deze werkterreinen zijn een soort werkvloer voor het materiaal en materieel. In dit onderzoek wordt de aanleg van de werkterreinen geoptimaliseerd. Onnodige kosten, verschillende materialen en funderingsmaterialen zullen in dit onderzoek aan bod komen.

1.1. Aanleiding

Aangezien er zowel stroom wordt geproduceerd door nieuwe duurzame ontwikkelingen in Zeeland, zoals offshore windmolenparken en zonnepaneelvelden, en daarbij ook de kerncentrale in Borssele nog steeds energie produceert, is de capaciteit van de huidige hoogspanningsmasten te klein om de energie te kunnen transporteren. Vanwege deze te hoge capaciteit, die de oude hoogspanningsmasten niet kunnen transporteren, moeten er nieuwe 380 kV hoogspanningsmasten worden geplaatst tussen Borssele en Tilburg. De nieuwe verbinding zal de stroomcapaciteit aan kunnen van zowel de duurzame energiebronnen als van de kerncentrale. En daarbij ruimte over hebben om nieuwe energiebewegingen op aan te sluiten.

Elektriciteit is een eerste levensbehoefte geworden. De samenleving kan niet meer zonder. Het is dan ook belangrijk dat er een betrouwbaar en toekomstbestendig elektriciteitsnet komt en blijft. De huidige hoogspanningsverbinding tussen Borssele en Tilburg wordt momenteel maximaal benut voor transport van elektriciteit. Dit betekent dat er geen onderhoud meer kan worden gepleegd aan de hoogspanningsverbinding, zonder aanmerkelijke productiebeperkingen op te leggen. Ook is TenneT wettelijk verplicht om nieuwe energieleveranciers aan te sluiten. Met de huidige verbinding is dat niet mogelijk. Bovendien is er onvoldoende aansluitcapaciteit beschikbaar voor nieuwe (grootschalige) opwekking van windenergie op zee en land. Daarom legt TenneT nu de nieuwe hoogspanningsverbinding Zuid-West 380 kV aan. Omdat de mogelijkheid om elektriciteit te transporteren tussen Nederland en België vergroot moet worden, is bij Rilland een koppelstation nodig. Door de bouw van hoogspanningsstation Rilland is de verbinding Zuid-West 380 kV opgesplitst in een deel Borssele-Rilland (Zuid-West 380 kV West) en Rilland-Tilburg (Zuid-West 380 kV Oost).¹

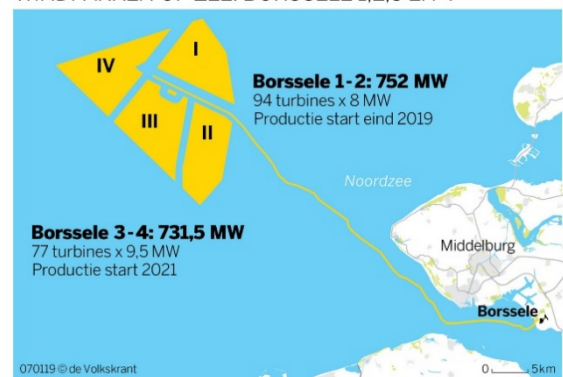
In samenwerking met koninklijke BAM-groep en verschillende neven opdrachtnemers zoals Valmont en SPIE zullen de elektrische hoogspanningsmasten worden gerealiseerd. BAM zal de funderingen van de hoogspanningsmasten uitvoeren en alle werkterreinen aanleggen. Deze werkterreinen zullen vervolgens worden gebruikt door Valmont, SPIE en TenneT. Het is dus van belang dat de ontwerpen goed op elkaar worden afgestemd. Er zal zorgvuldig nagedacht moeten worden waar de opslag zal zijn en welke werkzaamheden er gedaan zullen moeten worden om de werkterreinen te kunnen optimaliseren. In samenwerking met de Provincie Zeeland, North Seaports, Waterschap Scheldestromen en de landeigenaren vindt overleg over de transporten en de benodigde aanpassingen aan de wegen plaats.

¹ Projectbeschrijving (17073083)

1.2. Probleemanalyse

Door de combinatie van het nieuwe windmolenpark voor de kust van Borssele en de kerncentrale is de capaciteit van het huidige hoogspanningsnetwerk niet groot genoeg om het stroom goed te kunnen transporteren. Bovendien moeten andere bronnen van nieuwe energiebewegingen zoals zonnepanelen en andere energie opwekkers op dit netwerk aangesloten kunnen worden.

WINDPARKEN OP ZEE: BORSSELE 1,2,3 EN 4



Figuur 1: Windmolenpark op zee.

Zoals gezegd, spitst dit onderzoek zich toe op de aanleg van de werkterreinen voor de bouw van de hoogspanningsmasten. Bij de aanleg van terreinen zijn er globaal twee stappen te onderscheiden waar zich problemen voordoen die moeten worden verbeterd. De twee stappen zijn respectievelijk:

- Stap één: De bepaling van de werkwijze.
- Stap twee: De keuze van het wegmateriaal en funderingsmateriaal.

De problemen die zich voordoen bij stap één: De bepaling van de werkwijze

De huidige 'Just in time' methodiek werkt in praktijk niet optimaal bij dit project. De bij deze methodiek vereiste opslag van materiaal op het bouwterrein blijkt vaak niet mogelijk. Dit geeft de nodige problemen: te weinig ruimte op bouwterrein voor uitvoering, opstoppen in aanvoer, hinder voor omgeving op aanvoerroutes, gevaarlijke situaties en zo voort.

Problemen die zich voordoen bij stap twee: Keuze van het wegmateriaal en funderingsmateriaal

Er is onvoldoende inzicht in welke situatie kopen of huren van wegmateriaal voordeliger is. Vaak blijkt achteraf dat er hoge kosten worden gemaakt doordat de herstellkosten relatief hoog uitvielen. Een beter inzicht en afweging hierin zal leiden tot kostenbesparing.

Er is onvoldoende inzicht welk type wegmateriaal het beste is. Globaal wordt er gekozen uit drie varianten: betonplaten, kunststofplaten of stalen rijplaten. Bij dit project worden betonplaten toegepast maar het is nog maar de vraag of dat overal de beste keuze is. Voordeel is dat ze relatief goedkoop en herbruikbaar zijn. Een groot nadeel is echter het eigengewicht van de betonplaten waardoor een relatief zware fundatie nodig is. Hierdoor valt deze variant mogelijk toch duurder uit dan de andere twee mogelijkheden. Dat komt omdat de herstellkosten dan hoog zijn.

Funderingsmateriaal

Zoals hierboven aangegeven hangt het type funderingsmateriaal sterk af van de keuze van het wegmateriaal in combinatie met de lokale (grond)condities. De grootste problemen treden op bij de zettingsgevoelige ondergronden en in het bijzonder wanneer hier een betonplaatfundering wordt toegepast. Indien we kijken naar het volledige project, is er bij een groot deel van het werkterrein sprake van zettingsgevoelige kleigronden. Dit is een belangrijk aandachtspunt.

Naast de zwaarte van de betonplaten is ook de relatief geringe afmetingen van 2000mmx2000mm nadelig. Dit zorgt ervoor dat deze platen lokaal hoge as-lasten beperkt spreiden. Zand wordt gebruikt,

in combinatie met geotextiel om vervuiling van de vruchtbare ondergrond te beperken, om toch een grotere spreiding te creëren echter dit resulteert wel tot een hogere grondzetting.

De grote voordelen van de kunststof- en stalen platen is dat ze veel lichter en groter zijn, de bovenbelasting zelf voldoende kunnen spreiden en er weinig tot geen zand in combinatie van geotextiel in de ondergrond benodigd is. Onderzocht wordt welke van de drie wegmaterialen, en bijbehorende fundatie indien nodig, uiteindelijk als beste naar voren komt. Bovendien wordt gekeken naar de vraag of deze keuze uniform uitvalt voor het gehele project of dat er in sommige gevallen maatwerk nodig zal zijn; een afweging per locatie. Er worden twee locaties vergeleken met elkaar, dit zijn mastlocatie 1012 en mastlocatie 1036:

- 1012: Goede grond met relatief weinig zetting
- 1036: Zeer slechte grond met relatief veel zetting.

Conclusie probleemanalyse

Stap één: De twee variantenstudies die getest zullen worden brengen problemen met zich mee namelijk:

- De huidige werkwijze '*Just in time*' geeft problemen.
- Weinig ruimte dus onveilige situaties
- Hinder op B-wegen door opstoppen

Stap twee: De twee variantenstudies die getest zullen worden brengen problemen met zich mee namelijk:

- Beter huren dan kopen
- Hogere beschadigingsfactor van betonplaten dan verwacht
- Dure zware fundatiegrond nodig (geotextiel en "zoet" zand)
- Werkterreinen niet per locatie onderzocht maar keuze uniform over geheel project.

Het wegmateriaal en funderingsmateriaal hebben met elkaar te maken. Bij het kiezen van deze verschillende materialen is er echter niet altijd een funderingsmateriaal of juist een wegmateriaal vereist. Neem bijvoorbeeld puin: Dit is een funderingsmateriaal waarop gewerkt kan worden zonder dat er überhaupt staalplaten of andere wegmaterialen nodig zijn. Verder in dit onderzoek wordt onderzocht of puin te gebruiken is. Voor de kunststofplaten is er minder tot geen ondergrond nodig, omdat de kunststofplaat een voldoende krachtsverdeling heeft om te gebruiken zonder dat er een funderingsmateriaal nodig is of een stuk lager fundatiemateriaal wat resulteert tot minder herstellkosten. De herstellkosten zijn hoog en zijn bepalend voor de verschillende keuzes.

Vijftig locaties bekijken is onnodig en levert relatief weinig op. Het gebruik van verschillende situaties waar de grondsamenstelling verschilt, is representatiever omdat er dan een onderscheid wordt gemaakt tussen goed en zeer slecht. De betekenis van goed en zeer slecht is vastgesteld in het theoretisch kader.

1.2.1. Probleemstelling

Dit rapport richt zich op het oplossen van bovengenoemde problemen in de twee stappen. Feitelijk is de probleemstelling uiteengezet in bovenstaande tekst. Bij dit rapport is er sprake van een veelvoud van deelproblemen die zullen worden onderzocht. Bovengenoemde twee stappen lopen daarmee als een rode draad door het onderzoek.

Conclusie probleemstelling

Het probleem van dit project is dat er twee stappen zijn waar verbeteringen mogelijk zijn indien we kijken naar de werkterreinen. Bovendien stellen we vast of de nieuwe oplossingen veilig uit te voeren zijn en of de milieuvervuiling minimaal blijft. Door nieuwe werkwijzen te introduceren en nieuwe materialen te gebruiken en funderingsmogelijkheden toe te passen kunnen verbeteringen worden gerealiseerd binnen dit project en uiteindelijk kunnen deze verbeteringen ook toegepast worden bij andere projecten.

1.3. Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is om een duidelijk beeld te krijgen hoe de werkterreinen geoptimaliseerd kunnen worden om in de toekomst meer winst uit projecten te genereren en te leren van fouten die worden gemaakt. Om optimalisatie en verbetering te bereiken zullen gegevens verzameld worden en keuzes worden gemaakt in werkwijzen en materialen.

Het is evident dat een bedrijf uiteindelijk winst wil maken. Het is daarom interessant voor een bedrijf zoals de BAM om te onderzoeken hoe de winst kan worden vergroot. Een voorbeeld is om het '*Just in time*' principe los te laten en andere werkwijzen te introduceren. Meer tijd en geld investeren in de optimalisatie zal resulteren in een hoger winstpercentage. Wat dit 'hogere' winstpercentage dan precies is, kan niet gezegd worden omdat er zelfs met een optimaal plan extra kosten kunnen ontstaan. Er kan kwantitatief echter wel in kaart worden gebracht of het nieuwe idee beter is dan het oude door middel van een MCA en een evaluatie met werknemers.

1.4. Onderzoeksvraag

Hoe kunnen de civieltechnische werkzaamheden rondom de aanleg van de funderingen van de hoogspanningsmasten van Project ZWW-380 te 's-Gravenpolder worden geoptimaliseerd?

1.5. Deelvragen

- Wat is de rol van de betrokken bedrijven op dit project?
- Hoe ziet de huidige situatie eruit en wat is de achtergrondinformatie van de onderzoeklocatie?
- Hoe ziet het bouwproces eruit en wat zijn de civieltechnische werkzaamheden?
- Waar zal de focus liggen en wat zijn de knelpunten binnen dit project?
- Stap één: Wat zijn de potentiële concrete verbetervarianten t.a.v. civieltechnische werkzaamheden?
 - o Welke varianten zijn er mogelijkwerwijs toe te passen?
- Stap twee (deel één): Welke materialen kunnen er gebruikt worden als andere mogelijkheid?
- Stap twee (deel twee): Welke funderingsmaterialen kunnen er gebruikt worden als andere mogelijkheid?
 - o Welke funderingsmaterialen zijn toe te passen?
- Wat zal het grondverzet zijn na het maken van de werkterreinen?
- Waar kan het eindproduct voor gebruikt worden?

1.6. Leeswijzer

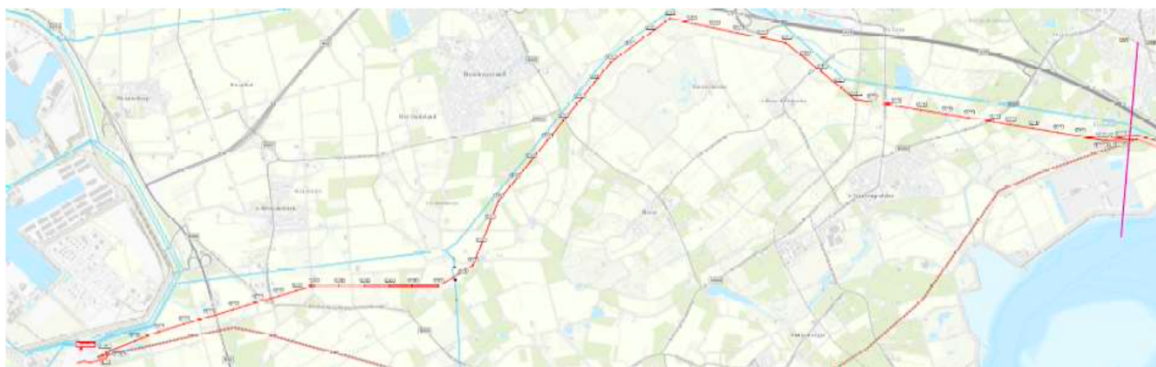
Zoals gezegd staan bovenstaande projectstappen centraal in dit onderzoek. Alle twee de stappen worden doorlopen, er wordt een variantenstudie uitgevoerd en er wordt een voorkeursvariant gekozen. De analyse wordt uitgevoerd volgens de reguliere stappen van een onderzoek, als zodanig is het rapport ook opgebouwd. In **hoofdstuk twee: 'Het Theoretisch kader'**, zullen de randvoorwaarden, huidige situatie, mogelijke varianten, materialen en funderingsmaterialen worden onderzocht. In **hoofdstuk drie: 'Methode'** zullen de onderwerpen zoals besproken in hoofdstuk twee beantwoord worden hoe de deelvragen beantwoord gaan worden. Vervolgens wordt in **hoofdstuk vier: 'resultaten'** besproken wat de resultaten zijn van dit onderzoek. **'Afsluitend'** wordt in **hoofdstuk vijf, zes en zeven** de discussie, conclusie en aanbeveling behandeld. Hierin staat beschreven wat de uitkomsten van dit onderzoek zijn, wat er qua diepgang toe gevoegd kan worden om dit onderzoek nog beter te maken en waar dit onderzoek voor gebruikt kan worden. in **'hoofdstuk acht'** staan de bijlagen waarin diepgang is omschreven waarbij er in **'hoofdstuk negen'** de bronnen van dit onderzoek staan omschreven.

2. Theoretisch kader

In het theoretisch kader worden informatie, kennis, ideeën en theorieën verzameld. Het theoretische kader zal dienen als naslag om de deelvragen te beantwoorden. BAM gaat binnen dit project de werkterreinen en de funderingen realiseren. In het theoretische kader worden de twee stappen met de voorkomende problemen, zoals benoemd in de probleemanalyse, nagelopen. Bij elke stap worden mogelijke verbeteringen, alternatieven uiteengezet en de potentie van elke verbetering globaal ingeschat. Zoals in de aanleiding beschreven staat, bevat het project vijftig locaties. De rode lijn van de werkzaamheden zal gebruikt worden om de problemen op te lossen. Er worden verschillende manieren behandeld die gebruikt kunnen worden met de aanleg van de werkterreinen. Daarnaast worden er verschillende wegmaterialen en funderingsmaterialen onderzocht. Voor het verbeteren van de huidige situatie zullen eerst de randvoorwaarden worden behandeld. De randvoorwaarden worden namelijk gebruikt voor de keuzes van de beste varianten. Daarna worden de verschillende nevenopdrachtnemers beschreven en wat hun belangen zijn om de werkterreinen te optimaliseren. De randvoorwaarden zijn; het broedseizoen, de bemaling, het stikstofprobleem het grondgebruik, milieutechnische afspraken, de verschillende bodemlagen en het bouwverkeer dat er zal zijn. De herstellkosten samen met de kosten van de wegmaterialen en de zetting zal resulteren tot een optimaal resultaat. In voorgaand hoofdstuk is de onderzoeksvraag verder uitgewerkt in deelvragen. In het theoretisch kader zullen de deelvragen één tot en met zeven worden behandeld.

2.1. Hoe ziet de huidige situatie eruit en wat zijn de randvoorwaarden?

BAM zal Deeltracé één uitvoeren. Dit deeltracé staat in figuur twee uitgebeeld. Dit onderzoek is daarom ook gericht op de twee verschillende mastlocaties van deeltracé één. Figuur twee geeft een duidelijk overzicht van deeltracé één. De gebieden zijn verdeeld over vijftig verschillende locaties. Van mast 1001 (links) tot en met 1050 (rechts).



Figuur 2: Tracé ZWW-380 perceel één/ deeltraject 1.

Figuur Tracé ZWW-380 perceel één/ deeltraject één toont een totaaloverzicht van het project. Het hoofdkantoor voor dit project is gelegen in s-'Gravenpolder. De locatie van het hoofdkantoor is gekozen omdat het centraal gelegen is voor de werkzaamheden op de vijftig project locaties die BAM zal uitvoeren. Deze locaties zijn verdeeld tussen Borssele en Kapelle. Op elke projectlocatie moet er een werkterrein worden gemaakt om al het materieel en materiaal te kunnen verplaatsen en op te slaan. Hierbij moet er rekening gehouden worden met verschillende situaties zoals omwonende mensen, omgeving en toegangswegen. Het gebied waar de hoogspanningsmasten worden gerealiseerd is meestal landbouwgrond. Landbouwgrond is de meest kwetsbare grond omdat het vruchtbaar moet blijven en niet vervuild mag worden. Daarom wordt aan alle voorwaarden voor elke projectlocatie, die benodigd zijn voor de vruchtbare landbouwgrond, voldaan om besmetting en vervuiling te voorkomen.

Het gehele gebied strekt zich uit over een relatief groot gebied, zoals te zien is in figuur 'Tracé ZWW-380 perceel één/ deeltraject één'. Daarom zullen er verschillende situaties ontstaan afhankelijk van de omgeving. De grondsamenstelling kan verschillen en daarmee dus ook de randvoorwaarden en de technische eisen. De informatie van de mastnummers is belangrijk voor verdere informatie in het verslag over grondgebruik en oppervlaktes. Mast locatie 1001 links is Borssele op de figuur en 1050 rechts is Kapelle. Hoofdstuk twee wijdt hier verder over uit.

2.1.1. Project overzicht met de twee onderzoek locaties

De civiele scope van project ZWW-380 is in twee gebieden (deeltraject 's) verdeeld, die geografisch samenvallen met de twee percelen. De twee percelen worden eenieder beschouwd als een separaat deelproject, met een eigen overeenkomst. De verdeling ziet er als volgt uit:

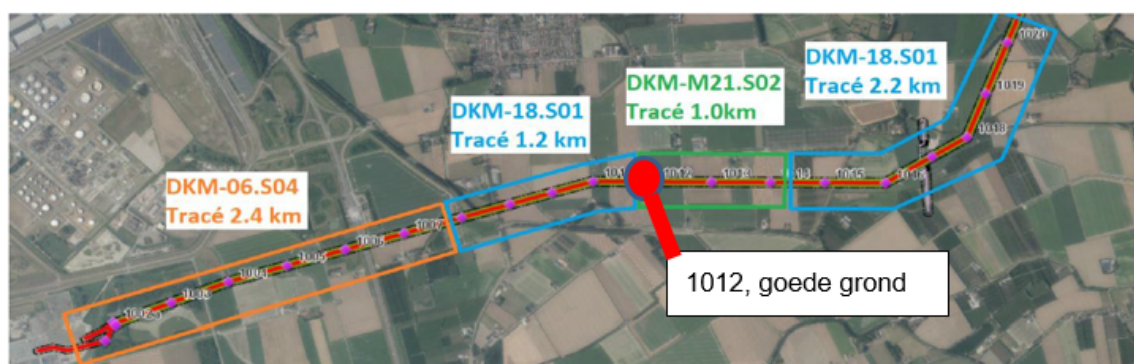
Perceel 1	Deeltraject 1	Masten 1001 – 1050A/B	W6 masten	8 funderingstypen
Perceel 2	Deeltraject 2	Masten 1051 – 1104	W4 masten en 2 stuks W2 masten	11 funderingstypen

De twee onderzoek locaties op Deeltrace 1

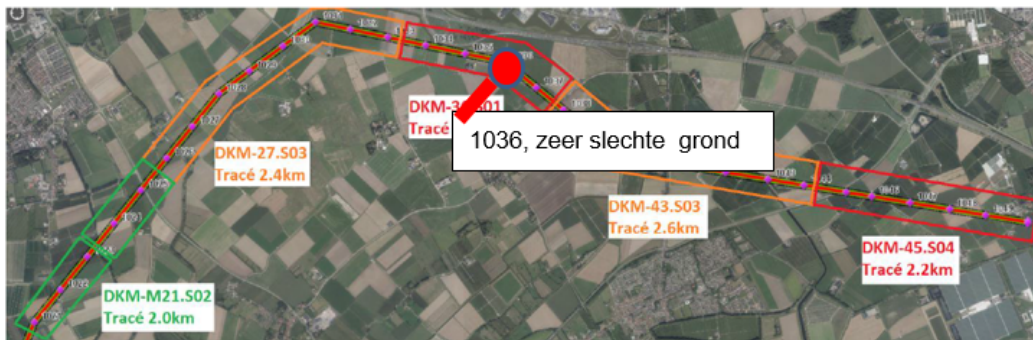
2.1.2. Grondsamenstelling over project gebied

De grondsamenstelling wordt bepaald met sonderingen en grondboringen. Hieronder volgt een overzicht van een aantal representatieve sonderingen met een globale interpretatie van de lokale grondcondities.

Op basis van de aangeleverde sonderingen is de maatgevende bodemopbouw voor het gebied bepaald. In figuur drie en vier is een overzicht van de locaties met de bijbehorende maatgevende sondering weergegeven, waarmee deelgebieden worden onderscheiden. Uit deze sonderingen volgt het classificeren van de grondopbouw en de bijbehorende grondparameters zoals weergegeven in de respectievelijke figuur vijf en tabel één.



Figuur 3: Overzicht deelgebieden met corresponderende maatgevende sondering mast 1001-1020.



Figuur 4::Overzicht deelgebieden met corresponderende maatgevende sondering mast 1020-1050.

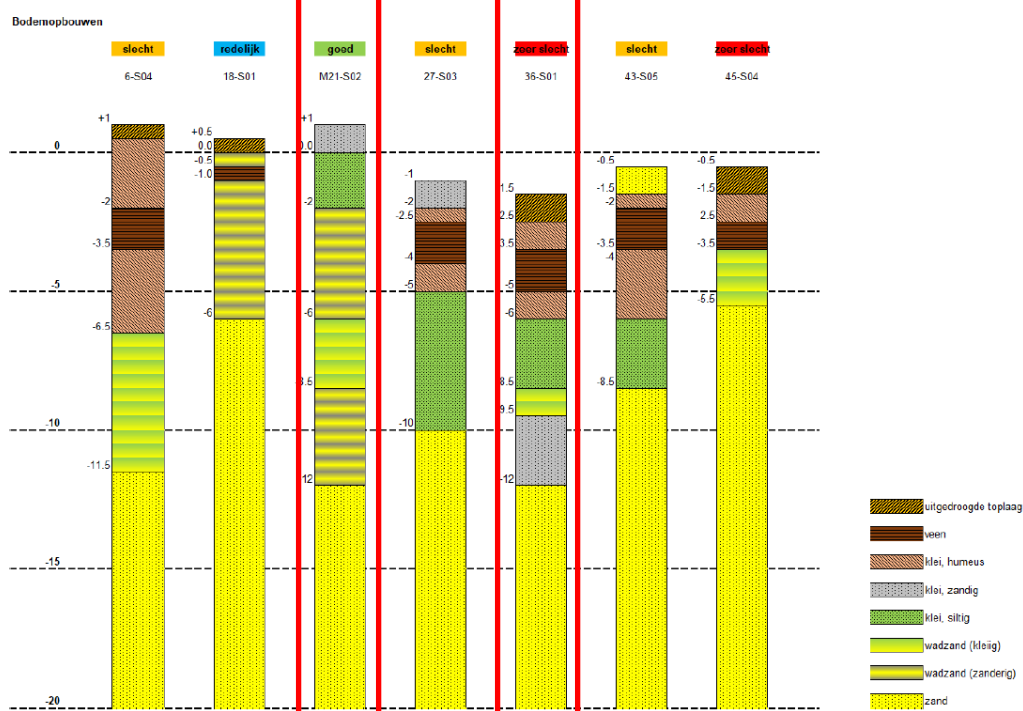


Locaties die in voorliggend onderzoek worden uitgewerkt.

Er zijn negen gebieden gemarkeerd met in figuur vijf de verschillende kwaliteiten aan grondopbouw. Het is belangrijk om deze verschillende opbouwen te kennen omdat de bouw en het herstellen van de werkterreinen beïnvloed wordt door de kwaliteit van de grondlagen. De sonderingen die zijn gemeten kunnen gebruikt worden voor het plaatsen van de funderingen en voor de zettingsberekeningen van de verschillende materialen. Omdat er in het onderzoek wordt gekeken naar de materialen, die gebruikt kunnen worden als werkvloer, en omdat funderingsmaterialen worden onderzocht, wordt er met deze gegevens enkel de zettingsberekeningen en draagkrachtberekeningen gedaan. In dit onderzoek zullen deze gegevens dus gebruikt worden voor de zettingsberekeningen en draagkrachtberekeningen van de werkterreinen. Hiermee kunnen de herstellkosten berekend worden.

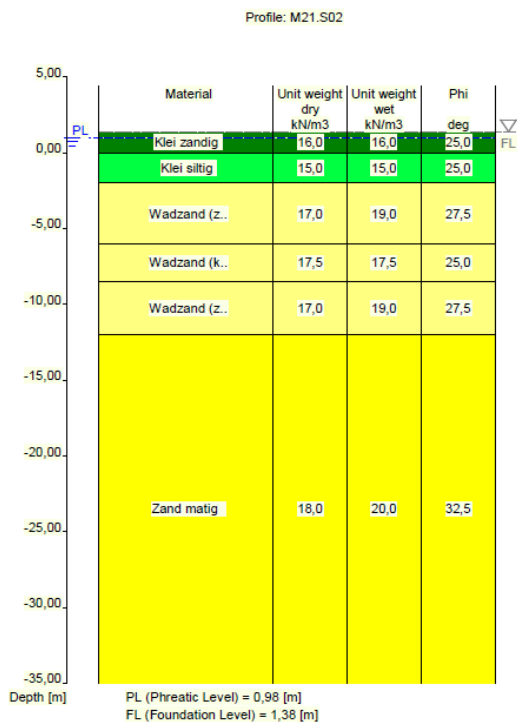
Grondsamenstelling
1012, goed

Grondsamenstelling
1036, zeer slecht

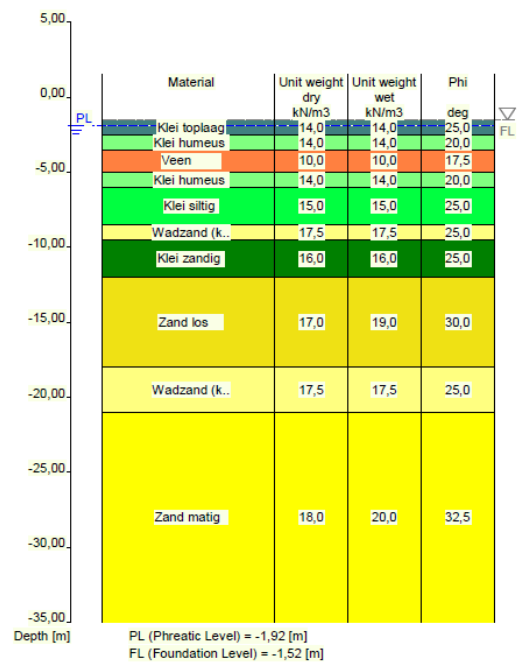


Figuur 5: Bodemopbouw gebieden 1 t/m 9 o.b.v. maatgevende sondering.

De specifieke gegevens van de werkterreinen 1012 en 1036 zijn verwerkt in de figuren hieronder



Figuur 6: Detail sondering 1012.



Figuur 7: Detail sondering 1036.

2.1.2.1. Grondgegevens

Grondparameters	γ_{droog}	γ_{nat}	c'	ϕ'	c_u	c_v	POP	CR	RR	α
[Eenheden]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[kN/m ²]	[m ² /s]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[-]
Uitgedroogde toplaag	14	14	3	25	30	$5 \cdot 10^{-8}$	10	0,2300	0,0767	0,0092
Veen	10	10	5	17,5	18	$1 \cdot 10^{-7}$	10	0,4600	0,1500	0,0077
Klei, humeus	14	14	4	20	20	$5 \cdot 10^{-8}$	10	0,3286	0,1095	0,0131
Klei, zandig	16	16	1	27,5	25	$5 \cdot 10^{-7}$	10	0,1150	0,0383	0,0046
Klei, siltig	15	15	2	25	25	$5 \cdot 10^{-8}$	10	0,1700	0,0210	0,0090
Wadzand (kleiig)	17,5	17,5	1	25	-	$1 \cdot 10^{-6}$	-	0,0700	0,0070	0,0020
Wadzand (zanderig)	17	19	0	27,5	-	-	-	0,0700	0,0070	0,0020
Zand, los	17	19	0	30	-	-	-	0,0115	0,0038	0,0000
Zand, matig	18	20	0	32,5	-	-	-	0,0038	0,0013	0,0000

Tabel 1: Grondgegevens algemeen.

Conclusies t.a.v. grondcondities in het kort:

- De grondsamenstelling is bepaald aan de hand van twee uitersten aan grondlagen.
- Belangrijke gegevens van de grondsamenstelling zijn in een tabel verwerkt.
- De grondsamenstellingen zijn opgedeeld in zones.
- Elke zone heeft maatgevende sonderingen met de kwaliteit van de grondopbouw gekregen.
- Details voor 'goede' en 'zeer slechte' grond worden verwerkt en kunnen gebruikt worden voor berekeningen.
- Fundatiehoogte van 0,5 meter (hierover meer in de berekeningen)

2.1.3. Bemaling (ook eisen t.a.v. zoet/zoutscheiding)

Zoals uit vorige paragraaf blijkt, kenmerkt de bodem in het gebied zich door een relatief diepe, slappe kleilaag waar nadrukkelijk rekening mee gehouden dient te worden bij het ontwerpen van de werkterreinen (inclusief werk-wegen) en het opstellen van de werkplannen. De bodem heeft van nature een relatief lage draagkracht en er dient rekening gehouden te worden met het afkalven van de wanden/taluds van de bouwkuipen. De opdrachtnemer moet hier niet alleen voor zijn eigen werkzaamheden rekening mee houden, ook de navolgende partijen moeten er op een veilige wijze gebruik van kunnen maken van de door de civiele opdrachtnemer gerealiseerde werkterreinen voor hun werkzaamheden, namelijk het oprichten van de masten en de geleide montage.

Een tweede aspect vormt de aanwezigheid van zowel zout als zoet grondwater. Er zijn specifieke regels voor de omgang met dit grondwater, waarbij ook het seizoen een rol speelt. Openbarsting van zoute kwel mag absoluut niet plaatsvinden en vermenging met vervuild zout water dient voorkomen te worden. Op enkele plaatsen zijn zoetwaterbellen die beschermd moeten worden. Er dient rekening mee gehouden te worden dat bemalingswater op bepaalde locaties, afhankelijk van het seizoen, afgevoerd moet worden. Daarbij moet gedacht worden aan bijvoorbeeld het gebruiken van tijdelijke afvoerleidingen voor langere afstand en/of het afvoeren met tankwagens. Wellicht zelfs oplossingen zoals plaatselijke ontzilting met ontziltingsinstallaties. Deze oplossingen zijn altijd in samenspraak met het bevoegd gezag.

Er dient rekening gehouden te worden met de impact van bijvoorbeeld heien, bemaling en transport op de aanwezige ondergrondse infrastructuur. Deze mag hierdoor niet nadelig beïnvloed worden. In het bijzonder wordt gewezen op de in het gebied aanwezige asbest-cement waterleidingen en chemische transportleidingen. Enkele mastlocaties zijn bovendien gelegen in de directe nabijheid van een hoogspanningsstation of andere panden die geen last mogen hebben van bijvoorbeeld trillingen door heien.

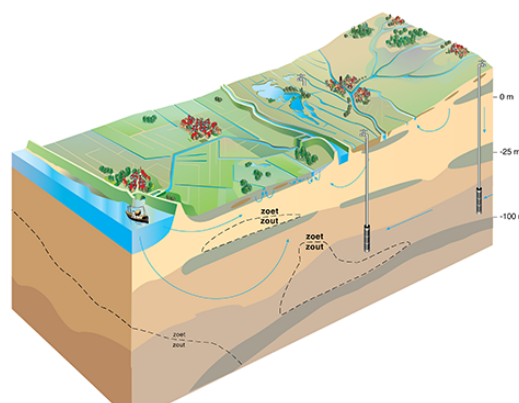
Conclusie bemaling en eisen zoet/zoutscheiding voor dit project

Het zoete en zoute water heeft binnen dit onderzoek geen invloed op de keuzes tussen verschillende werkwijzen en materialen. De verschillende werkwijzen en materiaalkeuzes hebben geen invloed op het mixen van het zout en zoet water. In de uitvoering is het wel van toepassing om bij elke projectlocatie het water van elkaar gescheiden te houden.

Het mixen van zout en zoetwaterkwellen mag absoluut niet plaatsvinden. Het verleggen en aansluiten van bemalingsystemen mag geen lekkage ondervinden. Gebeurt dit wel, dan is er kans op vervuiling van landbouwgrond door verzilting.

In sommige situaties is het verleggen van drainageleidingen en bemalingen noodzakelijk omdat deze anders met de aanleg van de werkterreinen en werk-wegen zouden beschadigen. Daarom dienen deze leidingen vooraf te worden verlegd.

Eindconclusie: De zoet/zout waterscheiding is een belangrijk aspect bij de uitvoering van de aanleg van werkterreinen, derhalve hier benoemd. Dit speelt echter geen rol bij de afweging van de varianten en zal derhalve verder niet in dit rapport worden beschouwd.



Figuur 8: Zoet/zoutkwellen.

2.1.4. Stikstof

Sinds het bekend is dat stikstof beschadigingen in de natuur kan veroorzaken, is de *Natura 2000* opgesteld. Met de *Natura 2000* wordt gezorgd dat de natuur veilig blijft voor de bouw en andere facetten die de natuur kunnen beschadigen. Er zijn natuurgebieden in kaart gebracht die bescherming nodig hebben. De *Natura 2000* is voor alle landen van Europa van belang. Bescherming van natuur vereist namelijk een goede samenwerking tussen buurlanden. In de *Natura 2000* wordt het vogelprobleem en het stikstofprobleem ook benoemd². De opgestelde richtlijnen dienen gevolgd te worden. In bijlage 3.2. is verdere diepgang over stikstof te lezen.

Conclusie concrete impact stikstofbeleid bij dit project.

Stikstofuitstoot zal de keuze beïnvloeden van de verschillende fases die onderzocht gaan worden. Dit komt omdat de stikstof binnen bepaalde projecten steeds vaker meegewogen wordt. Het meten van stikstof zal kwalitatief zijn omdat er naar het aantal handelingen en verkeersopstoppen gekeken zal worden en niet concrete berekeningen van de stikstofuitstoot te meten is. De variant die de minste opstoppen en handelingen heeft, zal daardoor ook het beste scoren als het gaat om stikstofuitstoot.

De twee locaties zijn alleen als het aankomt op de grondsamenstelling, bruikbaar om te vergelijken. In dit onderzoek zal daarom het stikstofprobleem voor beide locaties hetzelfde zijn.

2.1.5. Gebruiksdoeleinden projectpercelen

Het grondgebruik is gevarieerd. Er zijn zowel natuur-, industriële- als agrarische percelen. De agrarische percelen zijn een mix van akkerbouw, veehouderij en fruitteelt.

Zoals eerder besproken zal de landbouwgrond de meest kwetsbare grond zijn en het vaakst voorkomen. Deze grond dient vruchtbaar te blijven en mag niet vervuild raken. Daarom wordt bij elke projectlocatie de voorwaarden van akkerbouw gehandhaafd. Informatie over de gebruikersdoeleinden en welke voorwaarden er van toepassing zijn, is opgesteld door de opdrachtgever en landeigenaren. Meer informatie over de projectlocatie is te vinden in bijlage 8.1 theoretisch kader.

Conclusies grondgebruik projectpercelen in het kort:

- Voornamelijk akkerbouw (fruitbomen en landbouw).
- TenneT doet een vooronderzoek en metingen die gebruikt zullen worden voor de realisatie en optimalisatie van de werkterreinen.
- Schade aan landbouwgrond moet beperkt worden.
- Gemaakte schade moet worden verholpen door de desbetreffende schadeaanrichter.

Het grondgebruik is erg belangrijk binnen dit project. In dit onderzoek wordt dit onderwerp dan ook meegenomen en wordt er rekening gehouden met mogelijke obstakels die voortkomen uit het grondgebruik. Schade moet voorkomen of beperkt worden en vervuiling van landbouwgrond moet zo beperkt mogelijk blijven. Bij het vooronderzoek is het belangrijk om het grondgebruik akkerbouw voor locatie 1012 en 1036 mee te nemen in de afweging van het toegepaste materiaal. Milieuvervuilende materialen, zoals puin, worden uitgesloten doordat het einddoel bij beide locaties akkerbouw is.

² Zie de *Natura 2000* via <https://www.aanpakstikstof.nl/>

2.1.6. Broedseizoenen

Omdat het tracé een uitgestrekt gebied beslaat, er veel natuurgebieden zijn en dus ook broedplaatsen van verschillende soorten vogels op diezelfde plekken zijn, moet er rekening gehouden worden met het broedseizoen. In Nederland hebben we de Wet natuurbescherming. In deze wet staat vast dat er geen verstoring, op welke manier dan ook, mag plaatsvinden bij alle inheemse vogels, hun nesten en eieren. In die wet staat dat alle nesten in het broedseizoen beschermd zijn. Buiten het broedseizoen geldt dit ook voor de vaste nesten en rustlocaties. Het broedseizoen is vastgelegd van 15 maart tot 15 juli. Binnen die dagen mag er dus geen verstoring plaats vinden. Is het toch noodzakelijk om in deze tijd iets te doen in de buurt van een nest, dan wordt er speciale ontheffing aangevraagd bij de provincie.

Gedragscodes worden gezien als handvatten om zorgvuldig te handelen. Door te handelen volgens de gedragscode kan schade aan vogels, maar ook aan andere dieren en planten worden voorkomen of tot een minimum worden beperkt. Bijvoorbeeld het niet te dicht bij een dassenburcht komen tijdens het werk of een groot aantal meter rond een nest -ook wel horst genoemd- van een havik wegblijven. Wanneer het toch noodzakelijk is werkzaamheden uit te voeren waarbij vogels of andere beschermde flora of fauna verstoord wordt, moet er ontheffing op de Wet Natuurbescherming worden aangevraagd. Deze wordt pas gegeven wanneer er wordt voldaan aan de volgende 3 voorwaarden:

1. Er mag geen andere bevredigende oplossing zijn.
2. Er moet een publiek belang in het geding zijn.
3. De maatregelen mogen niet leiden tot een verslechtering van de staat van instandhouding van de betreffende soorten.

Vaak wordt er bij een ontheffing de voorwaarde gegeven om de gemaakte schade te compenseren. Dit kan bijvoorbeeld door op de juiste manier nieuwe nest locaties te creëren, of de natuur op een andere manier een handje te helpen.

Het is lastig om in te schatten waar en wanneer vogels en andere dieren zich zullen nestelen. Het is dan ook belangrijk om ervoor te zorgen dat er zo weinig mogelijk vogels en andere dieren gaan broeden bij de projectlocaties. Het voorkomen hiervan moet op een diervriendelijke manier tot stand komen. Er wordt hiervoor een ecooloog ingehuurd die mogelijke broedplekken in kaart zal brengen. In dit geval is dit nog niet van toepassing, omdat het project pas in de herfst van 2020 is begonnen en het officiële broedseizoen 15 maart begint. Als dit onderzoek eindigt kunnen de resultaten verwerkt worden en daarom wordt het broedseizoen niet uitgebreid meegenomen in dit onderzoek.

- Het broedseizoen start 15 maart '21
- Nodige Voorbereidingen om geen hinder door het broedseizoen te ondervinden zijn uitgevoerd.
- Elke locatie is grondig onderzocht op mogelijke hinder ten gevolge van het broedseizoen te voorkomen.
 - o Fruitbomen controleren of ze niet te dicht bij de projectlocatie staan en weghalen als er kans is dat er vogels in kunnen gaan broeden.
 - o Als de werkzaamheden starten in het broedseizoen, moeten er voorbereidingen worden uitgevoerd om te voorkomen dat er vogels gaan nestelen.
 - o Als de werkzaamheden zijn begonnen voor het broedseizoen begint, is er geen kans dat vogels zich zullen nestelen.
 - o Als er vogels gaan nestelen kunnen de werkzaamheden niet beginnen.
 - o Ecooloog Nanning-Jan heeft de projectlocaties onderzocht.
 - o Per locatie zal er een ecologische vrijgave worden opgesteld en nodige voorbereidingen worden vermeld in een rapport.

Conclusies impact broedseizoenen op project

Vorbereidingen, zoals het gras maaien en fruitbomen weghalen rondom de projectlocaties, zullen ervoor zorgen dat de vogels en andere wilde dieren niet zullen broeden nabij de projectlocaties. Dit omdat er dan geen beschutting is voor de dieren. Het plaatsen van linten zodat er geluiden en bewegingen ontstaan, zorgt er ook voor dat de vogels op die bepaalde plekken niet willen broeden. Met behulp van deze voorbereidingen zal er in dit onderzoek verder geen hinder plaatsvinden ten gevolge van het broedseizoen.

2.1.7. Veiligheid

De veiligheid op het werkterrein en de omgeving moet worden gewaarborgd. Gevaarlijke situaties moeten worden voorkomen en ongelukken mogen niet plaatsvinden. Om dit te beperken zijn er veiligheidsplannen en modellen opgesteld. Op elk project is er altijd een veiligheidsteam om de gevaarlijke situaties en ongelukken te voorkomen. De veiligheidsmaatregelen op de bouwplaats zijn met de laatste jaren aangescherpt. Werken kunnen volledig worden stilgelegd als er onveilige scenario's zijn op en rondom de bouwplaats.

Wim Poot is de veiligheidscoach van project ZWW-380. In een interview dat in bijlage 8.11. beschreven staat, worden een paar vragen gesteld die kunnen leiden tot de keuze van de variantenstudie omdat veiligheid voorop staat. Als er door de optimalisering extra veiligheidsrisico's ontstaan, zullen de nieuwe mogelijke varianten uitgesloten worden.

De efficiëntie bij het inrichten van de bouwterreinen is zeer belangrijk. Door de relatief geringe afmeting van de bouwlocatie en de niet al te grote hoeveelheid vierkante meters verharding hiervan, kan het veilig werken op een bouwlocatie in gevaar komen. Zeker als het bouwverkeer en bouwplaats-medewerkers hier tegelijkertijd aanwezig zijn.

Conclusie veiligheid met betrekking tot dit project.

- Veiligheid staat ten alle tijden voorop.
- Leidende rol voor keuze varianten.
- Varianten onderzoeken die de veiligheid in ieder geval niet verslechteren maar mogelijk zelfs verbeteren.

Voor de locatie 1012 en 1036 gaat het aspect veiligheid geen verschil maken in de keuzevarianten. Het aspect veiligheid is ten alle tijden belangrijk. Als de keuze wordt beïnvloed bij locatie 1012 met betrekking tot de veiligheid dan zal de verandering ook te zien zijn bij locatie 1036.

2.1.8. Kosten

Kosten moeten zo laag mogelijk blijven. Onnodige kosten moeten daarom worden beperkt. De optimalisatie van de werkterreinen moet er uiteindelijk voor zorgen dat de kosten zullen verminderen. Om dit te realiseren dienen vergelijkingen met andere varianten te worden gemaakt.

Net als veiligheid en stikstof, zijn de kosten bepalend in de keuze van de verschillende varianten. Wat betreft variantenstudie één; voor deze werkwijze wordt geen kostenraming gemaakt, omdat deze werkwijze zich typeert middels een MCA en een evaluatie hiervan. Variantenstudie twee zal wel een kostenraming bevatten omdat door middel van concrete gegevens uiteindelijk de beste variant berekend kan worden.

Bij de werkwijze van variant één worden de kosten bepaald door te kijken naar de transportkosten en de grondgebruik-kosten. Neem bijvoorbeeld de transportkosten: Het is goedkoper om het materiaal in

één handeling te transporteren. Dit houdt in dat er wordt geladen daar waar het materiaal vandaan komt en wordt gelost op de locatie waar het materiaal gebruikt zal worden. Er hoeft in die situatie dan maar voor één transportwagen betaald te worden. Indien dit gedaan wordt in twee of meerdere handelingen zullen de kosten hoger zijn. Het gebruik van bijvoorbeeld een HUB, (waar verdere informatie over te vinden is in het theoretisch kader), leidt tot meer handelingen en er dienen dan dus meer transportwagens ingehuurd te worden. De kosten zijn dan hoger. Bovendien is een nadeel van de HUB wat betreft de kosten dat er extra kosten ontstaan bij het huren van een stuk grond om de HUB op te plaatsen.

Voor variant twee is het mogelijk om de kosten te berekenen door berekeningen te maken, zoals verder uitgewerkt in 4.2 resultaten, aan de hand van de volgende gegevens:

- Aanschafprijzen en huurprijzen van het materiaal
- Verkooprijzen na gebruik. Eventueel rekening houdend met beschadigingen
- Prijzen benodigd fundatiemateriaal (zand + geotextiel)
- Schoonmaakkosten/wals-kosten
- Gebruikstijd van het materiaal
- Voor- en afrijkosten
- Herstelkosten middels zettingsberekeningen

Conclusie kosten

Het berekenen van kosten is niet altijd even goed mogelijk. Onvoorziene omstandigheden kunnen soms optreden waardoor kosteninschattingen later incorrect kunnen blijken. In variant 2 worden kosten gebruikt waar wel concrete en vaststaande gegevens beschikbaar van zijn. Voor de mastlocaties 1012 en 1036 zal er geen verschil zitten tussen de twee varianten, maar het zal wel de keuze beïnvloeden. Met de optimalisatie van de werkzaamheden mogen de kosten niet hoger zijn dan dat ze al waren.

Variantenstudie één (werkwijze):

- Handelingen bekijken en vergelijken.
- Extra kosten door veranderen werkwijze vergelijken met elkaar.

Variantenstudie twee (materiaalkeuze):

- Materiaalkosten meetbaar maken huren/kopen.
- Herstelkosten berekenen met behulp van zettingen.
- Vergelijken totaalplaatje kosten doormiddel van zettingsberekeningen, aankoopkosten en herstelkosten met elkaar te vergelijken.

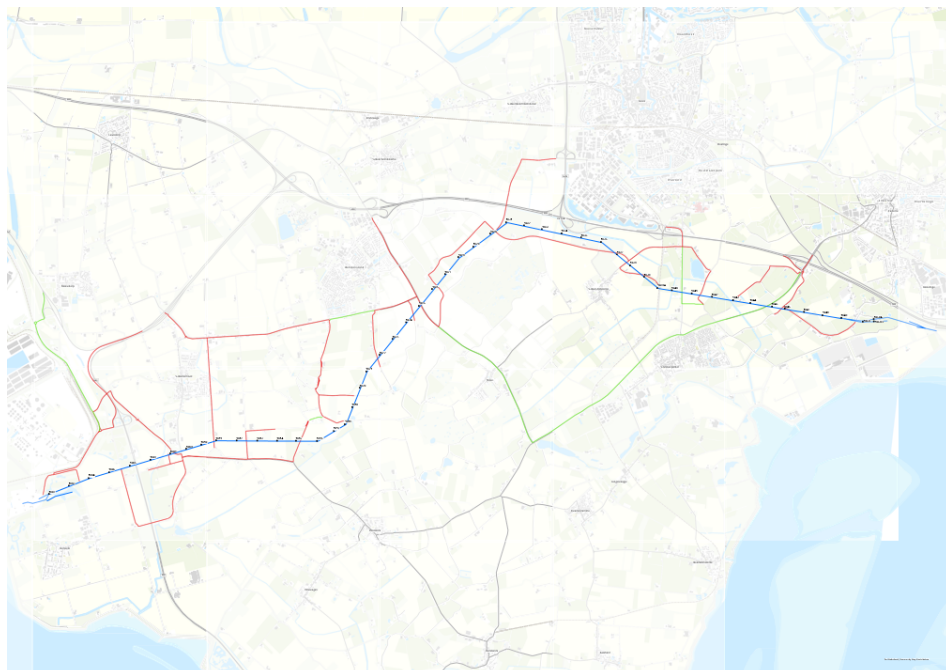
2.1.9. Bouwverkeer

Overzicht logistiek van huidig lopend project: overzicht aan- en afvoerwegen

Voor de aanvoer en afvoer van materiaal en materieel moet het bouwverkeer meegenomen worden in de ontwerpen. Veel locaties zijn enkel via B-wegen te bereiken en er moeten daarom maatregelen worden getroffen. De draaicirkel van het bouwverkeer is vaak groter dan waar de B-wegen voor zijn ontworpen en er dienen daarom soms bochten en nieuwe stukken B-wegen te worden opgevuld, aangepast en aangelegd. In figuur acht hieronder zijn alle routes (rood) aangegeven. Deze B-wegen zijn aangepast waar nodig. Dit is gedaan om het materiaal en materieel veilig en zonder moeite op alle

vijftig locaties te krijgen. Met het uitstippelen van dit plan en het aanpassen van enkele B-wegen zullen omwonenden minder hinder ervaren en kan er veilig gewerkt worden.

Het uitvoeren van de modificaties van de B-wegen worden alvorens de werkzaamheden van de aanleg van de werkterreinen van start gaan, uitgevoerd. Zo zal er nooit hinder veroorzaakt worden door de B-wegen, omdat deze al geprepareerd zijn voordat het project aanvangt.

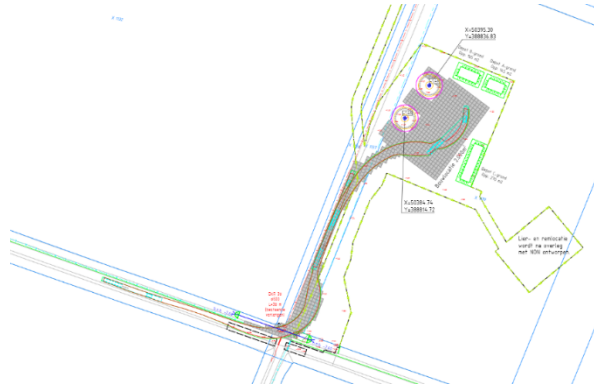
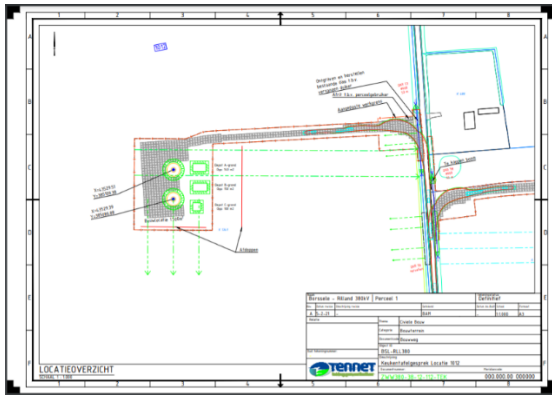


Figuur 9: Aanrijroutes (B-wegen).

Overzicht werk-weg en werkterreinen 1012 en 1036

De locaties 1012 en 1036 zijn gelegen midden op de akkers. Het wegennet om de locaties te bereiken moet aangepast worden. Een werk-weg om de locatie te bereiken via de B-wegen zal door BAM worden aangelegd. Bij elk van de locaties ziet de route er anders uit.

Bij zowel 1012 als 1036 zijn de wegcondities hetzelfde. Een werk-weg is een korte route die van een B-weg naar de projectlocatie zal lopen. In figuur negen en tien is duidelijk de overeenkomst te zien tussen de twee locaties. Het verschil in de projectlocaties zijn de grondcondities. Door een vergelijking te maken tussen twee gebieden met zowel overeenkomsten als verschillen worden de resultaten in dit onderzoek uiteindelijk representatiever. De kosten van de werk-weg, die bestaan uit aanschaf/huurkosten en herstelkosten, worden in dit onderzoek meegewogen in de berekeningen.



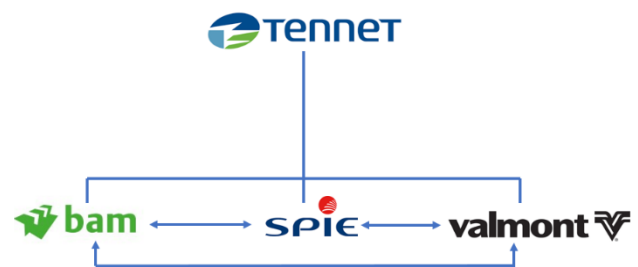
Figuur 10: Tekening 1012 (links) en 1036 (rechts) .

Conclusie bouwverkeer

De problemen die ontstaan bij het bouwverkeer op B-wegen zijn al bepaald en verholpen voordat de werkzaamheden van start gaan. Bij beide locaties zal er geen hinder worden ondervonden op de B-wegen. Het bereiken van de projectlocatie is ten alle tijden noodzakelijk. Er zullen daarom werk-wegen worden aangelegd tussen de B-weg en het werkterrein. Afhankelijk van de locatie (1012 en 1036) zullen de kosten voor de werk-weg verschillen.

2.2. Wie zijn de betrokken bedrijven en wat is hun rol in dit project

Het is belangrijk om de taakverdeling in kaart te brengen van de nevenopdrachtnemers. De samenwerking van de bedrijven is van belang op de verschillende momenten bij de op- en aanlevering. Het definitieve ontwerp moet in samenwerking met de nevenopdrachtnemers worden goedgekeurd, zodat iedereen zijn taken kan uitvoeren. De rol van BAM is om de fundaties van de masten en de werkterreinen te realiseren. Verdere informatie over de opdrachtgever en de nevenopdrachtnemers is verwerkt in bijlagen 8.2.



Vergelijking 1: Stakeholders.

2.3. Hoe ziet het bouwproces eruit en wat zijn de civieltechnische werkzaamheden?

Hieronder is een beknopte beschrijving van het bouwproces omschreven. Meer informatie over de werkzaamheden over het project en de werkzaamheden van de werkterreinen staan vermeld in bijlagen 8.3. En 8.4

2.3.1. Het gehele bouwproces inclusief nevenopdrachtnemers

Het bouwproces van het gehele project wordt behandeld. Het is belangrijk om de bouwfaserings te lezen om duidelijkheid te krijgen wat het project inhoudt en om de problematiek te onderbouwen. Deze bouwfaserings is de bouwfaserings van het gehele project. In combinatie van de nevenopdrachtnemers zullen de stappen in de bijlagen uitgebreid worden uitgelegd. In het kort:

0. Voorbereidingen. (TenneT)
1. Ontwerpen van fundaties en werkterreinen. (BAM)

2. Aanleggen werkterreinen. (BAM)
3. Fundering werkzaamheden uitvoeren (BAM).
4. Pylonen leveren en opbouwen. (Valmont)
5. Geleiders verbinden aan pylonen. (SPIE)
6. Bliksemdraad en glasvezelverbinding aanbrengen. (SPIE)
7. Opruimen werkterreinen. (BAM)
8. Terreinen cultuurtechnisch afwerken. (BAM)
9. Na afwerkingen wachten op acceptatie. (BAM)

2.3.2. Het bouwproces met de focus op de werkterreinen (Focus onderzoek)

De aanleg van de werkterreinen moet op elk van de vijftig locaties worden uitgevoerd. De werkzaamheden binnen die vijftig locaties bevatten dezelfde rode lijn. Elk werkterrein zal echter toch anders zijn. Dit komt omdat de locaties op andere plekken gevestigd zijn. Soms midden op het land of soms juist naast de weg. De ontwerpen van de werkterreinen zullen daarom verschillend zijn. In dit onderzoek ligt de focus op het werkterrein, dat in de volgende stappen zullen worden uitgewerkt:

1. Ontwerpen van werkterreinen in overleg met landeigenaren en nevenopdrachtnemers.
2. Indien nodig: drainage verleggen.
3. Doek (geotextiel) en zand aanbrengen op de ontworpen terreinen.
4. Aanleg van werkterreinen met betonplaten (fase één)
5. Aanleg van werkterreinen met betonplaten (fase twee)
6. Aanleg van werkterreinen met betonplaten (fase drie)
7. Betonplaten verwijderen en afwerken tot oorspronkelijke staat (fase vier)

2.4. Welke eisen zijn leidend voor de realisatie van de werkterreinen?

TenneT heeft een eisenpakket opgesteld waarin alle eisen beschreven staan. Het gevolg van de afbakening is dat de focus zich zal richten op de werkterreinen. Daarom worden enkel de eisen die te maken hebben met de werkterreinen in de bijlagen omschreven. De eisen bevatten onder andere; onderdelen over milieu, omgeving en randvoorwaarden. De eisen zijn uitgewerkt in de bijlage omdat deze ter sprake komen verdeeld over het onderzoek. De terugkoppeling naar de eisen in de bijlagen.

In variantenstudie één wordt een nieuwe werkwijze geïntroduceerd. De huidige eisen die te vinden zijn in de bijlagen zijn gebaseerd op het 'Just in time' principe en de 'afroep'. De huidige eisen kunnen gebruikt worden voor beide van deze varianten omdat er hier geen aanpassingen worden gedaan aan de omgeving en andere aspecten die betrekking hebben tot de eisen. In vergelijking met het 'Just in time' principe en de 'afroep' heeft de werkwijze HUB andere voorwaardes en eisen dat in bijlagen 8.5 zijn toegevoegd aan de al bestaande eisen. Een aanvullend programma van eisen zal benodigd zijn voor de keuzevariant HUB. De bestaande eisen zullen van toepassing blijven er zal echter een aanvulling worden verwerkt in bijlagen 8.5. over HUB. Alle eisen die van toepassing zijn voor het werkterrein en de nieuwe aanvullende eisen zijn omschreven in bijlage 8.5.

2.5. Wat zijn potentiële concrete verbetervarianten t.a.v. civieltechnische werkzaamheden?

Variantenstudie één, Potentiële werkwijzen

Eén van de fases waar er problemen ontstaan is bij het 'Just in time' principe waar verder in dit hoofdstuk over verteld zal worden. Het 'Just in time' principe wordt toegepast bij dit project. Het probleem dat hier ontstaat is dat de ruimte, die beschikbaar is voor de opslag en installatie van de

hoogspanningsmasten, relatief klein is dat resulteert in onveilige werkzaamheden door de beperkte ruimte. Naast het 'Just in time' principe zijn er andere werkwijzen die gebruikt kunnen worden. Het uitzoeken of dit probleem opgelost kan worden, door nieuwe werkwijzen te introduceren, zal de eerste stap zijn omtrent de optimalisatie van de werkterreinen.

Met weinig ruimte wordt bedoeld dat een oppervlakte van 1500 of 2000 vierkante meter onvoldoende is voor de opslag van de masten, ankerkooien, funderingen en machines zoals; kranen, shovels en auto's. Er ontstaat hinder tussen opgeslagen onderdelen en bewegende machines. Andere werkwijzen zijn het opslaan van materiaal en materieel op de HUB of het werken op 'afroep'.

Op dit moment wordt het materiaal opgeslagen op de werklocaties. Er is nu te weinig ruimte om veilig te kunnen werken. Het gehele probleem van "weinig ruimte" kan worden opgelost met het introduceren van de nieuwe werkwijzen.

2.5.1. Welke werkwijzen zijn er mogelijkwerwijs toe te passen?

1. Just in time (huidig)

Het 'Just in time' principe is de huidige werkwijze die op dit project gehanteerd wordt. Het naleven van een planning zorgt ervoor dat het materiaal altijd op tijd is. Enkele aandachtspunten en voor- en nadelen worden hieronder uitgewerkt. Deze zijn van toepassing op dit project voor beide locaties. Verdere informatie over het 'Just in time' principe staat verwerkt in de bijlagen.

Aandachtspunten:

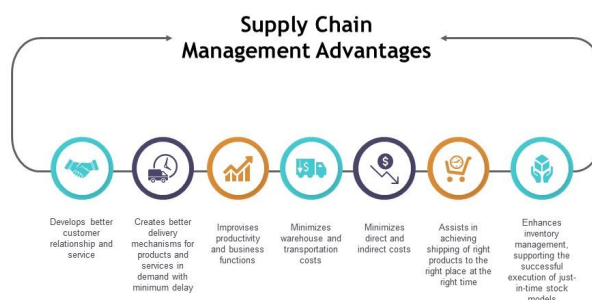
- Volgens de planning wordt het materiaal aangeleverd.
- De opslag, indien dit nodig is, zal op de bestemde projectlocatie zijn.

Voordelen

- Het transport heeft maar 1 handeling van leverancier tot locatie
- Het materiaal is altijd volgens planning aanwezig.
- De voorbereidingen van de leveringen kunnen op voorhand uitgevoerd worden.
- De stikstofuitstoot zal relatief laag blijven in vergelijking met andere varianten.

Nadelen

- De opslag van het materiaal zal ruimte in beslag nemen, die al beperkt is.
- Als de planning niet kan worden nageleefd is het 'Just in time' principe ongunstig.
- Opstopping op B-wegen, ten gevolge van de grote hoeveelheid leveringen, met belemmering van beperkte ruimte kan moeilijk worden voorkomen.



Vergelijking 2: Supply chain voorbeeld (just in time).

2. HUB

De HUB is een specifieke manier om mee te werken en wordt vaak toegepast in stedelijke gebieden waar er beperkte ruimte beschikbaar is. Binnen dit project betekent het dat er naast de vijftig projectlocaties een extra stuk grond benodigd is.

Aandachtspunten:

- De HUB zal dienen als een centrale opslag voor alle 50 locaties.
- Extra eisen zullen moeten worden opgesteld voor de realisering van de HUB.

Voordelen:

- De ruimtebesparing op de projectlocaties ten gevolge van een extra HUB is verzekerd.
- Zodra het materiaal nodig is kan het vanuit de HUB aangevoerd worden.
- De aanlevering van het materiaal door leveranciers zorgt ervoor dat er nooit vertraging op zal lopen vanuit de leveranciers of andere aspecten als reisverbod (corona). Dit komt omdat het materiaal dan al op de HUB staat opgeslagen.
- Een goede inventarisatie kan op voorhand worden uitgevoerd.

Nadelen

- De opslag van het materiaal op een HUB heeft als nadeel dat het hier gelost en geladen moet worden dus extra handelingen zijn van toepassing.
- Een extra benodigde ruimte en extra materieel moet worden ingezet.
- De kans op beschadiging is groter omdat er meer handelingen zijn.
- Een extra logistiek plan moet worden toegepast om altijd het goede materiaal op de juiste locatie te krijgen.

3. Afroep

De 'afroep' en het 'Just in time' principe lijken qua werkwijze erg op elkaar. Echter wordt bij het 'Just in time' principe de planning nageleefd en wordt met de 'afroep' de daadwerkelijke tijdlijn nageleefd. De opslag bij leveranciers tot het nodig is op het project, zal ervoor zorgen dat er weinig tot geen opslag nodig is. Verdere informatie over de 'afroep' wordt besproken in de bijlagen.

Aandachtspunten

- Zodra er materiaal nodig is afroepen voor transport.
- Geen opslag nodig omdat het gelijk wordt gebruikt.

Voordelen:

- Geen opslag vereist.
- Het transport heeft maar één handeling. Van leverancier tot locatie.
- De voorbereidingen van de leveringen zijn op voorhand uitgevoerd.
- De stikstofuitstoot zal relatief laag blijven in vergelijking met andere varianten.

Nadelen:

- Niet elke fabrikant wil het materiaal opslaan. Het is de bedoeling dat er concrete afspraken zijn gemaakt.
- De invloed van verkeer kan niet worden geïnterpreteerd dus vertraging hierdoor is niet te overzien.
- Een leverancier kan niet altijd op commando leveren, dus kans op een wachttijd

2.6. Welke materialen kunnen er gebruikt worden?

Variantenstudie twee: Potentiële materialen

De keuze om betonplaten te gebruiken is genomen omdat dit de goedkoopste optie schijnt te zijn in de situatie die er nu is. Andere opties zijn mogelijk om de werkterreinen mee in te richten. Het gebruik van kunststof (Ferex) of stalen rijplaten kunnen vervangende materialen zijn. Ferex platen, die gemaakt zijn van kunststof, is een goede optie om te gebruiken voor een tijdelijk bouwterrein. De huur hiervan is echter erg duur. Het voordeel van de kunststof rijplaten is dat er minder fundatiegrond nodig is dat er weer voor zorgt dat er minder herstelkosten zijn. De keuze van de verschillende soorten materialen hangt af van de eisen die zijn opgesteld. Het aantal dagen dat de werkvloeren nodig zijn en hoeveel m2 aan oppervlakte er gelegd moet worden. De factoren zijn variabel en doordat ze verschillen zullen de uitkomsten per situatie anders uitkomen.

2.6.1. Welke materialen zijn er mogelijk om te gebruiken?

1. Betonplaten (huidig) :

Afmetingen:

- 2000mmx2000mmx160mm

Aanschafkosten:

- €84,-

Voordelen:

- Na aanschaf verkoopbaar
- Makkelijk te installeren
- Verharding is relatief goed, geen geluid etc.

Nadelen:

- Aanschafprijs hoog.
- Ondergrond nodig.
- Kans op beschadiging aanwezig waardoor het niet meer bruikbaar is.



Figuur 11: Betonplaten.

2. Staalplaten/ rijplaten:

Afmetingen:

- Variant 1: 5000x1000mm
- Variant 2: 6000x1300mm

Huren/dag:

- Variant 1: €0,17
- Variant 2: €0,30

Op- weghalen (totaal):

- Variant 1: €3,-
- Variant 2: €5,-

Voordelen:

- Geen aanschafkosten.
- Makkelijk te gebruiken.

Nadelen:

- Op langere termijn hoog in huurkosten.
- Gemakkelijk vervormd/gebogen, dat kan zorgen voor geluidsoverlast.
- Een ondergrond nodig.



Figuur 12: Stalen rijplaten.

3. Ferex kunststof platen:

Afmetingen:

- 4000x2000mm

Huren/dag:

- €2,57

Op- weghalen (totaal):

- €18,18

Eigen gewicht

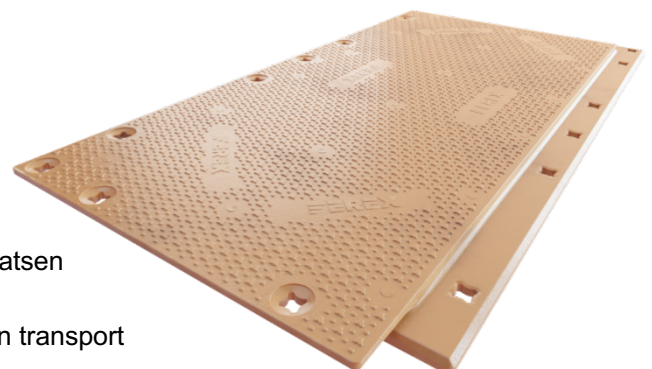
- 54kg/m²

Voordelen:

- Minder tot geen ondergrond nodig voor het plaatsen van de Ferex platen. (Expertise geotechnicus)
- Licht in gewicht, groot oppervlak en voordelig in transport

Nadelen:

- Relatief duur om te huren.



Figuur 13: Kunststof rijplaten.

Conclusie wegmaterialen:

De drie verschillende materialen zullen met elkaar vergeleken worden. De situatie en omgeving zal uiteindelijk bepalend zijn voor de keuze welke van de drie materialen het goedkoopste is en het beste is om te gebruiken. De installatie van de materialen gecombineerd met verdere info over de drie verschillende materialen staan beschreven in bijlage 8.7.1. Daarbij wordt de zetting van elk van de materialen berekend om te kijken of er op de herstelkosten bespaard kan worden.

2.7. Welke funderingsmaterialen kunnen er gebruikt worden?

Zoals eerder vermeld in het onderzoek zijn de meeste projectlocaties op landbouwpercelen. Er moet dus extra rekening gehouden worden met de vervuiling van de vruchtbare landbouwgrond. Dit is mogelijk door na te gaan welke materialen er gebruikt kunnen worden zonder dat er vervuiling plaats vindt. De juiste funderingsgrond wordt gekozen op basis van de mate waarmee er vervuiling kan optreden zoals, vervuilende materialen en/of grote brokstukken.

Voor de keuze om verschillende funderingsmaterialen toe te passen die goedkoper of makkelijk zijn om te gebruiken is er een onderzoek geweest. Het is belangrijk om de eisen van de opdrachtgever en de landeigenaren mee te nemen als het gaat om de funderingsgrond. Aangezien de grond vruchtbaar is en het niet vervuild mag worden zal de keuze voor de funderingsgrond anders zijn dan wanneer dit niet hoeft. Om ervoor te zorgen dat de grond niet in contact komt met de vruchtbare grond wordt er geotextiel gebruikt om de funderingsgrond en de vruchtbare grond te scheiden. Echter is dit geotextiel niet 100% waterdicht. Om de vervuiling te minimaliseren moet er een keuze worden gemaakt uit een niet vervuilende fundatieondergrond.

2.7.1. Welke funderingsmaterialen zijn er mogelijk om toe te passen (indien nodig)

1. Geotextiel met zoet zand (huidig in combinatie met betonplaten)

De manier die nu wordt gebruikt is geotextiel met zand. Het geotextiel dient als een soort laag tussen het zand en de vruchtbare grond. Hier is voor gekozen omdat zand een lage milieuvervuilende eigenschap heeft. Als dit zand toch in aanraking komt met de vruchtbare grond dan is de vervuiling beperkt omdat het schoon zand is.

2. Duomix 0/8, LD-granulaat 0/16, Duomix 0/22, Menggranulaat 0/32, Betongranulaat 0/32

Het gebruik van verschillende mixen in funderingsmaterialen is gunstig voor de draagkracht van het materiaal, echter er zitten er in deze combinaties van verschillende materialen vervuilende stoffen zoals ijzerdeeltjes. Het risico van vervuiling is te groot om überhaupt deze toepassingen verder te bekijken.

3. Puin

Puin is een goede mogelijkheid om toe te passen binnen dit project. Het gebruik van hiervan kan zonder dat er rijplaten of betonplaten benodigd zijn worden toegepast. Het probleem is echter dat puin bestaat uit gesteente. Dit gesteente mag absoluut niet in aanraking komen met de landbouwgrond. Stenen op landbouwgrond kan tot vervelende gevolgen leiden voor het materieel van de landbouweigenaren. Stenen die in omspitmachines of zoiets dergelijks terecht komen. Het voorkomen van vervuiling is in de praktijk lastig uit te voeren. Hierin moet de overweging tussen zand en puin op de correcte manier worden vergeleken met elkaar.

Ondanks dat met het gebruik van puin geen wegmaterialen nodig zijn is het gebruik hiervan niet optimaal. De landbouwgrond mag niet in aanraking komen met het puin. De omvang van de stenen

die in het puin verwerkt zijn, kan het materiaal van de landbouweigenaren beschadigen. Het Puin heeft in vergelijking met zand ook een grotere dichtheid. Dit zal zorgen voor meer zetting dus ook voor meer herstelkosten.

Conclusie fundatiematerialen

Het gebruik van fundatiematerialen binnen dit project is doormiddel van beredenering en terugkoppelingen naar de eisen in bijlagen 8.5. al bepaald. Het gebruik van menggranulaat heeft te veel milieu- vervuilende aspecten aangezien menggranulaat een afvalproduct is.

Aangezien er op voornamelijk landbouwgrond wordt gewerkt mag de kans om mogelijk meer vervuiling te veroorzaken vergeleken het huidige fundatiemateriaal, niet groter zijn. Het puin dat ook een mogelijkheid was om toe te passen als fundatiemateriaal is net als menggranulaat niet toe te passen binnen dit project. De omvang van de stenen die mogelijk in aanraking kunnen komen met de vruchtbare grond en die ten gevolge hiervan het materiaal van de landbouweigenaren kunnen beschadigen heeft de keuze om puin te gebruiken uitgesloten.

Het gebruik van zand zal om deze redenen gebruikt worden als fundatiemateriaal. Het gebruik hiervan heeft de minst mogelijke schade voor de vruchtbare grond.

2.8. Waar kan het eindproduct voor gebruikt worden?

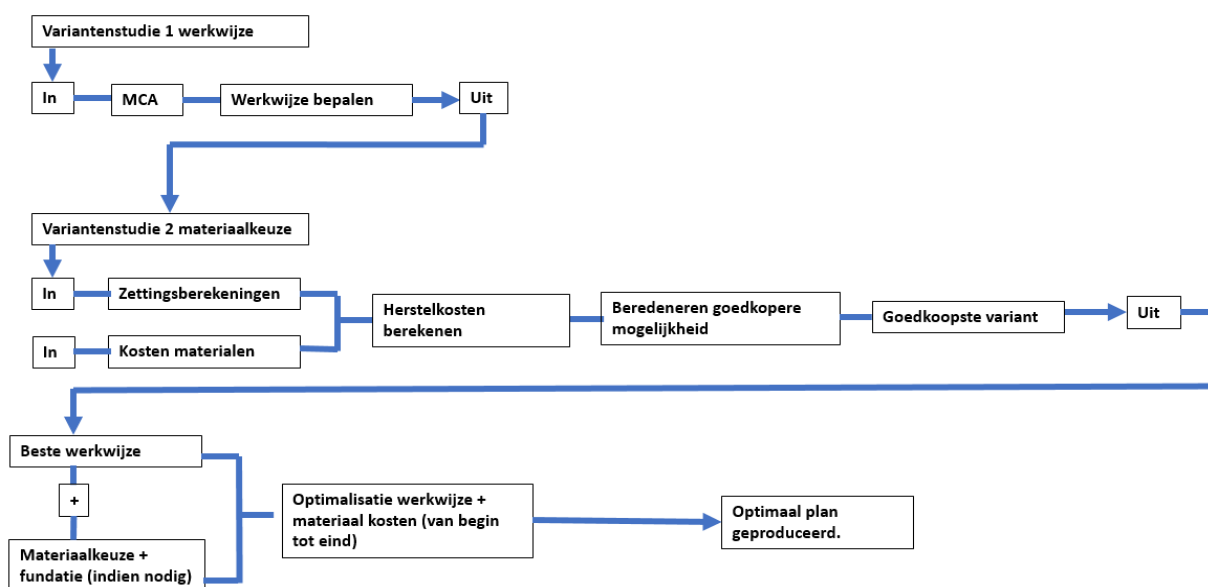
Uiteindelijk zal er een geoptimaliseerd plan zijn gemaakt voor dit project. Het is de bedoeling om een plan te maken voor de optimalisatie van de werkterreinen met betrekking tot andere projecten. Echter, elk project is anders en daardoor is de automatisering van een optimalisatieplan bijna niet te doen. Wat er wel geproduceerd kan worden is de optimalisering van de rode lijn door de werkzaamheden. Enkele factoren zoals de grondopbouw of eisen zijn bij elk project weer anders. Echter de materiaalkeuze voor dit type grond blijft hetzelfde. Dus een duidelijke uitleg bij welke voorwaarde dit product gebruikt kan worden.

3. Methode

In de methode wordt een duidelijke beschrijving gegeven van de manier waarop de deelvragen beantwoord zijn en hoe de onbeantwoorde deelvragen beantwoord kunnen worden. Zes verschillende criteria om de deelvragen te beantwoorden staan hieronder vermeld:

1. Het soort onderzoek – kwalitatief en/of kwantitatief onderzoek
2. De dataverzamelmethode – deskresearch en/of fieldresearch
3. De datakenmerken – waaronder de inclusie- en exclusiecriteria en steekproefomvang
4. Het onderzoeks-verloop – de uitvoering van de methoden
5. De data-analysemethode – de tools waarmee je de data analyseert
6. De validiteit en betrouwbaarheid van je onderzoek

De zes criteria worden per deelvraag verder behandeld in de methode. De vragen die beantwoord zijn in de methode worden op chronologische wijze behandeld.



Vergelijking 3: Fasering van dit onderzoek (geheel).

Deelvragen	Soort onderzoek	Bron	Waar (verslag)
1: rol betrokken bedrijven	Kwalitatief	Tender Civiel Vraagspecificatie deel 0 Projectbeschrijving(17073083)	Theoretisch kader 2.2. / bijlagen 5.1.1.
2: huidige situatie	Kwalitatief en kwantitatief	Gegevens vooronderzoek TenneT https://www.zuid-west380kv.nl/west/ Civiel Vraagspecificatie deel 0 Projectbeschrijving(17073083)	Theoretisch kader 2.1. / bijlagen 5.1.2.
3: het bouwproces	Kwalitatief onderzoek	Tender en ervaring Civiel Vraagspecificatie deel 0 Projectbeschrijving(17073083)	Theoretisch kader 2.3. / bijlagen 5.1.3 en 5.1.4.

4: varianten studie 1	Kwalitatief	Offertes, Optimize Building Space and Material Use WBDG - Whole Building Design Guide	Theoretisch kader 2.5. / bijlagen 5.1.6. en 5.1.9
5: varianten studie 2	Kwantitatief	https://www.ferex.nl/product/ https://rijplaatopmaat.nl/wat-zijn-standaard-rijplaat-afmetingen/ https://www.pelt-hooykaas.nl/producten/toepassing:funderingsmateriaal-wegenbouw	Theoretisch kader 2.6. / bijlagen 5.1.7 en 5.1.8.

Tabel 2: Deelvragen uitleg, Methode.

3.1. Wat is de rol van de betrokken bedrijven op dit project?

In het theoretisch kader is de betrokkenheid van de bedrijven omschreven. Hierin staat vermeld wat hun rol is binnen dit project en welke werkzaamheden ze gaan uitvoeren. Met behulp van een bedrijvenboom is de samenwerking tussen alle betrokken bedrijven gevisualiseerd.

1. De rol van de betrokken bedrijven is een kwalitatief onderzoek.
2. In de tender van het huidige project staat beschreven welke rol elk bedrijf heeft binnen dit project.
3. De datakenmerken zijn gebaseerd op bekende data.
4. In het theoretisch kader is het onderzoek verloop al gedefinieerd en beantwoord. Verdere informatie over de betrokken bedrijven en wat hun rol is, staat omschreven in bijlage 8.2.
5. De tools die gebruikt worden om tot de gegevens te komen wie de betrokken bedrijven zijn en wat hun rol is, staat beschreven in de tender.
6. Omdat de informatie uit de tender komt, is de informatie betrouwbaar.

3.2. Hoe ziet de huidige situatie eruit en wat is de achtergrondinformatie van de onderzoek locatie?

In het theoretisch kader is de huidige situatie omschreven. Bij de huidige situatie wordt er achtergrondinformatie over de bodemkwaliteit, metingen en omgeving gegeven en uitgewerkt.

1. Zowel kwalitatieve informatie over de grondsamenstellingen als kwantitatieve informatie over de stikstofproblematiek en het broedseizoen zijn beschreven in de huidige situatie. Zoals eerder vermeld in 2.1.
2. De data komt voort uit vooronderzoek dat is uitgevoerd door de opdrachtgever TenneT. Sonderingen voor de grondsamenstellingen zijn gemeten en de gegevens hiervan zijn vastgesteld op alle vijftig locaties. Daarnaast is er een ecooloog ingezet om het broedseizoen en de daarbij komende obstakels in kaart te brengen om hiervoor voorzorgsmaatregelen te nemen. De gegevens hiervan zijn omschreven in bijlagen 8.1.

3. De datakenmerken staan per locatie beschreven. De focus zal echter liggen op de twee locaties (1012 en 1036).
4. Alle gegevens die nodig zijn voor dit onderzoek, zijn op voorhand vastgesteld in een vooronderzoek. Een methode om aan de gegevens te komen is dus niet nodig.
5. De data wordt geanalyseerd door twee locaties met elkaar te vergelijken. Eén locatie heeft een grondsamenstelling van goede grond en de andere locatie heeft dit van zeer slechte grond. De verschillende gegevens gaan ervoor zorgen dat er mogelijk verschillen ontstaan in de varianten.
6. Professionals, zoals ecologen, hebben het broedseizoen in kaart gebracht. De betrouwbaarheid ligt in de expertise van de ecooloog. De grondsamenstelling is met een sondering bepaald. De betrouwbaarheid hiervan is aan te nemen omdat het een veel gebruikte methode is om grondsamenstellingen in kaart te brengen.

3.3. Hoe ziet het bouwproces eruit en wat zijn de civieltechnische werkzaamheden?

Het belang om het bouwproces te omschrijven is voor dit onderzoek aanzienlijk. De keuze van de twee verschillende variantenstudies is mede door het bouwproces bepaald. Het separaat houden van de funderingsmaterialen en de vruchtbare landbouwgrond is van belang binnen dit bouwproces evenals de beperkte ruimte die beschikbaar is voor de werkzaamheden. De factoren, die zijn omschreven in het stappenplan van het bouwproces, zullen de keuzes beïnvloeden in de resultaten.

1. Het bouwproces is een kwalitatief onderzoek omdat de werkzaamheden die uitgevoerd zullen worden, vaststaan. De aantallen benodigde materialen zijn bepaald in het vooronderzoek. Het bouwproces zal de keuze van de twee verschillende locaties niet beïnvloeden, maar de informatie van de werkzaamheden is wel belangrijk om te bepalen welke mogelijkheden er zijn.
2. Met behulp van de planning en de tender kan de bouwfaserings worden vastgesteld. Uitgebreide bouwfaserings staan omschreven in bijlagen 8.3.
3. Door expertise en ervaring, die is opgedaan tijdens andere projecten, is een bouwfaserings opgesteld.
4. In het theoretisch kader is de bouwfaserings op globale schaal (gehele bouwproces) en gerichte schaal (werkterrein bouwproces) omschreven.
5. De data komt voort uit de ervaring en problematiek die bij andere vergelijkbare projecten is waargenomen. Met behulp van deze gegevens kan het bouwproces op een zo optimaal mogelijke manier worden uitgevoerd.
6. De betrouwbaarheid van het bouwproces is niet bewezen. In dit onderzoek zal er onderzocht worden of dit bouwproces verbeterd kan worden.

3.4. Stap 1: Wat zijn de potentiële concrete verbetervarianten t.a.v. civieltechnische werkzaamheden?

In deze methode zal er naar aanleiding van het theoretisch kader verdere diepgang worden aangebracht betreffende de verschillende optimaliserende stappen. Ten eerste: drie verschillende werkwijzen: het 'Just in time' principe, dat op het huidige project wordt gebruikt, en de andere twee: de HUB en de 'afroep'. De MCA vergelijkt de drie criteria kwalitatief met elkaar om de beste variant te onderbouwen. De criteria bestaan uit vijf onderdelen:

1. De vijf criteria zijn kwalitatief omdat er geen concrete berekeningen aan verbonden kunnen worden. Allereerst zal worden bekeken of de werkwijze contractueel uitvoerbaar is. De eisen zijn maatgevend om te bepalen hoe 'hoog' elk van de varianten gaat scoren. De scores bepalen uiteindelijk welk van de varianten voor dit project het beste zal werken. In de bijlage staat een verdere uitwerking van deze criteria (zie bijlage 8.8).
2. De data van de criteria zijn tot stand gekomen door kwalitatief de werkwijzen met elkaar te vergelijken. De vijf criteria die zijn uitgewerkt in de bijlagen zijn:
 - Contractueel uitvoerbaar
 - o Dit criterium is tot stand gekomen vanuit de relevantie van het contract en de obstakels die uit dit contract voortkomen. Het introduceren van nieuwe manieren moet volgens het contract uitvoerbaar zijn. Verandering binnen het contract is bijna niet te realiseren, omdat de landeigenaren veeleisend zijn en het contract vanuit TenneT zorgt voor beperkingen. Dit criterium wordt ingevuld door de wegingsfactor (0-1) waarbij één belangrijk en nul niet belangrijk is. In dit project heeft het criterium 'contractueel uitvoerbaar' een één gekregen omdat er weinig aanpassingen in het contract mogelijk zijn.
 - Stikstof
 - o De metingen van de stikstofuitstoot zal kwalitatieve gegevens bevatten. Dit komt omdat de gegevens van de stikstofuitstoot moeilijk te meten zijn. De mate van stikstofuitstoot hangt af van de hoeveelheid handelingen. In dit project heeft stikstofuitstoot een één gekregen, omdat stikstofuitstoot een belangrijk aspect is van dit project. Omdat er veel waarde wordt gehecht aan de stikstofuitstoot, is het van uiterst belang dat er bij het veranderen van werkwijze niet meer stikstofuitstoot zal zijn dan er bij de eerdere werkwijze was.
 - Hinder omwonenden
 - o Voor de omwonende mensen kan het project vervelende situaties veroorzaken. Het inzetten van verschillende werkwijzen mag in vergelijking met de huidige gebruikte werkwijze 'Just in time' niet meer hinder veroorzaken. Aan dit criteria is de wegingsfactor van 0,5 gegeven. De wegingsfactor is een 0,5 omdat er mogelijkheden zijn om hinder voor omwonenden, in het geval van nieuwe werkwijzen, te verminderen door bijvoorbeeld geluidsmuren te plaatsen of een compensatie te verstrekken.
 - o De kosten moeten ten alle tijden zo laag mogelijk blijven. Het introduceren en optimaliseren van een werkwijze mag daarom niet meer kosten dan de huidige situatie. Dit criteria heeft de wegingsfactor één, omdat kostenverlaging het uiteindelijke doel is van optimalisatie.
 - Handelingen
 - o Het aantal handelingen is van belang voor de stikstofproblematiek, kosten etc. Dit is een extra criteria dat ook al is gebruikt bij de kosten en de stikstofuitstoot. Daarom heeft het criteria handelingen 0,5 gescoord. Het is dus al meegerekend in de kosten maar het is wel een handig onderdeel is om mee te vergelijken.
3. De datakenmerken van de werkwijzen zijn onderzocht. De mogelijkheden, die gebruikt kunnen worden bij dit project, zijn uiteengezet in bijlage 8.6. Door middel van de eisen uit bijlage 8.5 zijn de criteria bepaald, die invloed gaan hebben in het kiezen van de beste variant. De verantwoording van de puntentoekenning staan omschreven in 8.8.
4. Om voor de twee verschillende locaties (1012 en 1036) een optimale variant te kiezen zal de MCA worden opgesteld met de uitgewerkte data in bijlagen 8.6. De keuze van locatie heeft geen invloed op de werkwijze. De grondsamenstelling is namelijk niet relevant voor de werkwijze. De MCA zal dienen als een hulpmiddel om de beste variant met betrekking tot dit project te kiezen.

5. Het gebruik van een MCA komt vaak voor binnen de civiele techniek. De drie varianten worden met elkaar vergeleken en krijgen punten toegekend bij elk onderdeel. Hoe beter de prestatie hoe hoger de punten. Aangezien de MCA een subjectief hulpmiddel is, kan door middel van ervaring van werknemers de betrouwbaarheid van dit middel vergroot worden. In bijlage 8.8. wordt dit verder uitgewerkt.
6. Aan een kwalitatief onderzoek kunnen geen concrete cijfers worden toegekend. Als het gaat om de bepaling van de varianten echter, kan de kwaliteit van elk individuele variant met betrekking tot het project wel een hogere score krijgen. Die score is gebaseerd op ervaring, eisen en uitvoerbaarheid in combinatie met de vergelijking van de drie verschillende varianten.

3.5. Stap 2: Welke materialen kunnen er gebruikt worden als andere mogelijkheid?

Het wegmateriaal dat nu gebruikt wordt, kan eventueel verbeteren. Dit hangt af van de grondsituatie, de duur van het project en de omgeving. De keuze van materiaal kan door de verschillende grondsamenstellingen van locatie 1012 en 1036 verschillen. Deze twee locaties met drie verschillende mogelijke wegmateriaal worden in dit onderzoek vergeleken om tot een beste materiaalkeuze te komen.

1. Dit onderzoek zal kwantitatief zijn omdat de verschillende materialen concrete eigenschappen hebben zoals afmetingen en gewicht. Door deze concrete gegevens kunnen berekeningen worden gemaakt. Met behulp van een afweging van verschillende soorten berekeningen, zoals kostenberekeningen, zettingsberekeningen en herstelkosten, kom je tot de beste variant.
2. De data is verzameld door middel van offertes van materialen en het vooronderzoek van de opdrachtgever met zijn eigenschappen in 2.1.
3. De concrete data kenmerken zijn omschreven in het theoretisch kader over de materiaalkeuze en in bijlage 8.1. en 8.7.1.
4. Met behulp van een matrix die is gekalibreerd op veranderende gegevens zoals tijd, oppervlakte en andere factoren die de kosten beïnvloeden kan de beste variant worden berekend.
5. De tool waarmee de data wordt geanalyseerd is een matrix in Excel over de kosten en de zettingsberekeningen
6. De betrouwbaarheid van de matrix wordt door middel van een gevoeligheidsmeting bewezen.

Oppervlakte (m2)	3068	Invullen totale oppervlakte van alle werkkerreinen.
aantal dagen huren	365	Invullen totaal aantal dagen dat de werkkerreinen gehuurd zullen worden (RIUPLATEN , FEREX).
opbrengst verkoop betonplaat (per 1)	€ 50	Invullen opbrengst van verkochte BETONPLATEN(per 1 verkochte beton plaat).
beschadigde betonplaten (%)	30%	Invullen aantal beschadigde BETONPLATEN in procenten van geheel.
kosten zand (m3)	€ 7,80	Invullen kosten inkoop zand per m3.
Hoogte onderlaag (m) (zand) via berekeningen	0,5	Invullen hoogte fundatie laag (zand in meter)
kosten geotextiel per (m2)	€ 0,68	

Tabel 3: Variabelen kostenraming materiaalkeuze.

	schoonmaak kosten	aantal schoongemaakt (%)		
Rijplaat 5m2	€ 4,25	10	0,1	€ 260,95
Rijplaat 7,8m2	€ 4,25	10	0,1	€ 167,45
	walskosten	aantal gewalst (%)		
Rijplaat 5m2	€ 42,50	5	0,05	€ 1.304,75
Rijplaat 7,8m2	€ 45,00	5	0,05	€ 886,50

Invullen verwacht aantal % dat schoongemaakt moet worden

Invullen verwacht aantal % dat gewalst moet worden

Tabel 4: Variabelen kostenraming staalplaten.

3.6. Welke funderingsmaterialen kunnen er gebruikt worden als andere mogelijkheid (indien nodig)?

Omdat er in het contract afspraken zijn gemaakt voor het gebruik van het land van verschillende eigenaren, kunnen er verschillende soorten grondstoffen niet gebruikt worden. Dit komt omdat het land waar de hoogspanningsmasten op geplaatst gaan worden vaak landbouwgrond is. Het gebruik van metaalslak en puin is niet gewenst omdat dit milieutechnisch niet verantwoord is. Deze materialen kunnen beter niet in contact komen met de vruchtbare grond.

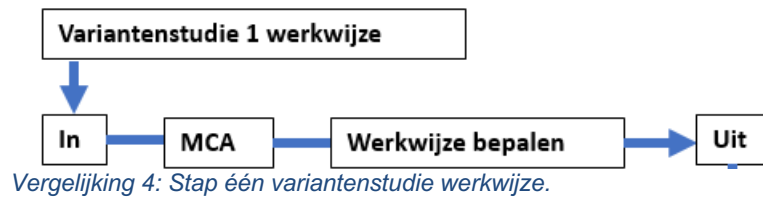
Contractueel is het niet mogelijk om andere funderingsmaterialen toe te passen tijdens dit project. Er kunnen echter wel nieuwe afspraken gemaakt worden met de landeigenaren over de werkerterreinen.

1. Deze deelvraag is kwalitatief beantwoord. Dit komt omdat er in het theoretisch kader al de afweging is gemaakt tussen de verschillende materialen. De besproken mogelijkheden blijken binnen dit project niet goed te functioneren aangezien er milieutechnische problemen voor komen.
2. Met behulp van ervaring is uitgesloten dat een ander fundatiemateriaal niet goed te gebruiken is binnen dit project.
3. De verzamelde data bestaat uit vooronderzoeken en vergelijkingsmateriaal van verschillende andere projecten. Doordat voor- en nadelen zijn omschrijven in het theoretische kader evenals de eigenschappen van het materiaal staat er daarnaast verdieping over de fundatiematerialen verwerkt in bijlagen 8.8.
4. Met behulp van de data van het theoretische kader zijn de fundatiematerialen al uitgesloten.
5. De betrouwbaarheid is gewaarborgd door de ervaring van werknemers te gebruiken om de keuzes te maken
6. De betrouwbaarheid wordt gewaarborgd door het eisenpakket als rode draad te gebruiken. De eisen zijn te vinden in bijlagen 8.5. Het beschrijven en uitsluiten van materialen door kennis, eisen en vergelijkingen te gebruiken zorgt ervoor dat de betrouwbaarheid van dit onderzoek goed genoeg is om uit te sluiten dat zand het best gebruikt kan worden.

4. Resultaten.

Uit het onderzoek rollen verschillende resultaten. Zoals beschreven in de methode is er een stappenplan te gebruiken die dient als een rode draad om tot de optimalisatie van het onderzoek te komen.

4.1. Stap 1: Wat zijn de potentiële concrete verbetervarianten t.a.v. civieltechnische werkzaamheden?



4.1.1. Uitkomsten Stap één

Variant één: 'Just in time'.

Variant twee: HUB.

Variant drie: 'afroep'.

Verskillende criteria, verder uitgewerkt in methode 3.4 en bijlage 8,9

Wegingsfactor, hoe belangrijk de criteria is (3.4 methode)

Punten gegeven hoe goed de criteria voldoet. 8,9 bijlagen

Berekende variant (wegingsfactor * toegekende punten)

criteria	wegingsfactor	variant 1	variant 2	variant 3	berekening	variant 1	variant 2	variant 3
1 Contractueel uitvoerbaar	1	10	5	10		10	5	10
2 Stikstof	1	9	5	10		9	5	10
3 Hinder omwonende	0,5	5	2	8		2,5	1	4
4 Kosten	1	7	3	10		7	3	10
5 handelingen	0,5	10	1	10		5	0,5	5
		variant 1	variant 2	variant 3				
		33,5	14,5	39				

Som van de criteria. (hoogste = beste)

Tabel 5: Uitleg MCA variantenstudie één.

Zoals te zien is in de tabel hierboven is variant drie de beste uitkomst voor dit project. De punten, die gegeven zijn, zijn verwerkt in bijlage 8.8. Met behulp van ervaring van werknemers en het samen evalueren, is de vergelijking gemaakt tussen de verschillende varianten. Werknemers, met allen een andere functie, hebben de punten toekenning gemaakt. In bijlage 8.9. staat de evaluatie omschreven. De evaluaties van experts zorgen voor een hogere betrouwbaarheid van de uitkomst van de MCA.

Richard Hubregtse , Projectleider

[illegible]

Tabel 6: MCA antwoorden Richard Hubregtse.

Variant één en drie komen op hetzelfde uit. In deze tabel wordt duidelijk dat er aan de kosten van variant drie minder punten worden toegekend omdat de kans dat er extra kosten ontstaan bij 'afroep' groter is dan bij bijvoorbeeld het 'Just in time' principe. Bij het 'Just in time' principe kan makkelijker rekening worden gehouden met tegenslagen omdat er betere voorbereidingen worden getroffen. Dit resulteert uiteindelijk dus in lagere kosten.

Jochem van Sabben – Werkvoorbereider BAM wegen.

[illegible]

Tabel 7: MCA antwoorden Jochem van Sabben.

Enkele opmerkingen die Jochem heeft vermeld zijn:

Criteria één, variant twee = drie "in verband met locaties die ver uit elkaar liggen"

Criteria twee, variant drie = negen “omdat de kans er nog wel is (opstopping)”

Damian de Jong – stagiair 3^e jaar HZ.

[illegible]

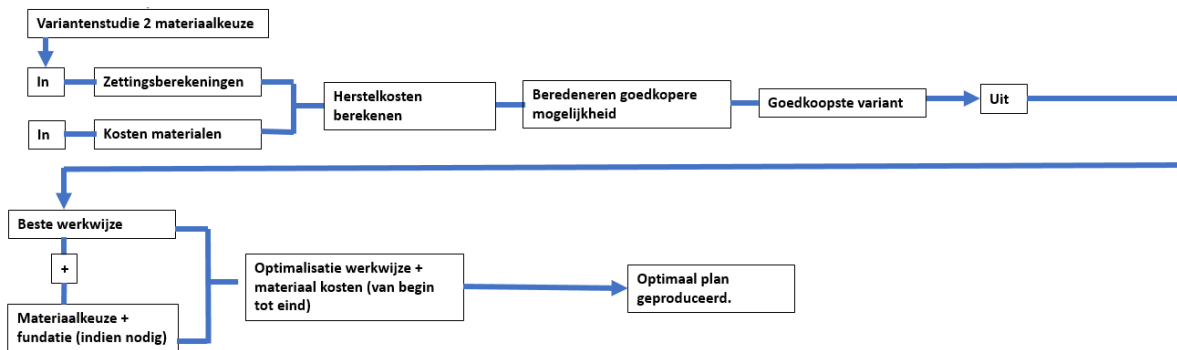
Tabel 8: MCA antwoorden Damian de Jong.

Enkele opmerkingen die Damian heeft vermeld zijn:

Stikstof 0,75: "Naar mijn idee minder belangrijk als; contractueel uitvoerbaar of kosten hierom lagere punten toekenning".

Alle wegingen geven in stappen van twee. Hierom zijn alle oneven getallen veranderd in even getallen verder is de punten toekenning vrijwel hetzelfde.

4.2. Stap 2: Welke materialen kunnen er gebruikt worden als andere mogelijkheid?



Vergelijking 5: Stap twee, variantenstudie twee: materiaalkeuze.

4.2.1. Kosten materialen

Invullen verwachte beschadigde
BETONPLATEN in procenten van geheel.

Invullen hoogte fundatiegrond
(berekening)

Invullen benodigde oppervlakte (m2)

Invullen totaal aantal dagen dat de
werkerterreinen gehuurd zullen worden
(RIJPLATEN , FEREX).

Invullen opbrengst van verkochte
BETONPLATEN(per 1 verkochte beton
plaat).

Invullen verwacht aantal % dat
schoongemaakt moet worden

	invullen	uitkomsten																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
--	----------	------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Zetting uit berekeningen halen	0,286616		
aankoopkosten grond m3	€ 20		
verwerk kosten m2	€ 6		
30% van de gezette grond ophogen	0,372601		
oppervlakte	3068		
totale kosten	€ 41.271	€ 42.000,00	

Invullen uitkomsten zettingsberekeningen

Aankoopkosten van herstelgrond per m3 invullen

Verwerk kosten per m2 invullen

30% boven op de zettingshoogte om ervoor te zorgen dat de grond die is aangevuld uiteindelijk gelijk staat met de bestaande grond

Het oppervlakte dat is gaan zetten in m2

Uitkomsten

Tabel 10: Herstelkosten met uitleg.

Dit model levert ons aan de hand van verschillende gegevens een uitkomst wat betreft de goedkoopste en daarmee beste materiaalkeuze. Zo is het bijvoorbeeld goedkoper om in het geval van een kort gebruik, stalen of kunststof rijplaten te huren in plaats van het aanschaffen naar in verhouding dure betonplaten. Dit komt omdat de huurprijs met de dag wordt berekend. Hoe langer de rijplaten nodig zijn hoe duurder het wordt om te huren en des te aantrekkelijker het wordt om te kopen. Met behulp van dit model kan dit worden berekend.

4.2.2. Zettingsberekening

Om te bewijzen welke materiaalkeuze in welke situatie het best gebruikt kan worden, is ook een zettingsberekening van belang. De zettingsberekeningen voor de zes verschillende situaties (twee grondsituaties en drie verschillende materialen) op mastlocatie 1012 en 1036 zullen verschillende uitkomsten hebben. De uitkomsten van de zettingsberekeningen zullen bepalen hoe hoog de herstelkosten zullen zijn. De beste uitkomst is de laagst berekende zetting. Dit wordt bereikt door middel van het veranderen van het materiaal en door de hoogte van de fundatiegrond.

Het gebruik van kunststof platen heeft de minste zetting, maar is het duurst om te huren. Om erachter te komen waar dit evenwicht zit, moeten de herstelkosten worden meegenomen in de berekeningen. Uiteindelijk is het goedkoper om een minder diepe zetting te herstellen in vergelijking met een diepere zetting, maar de kosten van het gekozen materiaal moeten daarbij alsnog in aanmerking worden genomen. Herstel kan achteraf een hoge ongewenste kostenpost zijn. Dit kan bijvoorbeeld komen doordat de grond voor het herstel duur is in aanschaf of dat achteraf blijkt dat het herstel meer gaat kosten door een grotere zetting dan vooraf berekend.

Voor het berekenen van de herstelkosten zijn er drie parameters, die ingevuld moeten worden. De parameters zijn: de aanschaf, de verwerkkosten en een extra 30% van de zettingsdiepte om een uiteindelijk oorspronkelijk uitgevlakte situatie terug te krijgen (zoals te zien is in vergelijking zeven: fasering zetting). Hierin wordt duidelijk hoe de grond reageert. De handberekeningen van de zetting staan in bijlage 8.10.



Vergelijking 6: Fasering zetting en herstel.

In de kostenberekeningen zijn de herstelkosten meegenomen. De zettingsberekeningen bepalen de hoogte van deze herstelkosten. Om de berekening compleet te maken, zal de oppervlakte van de projectlocatie maal de diepte van de zetting + 30% hiervan + verwerkkosten, in de berekening staan. De herstelkosten zijn relatief hoog omdat de speciale grond soms van ver moet komen en de herstelgrond sowieso duur is in aanschaf.

Bij dit project is er uitgegaan van standaardkosten. Deze kosten worden gebruikt in de tenderberekeningen en deze kosten kunnen dus ook aangepast worden in de Matrix als deze afwijken van dit project.

De kosten waarmee gerekend is voor **dit** project zijn:

- Zand per m³: € 7,80
- Geotextiel per m²: € 0.68
- Herstel grond per kubieke meter, inclusief transport: € 20,00
- Verwerkkosten van het zand per m²: € 6,00

Om tot een optimale keuze betreffende de inrichting van de werkterreinen te komen, zijn de twee verschillende locaties vergeleken met elkaar. Hieronder volgt een visualisatie van het resultaat in vergelijking met de twee verschillende grondsoorten.

Stap één:

1. Bepaal de tijd dat het werkterrein operationeel moet zijn;
2. Bepaal de grootte van het werkterrein + de werk-weg;
3. Schat de opbrengsten van de verkoop van de betonplaten;
4. Schat de procentuele beschadiging van de betonplaten (niet meer te verkopen);
5. Bepaal de hoogte van het benodigde zand (berekeningen tenderfase);
6. Schat aantal schoon te maken stalen rijplaten (%);
7. Schat aantal te walsen stalen rijplaten (%).

Voor mast 1012 is dat:

1. Tijd: één jaar (365 dagen)
2. Oppervlakte werkterrein en werk-weg: 1057 (werk-weg) + 1500 (werkterrein) = 2557 m²
3. €50,00 per betonplaat
4. 30% niet meer te gebruiken voor de verkoop

1012 (goede grond met betonplaten en zand van 0,5 hoog)

totale zetting	0,21
totale zetting met boston	0,17

Tabel 14: Zettingsberekening 1012.

1036 (slechte grond met betonplaten en zand van 0,5 hoog)

totale zetting	0,43
totale zetting met boston	0,35

Tabel 15: Zettingsberekening 1036.

Stap drie: herstellkosten berekenen.

1012 herstellkosten zijn:

Zetting uit berekeningen halen	0,21	
aankoopkosten grond m3	€ 20	
verwerk kosten m2	€ 6	
30% van de gezette grond ophogen	0,27	
oppervlakte	2557	
totale kosten	€ 29.316	€ 30.000,00

Tabel 16: Herstellkosten 1012.

1036 herstellkosten zijn:

Zetting uit berekeningen halen	0,43	
aankoopkosten grond m3	€ 20	
verwerk kosten m2	€ 6	
30% van de gezette grond ophogen	0,56	
oppervlakte	3068	
totale kosten	€ 52.748	€ 53.000,00

Tabel 17: Herstellkosten 1036.

Stap vier: totaal kosten

1012 totaalkosten zijn

totaalkosten	€ 72.387,24	€ 73.000,00
--------------	-------------	-------------

Tabel 18: Totaalkosten 1012.

1036 totaalkosten zijn

totaalkosten	€ 104.382,46	€ 105.000,00
--------------	--------------	--------------

Tabel 19: Totaalkosten 1036.

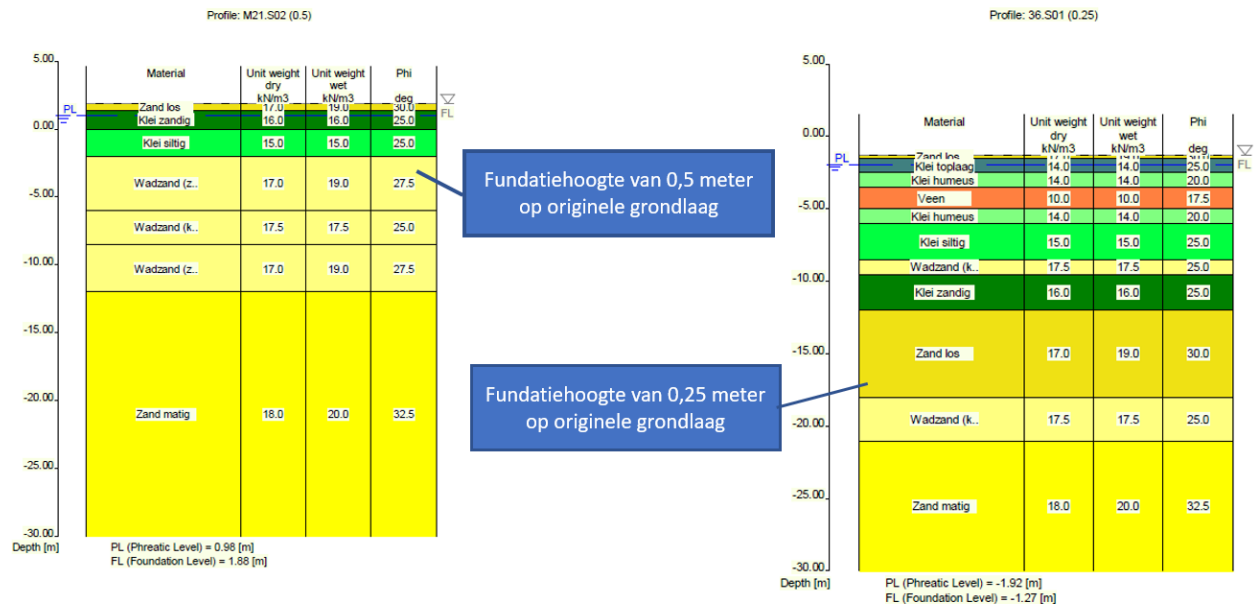
Stap vijf: beredeneren of de herstellkosten in combinatie met de aanschafkosten anders zijn door die twee te combineren.

Stel: ik kies rijplaten voor de slechte grond (1036) en ik gebruik maar een laagdikte van 0,25 meter in plaats van 0,5 meter. Dit is mogelijk omdat de rijplaten een groter draagvlak hebben en lichter zijn per kubieke meter. Om aan te tonen dat er het veranderen van je materiaalkeuze invloed heeft op je zetting en dus op de herstellkosten, wordt er hieronder uitgegaan van dezelfde fundatiehoogte.

Voor 1036 is dat:

1. Tijd: één jaar (365 dagen)
2. Oppervlakte werkterrein en werk-weg: 1068 (werk-weg) + 2000 (werkterrein = 3068 m2)
3. €50,00 per betonplaat
4. 30% niet meer te gebruiken voor de verkoop.
5. 0,5 meter voor stalen plaat en 0 voor kunststof platen

uitgeoefend. De berekeningen zijn gemaakt met behulp van het programma D-foundations. Met de twee verschillende grondlagen en de drie verschillende materiaalkeuzes zijn er meerdere antwoorden berekend. Twee situaties met allen een fundatiehoogte van nul meter, 0.25 meter en 0.5 meter waarvan op elk de materialen zijn berekend. In totaal zijn dat dus achttien berekeningen.



Figuur 14: Voorbeelden draagkrachtberekening 0,25 meter en 0,5 meter fundatiehoogte.

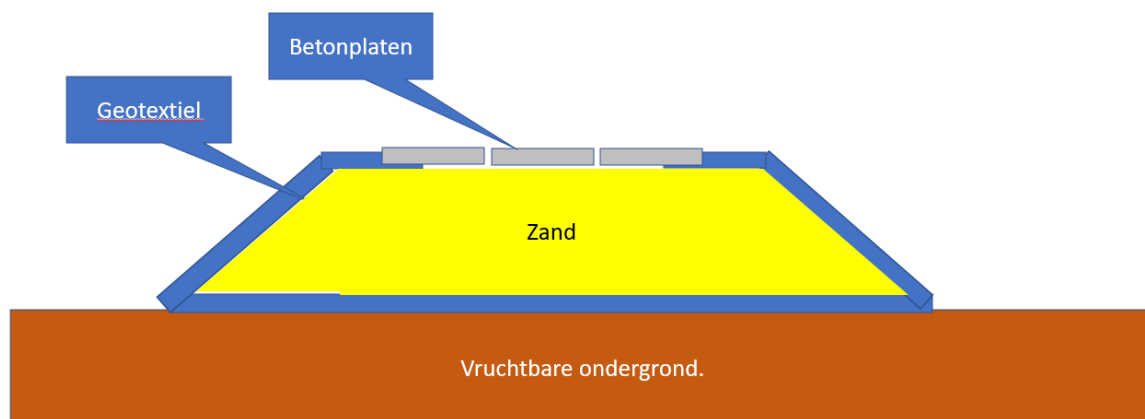
Alle achttien berekeningen voldoen volgens de draagkracht berekeningen. Waarom is het advies dan om voor betonplaten een fundatiegrond van 0,5 meter aan te houden? Dit komt omdat de fundatieondergrond bestaat uit modder, klei en andere grondstoffen die zettingsgevoeliger zijn in vergelijking met zand. Als de fundatiegrond te zettingsgevoelig is, dan kunnen de platen plaatselijk toch verzakken. De reden hiervoor is dat er werkzaamheden plaatsvinden op deze terreinen en er groot materieel zoals kranen en transport over deze wegen rijden. Dit transport kan door hun belasting ten gevolge van een te lage fundatiegrond omvallen.

Toch is het mogelijk om de fundatiehoogte aan te passen afhankelijk van het keuzemateriaal. De keuze om de fundatiehoogte te veranderen hangt af van de expertise van de geotechnicus. Theoretisch is het mogelijk om minder hoge fundatiegrond toe te passen, maar of dit ook uiteindelijk wordt gedaan, hangt af van de expertise en van de nevenopdrachtnemers. Deze nevenopdrachtnemers lopen namelijk risico indien de fundatiehoogte te laag is. De draagkrachtberekeningen zijn uitgewerkt in bijlagen 8.7.3.

4.2.4. Fundatiematerialen

1. Zand in combinatie van geotextiel

Het fundatiemateriaal dat nu gebruikt wordt is geotextiel met zand. Het geotextiel dient als een soort laag tussen het zand en de vruchtbare grond. Hier is voor gekozen omdat zand een beperkt milieuvervuilende eigenschap heeft. Stel er wordt gemixt tussen zand en landbouwgrond, dan is de schade beperkt.



Vergelijking 7: Huidige gebruikte materialenkeuze met uitleg.

2. Duomix 0/8, LD-granulaat 0/16, Duomix 0/22, Menggranulaat 0/32, Betonggranulaat 0/32

Restproducten, zoals duomix, zijn niet ideaal om te gebruiken op vruchtbaar landbouwgrond. Zelfs in combinatie met geotextiel, zoals in het plaatje hierboven, is de kans dat er menggranulaten in aanraking komen met de vruchtbare landbouwgrond aanwezig. Hierom wordt menggranulaat uitgesloten in dit onderzoek. De optimalisatie van de materialen weegt dan niet op tegen de milieuschade.

3. Puin

Omdat puin bestaat uit allerlei verschillende maten aan steen, kan het mengen van dit soort steen met de vruchtbare grond het materieel van de landeigenaren beschadigen. Het is dus verre van ideaal om dit materiaal te gebruiken als fundatiegrond.

4.2.5. Uitkomsten Stap 2

Met behulp van een zettingsberekening, kostenberekening en een onderzoek over fundatiematerialen komt een optimale variant uit de matrix. De betrouwbaarheid van dit onderzoek is door het vergelijken van twee verschillende locaties vastgesteld. De zettingsberekeningen bewijzen dat alle onderzochte materialen gebruikt kunnen worden als rijweg, met of zonder fundatiegrond. De kostenberekening laat duidelijk zien dat er veel kan veranderen aan de keuze als de factoren "tijd" en "oppervlakte" veranderen. Een definitief ontwerp kan hierom dan ook niet worden bepaald. Dit komt omdat in dit onderzoek twee verschillende situaties zijn behandeld, waarin er slechte en goede grond is bekeken. De matrix uit dit onderzoek kan gebruikt worden om in de toekomst te bepalen welke werkwijze en materiaalkeuze het beste is.

De fundatiematerialen die, indien dit nodig is, onderzocht zijn in het theoretisch kader, zijn al uitgesloten in het vooronderzoek. In het theoretisch kader is vastgesteld dat het huidige gebruikte fundatiemateriaal de beste optie is binnen dit project. Dit komt omdat puin en menggranulaat op vruchtbare landbouwgrond niet optimaal zijn om te gebruiken. Deze zullen de grond uiteindelijk vervuilen en landbouwwerktuigen beschadigen.

4.3. Andere resultaten en uitkomsten kosten (gevoeligheidsanalyse)

4.3.1. Gevoeligheidsanalyse 20% nauwkeurigheid

De kosten die berekend zijn in de resultaten zijn niet 100% nauwkeurig. Dit komt omdat er verschillende gegevens van elkaar kunnen verschillen zoals eerder aangegeven is in de resultaten. Dit onderzoek is bedoeld om gegevens in te vullen om te gebruiken op meerdere projecten. De gevoeligheid van de gekozen gegevens binnen dit onderzoek zijn hieronder aangegeven. Als iets 20% goedkoper of duurder is zijn de antwoorden dan anders of blijven die relatief hetzelfde.

De gegevens ingevuld bij dit onderzoek zijn;

1. Tijd: één jaar (365 dagen)
2. Oppervlakte werkterrein en werk-weg: 1068 (werk-weg) + 2000 (werkterrein = 3068 m²)
3. €50,00 per betonplaat
4. 30% niet meer te gebruiken voor de verkoop
5. 0,5 meter fundatiehoogte
6. 10% moet schoongemaakt worden van de stalen rijplaten
7. 5% moet gewalst worden van de stalen rijplaten

De gegevens ingevuld bij 20% gevoeligheid (bijvoorbeeld 20% langer durend dan gepland)

1. Tijd: één jaar + 20% tijd (438 dagen) en -20% (292 dagen)
2. Oppervlakte werkterrein en werk-weg: 1068 (werk-weg) + 2000 (werkterrein = 3068 m²)
3. €50,00 per betonplaat
4. 30% niet meer te gebruiken voor de verkoop
5. 0,5 meter fundatiehoogte
6. 10% moet schoongemaakt worden van de stalen rijplaten
7. 5% moet gewalst worden van de stalen rijplaten

Uitkomsten				
Stelconplaten	€ 51.634,44	€ 52.000,00		
rijplaat 5m2 (zonder schoonmaak/wals)	€ 61.611,88	rijplaat 5m2 (met schoonmaak/wals)	€ 63.177,58	€ 64.000,00
rijplaat 7,8m2 (zonder schoonmaak wals)	€ 67.793,04	rijplaat 7,8m2 (met schoonmaak/wals)	€ 68.846,99	€ 69.000,00
Ferex	€ 445.388,78	€ 446.000,00		

Tabel 25: 438 dagen invullen (+20%).

Uitkomsten				
Stelconplaten	€ 51.634,44	€ 52.000,00		
rijplaat 5m2 (zonder schoonmaak/wals)	€ 46.372,40	rijplaat 5m2 (met schoonmaak/wals)	€ 47.938,10	€ 48.000,00
rijplaat 7,8m2 (zonder schoonmaak wals)	€ 50.535,84	rijplaat 7,8m2 (met schoonmaak/wals)	€ 51.589,79	€ 52.000,00
Ferex	€ 301.224,69	€ 302.000,00		

Tabel 26: 292 dagen invullen (-20%).

Zoals te zien is in de gevoeligheidsanalyse blijkt dat als het langer dan gepland gebruikt dient te worden dat het dan alsnog voordelig blijft om de betonplaten te gebruiken. Indien de werkzaamheden sneller verlopen dan verwacht dan is het toch handig om te bekijken welke optie dan goedkoper is. In dit geval komen met -20% aan dagen de stalen platen goedkoper uit. Dit komt omdat het niet uitmaakt hoelang de betonplaten worden gebruik aangezien ze gekocht worden. Dit in tegenstelling tot de stalen- en kunststof platen, die met de dag duurder worden.

4.3.2. Wanneer welke variant het goedkoopst

Om erachter te komen welke variant in welke situatie het goedkoopste is, zijn er hier drie voorbeelden met elk een goedkoopste uitkomst per materiaalkeuze. Zo is duidelijk te zien welk materiaal in welke situatie het beste is om te gebruiken. Hierbij zijn enkel de kosten bekeken en de herstellkosten niet meegenomen.

Betonplaten goedkoopst als tijd lang is

Oppervlakte (m2)	3068		schoonmaak kosten	aantal schoongemaakt (%)		
aantal dagen huren	365		Rijplaat 5m2	€ 4,25	10	0,1 € 260,95
opbrengst verkoop stelcon (per 1)	€ 50		Rijplaat 7,8m2	€ 4,25	10	0,1 € 167,45
beschadigde stelconplaten (%)	30%					
kosten zand (m3)	€ 7,80		walskosten	aantal gewalst (%)		
Hoogte onderlaag (m) (zand) via berekeningen	0,5		Rijplaat 5m2	€ 42,50	5	0,05 € 1.304,75
kosten geotextiel per (m2)	€ 0,68		Rijplaat 7,8m2	€ 45,00	5	0,05 € 886,50
Uitkomsten						
Stelconplaten	€ 51.634,44	€ 52.000,00				
rijplaat 5m2 (zonder schoonmaak/wals)	€ 53.992,14	rijplaat 5m2 (met schoonmaak/wals)	€ 55.557,84	€ 56.000,00		
rijplaat 7,8m2 (zonder schoonmaak wals)	€ 59.164,44	rijplaat 7,8m2 (met schoonmaak/wals)	€ 60.218,39	€ 61.000,00		
Ferex	€ 373.306,74	€ 374.000,00				

LET OP HERSTELKOSTEN ZIJN NIET MEEGENOMEN IN DEZE BEREKENINGEN!

Tabel 27: Gevoeligheidsanalyse betonplaten.

Stalen rijplaten goedkoopst als
tijd kort

Oppervlakte (m ²)	3068		schoonmaak kosten	aantal schoongemaakt (%)			
aantal dagen huren	28		Rijplaat 5m2	€ 4.25	20	0,2	€ 521.90
opbrengst verkoop stelcon (per 1)	€ 50		Rijplaat 7,8m2	€ 4.25	20	0,2	€ 334.90
beschadigde stelconplaten (%)	30%						
kosten zand (m3)	€ 7.80		walskosten	aantal gewalst (%)			
Hoogte onderlaag (m) (zand) via berekeningen	0.5		Rijplaat 5m2	€ 42.50	35	0,35	€ 9.133.25
kosten geotextiel per (m2)	€ 0.68		Rijplaat 7.8m2	€ 45.00	35	0,35	€ 6.205.50
Uitkomsten							
Stelconplaten	€ 51.634.44	€ 52.000.00					
rijplaat 5m2 (zonder schoonmaak/wals)	€ 18.816.08	rijplaat 5m2 (met schoonmaak/wals)	€ 28.471.23	€ 29.000.00			
rijplaat 7,8m2 (zonder schoonmaak wals)	€ 19.331.04	rijplaat 7.8m2 (met schoonmaak/wals)	€ 25.871.44	€ 26.000.00			
Ferex	€ 40.544.40	€ 41.000.00					

LET OP HERSTELKOSTEN ZIJN NIET MEEGENOMEN IN DEZE BEREKENINGEN!

Tabel 28: Gevoeligheidsanalyse staalplaten

kunststof rijplaten goedkoopst als
tijd extreem kort is en
oppervlakte relatief klein

Schoonmaak en wals kosten hoger ingezet

Oppervlakte (m2)	3068			schoonmaak kosten	aantal schoongemaakt (%)				
aantal dagen huren	7			Rijplaat 5m2	€ 4.25	20	0,2	€ 521.90	
opbrengst verkoop stelcon (per 1)	€ 50			Rijplaat 7,8m2	€ 4.25	20	0,2	€ 334.90	
beschadigde stelconplaten (%)	30%								
kosten zand (m3)	€ 7.80			walskosten	aantal gewalst (%)				
Hoogte onderlaag (m) (zand) via berekeningen	0.5			Rijplaat 5m2	€ 42.50	35	0,35	€ 9.133.25	
kosten geotextiel per (m2)	€ 0.68			Rijplaat 7,8m2	€ 45.00	35	0,35	€ 6.205.50	
Uitkomsten									
Stelconplaten	€ 51.634.44	€ 52.000.00							
rijplaat 5m2 (zonder schoonmaak/wals)	€ 16.624.10	rijplaat 5m2 (met schoonmaak/wals)	€ 26.279.25	€ 27.000.00					
rijplaat 7,8m2 (zonder schoonmaak wals)	€ 16.848.84	rijplaat 7,8m2 (met schoonmaak/wals)	€ 23.389.24	€ 24.000.00					
Ferex	€ 19.808.47	€ 20.000.00							

LET OP HERSTELKOSTEN ZIJN NIET MEEGENOMEN IN DEZE BEREKENINGEN!

Tabel 29: Gevoeligheidsanalyse kunststof platen

5. Conclusie

In de conclusie wordt de onderzoeksvraag beantwoord aan de hand van de verschillende variantenstudies.

De onderzoeksvraag luidt:

“Hoe kunnen de civieltechnische werkzaamheden rondom de aanleg van de funderingen van de hoogspanningsmasten van Project ZWW-380 te ‘s-Gravenpolder worden geoptimaliseerd?”

5.1. Conclusie stap één: werkwijze

Het onderzoek om tot de beste werkwijze te komen, die zijn toe te passen op dit project, maar ook op soortgelijke projecten, is gedaan met behulp van een evaluatie en de MCA. De MCA in combinatie met de opgestelde eisen heeft als beste variant de werkwijze ‘afroep’. Dit komt omdat er bij deze werkwijze optimaal gebruik gemaakt wordt van de huidige situatie. Dit betekent dat het materiaal en materieel, dat geleverd moet worden, ook pas daadwerkelijk geleverd wordt wanneer het nodig is; ook als de planning anders loopt. Enkel wanneer materiaal of materieel nodig is, zal het afgeroepen worden. De betrouwbaarheid van dit onderzoek over de werkwijze is geoptimaliseerd door middel van de ervaring van werknemers aan de hand van een evaluatie. Bij elk van de evaluaties met werknemers is de uitkomst ‘afroep’. De enige die een andere uitkomst heeft in de MCA is Richard Hubregtse. Het ‘Just in time’ principe en de ‘afroep’ scoren bij hem even hoog. Alles in overweging nemend is dit echter irrelevant voor de uitkomst. ‘Afroep’ blijkt bij drie van de vier namelijk overtuigend de beste optie.

5.2. Conclusie stap twee: materiaalkeuze

Door zettingsberekeningen en een kostenraming met elkaar te combineren en variabelen toe te passen kan de meest optimale situatie worden gecreëerd. De betrouwbaarheid van dit onderzoek is vergroot door twee uiterste grondkwaliteiten met elkaar te vergelijken. Dit is gedaan om op welke grond dan ook de beste keuze te kunnen maken. Tijdens dit onderzoek is er een hulpmiddel in de vorm van een matrix opgesteld. De verbetering ten opzichte van de oude manier is dat alle kosten zijn vergeleken binnen één matrix en de kosten dus niet worden beschouwd als losstaand. Ze hebben namelijk een zekere samenhang. Hierdoor zullen onverwachts hoge kosten worden vermeden. Dit zal achteraf resulteren in de goedkoopste keuze. Als het materiaal duurder blijkt te zijn in aanschaf of huur maar de herstellkosten door het duurder gekozen materiaal veel minder hoog zijn, dan kan het uiteindelijk toch voordeliger zijn om te kiezen voor het duurdere materiaal. De matrix uit dit onderzoek is voor het project ZWW-380 relevant omdat het door verschillende fases heen aan de hand van verschillende variabelen de optimaalste uitkomst biedt.

Om een concreet antwoord te krijgen op de vraag over optimalisatie op project ZWW-380 zijn er in de matrix specifieke gegevens met betrekking tot dit project vastgesteld. De vastgestelde gegevens zijn in hoofdstuk 4.2.1 vermeld. Ten eerste heeft locatie 1036 door zijn slechte grondopbouw een grotere zetting dan die van locatie 1012. Locatie 1012 is niet zettingsgevoelig omdat het vooral bestaat uit zand. Het verschil tussen 1036 en 1012 is dat er een minder verschil in zettingsdiepte zal zijn bij 1012 dan bij 1036, als er een lichtere plaat wordt geplaatst. Door het meenemen van de herstellkosten in de matrix wordt de duurdere plaat alsnog de beste variant. Terwijl het in de oude situatie duurder leek te zijn.

Hieruit blijkt dus dat in de oude situatie waarbij er geen combinatie van de berekeningen was de betonplaten goedkoper waren om toe te passen. Nu blijkt echter, dat door het meerekenen van de herstellkosten de staalplaten goedkoper zijn.

De berekening op locatie 1036 zijn gedaan met de volgende gegevens:

1. Betonplaat met 0,5 meter hoge fundatiegrond.
2. Staalplaat met 0,5 meter hoge fundatiegrond.

Om te laten zien dat het keuzemateriaal al een groot verschil maakt in geldbesparing is de fundatiehoogte van 0,5 meter aangehouden.

Het kiezen van het juiste materiaal blijkt cruciaal. De totale winst die kan worden gerealiseerd bij locatie 1036 is **€12.000,-**. Hierbij is de fundatiehoogte niet aangepast. Het gewicht van de verschillende twee platen is dus zodanig groot dat er **€12.000,-** bespaard kan worden op locatie 1036. Met de expertise van een geotechnicus kan de stalen plaat ook nog een lagere fundatiehoogte krijgen, waardoor het verschil nog groter wordt.

6. Discussie

In een gesprek met Richard Hubregtse is het onderzoek besproken. Om een meer diepgaande Matrix te krijgen kunnen er meer variabelen en mogelijkheden toegepast worden zoals een variabele grondsamenstelling. Dat is in dit onderzoek niet gebeurt. Er zijn in dit onderzoek drie discussiemogelijkheden. Allereerst zal de consolidatie worden besproken, vervolgens de verwerkkosten en als laatste de betrouwbaarheid.

De werking van de zettingsberekeningen is berekend op eindzetting (10000 dagen). Dit komt omdat in de berekeningen de factor 'langzaam weglopend water' (consolidatie) niet mee is genomen. Het bekende zettingsverloop is daarom niet van toepassing. Dat is echter nog wel iets om toe te voegen aan een vervolgonderzoek. In de berekeningen, die in dit verslag staan, is de zetting 0,44 meter. Het computerprogramma D-settlements heeft deze berekeningen ook gemaakt waarbij wel rekening is gehouden met de consolidatie. Hierbij is het antwoord 0,35 meter. Het antwoord voor 10000 dagen is dus verschillend omdat in dit onderzoek de consolidatieratio niet is meegenomen in de berekeningen.

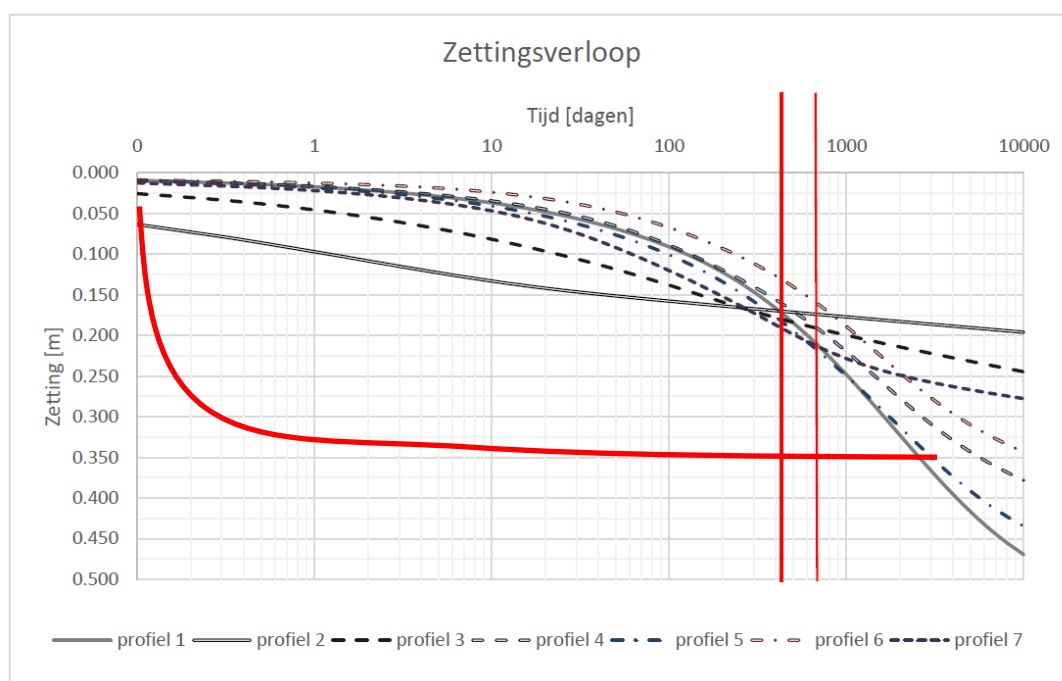
Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	0.00	0.00	-1.52	0.351

Tabel 30: Uitkomsten zettingsberekeningen D-settlement.

totale zetting	0,443461074
totale zetting met bost	0,466020134

Tabel 31: Uitkomsten zettingsberekeningen Excel/ handberekening.

Uitleg consolidatie



Tabel 32: Zettingsverloop van dit onderzoek in vergelijking met de werkelijkheid (rode lijn is dit onderzoek en zwarte lijnen zijn normaal zettingsverloop).

3.5.2 Consolidatie

De primaire zetting treedt op door het reduceren van het porievolume in de grond. Echter bij verzadigde grond zijn de poriën volledig gevuld met water. Reductie in porievolume kan alleen optreden als poriewater afstroomt. Het afstromen van poriewater als gevolg van een spanningsverhoging in de grond wordt consolidatie genoemd. De tijd die nodig is voor het afstromen van het poriewater wordt aangeduid met de term hydrodynamische periode, t_{hydro} .

Tijdens het afstromen van het teveel aan poriewater treedt samendrukking op: het porievolume wordt kleiner, waardoor de doorlatendheid van de grond afneemt. Het afnemen van de doorlatendheid vertraagt de verdere afstroming van poriewater. Daarnaast neemt het drukverschil af tussen het overspannen poriewater in het midden van de grondlaag en de rand waar het water naar toe draineert. Door het afnemen van het drukverschil volgt een verdere vertraging. Door beide effecten zal het consolidatieproces in de loop van de tijd steeds langzamer verlopen.

De wiskundige beschrijving van het consolidatieproces leidt tot een partiële differentiaal vergelijking. Het opstellen en uitwerken van de partiële differentiaal vergelijking valt buiten het bereik van dit hoofdstuk. Een veel gebruikte oplossing van deze partiële differentiaal vergelijking is de oplossing van Terzaghi:

$$\frac{\sigma_w}{\sigma_{w0}} = \frac{4}{\pi} \sum_{j=1}^{\infty} \left\{ \frac{(-1)^{j-1}}{2j-1} \cos \left[(2j-1) \frac{\pi}{2} \frac{ah-z}{ah} \right] \exp \left[-(2j-1)^2 \frac{\pi^2}{4} \frac{c_v \Delta t}{(ah)^2} \right] \right\} \quad (3.5.3)$$

Waarin:

- σ_w = actuele waterspanning
- σ_{w0} = initiële wateroverspanning direct na belasten
- h = laagdikte
- z = diepte waarop consolidatie wordt berekend
- c_v = consolidatiecoëfficiënt
- a = drainage factor
- Δt = tijd sinds aanvang consolidatie
- j = nummer van de termen waarover gesommeerd wordt

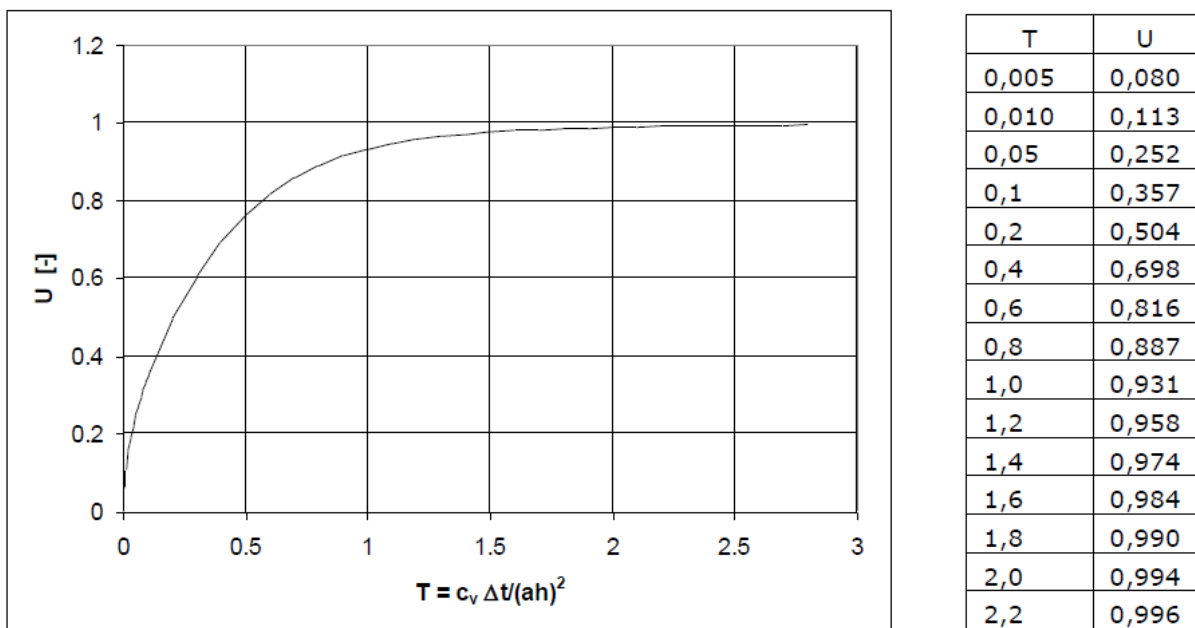
Figuur 15: Uitleg consolidatie (deel één).

Consolidatiegraad U

Figuur 3.5.5 laat zien dat de mate van consolidatie verschilt over de hoogte van een grondlaag. Door $T < 0,05$ zal in de nabijheid van een drainerende rand, bijvoorbeeld de onder- of bovenzijde van de grondlaag, de consolidatie grotendeels afgelopen zijn, terwijl in het midden van de laag het consolidatieproces nog moet starten. Bij de analyse van meetdata van het consolidatieproces kan het praktisch zijn om te werken met de consolidatiegraad, U . De consolidatiegraad is de, over de laagdikte, gemiddelde mate van consolidatie. *Vergelijking (3.5.5)* geeft de wiskundige formule voor U .

$$U = 1 - \frac{1}{h} \int_{z=0}^{z=h} \frac{\sigma_w}{\sigma_{w0}} dz = 1 - \frac{8}{\pi^2} \sum_{j=1}^{\infty} \left\{ \frac{\exp\left[-(2j-1)^2 \frac{\pi^2}{4} \frac{c_v \Delta t}{(ah)^2}\right]}{(2j-1)^2} \right\} \quad (3.5.5)$$

Figuur 3.6.6 is de grafische weergave van vergelijking (3.6.5).



Figuur 16: Uitleg consolidatie (deel twee).

Met een hogere zettingsdiepte dan vijf centimeter is het opvullen met zand noodzakelijk. Indien dit minder is dan vijf centimeter dan is het mogelijk om zonder extra opvulling de zetting te herstellen door middel van omploegen. De kosten zijn dan een stuk lager omdat er meerdere kostenposten niet meer nodig zijn om tot herstel te komen.

$3000 \times 6 = 18000$ (alleen verwerkkosten)

Bij minder dan 5 cm zetting zijn deze kosten niet van toepassing. (geen rekening mee gehouden in dit onderzoek)

Zetting uit berekeningen halen	0,286616
aankoopkosten grond m3	€ 20
verwerk kosten m2	€ 6
30% van de gezette grond ophogen	0,372601
oppervlakte	3000
totale kosten	€ 40.356

Verwerkkosten van 6 euro blijven ook al is er maar 5 centimeter zetting. Vandaar dat dit extra diepgang kan krijgen

Tabel 33: Uitleg herstelkosten als discussie verbetering.

De betrouwbaarheid van dit onderzoek is in het vooronderzoek al duidelijk aangetoond. Het onderzoek bestaat grotendeels uit variabelen die voor dit project zijn onderbouwd. Op andere projecten kunnen de gegevens verschillen omdat de kosten anders kunnen zijn. Daarnaast is de betrouwbaarheid van de berekening aangetoond met een handberekening en bewezen op correctheid. De MCA, hetgeen een kwalitatief onderzoek is, is betrouwbaar gemaakt door middel van evaluaties. Het is echter mogelijk om de MCA nog betrouwbaarder te maken. Dit kan door middel van een intensiever kwantitatief onderzoek waarbij berekeningen van stikstofuitstoot en geluidsoverlast per variant nog concreter worden. Het onderzoek wordt dan nog betrouwbaarder.

7. Aanbeveling

Dit onderzoek is te gebruiken bij de gehele energietransitie en de werkzaamheden daaromheen. Vergelijkbare projecten kunnen met behulp van dit onderzoek ook worden geoptimaliseerd. Dit onderzoek is bruikbaar zolang de randvoorwaarden, die in het theoretisch kader terug te lezen zijn, gelijk zijn als die aan dit project. Het is dus aan te bevelen om dit onderzoek te gebruiken om verbetering binnen de werkerreinen te realiseren en kosten te verkleinen.

7.1. Variantenstudie één: werkwijze

Dit onderzoek heeft zich gericht op terreinen die op landbouwpercelen zijn gevestigd. Als deze werkzaamheden bijvoorbeeld in het centrum van Amsterdam zouden zijn, dan zouden de resultaten verschillen van wat hier is onderzocht. Hier dient rekening mee gehouden te worden. Veranderende randvoorwaarden en eisen leiden dus tot andere uitkomsten. Variantenstudie één heeft als uitkomst dat de *'afroep'* het beste is. Midden in de stad van Amsterdam is deze manier van werken niet toe te passen omdat er geen ruimte is om al het materiaal op te slaan. De beslissing om een HUB te kiezen zal daar dan ook het beste zijn. Dit geeft dus aan hoe afhankelijk de randvoorwaarden en eisen zijn voor variantenstudie één.

De MCA is gebaseerd op ervaring en is geëvalueerd door werknemers. Om tot de beste werkwijze te komen is een kwalitatief onderzoek voldoende als er genoeg expertise is. Het is te adviseren om, indien dit niet het geval is, extra kwantitatief onderzoek te doen om de betrouwbaarheid te verbeteren.

7.2. Variantenstudie twee: materiaalkeuze

Dit onderzoek heeft een groot toepassingsgebruik omdat er meerdere variabelen en grondsituaties met elkaar vergeleken worden. Om dit onderzoek nog vollediger te maken, is het goed om de grondopbouw ook variabel te maken, zoals eerder uitgelegd in de discussie. Dit is in dit onderzoek gedaan met twee uiterste grondsituaties. Om later alle grondsituaties te kunnen gebruiken, was het noodzakelijk om in dit onderzoek een vergelijking te maken tussen de twee uiterste situaties. In de toekomst is het dus te adviseren om de variabele grondsituaties in de matrix te verwerken.

In dit onderzoek wordt als fundatiemateriaal enkel het zand en geotextiel gebruikt. Elk project kent echter andere eisen en randvoorwaarden. Om dit onderzoek ook te kunnen gebruiken bij andere projecten is het dus aan te raden om deze eisen en randvoorwaarden goed te analyseren. Bij elk project kunnen aan de hand van deze eisen en randvoorwaarden namelijk andere fundatiematerialen als beste optie ontstaan.

Bijvoorbeeld; Indien de milieutechnische eisen minder streng zijn dan bij dit project, dan kunnen er andere fundatiematerialen zoals puin en granulaat gebruikt worden. Indien situaties zoals in dit project omschreven zich voordoen, is het te adviseren om deze exacte resultaten te gebruiken. In de toekomst zou de matrix nog vollediger kunnen zijn als de omschreven discussiepunten, zoals de consolidatie, ook worden opgenomen.

8. Bijlagen

8.1. Bijlagen grondgebruik

Met name de percelen met fruitbomen vormen een aandachtspunt vanwege de grote bedrijfsschade die veroorzaakt kan worden als hier onvoldoende rekening mee gehouden wordt. Instandhouding/herstel van drainage en beregeningsinstallaties zijn een belangrijk aandachtspunt. Bij Rilland moeten enkele masten in de nabijheid van kassen gebouwd worden.

De aannemer moet zich realiseren dat hij een schade beperkende plicht heeft in de ruimste zin van het woord zoals waar het gaat over (detail) ontwatering, bedrijfshygiënisch werken, het voorkomen van stuifschade, beheersen van zaadvorming bij onkruid, etc. op agrarische percelen waarop de werkzaamheden plaatsvinden of die in het invloed gebied liggen van bijvoorbeeld onkruidzaad, verstoven zand of verwaaid bouwafval. De rechthebbende(n) verwacht(en) ook van TenneT en haar opdrachtnemers (en onderaannemers) dat het opruimen van de tijdelijke voorzieningen op een goede en professionele wijze gebeurt. Het is dus van belang dat de schade die wordt gericht aan de gebieden beperkt blijven. Bovendien dient schade opgelost te worden. Het voorkomen van schade kan op een zo goed mogelijke wijze gedaan worden door middel van geotextiel, materiaalkeuze of het aannemen van een milieutechnische adviseur. Met extra maatregelen kan desalniettemin niet worden gegarandeerd dat er geen schade zal zijn. Elk van de bedrijven zal de schade proberen te reduceren tot nul. Als dit niet lukt zal de schade ook worden gerepareerd.

Met betrekking tot Niet Gesprongen Explosieven (NGE) en archeologische waarden worden geen problemen verwacht. Een groot deel van het traject is reeds vrijgegeven en op de overige percelen is TenneT nog bezig met het doen van nader onderzoek. Contractueel zal TenneT een aantal onderzoeken doen. Deze onderzoeken zullen bepalen wat er nodig is aan extra maatregelen. De volgende onderzoeken zal TenneT, waar nodig, uitvoeren. Met deze informatie kan de BAM vervolgens aan de slag. De onderzoeken zijn:

- Milieuhygiënisch onderzoek
- Ecologisch onderzoek
- Bomeninventarisatie
- Grond mechanisch onderzoek
- Geohydrologisch onderzoek

De BAM voert vervolgens een check uit op de compleetheit van de door TenneT uitgevoerde onderzoeken m.b.t. NGE, archeologie, ecologische waarden, vervuiling, aanwezige drainage en beregeningsinstallaties.

Mastnummer	gebruiksdoeleinde	Mastnummer	
1001	natuur	1026	grasland/akkerbouw
1002	natuur	1027	akkerbouw
1003	natuur	1028	grasland
1004	akkerbouw	1029	akkerbouw
1005	akkerbouw	1030	akkerbouw
1006	natuur	1031	grasland
1007	akkerbouw	1032	grasland
1008	akkerbouw	1033	akkerbouw
1009	akkerbouw	1034	grasland
1010	akkerbouw	1035	grasland
1010	akkerbouw	1036	akkerbouw
1011	akkerbouw	1037	grasland
1011	akkerbouw	1038	akkerbouw
1011	akkerbouw	1039	akkerbouw
1012	akkerbouw	1039a	boomgaard
1013	akkerbouw	1039a	akkerbouw
1013	akkerbouw	1040	boomgaard/akkerbouw
1014	akkerbouw	1040	boomgaard
1015	boomgaard	1041	akkerbouw
1015	akkerbouw	1042	boomgaard
1016	akkerbouw	1043	akkerbouw
1016	grasland	1044	akkerbouw
1017	akkerbouw	1044	akkerbouw
1018	akkerbouw	1045	akkerbouw
1019	akkerbouw	1046	boomgaard
1020	akkerbouw	1047	akkerbouw
1021	akkerbouw	1048	akkerbouw
1022	akkerbouw	1049	boomgaard
1022	akkerbouw	1050 P1 P2	boomgaard
1023	boomgaard	1050 P1 P2	boomgaard
1023	boomgaard	1050 A B	boomgaard
1024	akkerbouw		
1025	boomgaard		

Tabel 34: Grondgebruik per locatie.

Elke mast is bepaald op zijn functie. Hiermee is de grootte van de werkterreinen bepaald.

- Eindmast – 2000 m2
- Steunmast – 1500 m2
- Hoekmast- 2000 m2

Mastnummer	Aantal poeren	Masttype	Soort mast	funderingstype
1001	1	eind	ZWM6E350	fund09
1002a	1	eind	ZWM6E400	fund10
1002b	1	eind	ZWM6E400	fund10
1003	2	steun	ZWW6S400+5	fund12
1004	2	hoek	ZWW6HK400+5	fund07
1005	2	steun	ZWW6S400+5	fund12
1006	2	steun	ZWW6S400+5	fund12
1007	2	steun	ZWW6S400+5	fund12
1008	2	steun	ZWW6S400+5	fund12
1009	2	steun	ZWW6S400	fund13
1010	2	steun	ZWW6S400	fund13
1011	2	hoek	ZWW6HK400	fund02
1012	2	steun	ZWW6S400	fund13

1013	2	steun	ZWW6S400	fund13
1014	2	steun	ZWW6S400	fund13
1015	2	steun	ZWW6S400	fund13
1016	2	hoek	ZWW6HL400+5	fund10
1017	2	steun	ZWW6S400	fund13
1018	2	hoek	ZWW6HL400	fund09
1019	2	steun	ZWW6S400	fund13
1020	2	steun	ZWW6S400	fund13
1021	2	hoek	ZWW6HK400+5	fund07
1022	2	steun	ZWW6S400+5	fund12
1023	2	steun	ZWW6S400+5	fund12
1024	2	steun	ZWW6S400+5	fund12
1025	2	steun	ZWW6S400+5	fund12
1026	2	steun	ZWW6S400	fund13
1027	2	steun	ZWW6S400	fund13
1028	2	hoek	ZWW6HK400	fund02
1029	2	steun	ZWW6S400	fund13
1030	2	steun	ZWW6S400	fund13
1031	2	hoek	ZWW6HL400	fund09
1032	2	steun	ZWW6S400	fund13
1033	2	steun	ZWW6S400	fund13
1034	2	steun	ZWW6S400	fund13
1035	2	steun	ZWW6S400	fund13
1036	2	hoek	ZWW6HK400	fund02
1037	2	steun	ZWW6S400	fund13
1038	2	steun	ZWW6S350	fund04
1039	2	steun	ZWW6S350	fund04
1039a	2	hoek	ZWW6HK350	fund06
1040	2	steun	ZWW6S400	fund13
1041	2	steun	ZWW6S400	fund13
1042	2	steun	ZWW6S400	fund13
1043	2	steun	ZWW6S400+5	fund12
1044	2	hoek	ZWW6HK400+5	fund07
1045	2	steun	ZWW6S400	fund13
1046	2	steun	ZWW6S400	fund13
1047	2	steun	ZWW6S400	fund13
1048	2	steun	ZWW6S400	fund13
1049	2	hoek	ZWW6HK400	fund02
1050P1	1	hoek	ZWM6HK400+5	fund09
1050P2	1	hoek	ZWM6HK400+5	fund09
1050A	1	steun	ZWM6S350	fund04
1050B	1	steun	ZWM6S350	fund04

Tabel 35: Informatie over soort mast per locatie.

Number layer	Level top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m ³]	Gamma sat [kN/m ³]	Phi [deg]	Cohesion [kPa]	f _{undr} [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	1,380	16,00	16,00	25,00	1,00	25,00	0,12	0,00
2	0,000	15,00	15,00	25,00	2,00	25,00	0,17	0,01
3	-2,000	17,00	19,00	27,50	0,00	0,00	0,07	0,00
4	-6,000	17,50	17,50	25,00	1,00	0,00	0,07	0,00
5	-8,500	17,00	19,00	27,50	0,00	0,00	0,07	0,00
6	-12,000	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabel 36: Grond gegevens sondering 1012 (deel één).

Number layer	Level top layer [m R.L.]	e ₀ [-]	Material type
1	1,380	0,00	Clay
2	0,000	0,00	Clay
3	-2,000	0,00	Sand
4	-6,000	0,00	Sand
5	-8,500	0,00	Sand
6	-12,000	0,00	Sand

Tabel 37: Grond gegevens sondering 1012 (deel twee).

Number layer	Level top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m ³]	Gamma sat [kN/m ³]	Phi [deg]	Cohesion [kPa]	f _{undr} [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	-1,520	14,00	14,00	25,00	3,00	30,00	0,23	0,01
2	-2,500	14,00	14,00	20,00	4,00	20,00	0,33	0,01
3	-3,500	10,00	10,00	17,50	5,00	18,00	0,46	0,01
4	-5,000	14,00	14,00	20,00	4,00	20,00	0,33	0,01
5	-6,000	15,00	15,00	25,00	2,00	25,00	0,17	0,01
6	-8,500	17,50	17,50	25,00	1,00	0,00	0,07	0,00
7	-9,500	16,00	16,00	25,00	1,00	25,00	0,12	0,00

Tabel 38: Grond gegevens sondering 1036 (deel één).

Number layer	Level top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m ³]	Gamma sat [kN/m ³]	Phi [deg]	Cohesion [kPa]	f _{undr} [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
8	-12,000	17,00	19,00	30,00	0,00	0,00	0,01	0,00
9	-18,000	17,50	17,50	25,00	1,00	0,00	0,07	0,00
10	-21,000	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00

Number layer	Level top layer [m R.L.]	e ₀ [-]	Material type
1	-1,520	0,00	Clay
2	-2,500	0,00	Clay
3	-3,500	0,00	Peat
4	-5,000	0,00	Clay
5	-6,000	0,00	Clay
6	-8,500	0,00	Sand
7	-9,500	0,00	Clay
8	-12,000	0,00	Sand
9	-18,000	0,00	Sand
10	-21,000	0,00	Sand

Tabel 39: Grond gegevens sondering 1036 (deel twee).

Stikstof

Te veel

De reactieve stikstof wordt schadelijk als er te veel van is. Sinds het midden van de vorige eeuw heeft de mens gezorgd voor een verdubbeling van de hoeveelheid reactieve stikstof in het milieu. Vooral het verkeer en de industrie zorgen voor uitstoot van stikstofoxiden.

Gevolgen

Als er te veel reactieve stikstof in de natuur komt, verzuurt de bodem. Daar kunnen bepaalde planten niet tegen en die sterven dan af. Bovendien is het zo dat zeldzamere gebieden, zoals heide, het moeilijk krijgen. Hierdoor ontstaat een monocultuur aan planten. Te veel van hetzelfde dus. Sommige natuurgebieden kunnen daardoor compleet veranderen, want met de zeldzame planten verdwijnen ook dieren die daar weer van leven. Voorbeelden zijn bijen en insecten, die op hun beurt weer belangrijk zijn voor de bestuiving van onze gewassen en onze voedselproductie.

Effecten op onze gezondheid

Te veel reactieve stikstof heeft ook een nadelige invloed op onze gezondheid via de verontreiniging van de lucht en het grond-, oppervlakte- en drinkwater. Stikstofoxide reageren in de lucht en vormen fijnstof. Bovendien draagt stikstofdioxide bij aan de vorming van ozon, een schadelijk bestanddeel van luchtverontreiniging. Zowel fijnstof als ozon vergroten de kans op luchtwegaandoeningen.

Beschermde natuurgebieden

Voor onze natuur, gezondheid en voedselproductie moet de hoeveelheid stikstof daarom omlaag. In Nederland zijn daarom, net als in vrijwel alle andere Europese landen, natuurgebieden aangewezen die we willen beschermen. Voor die ruim 160 zogeheten *Natura 2000-gebieden* is afgesproken dat er een minimale hoeveelheid stikstof mag neerslaan. Daar gaan we nog steeds dik overheen.

8.2. Bijlagen betrokken bedrijven

TenneT

TenneT vervult een sleutelrol in het systeem van de elektriciteitsvoorziening. Deze keten bestaat uit producenten van elektriciteit uit zowel conventionele als een snelgroeiend aantal hernieuwbare bronnen, netbedrijven die elektriciteit transporteren (waaronder TenneT) elektriciteitsleveranciers, afnemers (industrie en kleinverbruikers) en zogeheten 'prosumenten' energieverbruikers (consumenten) die ook optreden als producenten (door zonnepanelen bijvoorbeeld).

Het hoogspanningsnet van TenneT staat in verbinding met industrie grootverbruikers en regionale en lokale distributienetten, die worden beheerd door verschillende andere netbedrijven. TenneT is de opdrachtgever en zal de leiding nemen in de realisatie van het hoogspanningsnetwerk. TenneT staat bovenaan de bedrijvenboom omdat TenneT wordt gefinancierd door de staat. TenneT heeft de onderaannemers zoals BAM, SPIE en Valmont ingehuurd om bepaalde werkzaamheden uit te voeren. Wat die werkzaamheden zijn, zal verder in dit hoofdstuk worden behandeld.

Werkzaamheden die TenneT uitvoert in het kort

- Uitbesteden van werkzaamheden.
- Uitvoeren van controles
- Maken van ontwerpen

BAM

De BAM zal op het project ZWW-380 in samenwerking met TenneT, SPIE en Valmont het hoogspanningsnet van Borssele naar Kapelle realiseren. Het onderdeel dat Royal BAM Groep gaat uitvoeren, zijn de funderingen van de hoogspanningsmasten en de inrichting en bouw van de werkterreinen. In samenwerking met de nevenopdrachtnemers zal het werkterrein ontworpen worden om een zo goed mogelijke werkplek te realiseren zodat iedereen te werk kan gaan. Dit onderzoek zal de focus leggen op de werkzaamheden van BAM.

Het projectkantoor van BAM, gevestigd in s 'Gravenpolder ligt centraal tussen de 50 projectgebieden. Dit omdat de omliggende projectgebieden waar de werkzaamheden plaats zullen vinden zijn verdeeld vanaf Borssele tot Kapelle. Met het centraal gelegen kantoor kunnen de projectgebieden makkelijk en sneller worden bereikt.

Werkzaamheden die BAM uitvoert in kort

- Realiseren werkterreinen
- Realiseren funderingen hoogspanningsmasten
- Plaatsen ankerkooien

Valmont

Valmont zal de hoogspanningsmasten (pylonen) leveren en installeren. Voordat Valmont kan beginnen moet BAM de funderingen klaar hebben en de werkterreinen hebben gelegd. Als de werkterreinen gelegd zijn zal het werkterrein worden over gedragen aan Valmont. Na goedkeuring kan Valmont starten met de installatie van de ankerkooien. De ankerkooien worden zelf door Valmont geproduceerd en aangeleverd, maar worden door BAM ingestort. Voor het storten kan beginnen moeten de ankerkooien worden gecontroleerd. Voor de bevestiging van de ankerkooien en de funderingen moet er nog een stort worden gedaan. Hiervoor zal er eerst moeten worden gevlochten. Hiermee worden de ankerkooi en de funderingen aan elkaar gekoppeld. Met het storten wordt dit een solide constructie om de masten op te plaatsen. De afbeelding hieronder geeft een duidelijk beeld van een ankerkooi. Het ronde gedeelte in het midden is de ankerkooi. Na de stort zal hierop de hoogspanningsmast worden bevestigd. De kleine ronde stukken metaal rondom de ankerkooi zijn de wapening van de fundering. Met behulp van wapeningsstaal zal de fundatie met de ankerkooi worden verbonden.

Werkzaamheden die Valmont uitvoert in het kort

- Leveren ankerkooien
- Leveren hoogspanningsmasten
- Plaatsen hoogspanningsmasten



Figuur 17: Wapening met ankerkooi.

SPIE

Spie zal de bekabeling van het hele netwerk van hoogspanningsmasten installeren. Om dit te realiseren moet Valmont eerst alle hoogspanningsmasten hebben opgebouwd en BAM alle werkterreinen af hebben gemaakt. Om de kabels te kunnen spannen tussen de hoogspanningsmasten moeten er speciale lierpunten worden gemaakt. Deze lierpunten zal BAM net als de werkterreinen aanleggen.

Als de hoogspanningsmasten door Valmont zijn opgebouwd kan SPIE aan het werk. Eerst zal BAM de overdracht tussen Valmont en Spie uitvoeren. Dit houdt in dat het werkterrein klaar wordt gemaakt voor de werkzaamheden van Spie. Kapotte of verzakte werkterreinen worden door BAM gerepareerd.

Werkzaamheden die Spie uitvoert in het kort

- Aansluiten hoogspanningsmasten
- Bekabeling van hoogspanningsmasten

8.3. Bijlagen over gehele bouwproces inclusief nevenopdrachtnemers

Stap nul

Voorafgaande aan de voorbereiding voor de uitvoering dient de opdrachtnemer een eisenanalyse (System Requirement Analysis - SRA) uit te voeren op de eisenset. Eisen die niet SMART genoeg zijn en/of voor meerdere uitleg vatbaar worden in overleg met TenneT aangescherpt en aangevuld. Dit wordt vooraf beslecht om met de juiste uitgangspunten het werk uit te voeren.

Stap één

De eerste stap is de voorbereiding voor de uitvoering. Door de opdrachtnemer dient het door de opdrachtgever opgestelde ontwerp te worden aangevuld/uitgewerkt tot een uitvoering gereed ontwerp van de funderingen inclusief de benodigde hulpconstructies. Daarnaast dienen de werkterreinen te

worden ontworpen. De ontwerpen van de werkterreinen vormen samen met andere uitvoeringsaspecten die door de opdrachtnemer moeten worden beschreven (zoals bemaling, tijdelijke opslag van vrijgekomen grond, hulpconstructies of het realiseren van tijdelijke voorzieningen voor de toegang tot de werkterreinen) de input voor werkafspraken met de rechthebbenden. Ook stemt opdrachtnemer, in het kader van de bouwcoördinatie, bijvoorbeeld de breedte van de rijbaan en afmetingen van de bouwlocatie af met de nevenopdrachtnemers en maakt een detailplanning en werkplannen. Er wordt geïnventariseerd of werk-wegen vrij zijn van beperkingen en of aanvullende maatregelen getroffen moeten worden.

Stap twee

Nadat de werkafspraken met de rechthebbenden zijn gemaakt (bij de keukentafelgesprekken) kan, na informeren van de omgeving en het eventueel regelen van alle vergunningszaken, gestart worden met het aanleggen van de Werkterreinen. In deze periode moeten ook de aanvoerroutes bekeken worden en eventuele maatregelen worden doorgevoerd.

Voor een deel van de werkterreinen is met de rechthebbenden de uitvoeringswijze van de werkterreinen al vastgelegd (over het algemeen doek/ zand / rijplaten; in enkele gevallen moet de rijbaan uitgevoerd worden in asfalt en permanent achter blijven). In zijn algemeenheid staat het de opdrachtnemer vrij om een zo geschikt mogelijke oplossing voor de werkterreinen te kiezen, met aandacht voor kosten, flexibiliteit, sterkte, tijdelijk onderhoud, veiligheid, etc. Hierbij moet nadrukkelijk ook gekeken worden naar de projectfase dat de opdrachtnemer gereed is met zijn eigen werkzaamheden en dat de nevenopdrachtnemers en leveranciers hun werkzaamheden nog moeten uitvoeren. Er dienen passende oplossingen uitgewerkt te worden in geval delen van de werkterreinen voor de nakomende werkzaamheden nog lange tijd nodig zijn, of dat er lange periodes zijn dat de werkterreinen juist niet nodig zijn.

Stap drie

De funderingswerkzaamheden worden uitgevoerd. De door de nevenopdrachtnemers masten aangeleverde ankerkooien worden samen met de wapening gereed gemaakt en de fundering wordt gestort. Iedere pyloon heeft zijn eigen ankerkooi die op exact de juiste wijze en binnen de toleranties in de fundering moet worden aangebracht. Aandachtspunt hierbij is de grote nauwkeurigheid die vereist is en de afstemming met de nevenopdrachtnemers masten.

Stap vier

Het werkterrein wordt gereed gemaakt voor het ontvangen van de pyloondelen. Als de fundering is uitgehard worden de pyloondelen, die ieder ongeveer 20 tot 30 meter lang zullen zijn en tot 90 ton kunnen wegen, door de nevenopdrachtnemers masten op de fundering gehesen. Hierbij wordt de pyloon staand opgebouwd. Voor de grootste hoekmasten wordt de onderste 3,5 meter nog als apart segment geleverd, om de delen te kunnen transporteren. Het werkterrein moet een voldoende omvang hebben vanwege de kranen die worden gebruikt en voor de aanvoer en het lossen van de pyloondelen. Om de aanvoer van de pylonen mogelijk te maken moeten ook de eventuele knelpunten op de toevoerwegen opgelost worden en overige verkeersmaatregelen worden getroffen (voor zover dit niet reeds noodzakelijk was voor de aan- en afvoer van het eigen materiaal en materieel).

Stap vijf

Als alle pylonen (een mast bestaat over het algemeen uit twee pylonen) in een lijnvak staan (een vak loopt van hoekmast tot hoek-/eindmast met daartussen eventueel een aantal steunmasten) kan de nevenopdrachtnemers geleidermontage het 'garnituur' (E-materialen) aanbrengen in de pylonen en de geleiders trekken. Hiervoor is een bepaalde omvang van het werkterrein benodigd omdat bij deze werkzaamheden hoogwerkers en kranen worden gebruikt. De hoogwerkers moeten op meerdere plaatsen rondom de masten op een veilige en stabiele manier kunnen staan. Voor het trekken van de

geleiders worden lieren opgesteld op de zogenaamde 'rem- en lierlocaties' die in de buurt van iedere hoekmast worden ingericht. In ieder vak is over het algemeen één rem- en één lierlocatie nodig. Op de remlocaties worden ook de kabelhaspels met de geleiders geleverd. Voor lossen en tijdelijk opslaan moet ruimte worden ingericht.

Tot het werk behoort eveneens het verzorgen van alle werkterreinen ten behoeve van de juklocaties (voor het kruisen van verkeers- / spoor- / waterwegen), amoveerlocaties en eventuele reconstructies voor de nevenopdrachtnemers geleidermontage.

Stap zes

Als alle masten in een OPGW-vak van geleiders zijn voorzien, wordt als laatste de OPGW aangebracht (de OPGW bestaat uit een bliksemdraad met een glasvezelverbinding). Een OPGW-vak kan één of meerdere (lijn)vakken overspannen.

Stap zeven

Als de nevenopdrachtnemers geleidermontage alle geleiders en de OPGW heeft aangebracht, kunnen de werkterreinen van de betreffende masten worden opgeruimd.

Stap acht

De locaties waar (delen van) werkterreinen zijn verwijderd, kunnen samen met overige gronden (wegen en terreinen) cultuurtechnisch worden afgewerkt en in oorspronkelijke of betere staat afgeleverd worden aan de rechthebbende. Daarbij wordt uitkomende grond (geschat op gemiddeld 500 m³ per mastlocatie met twee pylonen) die is vrijgekomen bij het ontgraven van de funderingen van de masten niet afgevoerd binnen het contract maar blijft in eigendom van en op het perceel achter van de rechthebbende.

Stap negen

Nadat alle werkterreinen zijn verwijderd, de cultuurtechnische herstelwerkzaamheden zijn afgerond, alle aanvoerwegen in de oorspronkelijke staat hersteld zijn en alle vereiste projectdocumentatie is geaccepteerd, vindt de oplevering plaats

8.4. Bijlagen over bouwproces met de focus op de werkterreinen

Stap één

De ontwerpen van de definitieve werkterreinen zullen eerst worden ontworpen aan de hand van de voorwaarden van alle nevenopdrachtnemers. Met het tekenen van het werkterrein moet er veel gecommuniceerd worden tussen de nevenopdrachtnemers, die daar werkzaamheden uit zullen voeren. Er kan maar 1500m² tot 2000m² aan oppervlakte gebruikt worden. Daarom moet de overeenstemming tussen alle bedrijven goedgekeurd worden. Op deze manier zullen de bedrijven zo min mogelijk hinder ervaren ten tijde van de uitvoering. Bovendien gebeurt dit om ervoor te zorgen dat er één definitief ontwerp uitgevoerd kan worden.

Stap twee

Aangezien het werkterrein vaak op landbouwgrond ligt, moet er rekening gehouden worden met de drainagesystemen van de landbouweigenaren. De drainage moet daarom worden verlegd. Er ontstaat anders te veel gronddruk op de drainage. Dit zal resulteren in het beschadigen van het drainagesysteem of het dichtdrukken van het drainagesysteem.

Stap drie

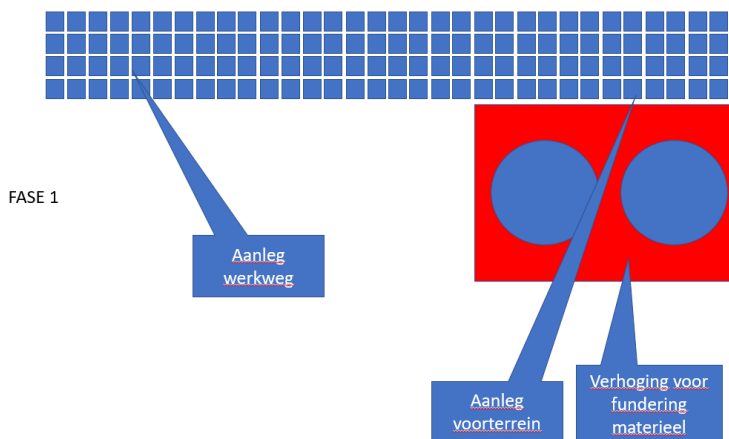
De locatie van de werkterreinen is voornamelijk vruchtbare grond. Aangezien die terreinen worden gebruikt voor de landbouw mag de bouwgrond (zand) niet mengen met de vruchtbare grond van de landeigenaren. Om dit te voorkomen zal er geotextiel op het land worden gelegd. Op dit geotextiel wordt het zand geplaatst. Dit zand is afkomstig uit de Noordzee en is dus niet te gebruiken als landbouwgrond. Het gebruik van het geotextiel zal ervoor zorgen dat de vruchtbare grond niet wordt gemengd met de bouwgrond.

De bouwgrond is noodzakelijk omdat zand een betere grondsoort is om een werkterrein op te bouwen dan de vruchtbare grond (dat is modderig, kleiachtig). Als de betonplaten direct geplaatst zouden worden op de landbouwgrond zouden ze verzakken.

Stap vier (fase één)

De betonplaten zullen geleverd worden op vrachtwagens die elk 21 platen kunnen vervoeren. Één vrachtwagen kan 21 betonplaten in dertig minuten installeren. De vrachtwagens zijn voorzien van een eigen kraantje om de platen makkelijk te lossen. Hiermee zullen de betonplaten ook gelijk op positie geplaatst worden. De tijd dat het kost om een werkterrein aan te leggen hangt af van de grootte van het werkterrein en de werk-weg. Als het werkterrein naast de openbare wegen ligt, moet er een kortere werk-weg gemaakt worden. Als het werkterrein verder op het land is gelegen, moet er een langere werk-weg gemaakt worden. Het zal dan ook meer tijd in beslag nemen.

In fase één zal eerst de werk-weg worden geplaatst. Bovendien wordt ook het terrein dat voor de funderingen ligt geplaatst. Naast dat alle betonplaten worden gelegd, wordt het gedeelte van de funderingen verhoogd met zand. De verhoging is nodig voor het installeren van de funderingen. Hier zullen nog geen betonplaten geplaatst worden, omdat de funderingen nog geïnstalleerd moeten worden.



Figuur 18: Fase één werkterrein inrichting.

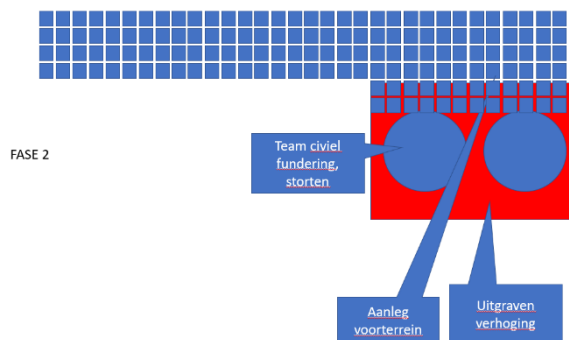
Stap vijf (fase twee)

Als de funderingen geplaatst zijn, zal het deel waar de funderingen zitten moeten worden uitgegraven. Als dit is uitgegraven zijn er alleen nog maar losse funderingen. De funderingen zijn in de vorm van een cirkel in de grond geheid of geboord. Dit hangt af van de omgeving. Hier wordt een geheel van

gemaakt om de masten uiteindelijk op te kunnen bevestigen. Het werkterrein wordt zo neergelegd dat het tot het talud van de bouwkuip bereikbaar is met betonplaten.



Figuur 19: Funderingen krabben om bij wapening te komen.



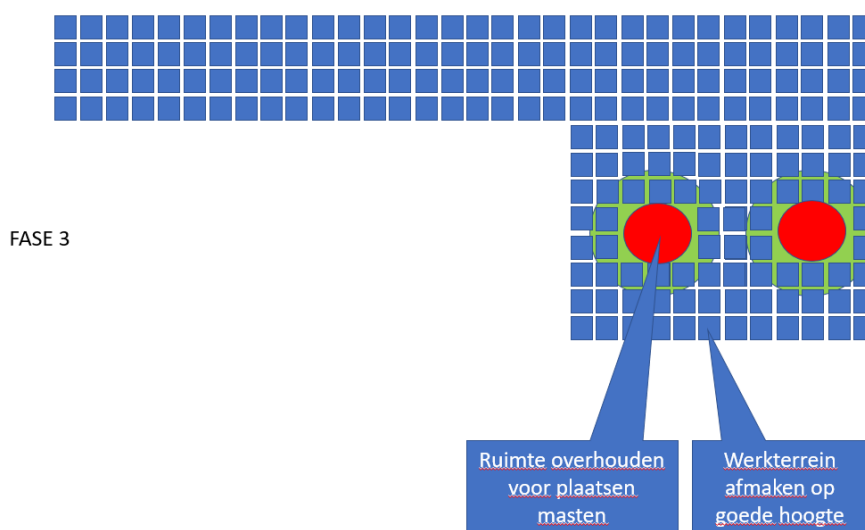
Figuur 20: Fase 2 werkterrein inrichting.



Figuur 21: Bouwkuip met ankerkooi.

Stap zes (fase drie)

De rest van het werkterrein kan nu worden ingericht. Er moet rekening gehouden worden met het feit dat de aansluiting van de fundering, die wordt aangesloten op de masten, niet wordt bedekt met betonplaten anders kunnen de hoogspanningsmasten niet meer worden geplaatst. Het terrein dat 1500m² of 2000m² is, is het gebied rondom de funderingen minus de werk-weg. Het is hier belangrijk om rekening te houden met de nevenopdrachtnemers. De werkterreinen moeten zo worden ontworpen dat de ladingen, materiaal en materieel, er kunnen worden gelost en dat de nevenopdrachtnemers er kunnen werken zonder het terrein aan te moeten passen.



Figuur 22: Fase 3 werkkerrein inrichting.

Stap zeven (fase vier)

Als de hoogspanningsmasten zijn geplaatst en tewerk worden gesteld moet het werkkerrein ook weer geheel worden afgebroken en zijn oorspronkelijke staat weer terugkrijgen. Met 'in oorspronkelijke staat terugkrijgen' wordt bedoeld: cultuurtechnisch afwerken. Dit houdt in dat alle betonplaten weg worden gehaald, het land moet worden geploegd, de drainage opnieuw moet worden aangelegd waar dit veranderd was en er uiteindelijk moet worden afgewerkt naar oorspronkelijke staat.

8.5. Bijlagen eisen

De eisen die hieronder worden beschreven zijn de eisen opgesteld door TenneT de opdrachtgever . In het uitgewerkte eisenplan die extra is bijgevoegd als losse bijlage (technische eisen en proces eisen) zijn de verwijzingen te vinden van de eisen die uitgewerkt zijn hieronder.

Topeis 01

ZWW-4.4.1-01 Aarding en Bodem (functionele eis)

Opdrachtnemer dient bij elke fundering, binnen 6 weken na het storten van beton, doch uiterlijk voor het plaatsen van de Pylonen, de aardverspreidingsweerstand te meten en te verwerken in een meetrapportage. De gemeten aardverspreidingsweerstand dient te voldoen aan de waarden zoals opgenomen in bijlage ZWW-UO24.

De meetrapportage dient binnen 2 weken na de meting bij Opdrachtgever te worden aangeleverd.

Topeis 02

ZWW-3,4-01 veiligheid- omvallen van materieel (functionele eis)

Toelichting: Het Werk en de Werkzaamheden worden (deels) uitgevoerd nabij bestaande hoogspanningsinfrastructuur (lijnen, kabels, stations). Dit geldt ook voor de werkzaamheden van nevenopdrachtnemers. Om de veiligheid van werknemers te waarborgen en/of schade aan de infrastructuur te voorkomen (oftewel de leveringszekerheid van deze hoogspanningsinfrastructuur te

waarborgen) dienen alle passende maatregelen te worden genomen, zodat materieel te allen tijde stabiel, geborgd en zoveel mogelijk in een veilige valrichting staat opgesteld. Dit geldt ook voor de raakvlakken met de werkzaamheden van nevenopdrachtnemers.

Verificatiemethode: Berekening en Test (keuring en inspectie)

Bron van de eis / belang: Leveringszekerheid van de bestaande hoogspanningsinfrastructuur dient gewaarborgd te zijn. De veiligheid van personen dient gewaarborgd te zijn.

Topeis 03

ZWW-5.1-07 Gronden – grond (functionele eis)

Opdrachtnemer dient, al dan niet als tijdelijk onderdeel van het Werk en de Werkzaamheden, schone grond toe te passen zonder verontreinigingen, bodemvreemde materialen, ziektes, schimmels, zout en/of onkruiden.

ZWW-5.1-10 gronden brak/zout bemalingswater (functionele eis)

Opdrachtnemer dient rekening te houden met beperkingen op het lozen van brak en zout grondwater op open water in de nabijheid van het Werkterrein.

ZWW-5.1-11 gronden herstel (functionele eis)

De op de percelen aanwezige drainage, beregeningsinstallaties en overige installaties benodigd voor de bedrijfsvoering van de Rechthebbenden, dienen na de Werkzaamheden te zijn hersteld, functioneel gelijkwaardig aan of kwalitatief beter dan de bestaande situatie. Opdrachtnemer dient een herstelplan op te stellen en dit uit te voeren in overleg met Rechthebbenden.

ZWW-5.1-14 door opdrachtgever ter beschikking gesteld zand perceel één (functionele eis)

Door Opdrachtgever wordt aan Opdrachtnemer perceel één een hoeveelheid zand ter beschikking gesteld van circa 6.000 m³, aanwezig in depot nabij Mastlocatie 1017. Opdrachtnemer is zelf verantwoordelijk voor het verkrijgen van de certificaten, benodigd voor de verwerking van dit zand in het Werk.

Na verwerking van het zand in het Werk, vervalt het resterende zand aan Opdrachtnemer.

ZWW-5.1-15 door opdrachtgever ter beschikking gesteld zand perceel 2 (functionele eis)

Door Opdrachtgever wordt aan Opdrachtnemer perceel 2 een hoeveelheid zand ter beschikking gesteld van circa 1.000 m³, aanwezig nabij Mastlocatie 1061 en 1062. Opdrachtnemer is zelf verantwoordelijk voor het verkrijgen van de certificaten, benodigd voor de verwerking van dit zand in het Werk.

Na verwerking van het zand in het Werk, vervalt het resterende zand aan Opdrachtnemer.

ZWW-5.2.6-01 werkterreinen sloten (functionele eis)

De (tijdelijke) demping en/of omleiding van sloten, voor zover dit van toepassing is binnen de grenzen en bij de inritten van de Werkterreinen, dient te worden uitgevoerd volgens bijlage ZWW-D01 zoals benoemd in § 7.3

ZWW-5.2-05 werkterrein levensduur (functionele eis)

Het Werkterrein dient te zijn ontworpen voor een levensduur van tenminste de verwachte tijdsduur waarin het Werkterrein wordt ingezet.

ZWW-5.2-07 werkterrein kaders (functionele eis)

Opdrachtnemer dient met het uitvoeringsontwerp Werkterrein binnen de in bijlage ZWW-DO01, zoals opgenomen in § 7.3, weergeven buitenste kaders (grenzen/contouren) van het Werkterrein te blijven.

ZWW-5.2-08 werkterrein oppervlakte (functionele eis)

Werkterreinen dienen overeenkomstig de bijlagen zoals genoemd in § 7.3 te worden aangelegd waarbij deze geschikt is voor zowel het Werk en de Werkzaamheden van Opdrachtnemer en het werk en de werkzaamheden van nevenopdrachtnemers.

ZWW-5.2-12 werkterrein oppervlakte (functionele eis)

Opdrachtnemer dient de, in de Prijspecificatie gespecificeerde, oppervlakten voor Werkterrein te realiseren, gedurende de in de Prijspecificatie gespecificeerde perioden.

ZWW-5.5-02 openbare weg verkeersveiligheid (functionele eis)

Bij Werkzaamheden op of aan de openbare weg dient, naar gelang het type openbare weg, te worden voldaan aan:

1. CROW 96a: Handboek Wegafzettingen – Maatregelen op Autosnelwegen
2. CROW 96b: Handboek maatregelen bij werk in uitvoering – Niet-autosnelwegen

Topeis 04

ZWW-3.5-0 onderzoeken (functionele eis)

Het Werk en de Werkzaamheden dienen te voldoen aan de randvoorwaarden zoals gesteld in de door de Opdrachtgever uitgevoerde onderzoeken. Eventuele mitigerende maatregelen voortkomend uit uitgevoerd onderzoek maken onderdeel uit van het Werk en de Werkzaamheden, tenzij expliciet in de Vraagspecificatie anders is bepaald.

ZWW-4.1-10 watervergunning (functionele eis)

Opdrachtnemer dient het Werk en de Werkzaamheden te realiseren binnen een maximaal toelaatbare waterbezwaar als gevolg van het onttrekken van grondwater voor realisatie van het Werk voor:

- perceel één (mastnummer 1001 t/m 1050A/B); 772.227m³.
- perceel twee (mastnummers 1051 t/m 1104); 1.379.553m³.

ZWW-5.1-09 zoetwatervoorkomen (functionele eis)

ON dient bemaling uit te voeren volgens de in de watervergunning opgenomen aanvullende voorschriften

Topeis 05

ZWW-3.5-01 (functionele eis)

Ongeacht het door de Opdrachtgever uitgevoerde onderzoek ter plaatse van het Werkterrein, waarvan de resultaten zich bevinden in de bijlagen zoals genoemd in §7.4, is de Opdrachtnemer verantwoordelijk voor bekendheid met de draagkracht van de Bodem.

Topeis 06

ZWW-5.1-01 CST (functionele eis)

Het Werk dient te voldoen aan de bijlage IN01 (CST bovengronds, eisen VS1 ten behoeve van UAV-GC overeenkomsten) zoals genoemd in § 7.3.

ZWW-5.1-02 cultuurtechnische rapportage (functionele eis)

Het Werk dient te voldoen aan de cultuurtechnische rapportages zoals opgenomen in de bijlagen, zoals genoemd in § 7.4.

ZWW-5.1-03 werkafspraken (functionele eis)

Het Werk dient te voldoen aan de werkafspraken zoals opgenomen in de bijlagen, zoals genoemd in § 7.3.

ZWW-5.1-04 geen functie meer (functionele eisen)

Gronden dienen, als deze geen functie meer vervullen ten behoeve van het Werk of de Werkzaamheden van Opdrachtnemer en nevenopdrachtnemers, teruggebracht te zijn in oorspronkelijke staat.

ZWW-5.1-05 cultuurtechnische staat (functionele eis)

Alle Gronden en wateroppervlaktes, die door de Werkzaamheden beïnvloed worden, dienen bij oplevering in de oorspronkelijke staat te zijn teruggebracht waarbij de cultuurgronden een cultuurtechnische staat dienen te hebben die ten minste gelijkwaardig of beter is dan voor aanvang van de uitvoeringswerkzaamheden

ZWW-5.1-06 werkterrein samenstelling (functionele eis)

Werkterrein, en de materialen die tijdelijk op het Werkterrein worden toegepast, dienen van zodanige samenstelling te zijn dat het materiaal zich niet mengt met de ondergrond (inclusief uitspoeling), zich niet verspreidt over het perceel en dat het materiaal volledig te verwijderen is. De toegepaste materialen dienen daarnaast vrij te zijn van ziektes, schimmels, en/of onkruiden.

Topeis 07

VS1-topeis 07 werk en werkzaamheden (functionele eis)

Alle Werkterreinen dienen, nadat het Werk is gerealiseerd, te worden verwijderd

Topeis 08 (funderingen)

Topeis 09

ZWW-5.2-01 werkterrein ontwerp (functionele eis)

Opdrachtnemer dient informatie betreffende het Werkterrein en alle overige Ontwerpdocumenten, benodigd om het Werk te realiseren, uit te werken tot het niveau van het uitvoeringsontwerp voor zowel Opdrachtnemer als nevenopdrachtnemers, bestaande uit ten minste de volgende ontwerpproducten:

- a. Een tekening van het definitieve grondbeslag van het Werkterrein.
- b. Een tekening van de opbouw van het Werkterrein per Mastlocatie, inclusief berekeningen van de te verwachten zetting van de onderliggende Bodem.
- c. Een tekening van de aanpassingen aan de openbare weg voor wat betreft de in-/uitrit van het Werkterrein.
- d. Een tekening van de inrichting van het Werkterrein waarop tevens de details van uitvoeringswijze, grondbalans en details m.b.t. aanvoer en afvoer van grond is vermeld. (inclusief, maar niet beperkt tot soort afrasteringen, doorgangen en passages, gronddepots, beveiliging, parkeerplekken, materiaalopslag, etc.).
- e. Tekeningen en berekeningen waaruit blijkt dat het werk van nevenopdrachtnemers kan worden

gerealiseerd.

f. Een Nulinspectie van de te belasten Gronden voordat Werkterrein wordt aangebracht

Topeis 10

ZWW-4.3-10 werkvloer verplaatsing (functionele eis)

De verticale verplaatsing inclusief doorbuiging van de werkvloer en de daaronder liggende grondlagen dient, als gevolg van de bovenbelasting, beperkt te blijven tot maximaal 15 mm.

ZWW-5.1-12 oppervlak NON's (functionele eis)

Opdrachtnemer dient onderstaande oppervlaktes Werkterrein voor de Werkzaamheden en de werkzaamheden van de nevenopdrachtnemers aan te leggen, die tenminste beschikbaar moeten zijn gedurende de uitvoering van werkzaamheden van nevenopdrachtnemers gedurende de in het tijdwegdiagram gespecificeerde perioden. Als Opdrachtnemer voor de Werkzaamheden minder ruimte nodig heeft dan voor de nevenopdrachtnemers benodigd is, staat het de Opdrachtnemer vrij het Werkterrein gefaseerd aan te leggen.

Voor het bepalen van de oppervlaktes is uitgegaan van onderstaande aantallen en indicatieve afmetingen:

- Rijbaan: gemiddeld 5 m1 breedte naar het Bouwlocatie.
- Rijbaan; gemiddeld 4 m1 breedte naar de Lierplaats.
- 15 Mastlocaties: 2.000 m2 per Bouwlocatie ten behoeve van werkzaamheden door nevenopdrachtnemers aan hoekmasten ten behoeve van perceel één
- 17 Mastlocaties: 2.000 m2 per Bouwlocatie ten behoeve van werkzaamheden door nevenopdrachtnemers aan hoekmasten ten behoeve van perceel twee
- 37 Mastlocaties: 1.500 m2 per Bouwlocatie ten behoeve van werkzaamheden door nevenopdrachtnemers aan steunmasten ten behoeve van perceel één
- 35 Mastlocaties: 1.500 m2 per Bouwlocatie ten behoeve van werkzaamheden door nevenopdrachtnemers aan steunmasten ten behoeve van perceel twee
- 15 locaties: 1.200 m2 per Lierplaats ten behoeve van werkzaamheden door nevenopdrachtnemers drachtnemer voor het opstellen van remmachines ten behoeve van perceel één
- 15 locaties: 600 m2 per Lierplaats ten behoeve van werkzaamheden door nevenopdrachtnemers voor het opstellen van liermachines ten behoeve van perceel één
- 17 locaties: 1.200 m2 per Lierplaats ten behoeve van werkzaamheden door nevenopdrachtnemers voor het opstellen van remmachines ten behoeve van perceel twee
- 17 locaties: 600 m2 per Lierplaats ten behoeve van werkzaamheden door nevenopdrachtnemers voor het opstellen van liermachines ten behoeve van perceel twee.
- Rijbaan naar de Juklocaties is verrekenbaar (stelpost).
- Oppervlak ten behoeve van de Juklocaties is verrekenbaar (stelpost).

Toelichting (bijvoorbeeld): Opdrachtnemer heeft zelf 700m2 nodig gedurende de bouw van de fundering. Vervolgens hebben de NON's 2.000m2 nodig rondom de fundering. In de Prijs dienen beide activiteiten te zijn opgenomen rekening houdend met de eventuele door Opdrachtnemer toegepaste fasering.

Verificatiemethode: Tekeningen, Berekening en Document (Verslaglegging van gemaakte afspraken

tussen Opdrachtnemer en nevenopdrachtnemers)

Bron van de eis / belang: nevenopdrachtnemers

ZWW-5.2-04 instandhouding van werkterreinen (functionele eis)

Opdrachtnemer dient op verzoek van Opdrachtgever of nadat dit noodzakelijk is gebleken uit de coördinatie met nevenopdrachtnemers het Werkterrein korter dan wel langer in stand te houden dan de in de Prijspecificatie gespecificeerde perioden.

ZWW-5.2-06 bouwlocatie faciliteren NON (functionele eis)

Het Werkterrein inclusief de ten behoeve van het Werk en de Werkzaamheden geroerde en/of aangevulde grond, dient geschikt te zijn voor de uitvoering van de Werkzaamheden en /of werkzaamheden van nevenopdrachtnemers.

ZWW-5.2-09 werkterrein toegankelijkheid (functionele eis)

Werkterreinen dienen dusdanig te worden aangelegd, dat deze toegankelijk en geschikt zijn voor de activiteiten van nevenopdrachtnemers.

ZWW-5.2-13 aslast (functionele eis)

De Werkterreinen dienen de transporten van nevenopdrachtnemers mogelijk te maken en dienen hiertoe geschikt te zijn voor transporten met een aslast van twaalf ton.

ZWW-5.2-14 gronddruk (functionele eis)

De werkterreinen dienen geschikt te zijn voor de hijswerkzaamheden en verticale transporten van nevenopdrachtnemers en dienen geschikt te zijn voor een gronddruk van 8 ton/m².

ZWW-5.5-01 onderliggend wegennet (functionele eis)

De transportroutes over het Onderliggend wegennet naar het Werkterrein dienen geschikt te zijn voor het Exceptioneel transport van nevenopdrachtnemers Masten. De Opdrachtnemer is verantwoordelijk voor de vereiste maatregelen op of aan het Onderliggend wegennet en bijbehorende communicatie- en verkeersmaatregelen en dient deze af te stemmen met wegbeheerders/eigenaren of andere betrokken rechthebbenden.

Topeis 11

ZWW-3.3-01 TenneT standaarden (functionele eis)

Het Werk en de Werkzaamheden dienen te voldoen aan de TenneT Standaarden, zoals opgenomen in de bijlage zoals genoemd in § 7.3.

ZWW-6.4-01 terreinafwerking (functionele eis)

Het door het hekwerk omsloten terrein van de Opstijgpunten, zoals aangegeven in bijlagen ZWW-UO202 en ZWW-UO204, dient te worden afgewerkt met een laag gebroken grind (porfier o.g.). Korrelgrootte van het gebroken grind moet voldoen aan zeefmaat 20/40mm, categorie EN, Gc 90/10 Laagdikte grind minimaal 150mm, aangebracht op Geo-textiel. Toe te passen Geo-textiel heeft een massa van ten minste 190gr/m² en een minimale breedte van 5m.

ZWW-6.4-02 terreinafwerking gras

Het terrein aan de buitenzijde van het hekwerk, voor zover niet beschreven in SPE.04.002 dient te worden ingezaaid met gras, mengsel R1, tenzij anders overeengekomen met Rechthebbende.

Topeis 12

Aanvullende eisen met betrekking tot de HUB.

1. Grondgebruik (functionele eis)

Een extra stuk ruimte is noodzakelijk voor de centrale tijdelijke opslag van het materiaal. Het ruimtegebruik van de benodigde ruimte moet ten minste de opslag kunnen realiseren van materialen voor vijftig locaties.

2. Een extra werkterrein voor opslag materiaal. (functionele eis)

Een werkterrein dat zal functioneren voor schadebeperkende opslag van het materiaal dient gerealiseerd te worden. Het materiaal moet zo min mogelijk schade oplopen tijdens de opslag ervan. Een werkterrein met de benodigde maatregelen zoals draglineschotten is noodzakelijk om vervuiling en schade te beperken.

3. Verkeersoverlast (functionele eis)

Het bouwverkeer van en naar de HUB moet zo min mogelijk overlast veroorzaken voor omwonenden en milieu. Hiervoor zullen speciale routes uitgezet worden om verkeeropstoppen te voorkomen. Daarnaast mag het opgeslagen materiaal geen milieutechnische schade veroorzaken door in aanraking te komen met de vruchtbare landbouwgrond.

4. Geen geluidsoverlast ten gevolge van de HUB (functionele eis)

De HUB moet gestationeerd worden op 500 meter afstand van de dichtstbijzijnde omwonende om geluidsoverlast van materieel te beperken. De HUB zal dienen als opslagplek voor 50 locaties. Het tijdsbestek dat hiervoor bepaald is, is een jaar van mastlocatie 1001 tot 1050. De HUB zal hierom ook een jaar in gebruik zijn.

5. Aanwezigheid los/laad materieel. (Functionele eis)

De aanwezigheid van laad/losmaterieel moet op locatie altijd stand-by zijn. Vertraging oplopen door afwezigheid van materieel moet ten alle tijden voorkomen worden. Het inzetten van extra los/laad materieel is hierom ook van toepassing.

-  V-ON1001 - Herplantplicht
- ▲  VS1-Topeis 01 - Topeisen voor het Werk en de Werkzaamheden - 1
 -  ZWW-4.4.1-01 - Aarding - bodemweerstand
 -  ZWW-4.4.2-01 - Aarding - lassen
 -  ZWW-4.4.3-01 - Aarding - kopergeleider
 -  ZWW-4.4.3-02 - Aarding - raakvlak
 -  ZWW-6.3-01 - Opstijgpunt - realiseren aardnet
 -  ZWW-6.5-05 - Hekwerk -aarding
- ▲  VS1-Topeis 02 - Topeisen voor het Werk en de Werkzaamheden - 2
 -  ZWW-3.4-01 - Veiligheid - omvallen van materieel
 -  ZWW-3.4-02 - Veiligheid - valbereik
 -  ZWW-4.1-08 - Fundering - Positie
- ▲  VS1-Topeis 03 - Topeisen voor het Werk en de Werkzaamheden - 3
 -  ZWW-4.1-05 - Fundering - Beïnvloeding bouwwerken
 -  ZWW-5.1-07 - Gronden - grond
 -  ZWW-5.1-08 - Gronden - rangorde
 -  ZWW-5.1-10 - Gronden - Brak/zout bemalingswater
 -  ZWW-5.1-11 - Gronden - herstel
 -  ZWW-5.1-14 - Gronden - Door OG beschikbaar ter beschikking gesteld zand perceel 1
 -  ZWW-5.1-15 - Gronden - Door OG beschikbaar ter beschikking gesteld zand perceel 2
 -  ZWW-5.2.6-01 - Werkterrein - sloten
 -  ZWW-5.2-05 - Werkterrein - Levensduur
 -  ZWW-5.2-07 - Werkterrein - kaders
 -  ZWW-5.2-08 - Werkterrein - oppervlak
 -  ZWW-5.2-12 - Werkterrein - oppervlak
 -  ZWW-5.5-02 - Openbare weg - verkeersveiligheid
- ▲  VS1-Topeis 04 - Topeisen voor het Werk en de Werkzaamheden - 4
 -  ZWW-3.5-02 - Onderzoeken - Onderzoeken
 -  ZWW-4.1-10 - Watervergunning - waterbezwaar
 -  ZWW-5.1-09 - Gronden - Zoetwatervoorkomen
 -  ZWW-5.1-13 - Gronden - mastlocatie 1084
 -  ZWW-5.1-16 - Verlenging Handelsweg industrieterrein Smokkelhoek
 -  ZWW-5.2-15 - Werkterrein -oppervlakte

- ▲  VS1-Topeis 05 - Topeisen voor het Werk en de Werkzaamheden - 5
 -  ZWW-3.5-01 - Onderzoeken - Grond mechanisch
- ▲  VS1-Topeis 06 - Topeisen voor het Werk en de Werkzaamheden - 6
 - ▶  ZWW-5.1-01 - Gronden - CST
 -  ZWW-5.1-02 - Gronden - cultuurtechnische rapportage
 - ▶  ZWW-5.1-03 - Gronden - werkafspraken
 -  ZWW-5.1-04 - Gronden - geen functie meer
 -  ZWW-5.1-05 - Gronden - cultuurtechnische staat
 -  ZWW-5.1-06 - Werkterrein - samenstelling
-  VS1-Topeis 07 - Topeisen voor het Werk en de Werkzaamheden - 7
- ▲  VS1-Topeis 08 - Topeisen voor het Werk en de Werkzaamheden - 8
 -  ZWW-4.1-01 - Fundering - Ontwerp
 -  ZWW-4.1-03 - Fundering - Uitvoeringsontwerp
 -  ZWW-4.1-07 - Fundering - peil
 -  ZWW-4.2-01 - Funderingspalen - uitvoering
 -  ZWW-4.2-02 - Funderingspalen - breukvrij
 -  ZWW-4.2-03 - Funderingspalen - paalmisstand
 -  ZWW-4.2-04 - Funderingspalen - toleranties afhangen wapeningskorf
 -  ZWW-4.2-05 - Funderingspalen - verplaatsing wapeningskorf
 -  ZWW-4.2-06 - Funderingspalen - lassen
 -  ZWW-4.2-07 - Paalwapeningskorf - vervorming
 -  ZWW-4.2-08 - Funderingspalen - onderbreking
 -  ZWW-4.2-09 - Funderingspalen - tolerantie wapeningskorf bij onderbreking stort
 -  ZWW-4.2-10 - Funderingspalen - afstandhouders (niet geldend voor combinatiepalen)
 -  ZWW-4.2-13 - Funderingspalen - paalkop snellen
 -  ZWW-4.2-14 - Funderingspalen - zelf verdichtend beton
 -  ZWW-4.2-17 - Funderingspalen - gelijkwaardigheid funderingspalen
 -  ZWW-4.2-18 - Funderingspalen - kopwapening
 -  ZWW-4.2-19 - Funderingspalen - combinatiepalen ontwerp
 -  ZWW-4.2-20 - Funderingspalen - combinatiepalen ontwerp
 -  ZWW-4.3-06 - Betonconstructie - stortgang
 -  ZWW-4.3-07 - Betonconstructie - uitharding

-  ZWW-4.3-08 - Betonconstructie - stortnaden
-  ZWW-4.3-11 - Werkvloer - heipalen
-  ZWW-4.3-12 - Wapening - verlengen
-  ZWW-4.3-13 - Betonconstructie - reparatie
-  ZWW-4.3-14 - Betonconstructie - samenstelling
-  ZWW-4.3-15 - Betonconstructie - scheurwijdte
-  ZWW-4.3-16 - Hulpconstructies – constructieve sterkte
-  ZWW-4.3-17 - Betonconstructie - hoogte
-  ZWW-4.3-18 - Betonconstructie – constructieve sterkte
- ▲  ZWW-4.5-01 - Ankerkooi – NON Masten
 -  ZWW-4.5-02 - Ankerkooi - hoekverdraaiing
 -  ZWW-4.5-03 - Ankerkooi - rondheid
 -  ZWW-4.5-04 - Ankerkooi - rondheid
 -  ZWW-4.5-05 - Ankerkooi - hoogtes onderling
 -  ZWW-4.5-07 - Ankers - hoogtes onderling
 -  ZWW-4.5-08 - Ankers - ankers verticaal
 -  ZWW-4.5-11 - Ankers - Hoogte
- ▲  VS1-Topeis 09 - Topeisen voor het Werk en de Werkzaamheden - 9
 -  ZWW-5.2-01 - Werkterrein - Ontwerp
- ▲  VS1-Topeis 10 - Topeisen voor het Werk en de Werkzaamheden - 10
 -  ZWW-4.1-04 - Fundering – Geschikt voor NON
 -  ZWW-4.3-10 - Werkvloer - verplaatsing
 -  ZWW-4.5-06 - Ankerkooi - stelring
 -  ZWW-4.5-09 - Ankers - vrij van beton
 -  ZWW-4.5-10 - Ankers - voorspanning
 -  ZWW-4.6-01 - Doorvoering – bruikbare diameter
 -  ZWW-4.6-02 - Doorvoering – trekkoord
 -  ZWW-4.6-03 - Doorvoering – afdichten
 -  ZWW-5.1-12 - Werkterrein – oppervlak NON's
 -  ZWW-5.2-04 - Werkterrein – instandhouding werkterrein
 -  ZWW-5.2-06 - Bouwlocatie – faciliteren NON
 -  ZWW-5.2-09 - Werkterrein - toegankelijkheid
 -  ZWW-5.2-11 - Werkterrein - afrastering
 -  ZWW-5.2-13 - Werkterrein - Aslast
 -  ZWW-5.2-14 - Werkterrein - Gronddruk
 -  ZWW-5.5-01 - Onderliggend wegnnet – geschikt voor NON

- VS1-Topeis 11 - Topeisen voor het Werk en de Werkzaamheden - 11
 - ZWW-3.3-01 - TenneT Standaarden
 - ZWW-3.3-02 - Lijnbenaming
 - ZWW-4.1-02 - Fundering - Ontwerptekening
 - ZWW-4.1-06 - Fundering – betonsamenstelling
 - ZWW-4.1-09 - Fundering – grondverbetering
 - ZWW-4.2-11 - Funderingspalen – afstandhouders (niet geldend voor combinatiepalen)
 - ZWW-4.2-12 - Funderingspalen - vervaardigen
 - ZWW-4.2-15 - Funderingspalen - uitvoering
 - ZWW-4.2-16 - Funderingspalen - uitvoering
 - ZWW-4.3-01 - Betonconstructie - uitvoering
 - ZWW-4.3-02 - Betonconstructie – uitvoering
 - ZWW-4.3-03 - Betonconstructie – uitvoering
 - ZWW-4.3-04 - Betonconstructie - uitvoering
 - ZWW-4.3-05 - Betonconstructie – uitvoering
 - ZWW-4.3-09 - Betonconstructie - afstandhouders
 - ZWW-4.6-04 - Doorvoering – merkband
 - ZWW-4.6-05 - Doorvoering – masten
 - ZWW-5.2-02 - Werkterrein - Ontwerptekening
 - ZWW-5.2-10 - Werkterrein - uitvoering
 - ZWW-6.1-01 - OSP - Scopetoelichting
 - ZWW-6.2-01 - Opstijgpunt - Fundering

8.6. Bijlagen werkwijzen

Just in time (huidig)

Het 'Just in time' principe is het principe waar nu mee wordt gewerkt. Er worden veel problemen ondervonden zoals weinig ruimte (eerder uitgelegd in de introductie van de variantenstudie) en opstoppen op B-wegen door teveel materiaal aanvoer.

Het principe 'Just in time' wordt vaak gebruikt als er weinig werkruimte is op de bouwplaats. Het woord 'Just in time' vertelt al wat het betekent. Alle materialen en materieel wordt pas op de locatie geplaatst als dit pas nodig is. Op deze manier houd je veel ruimte over op de bouwplaats en worden er kosten bespaard op opslag en transport. Dit omdat al het materieel maar één keer geladen en één keer gelost moeten worden. Een tussenstation zoals een HUB is daarom ook duurder.

Het nadeel van een 'Just in time' mechanisme is dat indien het fout gaat, het een nadelige ketting reactie heeft als gevolg. Als één van de onderdelen, zoals te zien in de afbeelding supply chain management (theoretisch kader), mis loopt, dan kan de productie van de volgende werkzaamheden

ook niet door gaan. Daarom word er vaak gekozen om de belangrijkste onderdelen (het kritieke pad) toch alvast te laten leveren. Het kritieke pad is het hoofdtraject van een project. Het kritieke pad wordt in de planningsfase gemaakt om de kans op vertraging zo klein mogelijk te maken. Het nadeel van dit systeem is dat deze onderdelen dan ook voor veel ruimtegebruik zorgen. Ruimte, die nodig is voor het installatiematerieel. Gezien de beperkte ruimte is dit dan ook niet handig om te doen. Er dient dan dus een keuze gemaakt te worden tussen één. Ruimte voor installatie en twee. Het klaar hebben liggen van materialen voor het kritieke pad. Door middel van een vergelijking kan er een keuze worden gemaakt tussen de werkwijzen.

Het niet behalen van de afgesproken levertijd kan af hangen van veel factoren. Als de productie achterstand groter wordt, omdat de producent zijn benodigde materialen nog niet heeft, kan de producent weer achterstand op lopen. Dit dan weer met als gevolg dat de opdrachtgever van de producent ook weer achterstand oploopt. Om de kans dat dit gebeurt te reduceren, is het belangrijk dat er goed gecommuniceerd wordt tussen de producent en de opdrachtgever. Op deze manier worden mogelijke achterstanden opgevangen en kunnen oplossingen worden bedacht om het kritieke pad te behouden.

HUB

Het gebruiken van een HUB is ook een veel gebruikte variant om terreinoccupatie tegen te gaan. Een centrale HUB wordt vaak gebruikt in drukke steden waar maar een beperkt stuk grond gebruikt kan worden. Het voordeel van een HUB in vergelijking met het '*Just in time*' principe is dat je alle materialen kan laten leveren. Zo is er zekerheid dat het materiaal voor de bouw er is en dan kunnen er al voorbereidingen worden gedaan voor verschillende werkzaamheden starten. Echter heeft een HUB weer het nadeel dat alle transport moet lossen op een HUB en er hiervoor dus ook extra kranen aanwezig moeten zijn. Wanneer een bepaald onderdeel nodig is, moet het weer worden geladen vanuit de HUB. Het is dus belangrijk dat er een plan wordt gemaakt waar alles geplaatst zal worden om dubbel werk te voorkomen. Ook is het nadelig dat er een extra ruimte moet worden gereserveerd om alles op te kunnen slaan. De mogelijkheden om een ruimte als deze te realiseren zijn vaak erg klein. Omdat er vijftig locaties zijn waar alles voor moet worden opgeslagen, dient er dus ook een relatief groot perceel te komen voor de opslag. Het extra laden en lossen en het huren van een ruimte zal zorgen voor extra kosten. Echter zullen alle materialen nu wel op tijd zijn wanneer ze nodig zijn. Het grootste voordeel van een HUB is dat de werkruimte van 1500m² en 2000 m² nu kan worden gebruikt voor de installatie en de ruimte niet grotendeels wordt bezet voor de opslag van het materiaal. Het kiezen voor een HUB vereist een doordachte motivatie.

In eerste instantie moet er gekeken worden of het überhaupt mogelijk is om een HUB te gebruiken. Hiervoor moet er gekeken worden in de randvoorwaarden van de opdrachtgever en de vergunningen van de gemeente. De ruimte zal ergens vandaan gehaald moeten worden. In overleg met landeigenaren zal er overeenstemming moeten zijn. Het goedkeuren van een oppervlakte zoals doe van een HUB is erg lastig. Als de mogelijkheden op tafel liggen, moet er goed overlegd worden met de opdrachtgever en zullen er tekeningen gemaakt worden hoe het terrein van de HUB zal worden ingericht. Omdat dit project vijftig testlocaties heeft waar dus ook vijftig hoogspanningsmasten geleverd zullen worden, moet de ruimte om al die masten op te slaan relatief groot zijn. Er dient ook een extra kraan te worden geplaatst voor het laden en lossen en de vrachten die uiteindelijk het materiaal op komen halen. Ook zitten er risico's verbonden aan een HUB. Het materieel heeft een groter risico om beschadigingen op te lopen. Dit komt omdat er meer handelingen zitten tussen de producent van het materiaal en de installatie ervan. Meerdere omstandigheden kunnen leiden tot beschadiging. Dit heeft te maken met het aantal handelingen, weersomstandigheden en het

tijdsbestek dat het materiaal klaar zal liggen buiten. Het opslaan van alle materialen heeft zijn voor- en nadelen.

Voor de realisering van de werkterreinen worden de betonplaten geplaatst met een vacuümsysteem. Omdat de vrachtwagen een eigen systeem heeft om te lossen, zal een HUB voor een werkterrein niet efficiënt zijn. Dit komt omdat er dan extra tijd kwijt is om alle betonplaten op een HUB te plaatsen, de vrachtwagens zelf al kunnen lossen en zelfs de betonplaten kunnen leggen op de desbetreffende locatie. De kranen van de locatie waar de betonplaten worden geproduceerd, kunnen de betonplaten makkelijk op de vrachten zetten. Hierna zullen de vrachten naar de locatie rijden en daar lossen. Ten tweede moeten er extra mensen en machines worden gehuurd om al het materiaal te kunnen lossen.

afroep

Omdat de planning vaak kan afwijken en veranderen, kan er materieel op '*afroep*' worden besteld. Het materiaal wordt dan tijdelijk opgeslagen in de fabrieken en opslagplaatsen van de desbetreffende fabrikant. Zodra het materieel dan nodig is, kan het worden afgeroepen en is het vaak met drie dagen op locatie.

Deze manier van werken wordt vaak gebruikt omdat het de minste ruimte in beslag neemt voor opslag en er geschoven kan worden als de planning niet wordt gehaald. Het nadeel is dat als er geen vervoer mogelijk is of er andere tegenslagen zijn, het project stilstaat. Het is dus belangrijk om naar voren te kijken om in te spelen op de geschatte planning om alle materialen op tijd binnen te krijgen.

Het verschil van '*Just in time*' en '*afroep*' is dat het '*Just in time*' is gebaseerd op een planning en dat '*afroep*' gebaseerd op de huidige situatie.

Door middel van goede communicatie tussen de producenten en BAM kunnen er afspraken gemaakt worden. Als er bijvoorbeeld voor op planning wordt gelopen, kunnen de materialen soms deels ook eerder komen. Dit is dan een voordeel voor beide bedrijven. De opslagplaats van de producent blijft vrij en er kan bij de BAM gestart worden met een deel te bouwen.

De '*afroep*' kan met veel verschillende producenten ook mislopen en zorgen voor drukte en oponthoud. Dit is iets dat voorkomen moet worden zodat de B-wegen niet zorgen voor versperring op die wegen voor de omwonenden mensen.

8.7. Bijlagen wegmaterialen

Betonplaten:

Betonplaten zijn gemaakt van gewapend beton. De kosten per betonplaat en voorrijkosten zijn €84,-. De afmeting van een betonplaat is 2000mmx2000mmx160mm. Omdat de platen worden gekocht kunnen de betonplaten achteraf ook weer verkocht worden. De kosten die je maakt als de platen worden verkocht zijn dan relatief laag. Echter is het een risico; als de platen niet worden verkocht, zijn de kosten hoger. Ook moet er rekening gehouden worden met het feit dat een deel van de platen zal beschadigen. Deze platen kunnen dan niet meer worden verkocht. Omdat de betonblokken een relatief klein draagvlak hebben, moet er een ondergrond van zand worden gemaakt. Dit is al eerder uit gelegd in het onderzoek. De betonplaten kunnen niet op het maaiveld van de landbouwgrond worden geplaatst omdat het draagvlak te klein is en de betonplaten dan kunnen verzakken.

De installatie van de betonplaten gaat, zoals eerder beschreven, met de kraan die op de vrachtwagen zit. Het gebruik van een vacuümkop maakt de installatie van de betonplaten gemakkelijk en snel.



Figuur 23: Betonplaten leggen.

Het geotextiel wordt vervolgens omgeslagen en de betonplaat zal het geotextiel vasthouden. Hiervoor zijn naast de €84,- kostende betonplaten en voorrijkosten ook nog twee werknemers nodig die helpen met het omslaan van het geotextiel.



Figuur 24: Geotextiel omslaan om vervuiling te reduceren.

Staalplaten/ rijplaten:

Staal/rijplaten worden besteld en gehuurd. De kosten van het huren van staalplaten voor een korte tijd is relatief voordelig. Echter blijven de platen soms een langere tijd liggen. De keuze om staalplaten te gebruiken hangt dan ook af van de periode dat de staalplaten gebruikt gaan worden. Staalplaten kunnen ook nog andere nadelen hebben. Als de staalplaten op elkaar liggen en er rijden de hele dag vrachtwagen en auto's overheen, dan kan dat veel vervelend geluid veroorzaken. Dit is vervelend voor omwonenden dichtbij deze werkterreinen. Dit is iets waar rekening mee moet worden gehouden. Ook moet er constant gecorrigeerd worden omdat de platen schuiven door gebruik dit is echter niet meegenomen in de berekeningen omdat dit al bij de prijs inbegrepen zit. Dit kan veel extra kosten opleveren. De kosten om de staalplaten te huren zijn voor een staalplaat met de afmetingen 5000x1000mm €0,17 cent per dag. Daarbij komt er per plaat nog het wegbrengen en ophalen van de

staalplaten bij. Dit zal per plaat €3,- zijn. Voor een staalplaat met de afmeting 6000x1300mm zijn de huurkosten €0,30 cent per plaat. De wegbreng en ophaalkosten zijn €5,- per plaat.

Ferex kunstof platen

Ferex rijplaten zijn gemaakt van composiet. Composiet is een sterk en lichtgewicht materiaal met een lange levensduur. De combinatie van een hoge sterkte en een laag eigen gewicht maakt rijplaten mogelijk van een groot formaat, die toch goed hanteerbaar zijn. Het grote formaat volgt de ondergrond en zorgt voor een optimale drukverdeling en spreiding van de belasting. Daardoor zijn ze zonder grondbewerking rechtstreeks op elke ondergrond te leggen. Flora en fauna blijven daardoor optimaal behouden. Ferex platen kunnen zowel traditionele stalen rijplaten als draglineschotten vervangen. De platen zijn dusdanig licht dat ze zelfs in de meest slappe grond niet wegzakken, maar blijven drijven. In tegenstelling tot staal, is composiet niet diefstalgevoelig. Dat voorkomt onaangename verrassingen.

Typerend voor de composiet rijplaten van Ferex zijn het grote formaat (8,44 m² werkend oppervlak) en het laag eigen gewicht (54 kg/m²). Ferex rijplaten zijn direct op iedere ondergrond te leggen, zonder dat grondbewerking vooraf niet nodig is.

8.7.1. Bijlagen fundatiematerialen

Bestandsdelen menggranulaat

Eigenschap	Eenheid	Waarde
Korrelgrootteverdeling	mm	0/16 en 0/31,5
Chemische, fysische en mineralogische samenstelling	% (m/m)	≥ 45 % betonpuin en ≤ 50 % overige steenmaterialen > 1.600 kg/m ³ , diverse nevenbestanddelen
dichtheid - korreldichtheid - maximum - proctordichtheid - optimum vochtgehalte - verdichtingsgraad	kg/m ³ kg/m ³ % (m/m) % %	1.700 – 2.200 1.500 – 1.800 11 – 14 98 – 103
poriëngehalte	% (V/V)	13 – 20
vochtgehalte	% (m/m)	8 – 10
korrelvorm	-	hoekig, vorm mede afhankelijk van het type breker
textuur van de korrels	-	ruw
Mechanisch gedrag		
weerstand tegen breuk verbrijzelingsfactor	-	0,67 – 0,75 (eis: ≥ 0,65)
stijfheid dynamische elasticiteitsmodulus	N/mm ²	400
wrijvingseigenschappen	°	40 – 50

- interne wrijvingshoek - cohesie	kN/m ²	nihil
Hydraulisch gedrag		
waterdoorlatendheid permeabiliteitscoëfficiënt	m/s	2. 10 ⁻⁶ tot 2. 10 ⁻⁷
capillaire werking	m	< 0,40
Milieuhygiënisch gedrag		
samenstelling en uitloogbaarheid	mg/kg d.s.	kritisch zijn: Ba, Mo, F, SO ₄ , minerale olie, cyanide, PAK-10 (VROM)
Duurzaamheid		
vochtgevoeligheid	-	verpapping bij een hoog vochtgehalte
vorstgevoeligheid	-	voldoende
vorstbestendigheid	-	voldoende
weerstand tegen erosie	-	voldoende
chemische en fysische stabiliteit	-	stabiel
Overig gedrag		
gevoeligheid voor ontmenging	-	gevoelig voor ontmenging
verdichtbaarheid - losgestort - verdicht in het werk	kg/m ³ kg/m ³	1.400 – 1.600 1.700 – 1.900
verdichtingsgewilligheid	-	voldoende
		https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/puin-en-granulaten/eigenschappen-puin-en-granulaten/materiaaleigenschappen-men104284

4. DUOMIX 0/8

Duomix 0/8 is een mengsel van circa 85% gebroken LD-Staalslak en circa 15% gegranuleerde hoogovenslak. Onder licht belaste elementenverharding en voor wandelpaden Duomix 0/8 is geschikt als licht gebonden funderingsmateriaal onder licht belaste elementenverhardingen en als funderingsmateriaal voor wandelpaden, waarbij nog een toplaag wordt aangebracht als half verharding.

- Voor het beter opvangen van as lasten

Duomix 0/8 is een funderingsmateriaal waarbij de aslasten beter worden opgevangen en gelijkmatig naar de ondergrond worden verspreid.

Dankzij de hoge verbrijzelingsweerstand, de hoekige korrelvorm en de korrelopbouw ontstaat na verdichting van de Duomix 0/8 een funderingslaag met een hoog draagvermogen.

- Toename van draagvermogen

Door de hydraulische eigenschappen verhardt het mengsel na verloop van tijd en zal het draagvermogen (geleidelijk) toenemen.

- Levering

Duomix 0/8 wordt geleverd vanuit ons productiebedrijf te IJmuiden en ons bedrijf te Vlissingen-Oost.

5. LD-granulaat 0/16

- Voor licht belaste verhardingen

LD-granulaat 0/16 is geschikt als ongebonden funderingslaag onder een licht belaste elementenverharding en als ongebonden halfverharding voor werk-wegen en servicewegen voor bijvoorbeeld windmolens.

- Hoog draagvermogen

LD-granulaat 0/16 is een funderingsmateriaal waarbij de aslasten ten opzichte van een zandbed beter worden opgevangen en gelijkmatig naar de ondergrond worden verspreid.

Dankzij de hoge verbrijzelingsweerstand, de hoekige korrelvorm en de korrelopbouw ontstaat na verdichting van de LD-granulaat 0/16 een funderingslaag of halfverharding met een draagvermogen vergelijkbaar met menggranulaat.

- Levering

LD-granulaat 0/16 wordt geleverd vanuit ons productiebedrijf te IJmuiden.

6. DUOMIX 0/22

- Duomix 0/22 is een mengsel van circa 85% gebroken LD-staalslak en circa 15% gegranuleerde hoogovenslak

- Onder zwaarbelaste elementenverharding

Duomix 0/22 is geschikt als licht gebonden funderingslaag met een hoog draagvermogen onder een zwaarbelaste elementenverharding.

- Beperkt spoortvorming tot een minimum

Duomix 0/22 is een funderingsmateriaal waarbij de aslasten beter worden opgevangen en gelijkmatig naar de ondergrond worden verspreid.

Een fundering laag van 20 à 25 cm Duomix 0/22 op een zandbed geeft een dusdanig draagvermogen dat spoorvorming tot een minimum beperkt blijft.

- Toename van draagvermogen

Dankzij de hoge verbrijzelingsweerstand, de hoekige korrelvorm en de korrelopbouw ontstaat na verdichting van Duomix 0/22 een funderingslaag met een hoog draagvermogen.

Door de hydraulische eigenschappen verhardt het mengsel na verloop van tijd en zal het draagvermogen van de funderingslaag (geleidelijk) toenemen.

- Levering

Duomix 0/22 wordt geleverd vanuit ons productiebedrijf te IJmuiden.

7. MENGGRANULAAT 0/32

- Menggranulaat 0/22 wordt geproduceerd door het breken van beton- en metselwerkpuin. Het bestaat uit tenminste 50% grind/steenslagbeton en ten hoogste 50% metselwerkpuin (v/v)

- als ongebonden funderingslaag voor diverse doeleinden

Menggranulaat wordt veelal in de wegenbouw gebruikt als ongebonden funderingslaag onder bijvoorbeeld parkeerplaatsen, asfalt- en betonverhardingen, fietspaden en overig straatwerk.

- Hogere constructieve waarde dan ophoogzand

Het voordeel van de toepassing van menggranulaat is dat het een hogere constructieve waarde heeft dan ophoogzand. Hierdoor is het geschikt voor relatief zwaarbelaste wegen. Ook voorkomt menggranulaat spoorvorming.

- Voldoet aan alle geldende eisen

Als funderingsmateriaal voor de wegenbouw voldoet Menggranulaat 0/32 aan de geldende milieu- en kwaliteitseisen.

- Levering

Menggranulaat 0/32 wordt geleverd vanuit ons productiebedrijf BBZ Recycling te Bergen op Zoom en ons bedrijf te Vlissingen-Oost.

8. BETONGRANULAAT 0/32

- Betongranulaat 0/32 wordt geproduceerd door het breken van betonnen metselwerkpuin. Het bestaat uit tenminste 90% grind/steenslagbeton als ongebonden fundering laag voor diverse doeleinden

Betongranulaat wordt veelal in de wegenbouw gebruikt, als ongebonden fundering laag onder bijvoorbeeld parkeerplaatsen, asfalt- en betonverhardingen, fietspaden en overig straatwerk.

- Hogere constructieve waarde dan menggranulaat

Het voordeel van de toepassing van menggranulaat is dat het een hogere constructieve waarde dan menggranulaat heeft. Hierdoor is het geschikt voor relatief zwaarbelaste wegen. Ook voorkomt betongranulaat spoorvorming.

- Voldoet aan alle geldende eisen

Als funderingsmateriaal voor de wegenbouw voldoet betongranulaat 0/32 aan de geldende milieu- en kwaliteitseisen.

- Levering

Betongranulaat 0/32 wordt geleverd vanuit ons productiebedrijf BBZ Recycling te Bergen op Zoom.

9. Puin

Puin wordt vaak gebruikt als het gaat op werk-wegen. Deze optie is echter niet toe te voegen in de MCA omdat het puin in aanraking komt met de vruchtbare grond van het land. Aangezien die grond juist schoon moet blijven van grondsoorten als puin, is deze variant niet mogelijk.



Figuur 25: Puinweg.

8.7.2. Zettingsberekeningen.

Hoogte [m R.L.]	Gamma [kN/m ³]	Gamma nat [kN/m ³]	Phi [graden]	POP [kN/m ²]	f _{undr} [kPa]	RR [-]	CR [-]	Ca [-]	materiaal
1,38	16	16	25	10	25	0,0383	0,115	0,0046	klei
0	15	15	25	10	25	0,021	0,17	0,009	klei
-2	17	19	27,5	0	0	0,007	0,07	0,002	zand
-6	17,5	17,5	25	0	0	0,007	0,07	0,002	zand
-8,5	17	19	27,5	0	0	0,007	0,07	0,002	zand
-12	18	20	32,5	0	0	0	0	0	zand

grondlaag	afstand	σ _v
1	1,38	22,08
2	2	52,08
3	4	128,08
4	1,5	154,33
5	3,5	220,83

GWS	uw
1	9,8
2	20
3	40
4	15
5	35

σ' _v = σ _v - u _v	σ' _{vc}	σ' _{vu}	σ' _{vu} met bostonregel)
1 Midden	8,14	18,14	20,44138
2 Midden	17,28	27,28	29,58138
3 Midden	40,28	40,28	52,58138
4 Midden	63,905	63,905	76,20638
5 Midden	85,28	85,28	97,58138

e	0,0310808	* totaal	0,042892	0,031081	* totaal	0,042892
	0,0332045		0,066409	0,024877		0,049754
	0,0132266		0,052906	0,009781		0,039125
	0,0104765		0,015715	0,007115		0,010672
	0,009221		0,032273	0,006457		0,022599

totale zetting	0,210195
totale zetting met boston	0,1650409

P _{tot}	12,30138	kN/m ²
tijd dagen	365	
bostonregel		
1	49,2055	12,30138
2		9,146004
3		6,667412
4		4,323858
5		3,820303

Tabel 40: Zettingsberekeningen 1012.

Hoogte [m R.L.]	Gamma [kN/m ³]	Gamma nat [kN/m ³]	Phi [graden]	POP [kN/m ²]	f _{undr} [kPa]	RR [-]	CR [-]	Ca [-]	materiaal [-]
-1,52	14	14	25	10	30	0,0767	0,23	0,0092	klei
-2,5	14	14	20	10	20	0,1095	0,3286	0,0131	klei
-3,5	10	10	17,5	10	18	0,15	0,46	0,0077	veen
-5	14	14	20	10	20	0,1095	0,3286	0,0131	klei
-6	15	15	25	10	25	0,021	0,17	0,009	klei
-8,5	17,5	17,5	25	0	0	0,007	0,07	0,002	zand
-9,5	16	16	25	10	25	0,0383	0,115	0,0046	klei
-12	17	19	30	0	0	0,0038	0,115	0	zand
-18	17,5	17,5	25	0	0	0,007	0,07	0,002	zand
-21	18	20	32,5	0	0	0	0	0	zand
grondlaag afstand			σv						
1	0,98	13,72	13,72						
2	1	14	27,72						
3	1,5	15	42,72						
4	1	14	56,72						
5	2,5	37,5	94,22						
6	1	17,5	111,72						
7	2,5	40	151,72						
8	6	114	265,72						
9	3	52,5	318,22						
GWS			uw						
1	0,58	5,8	5,8						
2	1	10	15,8						
3	1,5	15	30,8						
4	1	10	40,8						
5	2,5	25	65,8						
6	1	10	75,8						
7	2,5	25	100,8						
8	6	60	160,8						
9	3	30	190,8						

Tabel 41: Zettingsberekening 1036 (deel één).

	$\sigma'v = \sigma v - uv$	$\sigma'vc$	$\sigma'vu$	$\sigma'vu$ met bostonregel)
1	5,96	15,96	18,26138	18,26138
2	9,92	19,92	22,22138	19,80062
3	11,92	21,92	24,22138	20,14834
4	13,92	23,92	26,22138	20,49828
5	22,17	32,17	34,47138	27,97254
6	32,17	32,17	44,47138	36,65138
7	43,42	53,42	55,72138	47,5273
8	77,92	77,92	90,22138	81,31817
9	116,17	116,17	128,4714	118,5726

c		e totaal			e totaal met boston
1	0,069839464		0,068443	0,069839	0,068443
2	0,063034999		0,063035	0,065862	0,065862
3	0,068022079		0,102033	0,042578	0,063867
4	0,053133508		0,053134	0,037281	0,037281
5	0,018306258		0,045766	0,016134	0,040334
6	0,012023972		0,012024	0,009089	0,009089
7	0,010567889		0,02642	0,009397	0,023492
8	0,007320957		0,043926	0,002132	0,012792
9	0,005239774		0,015719	0,005747	0,017241
totale zetting	0,430498706				
totale zetting met boston	0,338400623				

Tabel 42: Zettingsberekening 1036 (deel twee).

8.7.3. Draagkracht berekeningen

De draagkrachtberekeningen zijn uitgevoerd ter controle van de toepasbare fundatiehoogte. Omdat de fundatiehoogte een grote factor is van de totale zetting.

Element nummer/ naam	Xm [m]	Ym [m]	hoek [deg]	Element type naam	Grond- profiel naam	Belastings- geval naam	Talud nr.
1: k-s-0.5	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	36.S01 (...)	Ferrex	None
2: k-g-0.5	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	M21.S02...	Ferrex	None
3: s-s-0.5	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	36.S01 (...)	staal	None
4: s-g-0.5	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	M21.S02...	staal	None
5: b-s-0.5	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	36.S01 (...)	beton	None
6: b-g-0.5	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	M21.S02...	beton	None
7: k-s-0.25	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	36.S01 (...)	Ferrex	None
8: k-g-0.25	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	M21.S02...	Ferrex	None
9: s-s-0.25	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	36.S01 (...)	staal	None
10: s-g-0.25...	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	M21.S02...	staal	None
11: b-s-0.25...	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	36.S01 (...)	beton	None
12: b-g-0.25...	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	M21.S02...	beton	None
13: k-s-0.0	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	36.S01 (...)	Ferrex	None
14: k-g-0.0	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	M21.S02...	Ferrex	None
15: s-s-0.0	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	36.S01 (...)	staal	None
16: s-g-0.0	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	M21.S02...	staal	None
17: b-s-0.0	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	36.S01 (...)	beton	None
18: b-g-0.0	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	M21.S02...	beton	None

K-s-0.5 = kunststof, slechte grond, 0,5 fundatiedikte
S-g-0,5 = Staal, goed grond, 0,5 fundatiedikte
B-s-0,0 = Beton, slechte grond, geen fundatie

Alles even groot om te kunnen
vergelijken (wel andere
belastingen gerekend)

Grondprofiel goed (1012) zeer slecht (1036)

Tabel 43: Uitleg gegevens draagkracht.

belasting totaal aslast + eigen gewicht 4x8mtr	601,644		rekenwaarde	793,9728	afgerond	795
	505,1136			678,13632		678
	512,6517046			687,1820455		
	496,32384			667,588608		670
rust *1.2						
variabele belasting * 1.35 (1,5*0,9)						
	1,35					
	1,2					

Belas- tings geval	GT EQU/STR/GEO			BGT		
	eB [m]	eL [m]	Vd [kN]	eB [m]	eL [m]	Vd [kN]
staal	0.00	0.00	678.00	0.00	0.00	505.00
beton	0.00	0.00	795.00	0.00	0.00	602.00
Ferrex	0.00	0.00	670.00	0.00	0.00	496.00

Aslasten voor 4000 x 8000 + eigen gewicht + veiligheidsfactoren

Tabel 44: Uitleg krachtenberekening.

8.8. Bijlagen MCA puntentoekenning.

Verschillende criteria uitgewerkt:

De wegingen, die worden gegeven, reiken van 0-1 waarbij aan elke variant ook weer punten worden toegekend van 0-10. In eerste instantie geeft de wegingsfactor de relevantie van het criterium weer, waarbij één heel belangrijk is en nul niet. Dit bepaalt hoe hoog de score zal zijn op het eind

Het is heel belangrijk om de kosten zo laag mogelijk te houden. Zijn de kosten hoog, dan krijgt een variant een lage waardering.

1. Contractueel moet het uitgevoerd kunnen worden, zonder dat er ook maar iemand wordt gehinderd door de variant.

Als het praktische niet mogelijk is om een variant uit te voeren, dan zal die ook geen punten toegewezen krijgen in de wegingsfactor. Omdat de keuze wordt bepaald door het contract, zal de wegingsfactor hoog zijn. Omdat het belangrijk is dat de variant overeenkomt met het contract en niet afwijkt zal de keuze groot en deels worden bepaald door deze criteria.

De wegingsfactor **één** is gegeven voor variant één. Dit komt omdat er bepaalde afspraken, budget en regels zijn afgesproken. Met de inzet van een nieuwe variant mogen de eisen niet worden overschreden. Wordt dit wel gedaan dan kunnen hier hoge kosten verbonden zijn. Echter kunnen de contracten wel worden veranderd. Dit moet dan wel worden overlegd. Wat veel tijd in beslag neemt en risico loopt dat dit zinloos is.

Variant één: 'Just in time'

De 'Just in time' methode krijgt een **Tien** als het gaat om contracten en afspraken naleven. Dit komt omdat de voorgeschreven werkterreinen zijn ingericht om het transport aan te kunnen en de eisen en afspraken zijn gemaakt om dit uit te kunnen voeren. Er hoeven geen veranderingen plaats te vinden van hoe de situatie nu is afgesproken.

Variant twee: HUB

De HUB krijgt een score van **vijf** dit komt omdat er een speciaal terrein vrij gemaakt zou moeten worden om de HUB te plaatsen. In de afspraken en contracten is dit niet afgesproken dus moeten hier nieuwe afspraken voor worden gemaakt. Voor een HUB is er een extra ruimte nodig die volgens de contracten niet zijn afgesproken. Die ruimte is ook relatief groot aangezien al het materiaal en materieel daar wordt opgeslagen. De opslag zou dan zijn voor vijftig locaties. Dit betekent niet dat de projectlocaties kleiner worden maar dat er meer ruimte is om de werkzaamheden uit te voeren.

In het contract is er afgesproken dat er werkterreinen worden gemaakt van 1500 en 2000 m² dus een extra HUB waar er meer dan de afgesproken ruimte gebruikt zal worden moet eerst een lang proces van afspraken en eisen doorstaan.

Variant drie: afroep

De aanvoer van materiaal en materieel zal op dezelfde manier gaan als het "Just in time" principe. Dus de score zal ook **tien** zijn aangezien het contractueel in orde is.

2. De stikstof uitstoot moet geminimaliseerd worden.

Omdat in Nederland tegenwoordig het stikstofprobleem steeds belangrijker wordt moet er met het kiezen van de varianten ook rekening gehouden worden hoe belastend de stikstofvervuiling is. De keuze om een variant te kiezen die minder uitstoot zal hebben dan een ander is daarom ook bepalend. Soms kan het zo zijn dat er een duurdere variant gekozen moet worden omdat het dan pas voldoet aan de Nederlandse stikstofafspraken. Dit is dan ten nadele van de aannemer. De regels vanuit de wet zijn bepalend voor de keuze van de varianten.

Er is daarom ook gekozen voor een wegingsfactor van **één**. Dit is tot stand gekomen omdat de stikstofproblematiek meegenomen moet worden en belangrijk is voor de keuze van de variant.

Variant één: 'Just in time'

De stikstofoverlast van het 'Just in time' heeft een middelmatige uitstoot. Dit komt omdat het materiaal en materieel dat 'Just in time' vervoerd wordt, soms opstoppen kan hebben omdat er volgens de planning al het materieel en materiaal opgeroepen wordt. De mate waarin het materiaal en materieel wordt geleverd kan relatief hoog zijn. En kan zorgen voor opstoppen en dus extra uitstoot als de vrachtwagen langere tijd blijven staan. In vergelijking met de 'afroep' zal dit verschil niet erg groot zijn maar toch net iets groter. Op 'afroep' is de kans dat vrachtwagen opstopping krijgen minder omdat er dan nauwer wordt gekeken wanneer een stuk materieel of materiaal opgeroepen kan worden.

Omdat er opstopping kan ontstaan op B-wegen zal de toekenning een **Negen** zijn. Van de varianten is dit dus het twee na beste variant.

Variant twee: HUB

De stikstofoverlast van een HUB zal een stuk groter zijn. Dit komt omdat eerst alles wordt geleverd om vervolgens op locatie weer door vervoerd te worden naar de kleinere projectlocaties. De extra handeling zorgt ervoor dat het stikstof overlast een hoge stikstofuitstoot krijgt. Er moet ook extra materieel worden gehuurd om op de HUB te kunnen laden en lossen. Dit zal mede zorgen voor hogere resultaten in het stikstofverbruik

Omdat er dubbele handelingen zijn en er werkzaamheden zullen zijn om de HUB draaiende te houden zal de HUB een toekenning krijgen van **vijf**. Dit komt omdat er vergeleken de andere varianten meer stikstof overlast zal zijn.

Variant drie: afroep

Zoals besproken in het 'Just in time' principe is dit de beste variant als het gaat over stikstof uitstoot. Dit komt omdat er zo efficiënt mogelijk gebruik gemaakt wordt van de communicatie hiermee word het materieel op 'afroep' besteld dus als er iets veranderd in planning kan er met de 'afroep' voor gezorgd worden dat er geen opstoppen ontstaan op B-wegen en werkterreinen.

Met het 'Just in time' principe zal deze variant de minste uitstoot geven. Dit komt omdat het van de fabrikant gelijk op locatie wordt getransporteerd en daar ook wordt gelost. De toekenning van **tien** is hoger dan die van de 'Just in time' principe omdat er minder kans is op opstoppen op B-wegen omdat het word afgeroepen wanneer het nodig is. Dus wachttijden van de vrachtwagens etc zullen niet van toepassing zijn en daarom is dit de beste keuze als het gaat om stikstof uitstoot.

3. Er moet zo min mogelijk hinder zijn voor omwonende.

Omdat de aanleg van de hoogspanningsmasten voor de omwonende al vervelend genoeg is moet het overlast worden geminimaliseerd. B-wegen moeten zoveel mogelijk toegankelijk blijven voor omwonende en weggebruikers. En het geluidsoverlast mag ook niet te groot zijn. Dit omdat er gewoon mensen wonen in de gebieden waar de hoogspanningsmasten worden gerealiseerd. Dus constant

harde geluiden en druk werk verkeer is vervelend voor de omwonenden en moet worden voorkomen. Omdat het voorkomen kan worden heeft hinder omwonende een **0,5** gekregen.

Variant één: 'Just in time'

Omdat het materiaal wordt vervoerd over B-wegen zullen de omwonende altijd hinder ondervinden. Echter is het belangrijk om ervoor te zorgen dat er zo min mogelijk hinder zal zijn met de transport van het materiaal en materieel. Omdat er opstoppen kunnen ontstaan omdat het materieel allemaal in één keer aan komt, kan de hinder relatief hoog zijn in vergelijking met de andere varianten. De score die het 'Just in time' principe krijgt is dan ook laag.

Het 'Just in time' principe krijgt een toekenning van **vijf** punten. Dit komt omdat er opstopping kan ontstaan op B-wegen omdat alles wordt opgeroepen op hetzelfde moment.

Variant twee: HUB

De hinder dat kan ontstaan bij een HUB is meer overlast van de omgeving. Als al het materieel op een HUB wordt opgeslagen en er constant gewerkt wordt kunnen omwonende dit als vervelend ervaren. Als de HUB zou komen moet er een plek worden gevonden waar omwonende geen last zal hebben van de HUB.

De HUB zal de meeste hinder veroorzaken. Het zal daarom ook een lage toekenning krijgen: **drie** punten.

Variant drie: afroep

Omdat het materieel wordt afgeroepen wanneer het daadwerkelijk nodig is zal de hinder door stilstand materieel en overlast laag blijven.

De punten die toegekend zullen worden zijn dan ook **acht**. Dit komt omdat er natuurlijk nooit met 100% zekerheid gezegd kan worden of er daadwerkelijk geen hinder zal ontstaan. Maar vergeleken met de andere varianten is dit wel de beste keuze.

4. De kosten moeten zo laag mogelijk zijn

Een belangrijk aspect dat eigenlijk in elk project meegenomen wordt zijn de kosten. Het is belangrijk om de kosten zo klein mogelijk te houden. Om hiervoor te zorgen moeten alle kosten met elkaar vergeleken worden. Hoe goedkoper de variant hoe hoger de gadering. De kosten krijgen een score van **één**.

Variant één: 'Just in time'

De kosten van het 'Just in time' principe zijn bijna gelijk aan de 'afroep'. Echter moet er gekeken worden naar het totaal plaatje. Met het werkprincipe 'afroep' zijn er geen "te vroege" of "te late" bestellingen en zal er geen opstopping ontstaan op de werkerreinen. De werkerreinen die dan vol staan zouden hinder kunnen veroorzaken en dus ook meer kosten in kaart brengen.

De punten die zijn toegekend voor het 'Just in time' principe zullen zoals beschreven lager zijn dan die van de 'afroep'. Namelijk een **zeven**. Echter zullen de kosten wel relatief laag zitten. Dit komt omdat er geen extra vervoerskosten zijn. Vanuit de productie tot aan de projectlocatie is er maar 1 handeling nodig om het materieel te vervoeren.

Variant twee: HUB

Voor de HUB zullen de kosten hoger zijn. Echter zou hiervoor gekozen kunnen worden om andere redenen. Één van die redenen kan zijn als er weinig ruimte is om het materieel op te slaan. Er moet dus een HUB komen om het materieel op te slaan. Om een HUB te realiseren zullen er extra kosten in kaart worden gebracht. Er moet een werkterrein worden gemaakt. Extra materiaal en materieel moet worden ingezet. De kosten kunnen hoog oplopen. Daarom krijgt deze variant **drie** punten. Deze toekenning is gelinkt aan de kosten. Het is een drie omdat het behalen van kostenvermindering hier niet mogelijk is.

Variant 3: afroep

Bij de 'afroep' zullen de kosten het laagst blijven. Dit komt omdat wanneer het materiaal nodig is het afgeroepen kan worden. Dus als de planning wijzigt kan het materiaal op een ander tijdstip worden afgeroepen. Er zullen geen extra kosten zijn voor opslag en/of hinder door materiaal en materieel. Dit is daarom ook de voordeligste van de drie varianten als het gaat om kosten.

De punten die zijn toegekend aan de 'afroep' met betrekking tot de kosten is tien. De 'afroep' krijgt **tien** punten omdat dit de voordeligste manier is om kosten zo laag mogelijk te houden.

5. De aantal handelingen die worden uitgevoerd van fabriek tot bouwplaats moeten zo laag mogelijk blijven. Dit om zo min mogelijk te laden en lossen wat kan leiden tot schade. Dit heet 'aantal handelingen'

Hoe meer handelingen er zullen plaatsvinden hoe meer kans er is op schade. Met de transport van het materiaal en materieel kunnen beschadigingen ontstaan. Doormiddel van het verminderen van de handelingen die plaatsvinden van fabricatie tot project locatie kan de kans op beschadiging worden verminderd. Als een stuk materiaal of materieel zes keer gelost en geladen moet worden voor het op zijn eindbestemming is, is de kans op beschadiging groter dan wanneer het stuk materiaal en/of materieel in één keer word vervoerd naar de eindbestemming. De criteria krijgt een score van **0,5**.

Variant één: 'Just in time'

De handelingen die er zullen zijn bij het 'Just in time' principe zijn even groot als de handelingen van het 'afroep' principe. Het verschil in handelingen zal zijn bij de HUB. Daarom krijgt het 'Just in time' principe **tien** punten.

Variant twee: HUB

Er zullen hierbij meer handelingen zijn. Dus meer kosten, uitstoot en tijd. Het is dus nadelig om deze variant te gebruiken als het gaat om verschillende handelingen. De punten die worden toegekend zijn dan ook maar **één**. Dit komt omdat het niet efficiënt is als het gaat om handelingen.

Variant drie: afroep

Net als het 'Just in time' principe krijgt het principe 'afroep' **tien** punten. Net zoals 'Just in time' is er maar één handeling nodig van producent naar gebruiker.

8.9. Bijlagen betrouwbaarheid punten toekenning middels evaluatie werknemers

Het is belangrijk om de betrouwbaarheid van dit onderzoek te onderbouwen. De MCA is een kwalitatief onderzoek en is met behulp van ervaring van anderen en gemiddeldes van de ervaring betrouwbaar te maken. Een gesprek met verschillende werknemers binnen de BAM is uitgevoerd. Met dit gesprek is de MCA vergeleken met die van dit onderzoek om te kijken of anderen er ook zo over denken als dat ik doe. Hoe het gesprek is onderbouw is te lezen hieronder:

Punten toekenning MCA.

Met de optimalisatie van de civiele werkzaamheden heb ik de MCA opgesteld. Met behulp van de MCA en eisen kan ik bepalen welke werkwijze het beste te gebruiken is. Ik zelf heb al een punten toekenning gegeven aan de verschillende varianten echter om mijn betrouwbaarheid van het onderzoek te vergroten zou ik graag de punten toekenning van werknemers krijgen.

De verschillende varianten zijn:

1. 'Just in time' Principe (huidig)
2. HUB
3. 'Afroep'

Voor deze twee werkwijzen wordt er bedoeld om het materiaal en materieel van en naar projectlocaties te brengen en op te slaan in dien dit nodig is. Het 'Just in time' en 'afroep' lijken erg op elkaar. het verschil is echter dat 'Just in time' op basis van een planning is en dat 'afroep' op basis van de realiteit is. De HUB is erg verschillend van de andere twee varianten. Een centrale extra opslagplaats voor alle locaties zou een mogelijke verbetering kunnen zijn vergeleken het huidige 'Just in time' principe.

Om de MCA te maken zullen er bepaalde criteria opgesteld moeten worden. De belangrijkheid en hoe elk van de varianten scoort. De criteria zijn:

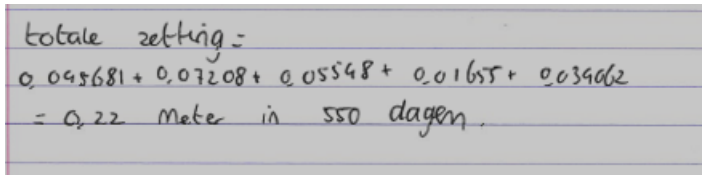
1. Contractueel uitvoerbaar
2. Stikstof
3. Hinder omwonende
4. Kosten
5. Handelingen

Hoe belangrijk is elk van de criteria? Ik heb zelf deze punten toekenning gegeven. De wegingsfactor van 0-1 is hier van toepassing

1. 1
2. 1
3. 0,5
4. 1
5. 0,5

Welke punten zou jij geven?

1.
2.
3.
4.



totale zetting =
 $0,045681 + 0,07208 + 0,05548 + 0,01655 + 0,039062$
 = 0,22 meter in 550 dagen.

Figuur 26: Handberekening kalibratie.

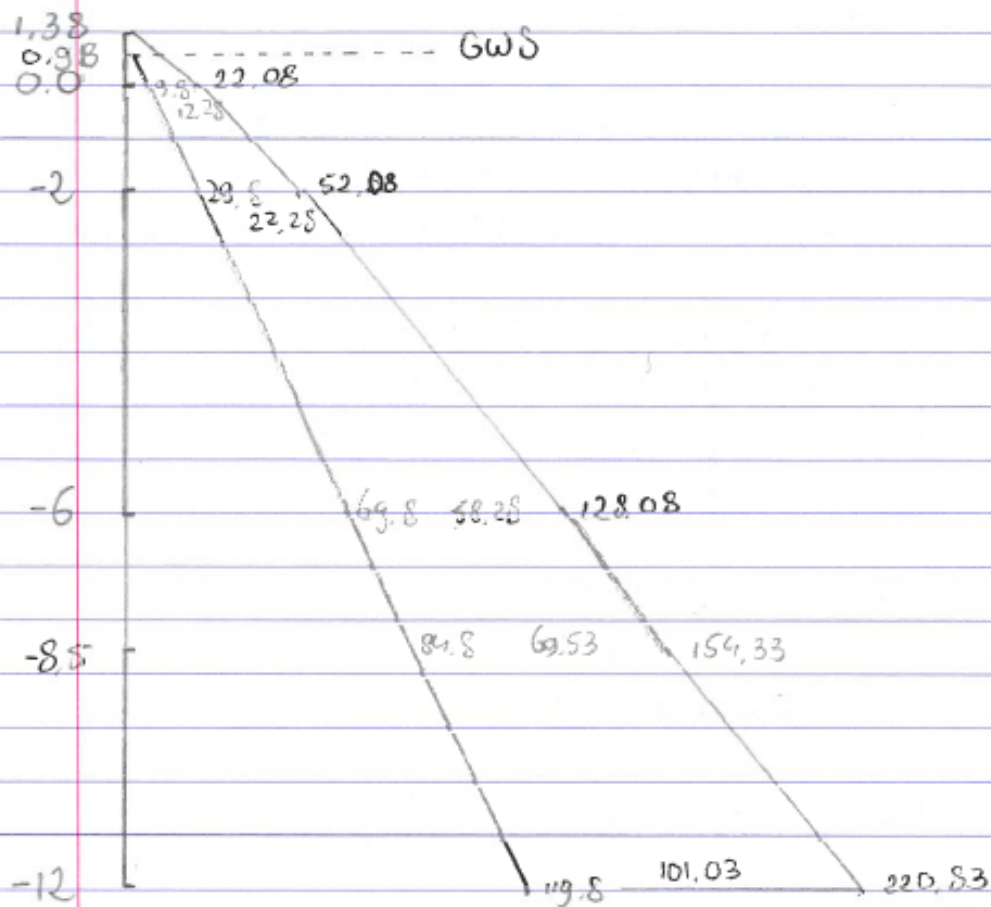
Om voor extra nauwkeurigheid te zorgen is er met het programma D-settlement gerekend. Om te laten zien dat de consolidatie in de Excelberekeningen toch een verschil kunnen maken.

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	500	0.172	49.078	0.179

Tabel 46: Zettingsberekeningen via D-settlement.

Zoals te zien is in de tabel hierboven is met 500 dagen een zetting van 0,179 berekent. Hierbij is de consolidatie wel mee gerekend. Dus de berekeningen van de Excel en de handberekeningen kunnen meer diepgang krijgen door de consolidatie toe te voegen.

8.10.1. Handberekeningen (kalibratie)



σ_v

① $16 \times 1,38 = 22,08$

② $22,08 + (2 \times 15) = 52,08$

③ $52,08 + (4 \times 19) = 128,08$

④ $128,08 + (1,5 \times 17,5) = 154,33$

⑤ $154,33 + (3,5 \times 19) = 220,83$

u_w

① $0,98 \times 10 = 9,8$

② $9,8 + (2 \times 10) = 29,8$

③ $29,8 + (4 \times 10) = 69,8$

④ $69,8 + (1,5 \times 10) = 84,8$

⑤ $84,8 + (3,5 \times 10) = 119,8$

$\sigma'_v = \sigma_v - u_w$

midden klei zandig = $\sigma'_v = 0,69 \times 16 - 0,29 \times 10 = 8,14$

$\sigma'_{vc} = \sigma'_v + p_{op} = 8,14 + 10 = 18,14 \text{ kPa}$

midden klei ziltig = $\sigma'_v = 1,38 \times 16 + 1 \times 15 - 1,98 \times 10 = 22,08 + 15 - 19,8 = 17,28$

$\sigma'_{vc} = 17,28 + 10 = 27,28 \text{ kPa}$

midden wadzand zandig = $\sigma'_v = 1,38 \times 15 + 2 \times 15 + 2 \times 19 - 4,98 \times 10 =$

$22,08 + 30 + 38 - 49,8 = 40,28$

$\sigma'_{vc} = \sigma'_v + p_{op} = 40,28 + 0 = 40,28$

Midden waanzand klein $\sigma'U = 1,38 \times 16 + 2 \times 15 + 4 \times 19 + 0,75 \times 17,5 - 7,73 \times 10 = 22,08 + 30 + 76 + 13,125 - 77,3 = 63,905$

$\sigma'UC = \sigma'U + POP = 63,905 + - = 63,91 \text{ kPa}$

Midden waanzand zandig $\sigma'U = 1,38 \times 16 + 2 \times 15 + 4 \times 19 + 1,5 \times 17,5 + 1,75 \times 19 - 10,23 \times 10 = 22,08 + 30 + 76 + 26,25 + 33,25 - 102,3 = 85,28$

$\sigma'UC \quad \sigma'UC = \sigma'U + POP = 85,28 + 0 = 85,28$

① 18,14	}	$\sigma'U_i$	① 8,14	}	$\sigma'U_{ui}$	① 8,14 + 12,8 = 20,94
② 27,28		② 17,28	② 17,28 + 12,8 = 30,08			
③ 40,28		③ 40,28	③ 40,28 + 12,8 = 53,08			
④ 63,91		④ 63,91	④ 63,91 + 12,8 = 76,71			
⑤ 85,28		⑤ 85,28	⑤ 85,28 + 12,8 = 98,08			

Lucht op zandpakket = 12,8

$$E = RR \times \log\left(\frac{\sigma'UC}{\sigma'U_i}\right) + CR \times \log\left(\frac{\sigma'U_{ui}}{\sigma'UC}\right) + C\alpha \times \log\left(\frac{t}{t_0}\right)$$

RR	CR	C α
① 0,0383	0,115	0,0046
② 0,0210	0,17	0,009
③ 0,007	0,07	0,002
④ 0,007	0,07	0,002
⑤ 0,007	0,007	0,002

①

$$E = 0,0383 \times \log\left(\frac{18,14}{8,14}\right) + 0,115 \times \log\left(\frac{20,94}{18,14}\right) + 0,0046 \times \log\left(\frac{550}{1}\right)$$

$$= 0,0331$$

$0,0331 \times 1,38 = 0,045681$

②

$$E = 0,0210 \times \log\left(\frac{27,28}{17,28}\right) + 0,17 \times \log\left(\frac{30,08}{27,28}\right) + 0,009 \times \log\left(\frac{550}{1}\right)$$

$$= 0,03604$$

$0,03604 \times 2 = 0,07208$

③

$$E = 0,007 \times \log\left(\frac{40,28}{40,28}\right) + 0,07 \times \log\left(\frac{53,08}{40,28}\right) + 0,002 \times \log\left(\frac{550}{1}\right)$$

$$= 0,0138696 \times 4$$

$$= 0,05548$$

④

$$E = 0,007 \times \log\left(\frac{63,91}{63,91}\right) + 0,07 \times \log\left(\frac{76,71}{63,91}\right) + 0,002 \times \log\left(\frac{550}{1}\right)$$

$$= 0,01103 \times 1,5$$

$$= 0,01655$$

⑤

$$E = 0,007 \times \log\left(\frac{85,28}{85,28}\right) + 0,07 \times \log\left(\frac{98,08}{85,28}\right) + 0,002 \times \log\left(\frac{550}{1}\right)$$

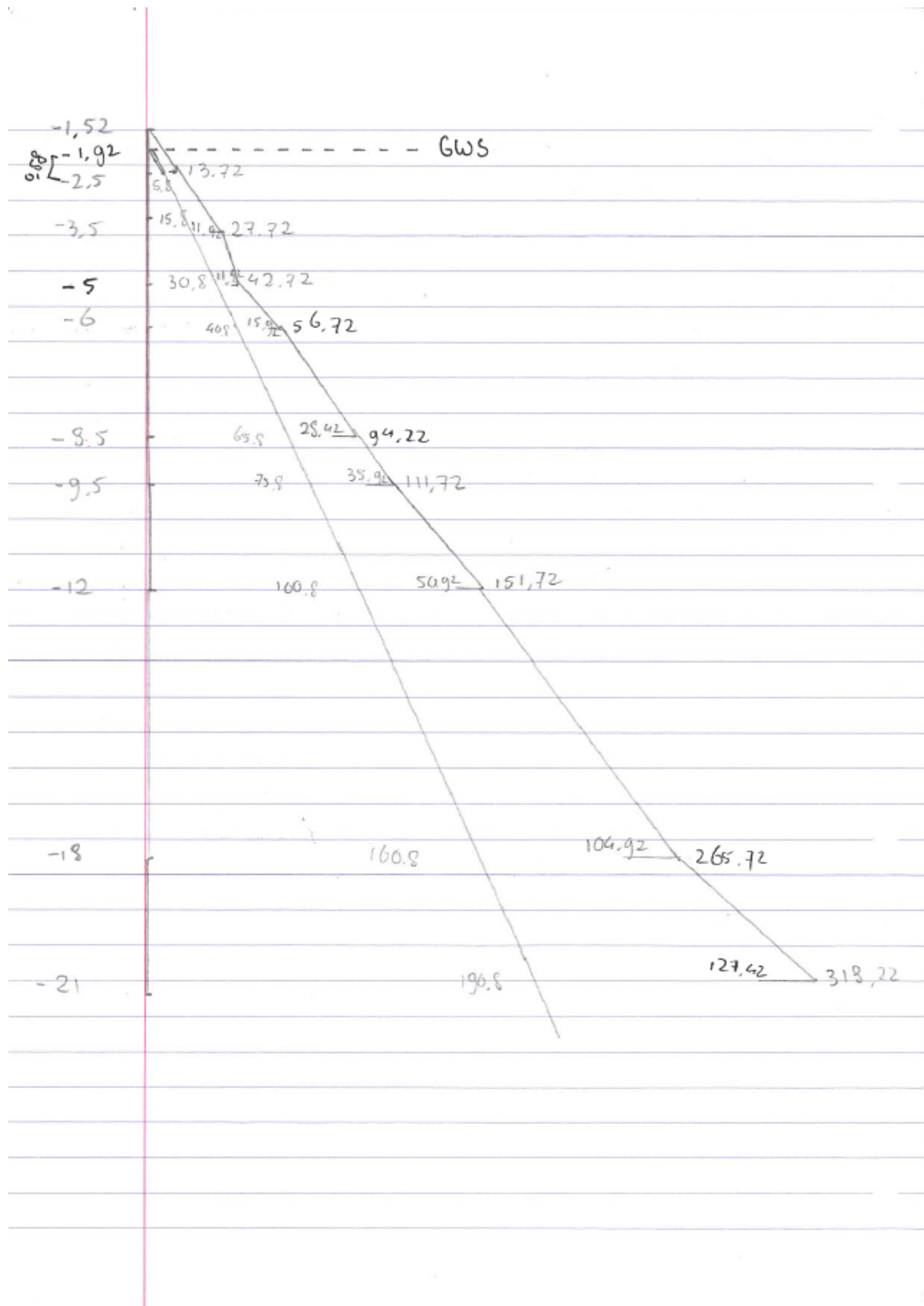
$$= 0,00973205 \times 3,5$$

$$= 0,034062$$

totale zetting =

$$0,045681 + 0,07208 + 0,05548 + 0,01655 + 0,034062$$

$$= 0,22 \text{ Meter in } 550 \text{ dagen.}$$



σ_v

u_w

- | | | | |
|---|---------------|---------------------------------------|---|
| ① | klei toplaag | $= 0,98 \times 14 = 13,72$ | $\left. \begin{aligned} 0,58 \times 10 &= 5,8 \\ 5,8 + (1 \times 10) &= 15,8 \\ 15,8 + (1,5 \times 10) &= 30,8 \\ 30,8 + (1 \times 10) &= 40,8 \\ 40,8 + (2,5 \times 10) &= 65,8 \\ 65,8 + (1 \times 10) &= 75,8 \\ 75,8 + (2,5 \times 10) &= 100,8 \\ 100,8 + (6 \times 10) &= 160,8 \\ 160,8 + (3 \times 10) &= 190,8 \end{aligned} \right\}$ |
| ② | klei humeus | $= 13,72 + (1 \times 14) = 27,72$ | |
| ③ | veen | $= 27,72 + (1,5 \times 10) = 42,72$ | |
| ④ | klei humeus | $= 42,72 + (1 \times 14) = 56,72$ | |
| ⑤ | klei siltig | $= 56,72 + (2,5 \times 15) = 94,22$ | |
| ⑥ | Wadzand kleig | $= 94,22 + (1 \times 17,5) = 111,72$ | |
| ⑦ | klei zandig | $= 111,72 + (2,5 \times 16) = 151,72$ | |
| ⑧ | zand los | $= 151,72 + (6 \times 19) = 265,72$ | |
| ⑨ | Wadzand kleig | $= 265,72 + (3 \times 17,5) = 318,22$ | |

$\sigma'_v = \sigma_v - u_w$

① Midden klei toplaag $\sigma'_v = 0,49 \times 14 - 0,09 \times 10 = 5,96$
 $\sigma'_{vc} = \sigma'_v + p_{op} = 5,96 + 10 = 15,96$ kPa

② Midden klei humeus $\sigma'_v = 0,98 \times 14 + 0,5 \times 14 - 1,08 \times 10 = 9,92$
 $\sigma'_{vc} = \sigma'_v + p_{op} = 9,92 + 10 = 19,92$

③ Midden veen $\sigma'_v = 0,98 \times 14 + 1 \times 14 + 0,75 \times 10 - 2,33 \times 10 =$
 $13,72 + 14 + 7,5 - 23,3$
 $= 11,92$

$\sigma'_{vc} = \sigma'_v + p_{op} = 11,92 + 10 = 21,92$

④ Midden klei humeus $\sigma'_v = 0,98 \times 14 + 0,5 \times 14 + 1,5 \times 10 + 0,5 \times 14 - 3,58 \times 10 =$
 $= 13,72 + 14 + 15 + 7 - 35,8$
 $= 13,92$

$\sigma'_{vc} = \sigma'_v + p_{op} = 13,92 + 10 = 23,92$

⑤ Midden klei siltig $\sigma'_v = 0,98 \times 14 + 1 \times 14 + 1,5 \times 10 + 1 \times 14 + (1,25 \times 15) - 5,33 \times 10 =$
 $= 13,72 + 14 + 15 + 14 + 18,75 - 53,3$
 $= 22,17$

$\sigma'_{vc} = \sigma'_v + p_{op} = 22,17 + 10 = 32,17$

⑥ Midden Wadzand kleig $\sigma'_v = 13,72 + 14 + 15 + 14 + 18,75 + 7(5,33 + 1,25 + 0,5) = 70,8$
 $= 30,42$

$\sigma'_{vc} = \sigma'_v + p_{op} = 30,42 + 10 = 40,42$

7 midden klei zandig $\sigma'v = 13,72 + 14 + 15 + 14 + 37,5$
 $+ 14 + 1,25 \times 16 - (7,08 + 0,5 + 1,25 \times 10)$
 $= 128,22 - 88,3 = 39,92$
 $\sigma'uc = \sigma'v + pop$
 $39,92 + 10 = 49,92$

8 Midden zand los $\sigma'v = 13,72 + 14 + 15 + 14 + 37,5 + 14$
 $+ 40 + (3 \times 19) - (8,83 + 1,25 + 3) \times 10$
 $= 205,22 - 130,8 = 74,42$
 $\sigma'uc = \sigma'v + pop = 74,42 + 0 = 74,42$

9 Midden wadzand kleig $\sigma'v = 205,22 + (3 \times 19) + 1,5 \times 17,5$
 $- 13,08 + 3 + 1,5 \times 12$
 $= 288,47 - 175,8 = 112,67$
 $\sigma'uc = \sigma'v + pop = 112,67 + 0 = 112,67$

	$\sigma'uc$	$\sigma'vi$	$\sigma'vu$
①	15,96	5,96	$5,96 + 12,8 = 18,76$
②	19,92	9,92	$9,92 + 12,8 = 22,72$
③	21,92	11,92	$11,92 + 12,8 = 24,72$
④	23,92	13,92	$13,92 + 12,8 = 26,72$
⑤	32,17	22,17	$22,17 + 12,8 = 34,97$
⑥	30,42	30,42	$30,42 + 12,8 = 43,22$
⑦	49,92	39,92	$39,92 + 12,8 = 52,72$
⑧	74,42	74,42	$74,42 + 12,8 = 87,22$
⑨	112,67	112,67	$112,67 + 12,8 = 125,47$
	RR	CR	CK
①	0,0767	0,23	0,0092
②	0,1095	0,3286	0,0131
③	0,15	0,46	0,0077
④	0,1095	0,3286	0,0131
⑤	0,0210	0,17	0,009
⑥	0,007	0,07	0,002
⑦	0,0383	0,115	0,0096
⑧	0,0038	0,0115	0
⑨	0,007	0,07	0,002

$$\begin{aligned} E &= RR \times \log\left(\frac{0.06}{0.01}\right) + CR \times \log\left(\frac{0.04}{0.06}\right) + C \times \log\left(\frac{E}{550}\right) \\ \textcircled{1} \quad E &= 0.0767 \times \log\left(\frac{15.96}{5.96}\right) + 0.23 \times \log\left(\frac{18.76}{15.96}\right) + 0.0092 \times \log\left(\frac{E}{550}\right) \\ &= 0.074169 \times 0.98 \\ &= 0.072685 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{2} \quad E &= 0.1095 \times \log\left(\frac{19.92}{9.92}\right) + 0.3286 \times \log\left(\frac{22.72}{19.92}\right) + 0.0131 \times \log\left(\frac{E}{550}\right) \\ &= 0.0878 \times 1 \\ &= 0.087822 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{3} \quad E &= 0.15 \times \log\left(\frac{21.92}{11.92}\right) + 0.46 \times \log\left(\frac{24.72}{21.92}\right) + 0.0077 \times \log\left(\frac{E}{550}\right) \\ &= 0.08480 \times 1.5 = 0.12720 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{4} \quad E &= 0.1095 \times \log\left(\frac{23.92}{13.92}\right) + 0.3286 \times \log\left(\frac{26.72}{23.92}\right) + 0.0131 \times \log\left(\frac{E}{550}\right) \\ &= 0.07744 \times 1 = 0.077442 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{5} \quad E &= 0.0210 \times \log\left(\frac{32.17}{22.17}\right) + 0.017 \times \log\left(\frac{34.97}{32.17}\right) + 0.009 \times \log\left(\frac{E}{550}\right) \\ &= 0.0342 \times 2.5 = 0.08550585 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{6} \quad E &= 0.007 \times \log\left(\frac{30.42}{30.42}\right) + 0.07 \times \log\left(\frac{43.22}{30.42}\right) + 0.002 \times \log\left(\frac{E}{550}\right) \\ &= 0.0161575 \times 1 = 0.016157514 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{7} \quad E &= 0.0383 \times \log\left(\frac{49.92}{39.92}\right) + 0.115 \times \log\left(\frac{52.72}{49.92}\right) + 0.0046 \times \log\left(\frac{E}{550}\right) \\ &= 0.0190496 \times 2.5 = 0.04762395 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{8} \quad E &= 0.0038 \times \log\left(\frac{74.42}{74.42}\right) + 0.0115 \times \log\left(\frac{87.22}{74.42}\right) + 0 \times \log\left(\frac{E}{550}\right) \\ &= 7.9265379 \times 10^{-4} \times 6 = 0.004755922749 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{9} \quad E &= 0.007 \times \log\left(\frac{112.67}{112.67}\right) + 0.07 \times \log\left(\frac{125.47}{112.67}\right) + 0.002 \times \log\left(\frac{E}{550}\right) \\ &= 8.7519376 \times 3 = 0.026255812 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total setting} &= 0.072685 + 0.087822 + 0.12720 + \\ &+ 0.077442 + 0.08550585 + 0.016157514 + 0.04762395 + \\ &+ 0.004755922749 + 0.026255812 \\ &= 0.545492866 \\ &= 0.55 \text{ meter setting in } 550 \text{ days} \end{aligned}$$

8.11. Interviews.

Interview Luuk Tindemans uitvoerder.

Interview werknemers optimalisatie van werkterreinen.

Wat is uw naam en functie en wat houdt die functie in?

Luuk Tindemans,

Ik ben uitvoerder funderingen en zorg dat we binnen gestelde tijd en kwaliteit het funderingswerk realiseren. Verder ben ik ook verantwoordelijk voor het aansturen van de ploegen qua veiligheid.

Bent u op dit project wel is ergens tegenaan gelopen als het gaat om efficiëntie en wat heeft u dan zoal opgemerkt? (onnodige kosten, ongelukken etc. die voorkomen had kunnen worden)

Zelf hebben wij bij funderingen al twee ongelukken gehad, dit had vooral te maken met orde en netheid van de bouwplaats. Het zijn dus dingen die voorkomen kunnen worden wanneer de ploeg hier ook zelfzorg voor draagt.

Hoe zou u het probleem hebben aangepakt? Heeft u dat ook gedaan?

We hebben het probleem met de ploeg besproken en opgelost bij de volgende mastlocatie. Het ordelijk inrichten van bouwterreinen en het toepassen van de juiste voorzieningen bij het afbreken van de stelling.

Zijn er volgens u ook ergens verbeteringen toe te passen die nog niet zijn toegepast. Wat zou dat dan kunnen zijn?

Wat ik als een probleem zie is dat BAM naar trede 4 op de veiligheidsladder wil. De onderaannemers waarmee we te maken hebben zitten vaak zelf nog niet op trede 3 van de veiligheidsladder, dit zie ik dus als grootste probleem m.b.t. vooral veiligheid.

Hoe zou u die dan verbeteren? Heeft u ideeën die toegepast zouden kunnen worden om het werk te optimaliseren?

In gesprek gaan met onderaannemers en duidelijk ventileren hoe wij het graag voor ons zien. Wanneer nodig optreden met sanctiebeleid.

Voor de optimalisatie van de werkterreinen. Heeft u met de aanleg van de werkterreinen problemen zien ontstaan die hadden kunnen voorkomen? (Denk aan weinig ruimte, lastige bereikbaarheid of andere dingen die u heeft gezien)

Alle werkterreinen zijn vooraf met Lafeber geobserveerd, dit om bereikbaarheidsproblemen te voorkomen. Verder sturen wij als Funderingstechnieken van iedere nieuwe locatie de gewenste ruimte die we nodig hebben naar BAM wegen. Dit proces loopt volgens mij gesmeerd.

Aan welke oplossingen heeft u gedacht om de werkterreinen te optimaliseren?

Geen

Zijn die oplossingen ook toegepast? Is het hierna verbeterd?

N.V.T

Kan u nog andere oplossingen bedenken om de aanleg van de werkterreinen te optimaliseren? En wat zouden die oplossingen dan kunnen zijn? (Denk aan communicatie, plannen en monitoren)

N.V.T. voor Funderingen.

Interview Thijs Hommes , werkvoorbereider BAM civiel

Interview werknemers optimalisatie van werkterreinen.

1. Wat is uw naam en functie en wat houdt die functie in?

Thijs Hommes, werkvoorbereider Civiel, integrale planner en kwartiermaker techniek. Ik stel werkplannen op, voer keuringen uit en begeleid de uitvoering op voor diverse civiele onderdelen, zoals bemaling, wapening (vlechten), damwanden en beton (stort). Ook beheer ik de integrale uitvoeringsplanning, waaruit de 6-weekse planning voortvloeit en raakvlakken beheerst worden. Als kwartiermaker techniek, stel ik de algemene werkplannen (locatieplannen) op per deelgebied.

2. Bent u op dit project wel is ergens tegenaan gelopen als het gaat om efficiëntie en wat heeft u dan zoal opgemerkt? (Onnodige kosten, ongelukken etc. die voorkomen had kunnen worden)

Op een aantal locaties is het voorgekomen dat het bouwterrein niet op tijd gereed was voor de volgende activiteiten, met vertraging als gevolg. Ook is het voorgekomen dat bemalingsinstallaties niet bij te tanken waren, omdat ze op een onbereikbare plek stonden. Hierdoor hebben we extra koten gemaakt en vertraging opgelopen om dit weer te herstellen. Verder heeft civiel tijdens zijn werkzaamheden weinig ruimte om hun werk te doen, waardoor er vertragingen en extra kosten worden gemaakt.

3. Hoe zou u het probleem hebben aangepakt? Heeft u dat ook gedaan?

Het probleem ligt hier in de coördinatie van de werkterreinen. We zijn aparte teams en bij de overgang van een werkterrein van team 1 naar 2 moet alles goed geregeld en afgestemd zijn. De afstemming is te kort geschoten en wordt opgelost door voor ieder werkterrein vooraf af te stemmen hoe dit ingericht dient te worden. We starten hier deze week mee.

Ook is er weinig tijd gereserveerd om de werkterreinen kwalitatief goed af te werken. Hierdoor leidt vertraging, door bijvoorbeeld weersomstandigheden, direct tot een keuze tussen kwaliteit en tijd. In de planning is meer tijd en buffer opgenomen om de werkterreinen in te richten.

4. Zijn er volgens u ook ergens verbeteringen toe te passen die nog niet zijn toegepast. Wat zou dat dan kunnen zijn?

De werkterreinen hebben verschillende fases: 1. Damwanden aanbrengen, 2. werkzaamheden BFT, 3. werkzaamheden civiel, 4. NON masten, 5. NON lijnen. Ik vraag me af of de fases op elkaar zijn afgestemd om zo efficiënt mogelijk de terreinen in te richten door het project heen.

5. Hoe zou u die dan verbeteren? Heeft u ideeën die toegepast zouden kunnen worden om het werk te optimaliseren?

Fase één en twee zijn op elkaar afgestemd, fase drie voor zover ik weet niet. Dit kan met het overleg in vraag drie verder worden opgepakt. Fase vier en vijf moet afgestemd worden met nevenopdrachtnemers waarbij we afhankelijk zijn van hun input. Op dit moment schiet dat nog niet erg op.

Voor de optimalisatie van de werkterreinen. Heeft u met de aanleg van de werkterreinen problemen zien ontstaan die hadden kunnen voorkomen? (Denk aan weinig ruimte, lastige bereikbaarheid of andere dingen die u heeft gezien)

Zie vraag 2.

Aan welke oplossingen heeft u gedacht om de werkterreinen te optimaliseren?

Meer werkterrein voor civiel, afschot van de poer vandaan om bouwkuip droog te houden, flauwere helling bij open ontgraving om afkalving te voorkomen. Meer tijd om de werkzaamheden kwalitatief goed uit te voeren. Dit is overigens optimaliseren voor de werkzaamheden van civiel.

Zijn die oplossingen ook toegepast? Is het hierna verbeterd?

Meer werkterrein voor civiel wordt op dit moment uitgezocht.
Afschot is ook ter sprake gebracht, huidige status buiten onbekend.
Flauwere helling wordt aan gewerkt.
Meer tijd is ingepland.

Kan u nog andere oplossingen bedenken om de aanleg van de werkterreinen te optimaliseren? En wat zouden die oplossingen dan kunnen zijn? (Denk aan communicatie, plannen en monitoren)

Het zit hem vooral in communicatie, die pakken we vanaf deze week wekelijks op tussen de disciplines Civiel en GWW.

Interview Wim Poot , Veiligheidscoach

Interview werknemers optimalisatie van werkterreinen.

1. Wat is uw naam en functie en wat houdt die functie in?

Wim Poot, Veiligheidscoach project ZWW-380, Buitentoezicht, adviserende en corrigerende rol

2. Bent u op dit project wel is ergens tegenaan gelopen als het gaat om efficiëntie en wat heeft u dan zoal opgemerkt? (onnodige kosten, ongelukken etc. die voorkomen had kunnen worden)

De efficiency bij het inrichten van de bouwterreinen is zeer belangrijk. Door de relatief geringe afmeting van de bouwlocatie en de niet al te grote hoeveelheid m² verharding hiervan kan het veilig werken op een bouwlocatie in gevaar komen, zeker als bouwverkeer en bouwplaat medewerkers hier tegelijkertijd aanwezig zijn

3. Hoe zou u het probleem hebben aangepakt? Heeft u dat ook gedaan?

Zodra ik denk dat er een veiligheidsrisico is, wordt dit in eerste instantie teruggekoppeld naar de uitvoerder, als we een probleem direct kunnen aanpakken doen we dat, bv leg het materiaal op een andere (veiligere) locatie, zorg voor een fysieke scheiding met het bouwverkeer. Soms kan een uitvoerder dit niet zelfstandig uitvoeren en gaat de vraag naar een hoger niveau, bv als er meer m² verharding moet komen, of het bouwterrein moet worden aangepast. Dan gaan er ook vragen spelen als kosten, kan dit binnen onze afspraken en/of contract met TenneT

4. Zijn er volgens u ook ergens verbeteringen toe te passen die nog niet zijn toegepast. Wat zou dat dan kunnen zijn?

Er zijn altijd verbeteringen mogelijk, zoals bovenstaand beschreven spelen hier ook andere aspecten. Dit eerste vraag die ik mezelf dan stel; kunnen we nog veilig en op een verantwoorde manier werken. De kostenvraag, economische aspecten, praktische mogelijkheden zijn daarna zaken die gaan meespelen. Een efficiënte inrichting is een zwaar punt, waar komen de keten, waar ligt het materiaal, is er dan nog wel voldoende werkruimte voor de werknemers, zijn de voorzieningen in orde, licht stroom etc, kan het bouwverkeer veilig op de bouwplaats komen en hier manoeuvreren, is de fysieke afscheiding met de omgeving in orde, is de veiligheid voor derden in orde veroorzaken we niet teveel overlast voor de omgeving (bv geluid & licht), is het verwerken van afvalstromen meegenomen in het ontwerp, zodat milieu incidenten kunnen worden voorkomen. En zo zullen er nog wel meer punten zijn

5. Hoe zou u die dan verbeteren? Heeft u ideeën die toegepast zouden kunnen worden om het werk te optimaliseren?

Mijn idee is op een project als dit in de ontwerpfase nog meer rekening te houden met de verkeersveiligheid en veiligheid met bouwverkeer op de werkplaatsen. In de beginfase, was dit nog niet goed genoeg ondervangen.

6. Voor de optimalisatie van de werkterreinen. Heeft u met de aanleg van de werkterreinen problemen zien ontstaan die hadden kunnen voorkomen? (Denk aan weinig ruimte, lastige bereikbaarheid of andere dingen die u heeft gezien)

De punten die je aangeeft waren inderdaad knelpunten. Daarnaast moet je ook de logistiek niet onderschatten. Als er bv transporten (bv stelconplaten, zwaar materieel) komen passen die niet allemaal tegelijk op een smalle werk-weg en klein bouwterrein, met als gevolg dat deze op (in dit geval kleine provinciale) wegen stilstaan en gevaarlijke situaties veroorzaken. Het is dus zaak dat er ook goede afspraken liggen, zodat bv niet alle vrachtwagens tegelijkertijd arriveren. Maar op het vlak van de bouwplaat inrichting kan je hier ook over nadenken. Zijn er locaties die je kan inrichten voor opslag en/of parkeerruimte, zodat je igv overloop dit kan opvangen

7. Aan welke oplossingen heeft u gedacht om de werkterreinen te optimaliseren?

Fysiek scheiden bouwverkeer en bouwplaats medewerkers, veilige opstelplaatsen kranen en zwaar materieel betonpompen, goede sanitaire en schaftvoorzieningen (lastig bij een uitgestrekt project met veel verschillende locaties, zeker in coronatijd), veilige werk-wegen, zowel wat betreft inrichting /aanleg als onderhoud

8. Zijn die oplossingen ook toegepast? Is het hierna verbeterd?

Ja een belangrijk deel van de veiligheidsissues zijn opgepakt en hebben geleid tot verbeterpunten

9. Kan u nog andere oplossingen bedenken om de aanleg van de werkterreinen te optimaliseren? En wat zouden die oplossingen dan kunnen zijn? (Denk aan communicatie, plannen en monitoren)

Een lastige vraag om te beantwoorden aangezien ik me hier nog niet mee heb beziggehouden. Momenteel ben ik drukdoende om de lopende veiligheidszaken aan te pakken en bij te houden en heb ik me nog niet veel bezig hoeven te houden met toekomstige ontwikkelingen. Natuurlijk zijn er meerdere zaken die je al doende leert en mee kunt nemen naar toekomstige soortelijke projecten

8.12. Kosten verantwoording

De gegevens die zijn gebruikt in het rekenmodel staan onder deze tekst vermeld. Elk van de gegevens is gebruikt en omgerekend om te gebruiken in de matrix.

Figuur 27: Kosten van geotextiel dat is gebruikt om het zand en de landbouwgrond gescheiden te houden

Figuur 28: kosten gemaakt voor de op en afvoer van het zand. In sommige gevallen kwam het zand duurder uit als andere gevallen dus is er met de matrix in dit onderzoek een gemiddelde hiervan genomen.

Figuur 29: hier een bewijs dat een betonplaat 84 euro kost.

Figuur 30: kosten voor de rijplaten die op voorhand zijn afgesproken. Hiermee zijn de wals kosten, schoonmaakkosten, huurkosten etc. allemaal mee berekent.

Figuur 31: dit zijn de kosten, net zoals de stalen rijplaten, maar dan voor de kunststof platen vermeld. Hiermee is gerekend binnen dit onderzoek.



Logus
BOUWCENTER

Postbus 82, 4460 AB Goes
T (0113) 21 54 01
F (0113) 21 62 32
info@logusgoes.nl
www.logusgoes.nl

Deutsche Bank NL91 DEUT 0484 3867 78
BIC DEUTNL2N
KvK 22001936
Btw NL.0081.960.96.B01

Orderbevestiging

Factuuradres:
BAM Infra B.V.
Postbus 800
2800 AV GOUDA

Werkadres:
Project Tennet ZWW380KV
Rangeerstraat 2a
4431 NL 'S Gravenpolder

Uw contactpersoon : Bianca Blommaert
Uw bestelnummer : Jan Joosse

Ordernummer : 0854295
Orderdatum : 13/10/20
Transport : Brengen
Leverdatum : 02/10/20

Aantal	Ehd	Omschrijving	Prijs	Per	Korting	Bedrag
27300,027	m2	Bontec SG60/60 5,25x100 mtr wegendoek/weefsel	€ 0,68	1		€ 18.564,02

Figuur 27: Geotextiel kosten.

PERCEEL 1	m3 bouwweg + werkerterrein	Prijs	
1018	201,76	€ 8,05	€ 1.624,14
1018	0,00	€ 7,55	€ 0,00
1021	0,00	€ 8,05	€ 0,00
1021	50,44	€ 7,55	€ 380,82
1023	0,00	€ 8,05	€ 0,00
1023	70,61	€ 7,55	€ 533,14
1025	598,54	€ 8,05	€ 4.818,29
1025	1872,97	€ 7,55	€ 14.140,96
1026	0,00	€ 8,05	€ 0,00
1026	0,00	€ 7,55	€ 0,00
1032	0,00	€ 8,05	€ 0,00
1032	50,44	€ 7,55	€ 380,82
1039	0,00	€ 8,05	€ 0,00
1039	558,19	€ 7,55	€ 4.214,36
1039a	0,00	€ 8,05	€ 0,00
1039a	50,44	€ 7,55	€ 380,82
1043	50,44	€ 8,05	€ 406,04
1043	410,24	€ 7,55	€ 3.097,30
1044	0,00	€ 8,05	€ 0,00
1044	20,18	€ 7,55	€ 152,33
1045	195,03	€ 8,05	€ 1.570,00

Figuur 28: Zandkosten per locatie ALL incl.

Transport Ferex Solid Base laden, leveren en op locatie lossen.	3.071,80	3.071,80
Huur Ferex Solid Base 338st á 60 weken	365.040,00	365.040,00
Verkoop geotextie inclief plaatsen per locatie á 300m2	165,00	165,00
Ferex Solid Base montageploeg incl. materieel t.b.v. 338st plaatsen	2.824,00	2.824,00
Ferex Solid Base montage en demontageploeg incl. materieel per locatie	972,00	972,00
Ferex Solid Base demontageploeg incl. materieel t.b.v. 338st plaatsen	2.384,00	2.384,00
Ferex Solid Base laden op locatie, afvoeren en lossen.	3.071,80	3.071,80

Totaal	377.528,60
BTW 21.00%	79.281,01
Totaal inclusief BTW	456.809,61

Figuur 31: Kosten Ferex.

De herstellkosten zijn in overleg bepaald. En dus geen offertes van aangevraagd omdat die nog nader bekeken moeten worden. Wel is er gebruik gemaakt van kennis en oude gegevens. Thijs Hommes (werkvoorbereider) heeft de gegevens voor dit onderzoek aangeleverd.

8.13. ZWW-380_profiel5_36-S01-controle

Report for D-Settlement 19.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Company: BAM Infraconsult bv

Date of report: 6-5-2021

Time of report: 10:42:21

Report with version: 19.1.2.26123

Date of calculation: 6-5-2021

Time of calculation: 10:42:11

Calculated with version: 19.1.2.26123

File name: D:\Tennet ZWW (Geurt Schwitter)\zettingen\ZWW380_profiel5_36-S01

Project identification: ZWW380 TenneT perceel 1

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PI-lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	3
2.5 Soil Properties	4
2.6 Non-Uniform Loads	5
2.7 Verticals	5
3 Results per Vertical	6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 0.00 m; Z = 0.00 m)	6
4 Settlements	7
4.1 Settlements	7
4.2 Residual Times	7

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
10 - X -	-15.000	15.000			
10 - Y -	-1.520	-1.520			
9 - X -	-15.000	15.000			
9 - Y -	-2.500	-2.500			
8 - X -	-15.000	15.000			
8 - Y -	-3.500	-3.500			
7 - X -	-15.000	15.000			
7 - Y -	-5.000	-5.000			
6 - X -	-15.000	15.000			
6 - Y -	-6.000	-6.000			
5 - X -	-15.000	15.000			
5 - Y -	-8.500	-8.500			
4 - X -	-15.000	15.000			
4 - Y -	-9.500	-9.500			
3 - X -	-15.000	15.000			
3 - Y -	-12.000	-12.000			
2 - X -	-15.000	15.000			
2 - Y -	-18.000	-18.000			
1 - X -	-15.000	15.000			
1 - Y -	-21.000	-21.000			
0 - X -	-15.000	15.000			
0 - Y -	-25.000	-25.000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-15.000	15.000			
1 - Y -	-1.920	-1.920			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9.81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000.00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1.000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0.10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1.00 [m]
- Trapeziform Loads :	1.00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
10	Toplaag	1	1
9	Klei, humeus	1	1
8	Veen	1	1

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
7	Klei, humeus	1	1
6	Klei, siltig	1	1
5	Wadzand (kleiig)	1	1
4	Klei, zandig	1	1
3	Zand, los	1	1
2	Wadzand (kleiig)	1	1
1	Zand, matig	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
10	No	15.00	15.00
9	No	14.00	14.00
8	No	10.00	10.00
7	No	14.00	14.00
6	No	15.00	15.00
5	No	17.50	17.50
4	No	16.00	16.00
3	Yes	17.00	19.00
2	No	17.50	17.50
1	Yes	18.00	20.00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
10	Vert. cons.	5.00E-08	-	-	-
9	Vert. cons.	5.00E-08	-	-	-
8	Vert. cons.	1.00E-07	-	-	-
7	Vert. cons.	5.00E-08	-	-	-
6	Vert. cons.	5.00E-08	-	-	-
5	Vert. cons.	1.00E-06	-	-	-
4	Vert. cons.	5.00E-07	-	-	-
3	Vert. cons.	-	-	-	-
2	Vert. cons.	1.00E-06	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
10	10.00	-	-
9	10.00	-	-
8	10.00	-	-
7	10.00	-	-
6	10.00	-	-
5	-	1.00	-
4	10.00	-	-
3	-	1.00	-
2	-	1.00	-
1	-	1.00	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor[-]	Unloading stress ratio[-]
10	Full	-	-
9	Full	-	-
8	Full	-	-
7	Full	-	-
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
10	0.0767000	0.2300000	0.0092000	-	-	-
9	0.1095000	0.3286000	0.0131000	-	-	-
8	0.1500000	0.4600000	0.0077000	-	-	-
7	0.1095000	0.3286000	0.0131000	-	-	-
6	0.0210000	0.1700000	0.0090000	-	-	-
5	0.0070000	0.0700000	0.0020000	-	-	-
4	0.0383000	0.1150000	0.0046000	-	-	-
3	0.0038000	0.0115000	0.0000000	-	-	-
2	0.0070000	0.0700000	0.0020000	-	-	-
1	0.0013000	0.0038000	0.0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	0	17.00	19.00
2	0	24.00	24.00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	-2.00	-2.00	2.00	2.00		
1 - Y -	-1.52	-1.02	-1.02	-1.52		
2 - X -	-2.00	-2.00	2.00	2.00		
2 - Y -	-1.02	-0.86	-0.86	-1.02		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1	0.000				

Discretisation = 100

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 0.00 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-1.520	12.336	-1.520	12.335	0.351
-1.620	13.815	-1.619	12.327	0.336
-1.720	14.313	-1.717	11.338	0.326
-1.820	14.807	-1.816	10.344	0.317
-1.920	15.294	-1.915	9.346	0.310
-2.010	15.727	-1.914	9.323	0.304
-2.020	15.775	-1.913	9.321	0.303
-2.120	16.246	-1.912	9.287	0.297
-2.220	16.707	-1.911	9.243	0.291
-2.320	17.157	-1.909	9.188	0.285
-2.420	17.594	-1.908	9.121	0.279
-2.500	17.936	-1.906	9.058	0.274
-2.500	17.936	-1.906	9.058	0.274
-2.520	18.001	-1.906	9.042	0.273
-3.000	19.423	-1.901	8.500	0.237
-3.500	20.704	-1.897	7.730	0.204
-3.500	20.704	-1.897	7.730	0.204
-4.250	19.564	-1.895	6.464	0.176
-5.000	18.525	-1.894	5.294	0.156
-5.000	18.525	-1.894	5.294	0.156
-5.500	19.918	-1.892	4.612	0.136
-6.000	21.401	-1.891	4.011	0.117
-6.000	21.401	-1.891	4.011	0.117
-6.650	24.095	-1.890	3.337	0.104
-7.250	26.702	-1.892	2.809	0.092
-7.900	29.642	-1.898	2.320	0.079
-8.500	32.453	-1.907	1.932	0.066
-8.500	32.453	-1.907	1.932	0.066
-9.000	36.022	-1.908	1.647	0.061
-9.500	39.622	-1.909	1.391	0.057
-9.500	39.622	-1.909	1.391	0.057
-10.150	43.373	-1.911	1.097	0.048
-10.750	46.872	-1.914	0.858	0.041
-11.400	50.695	-1.917	0.627	0.032
-12.000	54.252	-1.920	0.437	0.024
-12.000	54.252	-1.920	0.437	0.024
-13.000	63.166	-1.920	0.160	0.024
-14.000	72.120	-1.920	-0.075	0.024
-15.000	81.107	-1.920	-0.278	0.024
-16.000	90.120	-1.920	-0.455	0.024
-17.000	99.155	-1.920	-0.610	0.024
-18.000	108.208	-1.920	-0.747	0.024
-18.000	108.208	-1.920	-0.747	0.024
-18.800	114.257	-1.920	-0.846	0.017
-19.500	119.560	-1.919	-0.925	0.012
-20.200	124.870	-1.920	-0.999	0.006
-21.000	130.948	-1.920	-1.077	0.000
-21.000	130.949	-1.920	-1.077	0.000
-23.000	151.158	-1.920	-1.247	0.000
-25.000	171.396	-1.920	-1.389	0.000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	0.00	0.00	-1.52	0.351

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	500	0.172	49.078	0.179

End of Report

8.14. D-Settlement – ZWW-380_profiel5_36-S01_model

8.15. ZWW-380_draagkrachtenvergelijking-verschillend fundatiediktes +
verschillende materialen

Rapport voor D-Foundations 19.1

Ontwerp en Verificatie volgens Eurocode 7 van Strook- en Paalfunderingen
Ontwikkeld door Deltares

Bedrijfsnaam: BAM Infraconsult bv

Datum van rapport: 6-5-2021

Tijd van rapport: 10:12:01

Rapport met versie: 19.1.2.26122

Datum van berekening: 6-5-2021

Tijd van berekening: 9:58:07

Berekend met versie: 19.1.2.26122

Bestandsnaam: D:\..\ZWW380_draagkrachtenvergelijking-verschillend fundatiediktes+verschillende materialen

Projectbeschrijving: ZWW380

D-Foundations ZWW380_draagkrachtenvergelijking-verschillend fundatiediktes+verschillende materialen

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave	2
2 Invoergegevens	3
2.1 Algemene Invoergegevens	3
2.2 Rapportage Gegevens	3
2.3 Toepassingsgebied Model Fundering op staal	3
2.4 Bovenbouw	3
2.5 Algemene Sondeergegevens	3
2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan	3
2.6 Grondgegevens	4
2.6.1 Grondprofiel M21.S02 (0.5)	4
2.6.2 Grondprofiel 36.S01 (0.5)	5
2.6.3 Grondprofiel M21.S02 (0.25)	6
2.6.4 Grondprofiel M21.S02 (0.0)	7
2.6.5 Grondprofiel 36.S01 (0.25)	8
2.6.6 Grondprofiel 36.S01 (0.0)	9
2.7 Funderingsgegevens	10
2.8 Funderingsplan	10
2.8.1 Overzicht Funderingsplan	10
2.9 Belastingsgegevens	11
2.9.1 Verticale belastingen	11
2.9.2 Horizontale belastingen	11
2.10 Eisen	11
2.11 Opgegeven Parameters	11
2.12 Model Opties	11
3 Shallow Foundations (EC7-NL): Resultaten Toetsing	12
3.1 Fouten en waarschuwingen	12
3.2 Toetsing Grenstoestand EQU	12
3.2.1 Verticale Draagkracht, Ongedraineerde Situatie	12
3.2.2 Verticale Draagkracht, Gedraineerde Situatie	12
3.2.3 Horizontale Draagkracht	13
3.2.4 Stabiliteit	13
3.3 Toetsing Grenstoestand STR/GEO	13
3.3.1 Zakkingscontrole Grenstoestand STR/GEO	14
3.4 Verificatie Bruikbaarheidsgrenstoestand	14
3.4.1 Zakkingscontrole van de Bruikbaarheidsgrenstoestand	14
3.5 Aanvullende Informatie	15

2 Invoergegevens

2.1 Algemene Invoergegevens

Model Shallow Foundations (EC7-NL)

2.2 Rapportage Gegevens

Geotechnisch adviseur :

Constructeur bovenbouw :

Opdrachtgever :

Titel 1 : ZWW380

Titel 2 :

Titel 3 : D-Foundations ZWW380_draagkrachtenvergelijking-verschillend fundatiediktes+ve

Nummer project : -

Locatie project :

2.3 Toepassingsgebied Model Fundering op staal

De toetsingen uitgevoerd door het model fundering op staal van D-FOUNDATIONS hebben betrekking op funderingen op staal waarop statische of quasi-statische krachten werken. Het funderingsoppervlak mag hierbij een hoek met de horizontaal maken van ten hoogste 2.5 graden.

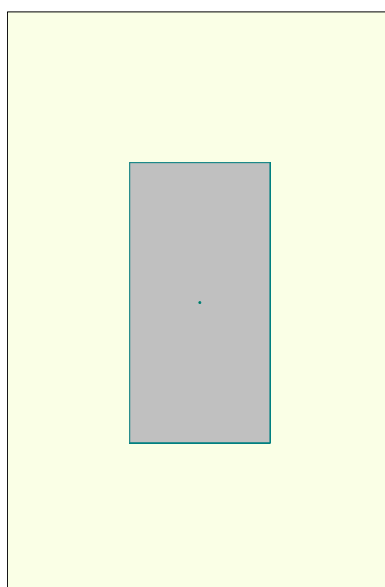
2.4 Bovenbouw

Stijfheidskarakteristiek : Slap

2.5 Algemene Sondeergegevens

Aantal sonderingen : 6

2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan



Legend
• Load
▽ CPT

Naam sondering	X-coor-dinaat [m]	Y-coor-dinaat [m]
M21.S02 (0..	45288.90	385520.60
36.S01 (0.5)	50402.10	388812.50
M21.S02 (0..	45288.90	385520.60
M21.S02 (0..	45288.90	385520.60
36.S01 (0...	50402.10	388812.50
36.S01 (0.0)	50402.10	388812.50

2.6 Grondgegevens

Aantal grondprofielen: 6

2.6.1 Grondprofiel M21.S02 (0.5)

Behorende bij sondering

Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :

Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] :

Funderingsniveau in [m t.o.v. R.N.] =

Concentratiegetal van Frohlich [-] =

Aantal lagen in profiel :

M21.S02 (0.5)

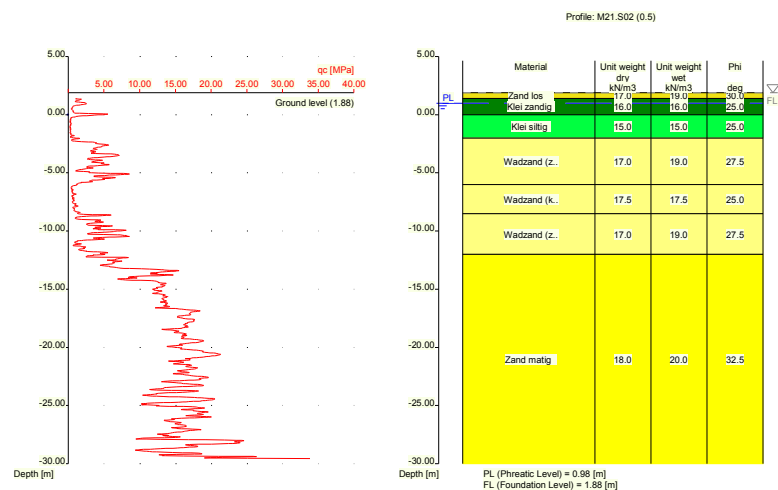
1.88

0.98

1.88

3

7



Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	Gamma [kN/m ³]	Gamma sat [kN/m ³]	Phi [deg]	Cohesie [kPa]	f _{undr} [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	1.880	17.00	19.00	30.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2	1.380	16.00	16.00	25.00	1.00	25.00	0.12	0.00
3	0.000	15.00	15.00	25.00	2.00	25.00	0.17	0.01
4	-2.000	17.00	19.00	27.50	0.00	0.00	0.07	0.00
5	-6.000	17.50	17.50	25.00	1.00	0.00	0.07	0.00
6	-8.500	17.00	19.00	27.50	0.00	0.00	0.07	0.00
7	-12.000	18.00	20.00	32.50	0.00	0.00	0.00	0.00

Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	e0 [-]	Grond-soort
1	1.880	0.00	Zand
2	1.380	0.00	Klei
3	0.000	0.00	Klei
4	-2.000	0.00	Zand
5	-6.000	0.00	Zand
6	-8.500	0.00	Zand
7	-12.000	0.00	Zand

2.6.2 Grondprofiel 36.S01 (0.5)

Behorende bij sondering

Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :

Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] :

Funderingsniveau in [m t.o.v. R.N.] =

Concentratiegetal van Frohlich [-] =

Aantal lagen in profiel :

36.S01 (0.5)

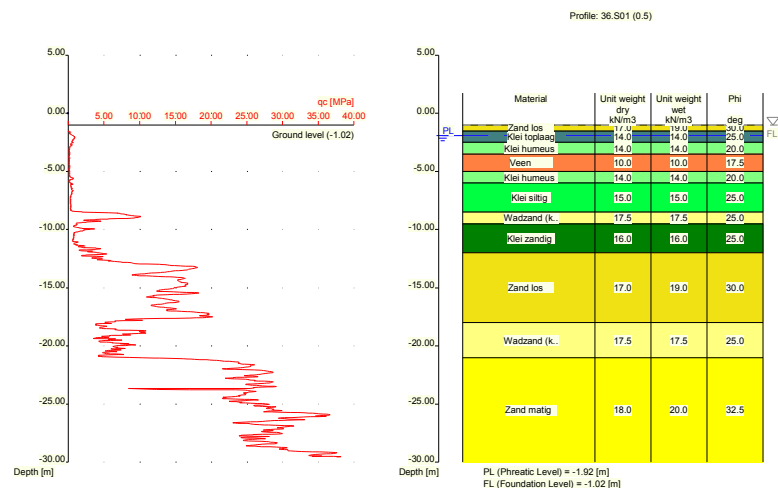
-1.02

-1.92

-1.02

3

11



Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	Gamma [kN/m³]	Gamma sat [kN/m³]	Phi [deg]	Cohesie [kPa]	f _{undr} [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	-1.020	17.00	19.00	30.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2	-1.520	14.00	14.00	25.00	3.00	30.00	0.23	0.01
3	-2.500	14.00	14.00	20.00	4.00	20.00	0.33	0.01
4	-3.500	10.00	10.00	17.50	5.00	18.00	0.46	0.01
5	-5.000	14.00	14.00	20.00	4.00	20.00	0.33	0.01
6	-6.000	15.00	15.00	25.00	2.00	25.00	0.17	0.01
7	-8.500	17.50	17.50	25.00	1.00	0.00	0.07	0.00
8	-9.500	16.00	16.00	25.00	1.00	25.00	0.12	0.00
9	-12.000	17.00	19.00	30.00	0.00	0.00	0.01	0.00
10	-18.000	17.50	17.50	25.00	1.00	0.00	0.07	0.00
11	-21.000	18.00	20.00	32.50	0.00	0.00	0.00	0.00

Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	e0 [-]	Grond-soort
1	-1.020	0.00	Zand
2	-1.520	0.00	Klei
3	-2.500	0.00	Klei
4	-3.500	0.00	Veen
5	-5.000	0.00	Klei
6	-6.000	0.00	Klei
7	-8.500	0.00	Zand
8	-9.500	0.00	Klei
9	-12.000	0.00	Zand
10	-18.000	0.00	Zand
11	-21.000	0.00	Zand

2.6.3 Grondprofiel M21.S02 (0.25)

Behorende bij sondering

Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :

Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] :

Funderingsniveau in [m t.o.v. R.N.] =

Concentratiegetal van Frohlich [-] =

Aantal lagen in profiel :

M21.S02 (0.25)

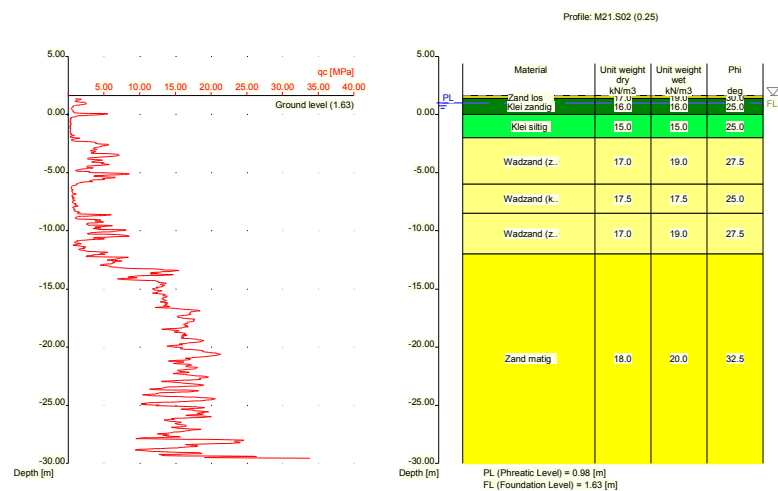
1.63

0.98

1.63

3

7



Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	Gamma [kN/m ³]	Gamma sat [kN/m ³]	Phi [deg]	Cohesie [kPa]	f _{undr} [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	1.630	17.00	19.00	30.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2	1.380	16.00	16.00	25.00	1.00	25.00	0.12	0.00
3	0.000	15.00	15.00	25.00	2.00	25.00	0.17	0.01
4	-2.000	17.00	19.00	27.50	0.00	0.00	0.07	0.00
5	-6.000	17.50	17.50	25.00	1.00	0.00	0.07	0.00
6	-8.500	17.00	19.00	27.50	0.00	0.00	0.07	0.00
7	-12.000	18.00	20.00	32.50	0.00	0.00	0.00	0.00

Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	e0 [-]	Grond-soort
5	-8.500	0.00	Zand
6	-12.000	0.00	Zand

2.6.5 Grondprofiel 36.S01 (0.25)

Behorende bij sondering

Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :

Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] :

Funderingsniveau in [m t.o.v. R.N.] =

Concentratiegetal van Frohlich [-] =

Aantal lagen in profiel :

36.S01 (0.25)

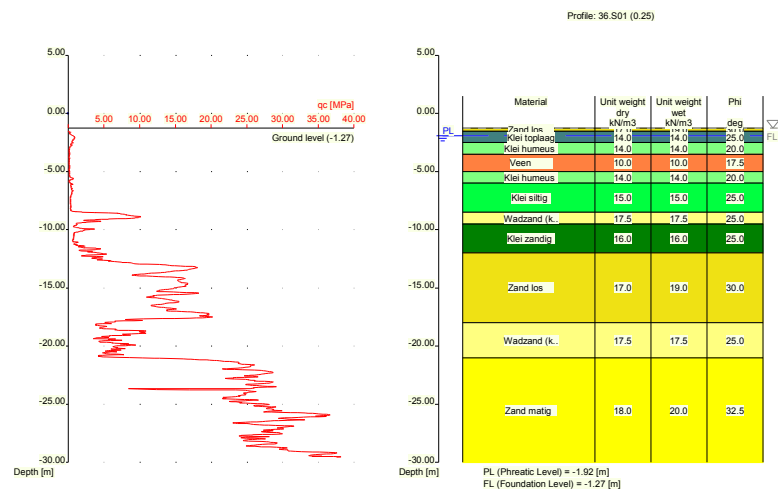
-1.27

-1.92

-1.27

3

11



Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Phi [deg]	Cohesie [kPa]	f,undr [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	-1.270	17.00	19.00	30.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2	-1.520	14.00	14.00	25.00	3.00	30.00	0.23	0.01
3	-2.500	14.00	14.00	20.00	4.00	20.00	0.33	0.01
4	-3.500	10.00	10.00	17.50	5.00	18.00	0.46	0.01
5	-5.000	14.00	14.00	20.00	4.00	20.00	0.33	0.01
6	-6.000	15.00	15.00	25.00	2.00	25.00	0.17	0.01
7	-8.500	17.50	17.50	25.00	1.00	0.00	0.07	0.00
8	-9.500	16.00	16.00	25.00	1.00	25.00	0.12	0.00
9	-12.000	17.00	19.00	30.00	0.00	0.00	0.01	0.00
10	-18.000	17.50	17.50	25.00	1.00	0.00	0.07	0.00
11	-21.000	18.00	20.00	32.50	0.00	0.00	0.00	0.00

Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	e0 [-]	Grond-soort
1	-1.270	0.00	Zand
2	-1.520	0.00	Klei
3	-2.500	0.00	Klei
4	-3.500	0.00	Veen
5	-5.000	0.00	Klei

Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	e0 [-]	Grond-soort
6	-6.000	0.00	Klei
7	-8.500	0.00	Zand
8	-9.500	0.00	Klei
9	-12.000	0.00	Zand
10	-18.000	0.00	Zand
11	-21.000	0.00	Zand

2.6.6 Grondprofiel 36.S01 (0.0)

Behorende bij sondering

Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :

Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] :

Funderingsniveau in [m t.o.v. R.N.] =

Concentratiegetal van Frohlich [-] =

Aantal lagen in profiel :

36.S01 (0.0)

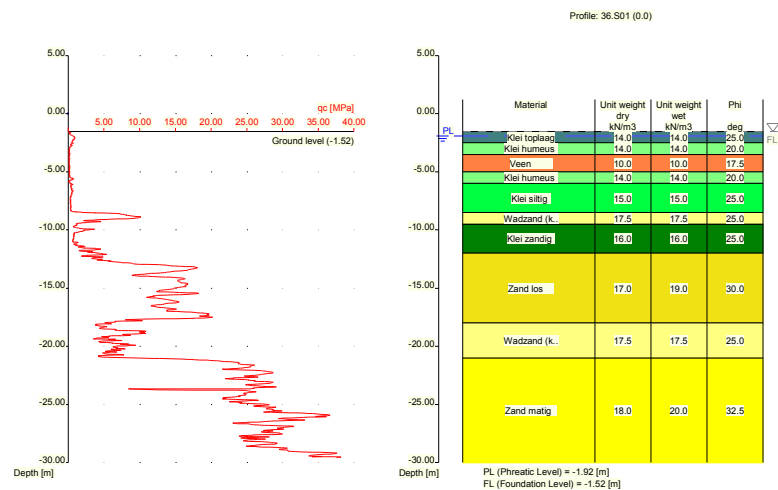
-1.52

-1.92

-1.52

3

10



Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	Gamma [kN/m³]	Gamma sat [kN/m³]	Phi [deg]	Cohesie [kPa]	f;undr [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	-1.520	14.00	14.00	25.00	3.00	30.00	0.23	0.01
2	-2.500	14.00	14.00	20.00	4.00	20.00	0.33	0.01
3	-3.500	10.00	10.00	17.50	5.00	18.00	0.46	0.01
4	-5.000	14.00	14.00	20.00	4.00	20.00	0.33	0.01
5	-6.000	15.00	15.00	25.00	2.00	25.00	0.17	0.01
6	-8.500	17.50	17.50	25.00	1.00	0.00	0.07	0.00
7	-9.500	16.00	16.00	25.00	1.00	25.00	0.12	0.00
8	-12.000	17.00	19.00	30.00	0.00	0.00	0.01	0.00
9	-18.000	17.50	17.50	25.00	1.00	0.00	0.07	0.00
10	-21.000	18.00	20.00	32.50	0.00	0.00	0.00	0.00

Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	e0 [-]	Grond-soort
1	-1.520	0.00	Klei
2	-2.500	0.00	Klei

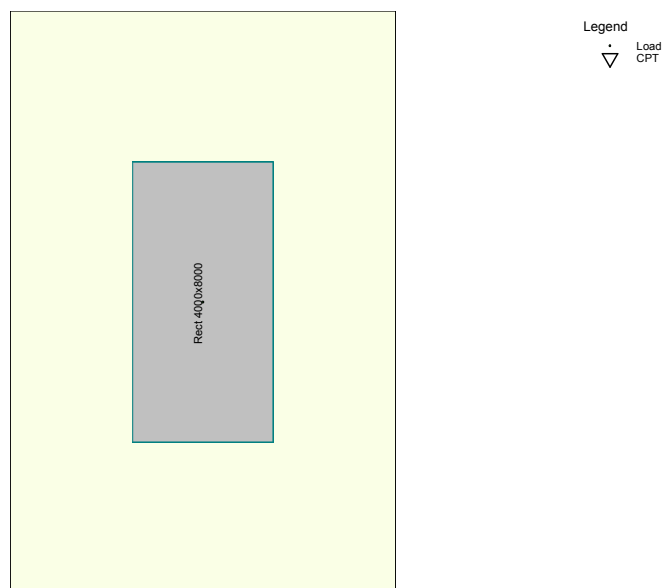
Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	e0 [-]	Grond-soort
3	-3.500	0.00	Veen
4	-5.000	0.00	Klei
5	-6.000	0.00	Klei
6	-8.500	0.00	Zand
7	-9.500	0.00	Klei
8	-12.000	0.00	Zand
9	-18.000	0.00	Zand
10	-21.000	0.00	Zand

2.7 Funderingsgegevens

Element naam	Element vorm	Breedte [m]	Lengte [m]	Diameter [m]	Type
Rect 4000x8000	Rechthoekige poer	4.00	8.00	nvt	Prefab

2.8 Funderingsplan

2.8.1 Overzicht Funderingsplan



Element nummer/ naam	Xm [m]	Ym [m]	hoek [deg]	Element type naam	Grond-profiel naam	Belastings-geval naam	Talud nr.
1: k-s-0.5	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	36.S01 (...)	Ferrex	None
2: k-g-0.5	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	M21.S02...	Ferrex	None
3: s-s-0.5	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	36.S01 (...)	staal	None
4: s-g-0.5	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	M21.S02...	staal	None
5: b-s-0.5	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	36.S01 (...)	beton	None
6: b-g-0.5	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	M21.S02...	beton	None
7: k-s-0.25	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	36.S01 (...)	Ferrex	None
8: k-g-0.25	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	M21.S02...	Ferrex	None
9: s-s-0.25	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	36.S01 (...)	staal	None
10: s-g-0.25...	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	M21.S02...	staal	None

Element nummer/ naam	Xm [m]	Ym [m]	hoek [deg]	Element type naam	Grond- profiel naam	Belastings- geval naam	Talud nr.
11: b-s-0.25...	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	36.S01 (...)	beton	None
12: b-g-0.25...	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	M21.S02...	beton	None
13: k-s-0.0	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	36.S01 (...)	Ferrex	None
14: k-g-0.0	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	M21.S02...	Ferrex	None
15: s-s-0.0	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	36.S01 (...)	staal	None
16: s-g-0.0	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	M21.S02...	staal	None
17: b-s-0.0	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	36.S01 (...)	beton	None
18: b-g-0.0	0.00	0.00	0.00	Rect 4000x8000	M21.S02...	beton	None

2.9 Belastingsgegevens

2.9.1 Verticale belastingen

Belastings- geval	GT EQU/STR/GEO			BGT		
	eB [m]	eL [m]	Vd [kN]	eB [m]	eL [m]	Vd [kN]
staal	0.00	0.00	678.00	0.00	0.00	505.00
beton	0.00	0.00	795.00	0.00	0.00	602.00
Ferrex	0.00	0.00	670.00	0.00	0.00	496.00

2.9.2 Horizontale belastingen

Belastings- geval	GT EQU/STR/GEO		BGT		Kappa [deg]
	eH [m]	Hd [kN]	eH [m]	Hd [kN]	
staal	0.00	0.00	0.00	0.00	90.00
beton	0.00	0.00	0.00	0.00	90.00
Ferrex	0.00	0.00	0.00	0.00	90.00

2.10 Eisen

Grenstoestand STR/GEO

Maximaal toegestane zakking in [m] : 0.150

Maximaal toegestane (relatieve) rotatie : 1 / 100

Bruikbaarheidgrenstoestand

Maximaal toegestane zakking in [m] : 0.150

Maximaal toegestane (relatieve) rotatie : 1 / 300

2.11 Opgegeven Parameters

Alle parameters volgens de standaard.

2.12 Model Opties

Gebruik tussenresultaten file

Maak geen gebruik van het interactie model.

3 Shallow Foundations (EC7-NL): Resultaten Toetsing

3.1 Fouten en waarschuwingen

Het funderingsniveau van element voldoet niet aan NEN 9997-1:2016 6.4(c). Het aanlegniveau ligt nu minder dan 0.6 m onder het maaiveld. N.B: voor elementen langs een perceelgrens geldt als eis zelfs 0.8m.

De invoer voldoet NIET aan de norm-eisen, rekentechnisch is er echter geen probleem. De gemaakte berekening is op zijn best indicatief.

3.2 Toetsing Grenstoestand EQU

Eis volgens NEN 9997-1:2016 art. 2.4.8: $E_d \leq C_d$.

3.2.1 Verticale Draagkracht, Ongedraineerde Situatie

Fund. elem. naam	Berekenings-geval	Vd [kN]	Rd [kN]	Rd (Squeeze) [kN]	Ftrek [kN]	Resultaat toetsing
k-s-0.5	Geval C	949.22	2832.28	0.00	0.00	VOLDOET
k-g-0.5	Geval C	949.22	3822.31	0.00	0.00	VOLDOET
s-s-0.5	Geval C	957.22	2832.28	0.00	0.00	VOLDOET
s-g-0.5	Geval C	957.22	3822.31	0.00	0.00	VOLDOET
b-s-0.5	Geval C	1074.22	2832.28	0.00	0.00	VOLDOET
b-g-0.5	Geval C	1074.22	3822.31	0.00	0.00	VOLDOET
k-s-0.25	Geval C	807.80	2618.65	0.00	0.00	VOLDOET
k-g-0.25	Geval C	807.80	3582.72	0.00	0.00	VOLDOET
s-s-0.25	Geval C	815.80	2618.65	0.00	0.00	VOLDOET
s-g-0.25	Geval C	815.80	3582.72	0.00	0.00	VOLDOET
b-s-0.25	Geval C	932.80	2618.65	0.00	0.00	VOLDOET
b-g-0.25	Geval C	932.80	3582.72	0.00	0.00	VOLDOET
k-s-0.0	Geval A	670.00	2413.12	0.00	0.00	VOLDOET
k-g-0.0	Geval A	670.00	3351.56	0.00	0.00	VOLDOET
s-s-0.0	Geval A	678.00	2413.12	0.00	0.00	VOLDOET
s-g-0.0	Geval A	678.00	3351.56	0.00	0.00	VOLDOET
b-s-0.0	Geval A	795.00	2413.12	0.00	0.00	VOLDOET
b-g-0.0	Geval A	795.00	3351.56	0.00	0.00	VOLDOET

- voor de toetsing is de hoogste waarde van Rd aangehouden!

-Ftrek ($0.5 \cdot b' \cdot c_u; d$) is de trekkracht per strekkende meter welke opgenomen moet kunnen worden door de fundering bij squeeze (zie art. 6.5.2.2 (r) NEN 9997-1:2016).

3.2.2 Verticale Draagkracht, Gedraineerde Situatie

Fund. elem. naam	Berekenings-geval	Vd [kN]	Rd [kN]	Vd (Pons) [kN]	Rd (Pons) [kN]	Resultaat toetsing
k-s-0.5	Geval B	670.00	2398.45	0.00	0.00	VOLDOET
k-g-0.5	Geval B	670.00	3198.69	0.00	0.00	VOLDOET
s-s-0.5	Geval B	678.00	2398.45	0.00	0.00	VOLDOET
s-g-0.5	Geval B	678.00	3198.69	0.00	0.00	VOLDOET
b-s-0.5	Geval B	795.00	2398.45	0.00	0.00	VOLDOET
b-g-0.5	Geval B	795.00	3198.69	0.00	0.00	VOLDOET
k-s-0.25	Geval B	670.00	2094.18	0.00	0.00	VOLDOET
k-g-0.25	Geval B	670.00	2820.74	0.00	0.00	VOLDOET
s-s-0.25	Geval B	678.00	2094.18	0.00	0.00	VOLDOET
s-g-0.25	Geval B	678.00	2820.74	0.00	0.00	VOLDOET
b-s-0.25	Geval B	795.00	2094.18	0.00	0.00	VOLDOET
b-g-0.25	Geval B	795.00	2820.74	0.00	0.00	VOLDOET
k-s-0.0	Geval B	670.00	1828.93	0.00	0.00	VOLDOET
k-g-0.0	Geval B	670.00	2451.64	0.00	0.00	VOLDOET
s-s-0.0	Geval B	678.00	1828.93	0.00	0.00	VOLDOET
s-g-0.0	Geval B	678.00	2451.64	0.00	0.00	VOLDOET

Fund. elem. naam	Berekenings-geval	Vd [kN]	Rd [kN]	Vd (Pons) [kN]	Rd (Pons) [kN]	Resultaat toetsing
b-s-0.0	Geval B	795.00	1828.93	0.00	0.00	VOLDOET
b-g-0.0	Geval B	795.00	2451.64	0.00	0.00	VOLDOET

NB: bij toetsing voor zowel situatie met als zonder pons, moet aan beide worden voldaan!

3.2.3 Horizontale Draagkracht

Fund. elem. naam	Hd [kN]	Rd ongedr. [kN]	Rd gedrain. [kN]	Resultaat toetsing ongedraineerd	Resultaat toetsing gedraineerd
k-s-0.5	0.00	0.00	0.00	VOLDOET	VOLDOET
k-g-0.5	0.00	0.00	0.00	VOLDOET	VOLDOET
s-s-0.5	0.00	0.00	0.00	VOLDOET	VOLDOET
s-g-0.5	0.00	0.00	0.00	VOLDOET	VOLDOET
b-s-0.5	0.00	0.00	0.00	VOLDOET	VOLDOET
b-g-0.5	0.00	0.00	0.00	VOLDOET	VOLDOET
k-s-0.25	0.00	0.00	0.00	VOLDOET	VOLDOET
k-g-0.25	0.00	0.00	0.00	VOLDOET	VOLDOET
s-s-0.25	0.00	0.00	0.00	VOLDOET	VOLDOET
s-g-0.25	0.00	0.00	0.00	VOLDOET	VOLDOET
b-s-0.25	0.00	0.00	0.00	VOLDOET	VOLDOET
b-g-0.25	0.00	0.00	0.00	VOLDOET	VOLDOET
k-s-0.0	0.00	0.00	0.00	VOLDOET	VOLDOET
k-g-0.0	0.00	0.00	0.00	VOLDOET	VOLDOET
s-s-0.0	0.00	0.00	0.00	VOLDOET	VOLDOET
s-g-0.0	0.00	0.00	0.00	VOLDOET	VOLDOET
b-s-0.0	0.00	0.00	0.00	VOLDOET	VOLDOET
b-g-0.0	0.00	0.00	0.00	VOLDOET	VOLDOET

N.B.: daar passieve noch actieve grondbelasting in de beschouwing van de horizontale draagkracht is meegenomen, is "Voldoet NIET" in de bovenstaande tabel GEEN definitief oordeel aangaande deze horizontale draagkracht. Aanvullende berekeningen op basis van hoofdstuk 9 van NEN 9997-1:2016 kunnen tot een ander oordeel leiden.

3.2.4 Stabiliteit

Fund. elem. naam	Minimale l' [m]	Minimale b' [m]	Phi`d [deg]	Kantel-stabiliteit	Totale stabiliteit
k-s-0.5	8.00	4.00	20.19	VOLDOET	VOLDOET
k-g-0.5	8.00	4.00	23.07	VOLDOET	VOLDOET
s-s-0.5	8.00	4.00	20.19	VOLDOET	VOLDOET
s-g-0.5	8.00	4.00	23.07	VOLDOET	VOLDOET
b-s-0.5	8.00	4.00	20.19	VOLDOET	VOLDOET
b-g-0.5	8.00	4.00	23.07	VOLDOET	VOLDOET
k-s-0.25	8.00	4.00	19.45	VOLDOET	VOLDOET
k-g-0.25	8.00	4.00	22.75	VOLDOET	VOLDOET
s-s-0.25	8.00	4.00	19.45	VOLDOET	VOLDOET
s-g-0.25	8.00	4.00	22.75	VOLDOET	VOLDOET
b-s-0.25	8.00	4.00	19.45	VOLDOET	VOLDOET
b-g-0.25	8.00	4.00	22.75	VOLDOET	VOLDOET
k-s-0.0	8.00	4.00	18.63	VOLDOET	VOLDOET
k-g-0.0	8.00	4.00	22.40	VOLDOET	VOLDOET
s-s-0.0	8.00	4.00	18.63	VOLDOET	VOLDOET
s-g-0.0	8.00	4.00	22.40	VOLDOET	VOLDOET
b-s-0.0	8.00	4.00	18.63	VOLDOET	VOLDOET
b-g-0.0	8.00	4.00	22.40	VOLDOET	VOLDOET

3.3 Toetsing Grenstoestand STR/GEO

Zakkingseis volgens NEN 9997-1:2016 art. 2.4.9: $S_d \leq S_{req}$. $S_{req} = 0.150 [m]$ $S_d = s_1; d + s_2; d$

3.3.1 Zakkingscontrole Grenstoestand STR/GEO

Fund. elem. naam	s1 (20%) [m]	s1;gd (5%) [m]	s2 [m]	Resultaat toetsing (20%)	Resultaat toetsing (5%)
k-s-0.5	0.595	0.610	0.347	Voldoet NIET	Voldoet NIET
k-g-0.5	0.192	0.203	0.145	Voldoet NIET	Voldoet NIET
s-s-0.5	0.600	0.616	0.348	Voldoet NIET	Voldoet NIET
s-g-0.5	0.194	0.205	0.145	Voldoet NIET	Voldoet NIET
b-s-0.5	0.676	0.692	0.351	Voldoet NIET	Voldoet NIET
b-g-0.5	0.219	0.230	0.148	Voldoet NIET	Voldoet NIET
k-s-0.25	0.757	0.772	0.351	Voldoet NIET	Voldoet NIET
k-g-0.25	0.235	0.246	0.148	Voldoet NIET	Voldoet NIET
s-s-0.25	0.763	0.779	0.352	Voldoet NIET	Voldoet NIET
s-g-0.25	0.237	0.248	0.148	Voldoet NIET	Voldoet NIET
b-s-0.25	0.851	0.868	0.354	Voldoet NIET	Voldoet NIET
b-g-0.25	0.266	0.277	0.151	Voldoet NIET	Voldoet NIET
k-s-0.0	1.028	1.044	0.356	Voldoet NIET	Voldoet NIET
k-g-0.0	0.306	0.316	0.152	Voldoet NIET	Voldoet NIET
s-s-0.0	1.036	1.051	0.356	Voldoet NIET	Voldoet NIET
s-g-0.0	0.308	0.319	0.152	Voldoet NIET	Voldoet NIET
b-s-0.0	1.140	1.157	0.357	Voldoet NIET	Voldoet NIET
b-g-0.0	0.341	0.352	0.155	Voldoet NIET	Voldoet NIET

NB: de 20% toetsing is conform de norm, de 5% toetsing is aanvullend!

De maximale spanningsverhoging bij de berekening van de zakking bedraagt 100 % van de effectieve funderingsdruk.

Er wordt geen gebruik gemaakt van het interactie-model en er wordt dus een individuele vergelijking van diverse (typen) elementen verwacht. Hierbij speelt de rotatie dus geen rol.

3.4 Verificatie Bruikbaarheidsgrenstoestand

Zakkingseis volgens NEN 9997-1:2016 art. 2.4.9: $S_d \leq S_{req}$.

Voor woningen en woongebouwen geldt : $S_{req} = 0.05$ m. Voor overige typen bovenbouw geldt deze eis eveneens tenzij er een nadere zakkingseis is gedefinieerd.

$S_{eq} = 0.150$ $S_d = s1;d + s2;d$

3.4.1 Zakkingscontrole van de Bruikbaarheidsgrenstoestand

Fund. elem. naam	s1 (20%) [m]	s1;gd (5%) [m]	s2 [m]	Resultaat toetsing (20%)	Resultaat toetsing (5%)
k-s-0.5	0.315	0.327	0.231	Voldoet NIET	Voldoet NIET
k-g-0.5	0.106	0.112	0.108	Voldoet NIET	Voldoet NIET
s-s-0.5	0.319	0.332	0.231	Voldoet NIET	Voldoet NIET
s-g-0.5	0.108	0.114	0.109	Voldoet NIET	Voldoet NIET
b-s-0.5	0.370	0.387	0.245	Voldoet NIET	Voldoet NIET
b-g-0.5	0.125	0.130	0.111	Voldoet NIET	Voldoet NIET
k-s-0.25	0.406	0.421	0.247	Voldoet NIET	Voldoet NIET
k-g-0.25	0.132	0.138	0.111	Voldoet NIET	Voldoet NIET
s-s-0.25	0.412	0.427	0.251	Voldoet NIET	Voldoet NIET
s-g-0.25	0.134	0.140	0.111	Voldoet NIET	Voldoet NIET
b-s-0.25	0.473	0.487	0.262	Voldoet NIET	Voldoet NIET
b-g-0.25	0.153	0.159	0.114	Voldoet NIET	Voldoet NIET
k-s-0.0	0.562	0.575	0.263	Voldoet NIET	Voldoet NIET
k-g-0.0	0.176	0.182	0.114	Voldoet NIET	Voldoet NIET
s-s-0.0	0.570	0.582	0.267	Voldoet NIET	Voldoet NIET
s-g-0.0	0.178	0.184	0.114	Voldoet NIET	Voldoet NIET
b-s-0.0	0.643	0.655	0.277	Voldoet NIET	Voldoet NIET
b-g-0.0	0.201	0.210	0.116	Voldoet NIET	Voldoet NIET

NB: de 20% toetsing is conform de norm, de 5% toetsing is aanvullend!

De maximale spanningsverhoging bij de berekening van de zakking bedraagt 100 % van de effectieve funderingsdruk.

Er wordt geen gebruik gemaakt van het interactie-model en er wordt dus een individuele vergelijking van diverse (typen) elementen verwacht. Hierbij speelt de rotatie dus geen rol.

3.5 Aanvullende Informatie

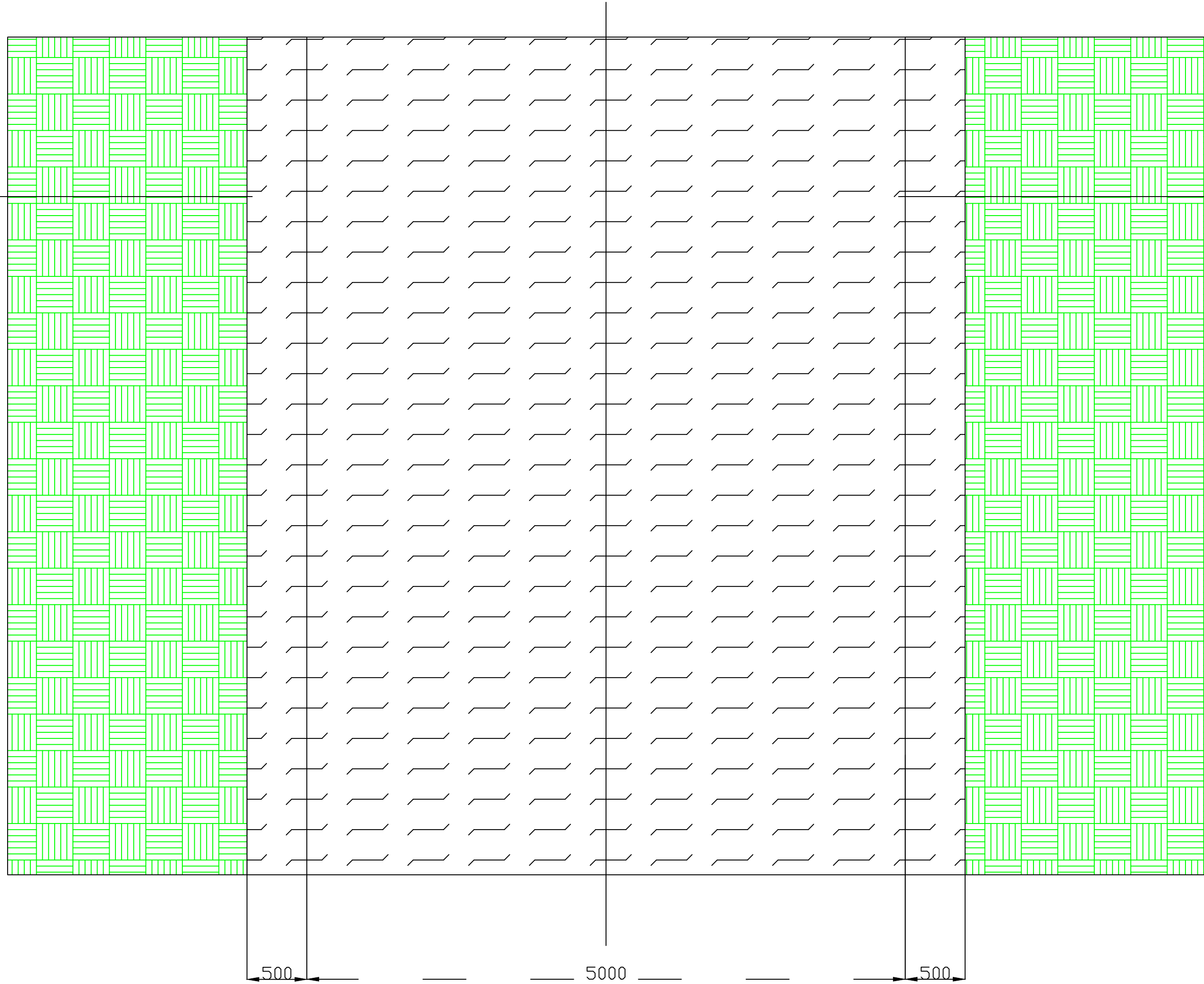
De maximale zakking in Grenstoestand STR/GEO bedraagt 1.496 meter en is gevonden bij funderingselement b-s-0.0

De maximale zakking in de Bruikbaarheidsgrenstoestand bedraagt 0.920 meter en is gevonden bij funderingselement b-s-0.0

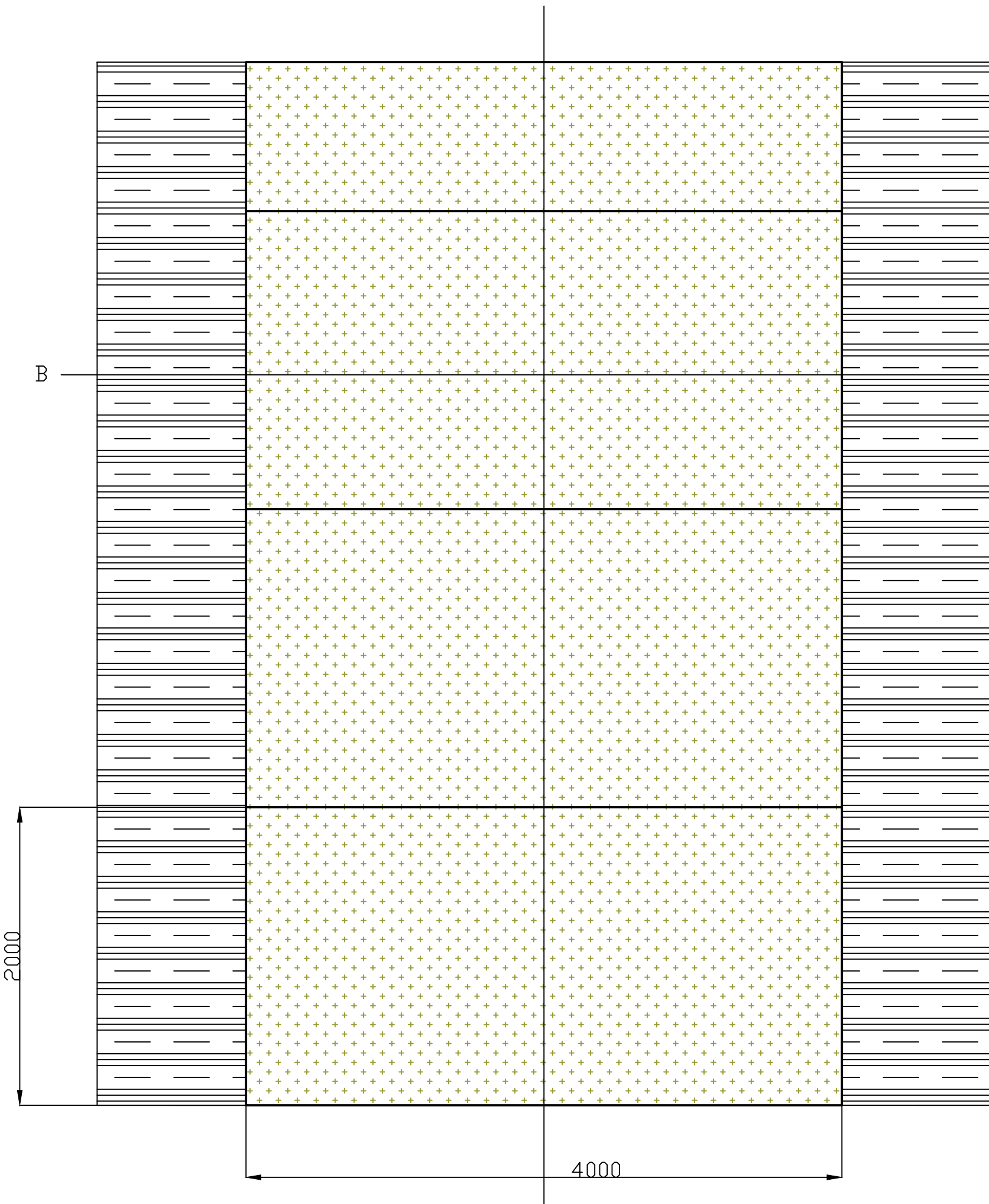
Einde Rapport

8.16. Zijaanzicht verschillende materialen

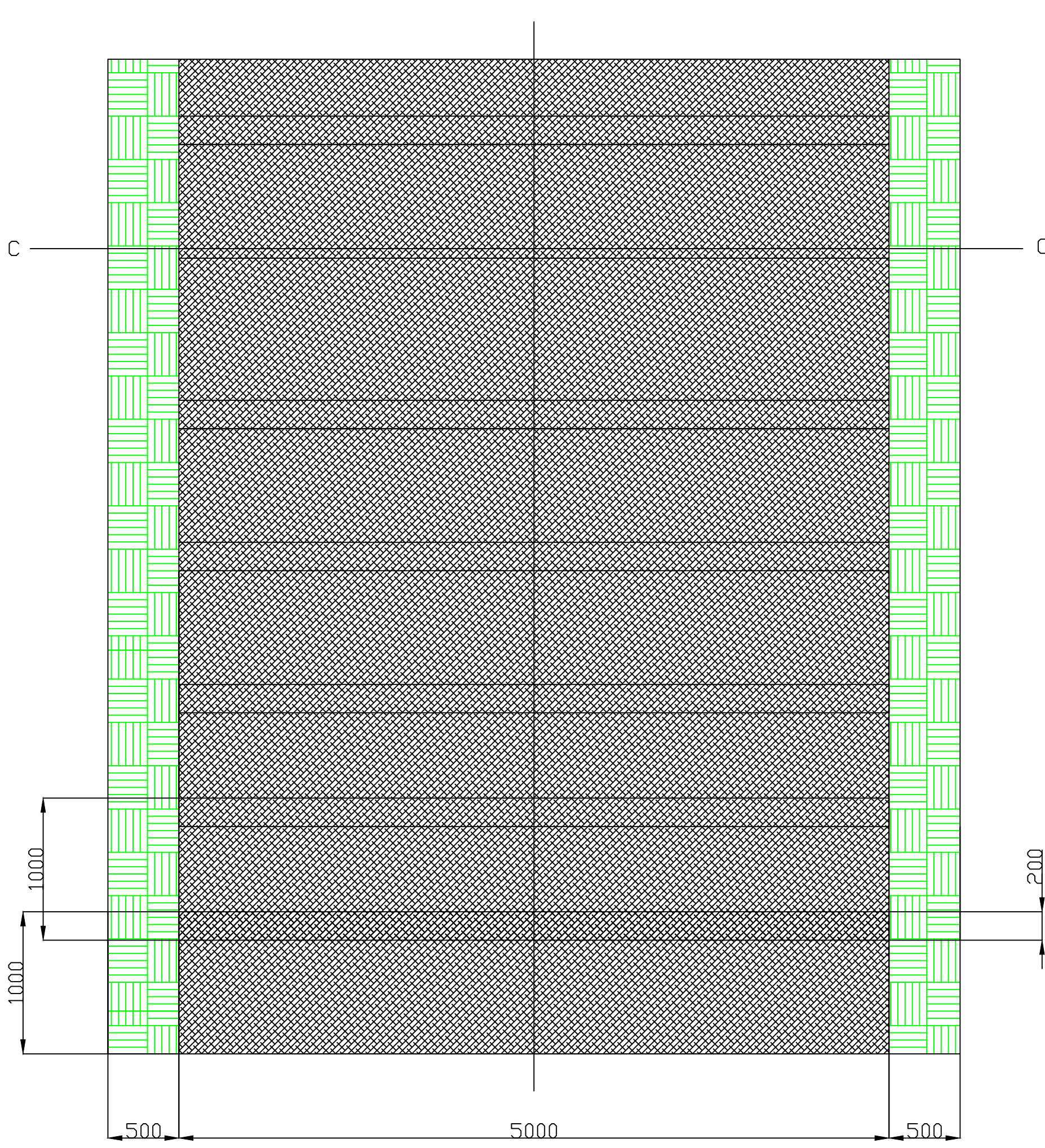
Bovenaanzicht Puin



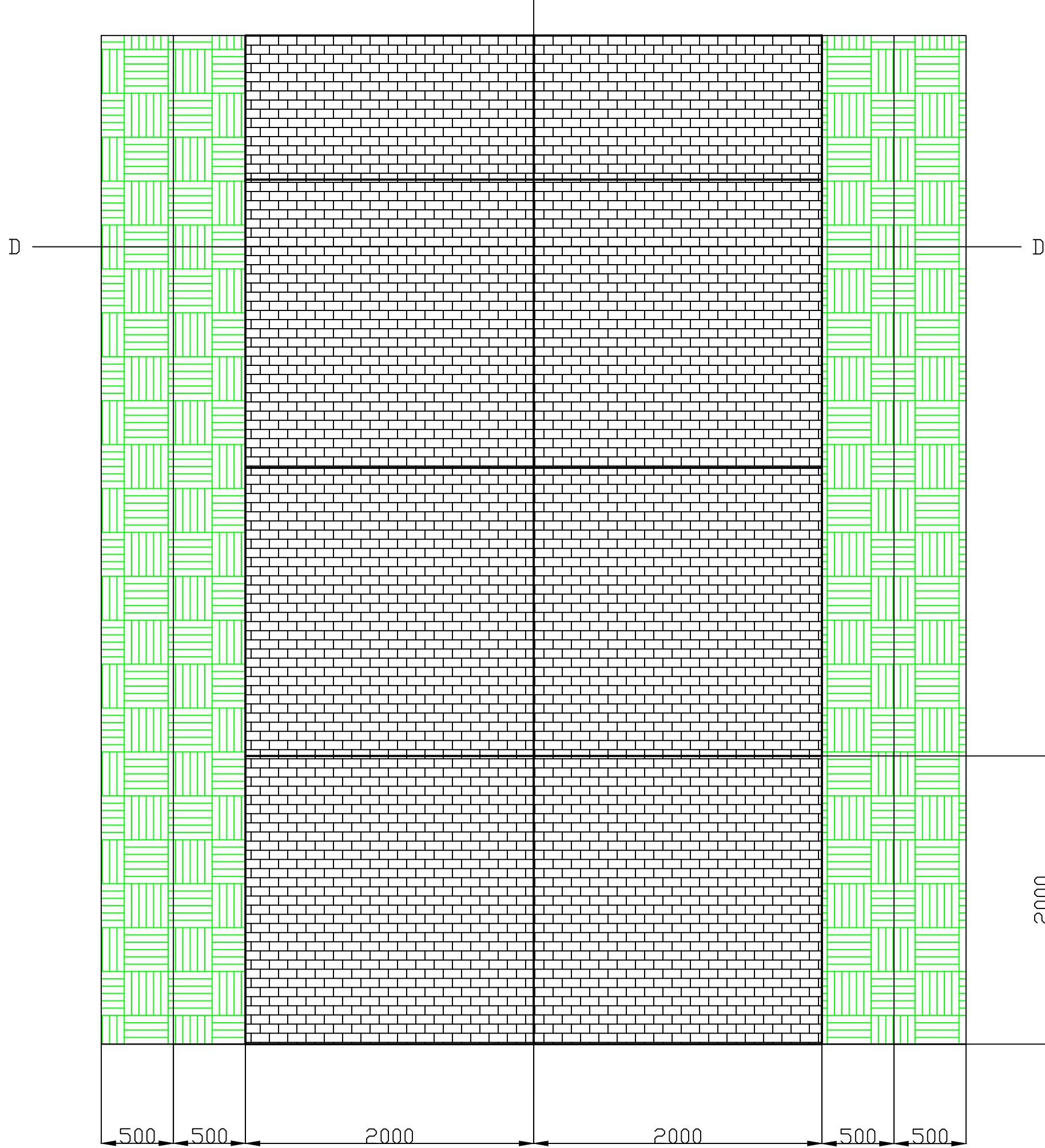
Bovenaanzicht Ferex kunststof plaat



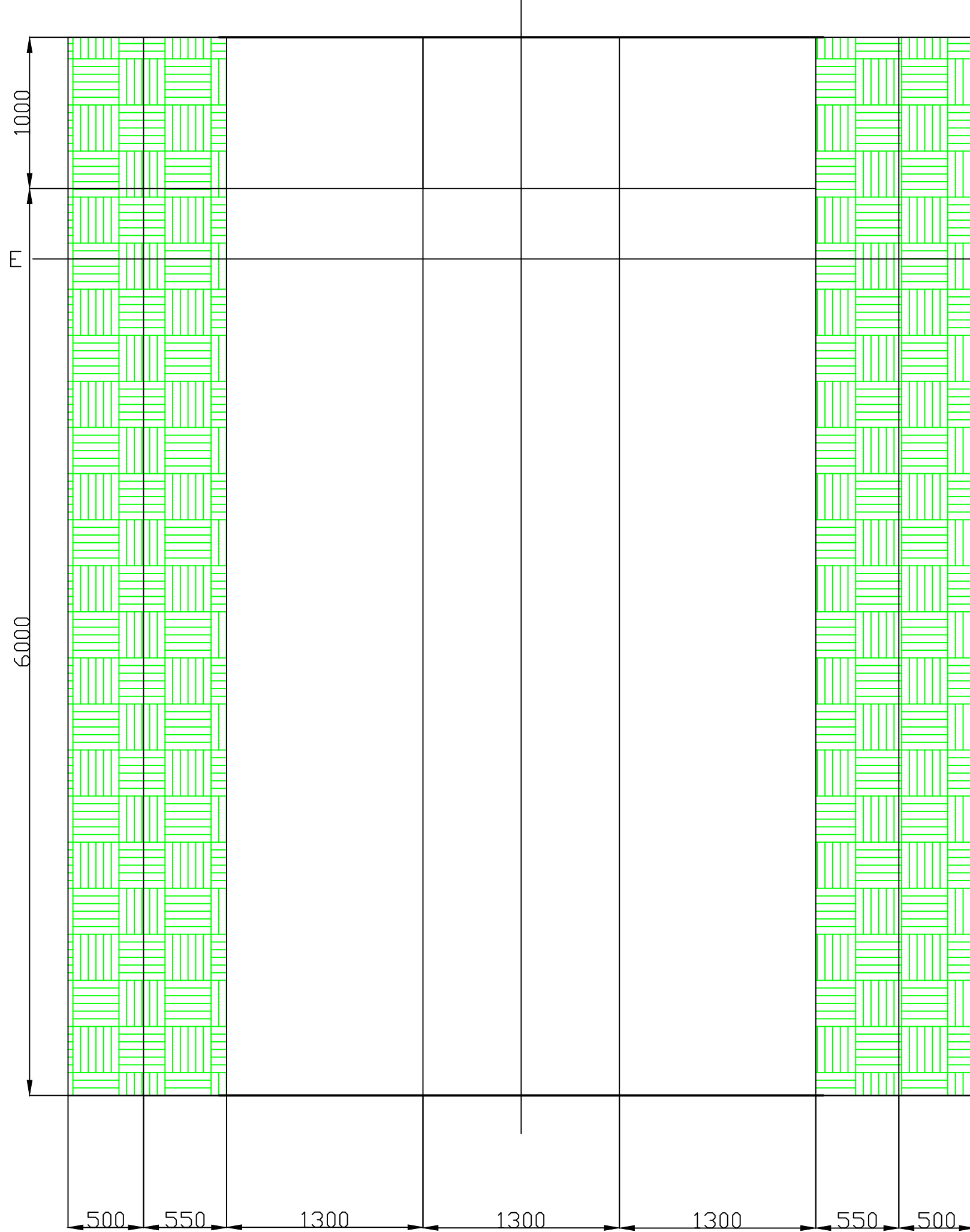
Bovenaanzicht stalen rijplaat 1000mm x 5000mm



Bovenaanzicht Betonplaat



Bovenaanzicht Stalen rijplaat 1300mm x 6000mm

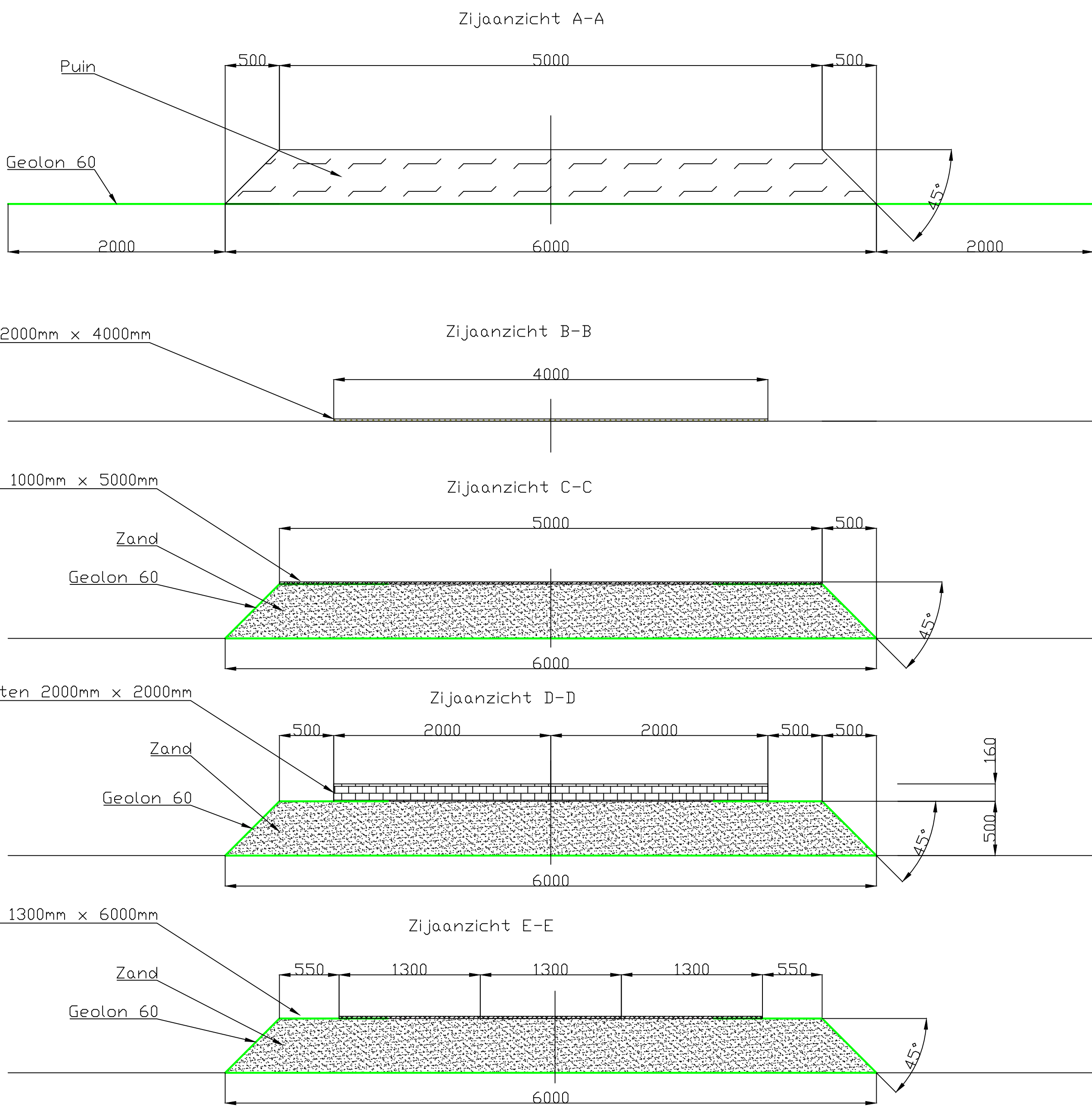


- Stalen rijplaat
- Geolon 60
- Puin
- Ferex rijplaat
- Toplaag huidige grond
- Betonnen rijplaat

REFERENTIES:

ALGEMENE OPMERKINGEN:

- Fundamenteergrond kan een andere hoogte hebben
- het geotextiel is groen gemarkeerd
- ...



CHECK		Opdrachtgever: BAM	
Project:	ZWW-380	Project: Geurt Schwitter	
Realisatie 380kV hoogspanningmasten borssele-kappelle		Datum: 07-04-2021	
Omschrijving: materiaal indeling van verschillende materialen		Gecontroleerd: Geurt Schwitter	
Versie: 0.1		Datum: 07-04-2021	
Status: CONCEPT		Datum: 07-04-2021	
BAM Infra Regionaal Zuid		Versie: 0	
Voorbeeld: BAM Infra Regionaal Zuid		Datum: 07-04-2021	
Telefoon: 076 57 34 800		E-mail: info@baminfra.nl	
Internet: www.baminfra.nl		Copyright: © 2021	

9. Literatuurlijst

9.1. Bronnen

Ferrex. (2020, 7 december). *Specificaties Composiet rijplaten*. Ferrex.

<https://www.ferrex.nl/product/>

Funderingsmateriaal wegenbouw - Alle producten. (z.d.). Pelt & Hooykaas | Weg- en waterbouw. Geraadpleegd op 1 maart 2021,

van <https://www.pelt-hooykaas.nl/producten/toepassing:funderingsmateriaal-wegenbouw>

Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. (2021, 12 mei). *Home* –

Aanpak Stikstof. <https://www.aanpakstikstof.nl/>. <https://www.aanpakstikstof.nl/>

R. (2019, 16 december). *Wat zijn standaard rijplaat afmetingen?* Rijplaatopmaat.nl.

<https://rijplaatopmaat.nl/wat-zijn-standaard-rijplaat-afmetingen/>

Rijksoverheid. (2021, 23 maart). *Natura 2000 | natura 2000*. Natura 2000.

<https://www.natura2000.nl/>

Rivers, I. (z.d.). *Zettingberekeningen*. StudeerSnel. Geraadpleegd op 1 april 2021, van

<https://www.studeersnel.nl/nl/document/de-haagse-hogeschool/grond-2-zetting/practicum/zettingberekeningen/138557/view>

TenneT. (2020). *Projectinformatie*. Zuid - West 380 kV West.

<https://www.zuid-west380kv.nl/west/>

Vries, B. R. (2020, 13 maart). *Broedseizoen, wat is dat?* Noord-Holland.

<https://www.boswachtersblog.nl/noord-holland/broedseizoen-wat-is-dat/>

WBDG. (z.d.). *Optimize Building Space and Material Use | WBDG - Whole Building Design Guide*. Whole Building Design Guide. Geraadpleegd op 31 mei 2021, van

<https://www.wbdg.org/design-objectives/sustainable/optimize-building-space-material-use>

